

Aplikasi Prinsip Eco-Design Pada Tahap Inisiasi Proyek Infrastruktur Publik Di Provinsi Sulawesi Utara : Keniscayaan atau Kemustahilan.

Ir. Febrina P.Y. Sumanti, MT. dan Ir. R.L Inkiriwang, MT.
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus Unsrat Kleak - Bahu, Manado, 95115 North Sulawesi, Indonesia
Email : rina.sumanti@gmail.com

ABSTRAK

Tulisan ini merupakan bahan pemikiran yang dilatarbelakangi oleh beberapa penelitian terdahulu mengenai proses perencanaan pada tahap inisiasi proyek, beberapa permasalahan dilematis yang timbul di lapangan sehubungan dengan penyediaan infrastruktur oleh pemerintah, wacana publik yang semakin mempermasalahkan isu keberlanjutan dan keandalan pengelolaan sistem infrastruktur yang ada dan tuntutan mengadopsi pendekatan rekayasa konstruksi yang bersifat ramah terhadap lingkungan (eco-friendly engineering).

Pentingnya memasukkan prinsip eco-design pada proses perencanaan tahap inisiasi proyek di satu pihak dapat dilihat sebagai kebutuhan yang mendesak dan merupakan prasyarat penting yang secara mendasar menunjang pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Oleh sebab itu seyognya hal ini menjadi suatu keniscayaan. Pada pihak lainnya banyak dan beragamnya permasalahan yang teridentifikasi pada tahap perencanaan praproyek mengisyaratkan bahwa aplikasi prinsip eco-design pada tahap ini mungkin masih merupakan suatu kemustahilan.

Kata kunci : proyek infrastruktur publik, prinsip eco-design, tahap inisiasi proyek.

PENDAHULUAN

Ketersediaan infrastruktur publik di daerah (provinsi, kabupaten, kota) sekarang ini semakin dirasakan sebagai salah satu faktor kunci dalam mendukung tumbuh kembangnya perekonomian suatu daerah dan kesejahteraan masyarakatnya. Hal ini mau tidak mau menyebabkan kebutuhan penyediaan infrastukrtur daerah meningkat secara pesat. Sebagai akibatnya banyak pemenuhan kebutuhan infrastruktur di daerah melalui penyelenggaraan berbagai proyek infrastruktur cenderung dilakukan secara cepat dan dengan lebih mengutamakan terwujudnya pertumbuhan perekonomian daerah sebagai target utamanya.

Berbarengan dengan itu, tumbuhnya kesadaran akan pentingnya keberlanjutan ketersediaan infrastruktur publik menjadi pertimbangan yang tidak dapat dianggap remeh dalam perencanaan pemenuhan kebutuhan infrastruktur dewasa ini. Seperti halnya pemenuhan tuntutan mutu produk termasuk mutu / kualitas pembangunan di berbagai bidang di banyak negara di dunia terutama di negara-negara berkembang yang sudah semakin mempertimbangkan memperhatikan aspek lingkungan, kitapun mulai memasukkan pentingnya perencanaan dan pelaksanaan pembangunan yang ramah terhadap lingkungan sebagai salah satu prasyarat penting dalam sistem penyediaan infrastruktur publik.

Pertanyaannya sekarang, dengan cara bagaimana kesadaran pentingnya menggunakan atribut 'untuk keberlajutan pembangunan yang ramah lingkungan' diterjemahkan ke dalam proses perencanaan penyediaan infrastruktur publik di daerah, khususnya di provinsi Sulawesi Utara? Apakah memasukkan prinsip perencanaan ramah lingkungan seperti misalnya prinsip eco-design dari Thompson (1999) ke dalam proses perencanaan pada tahap inisiasi proyek dapat dilakukan?

PENYELENGGARAAN INFRASTRUKTUR PUBLIK DI INDONESIA

Lampiran UU RI nomor 17 tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional tahun 2005-2025 menggambarkan kondisi umum infrastruktur di Indonesia sebagai berikut : "Kondisi sarana prasarana di Indonesia saat masih ditandai oleh rendahnya aksesibilitas, kualitas, ataupun cakupan pelayanan. Akibatnya sarana dan prasarana yang ada belum sepenuhnya dapat menjadi tulang punggung bagi pembangunan sektor riil termasuk dalam rangka mendukung kebijakan ketahanan pangan di daerah, mendorong sektor produksi, serta mendukung pengembangan wilayah." Hal ini menyiratkan adanya kebutuhan yang mendesak untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas infrastuktur publik, terutama di daerah.

Selain itu gambaran kondisi teknis infrastruktur yang ada, dan jenis permasalahan yang terkait dengan pengembangan infrastruktur publik - seperti sebagian yang dirangkum dalam Tabel 1 -, secara implisit mengindikasikan perlunya perencanaan yang matang dalam menilai kebutuhan pembangunan infrastruktur di masa depan. Hal ini didukung oleh fakta bahwa pengadaan infrastruktur publik ternyata terkait dengan berbagai aspek (diantaranya aspek kondisi alam: iklim, geografi; aspek manajemen proyek: perencanaan, kualitas konstruksi, operasi dan pemeliharaan; aspek peran serta pemangku kepentingan: koordinasi dan konflik kepentingan antar instansi pemerintah dan dengan swasta atau masyarakat; aspek capacity building pemerintah daerah dan masyarakat lokal; aspek kelembagaan dan peraturan perundang-undangan) yaitu hal-hal yang dapat disimpulkan dari kelompok kata yang digarisbawahi pada Tabel 1. Aspek-aspek ini secara tipikal dapat digolongkan sebagai informasi stratejik yang wajib dikumpulkan dan dipertimbangkan masak-masak selama tahap inisiasi proyek infrastruktur publik.

Perencanaan proyek konstruksi infrastruktur publik di Indonesia diperkirakan memiliki karakteristik permasalahan yang sama dengan proyek infrastruktur publik di negara lain. Potensi permasalahan yang dimaksud yaitu seperti yang dikemukakan oleh Haponava (2008), bahwa proyek infrastruktur publik cenderung: a) memiliki kelemahan dari segi memiliki risiko yang besar, b) melibatkan proses perencanaan yang panjang dan kompleks, c) melibatkan berbagai jenis pemangku kepentingan yang berpotensi atau pada dasarnya memiliki konflik kepentingan satu sama lain, d) berpeluang mengakibatkan dampak bagi masyarakat dan lingkungan sekitar proyek atau bahkan terhadap masyarakat luas, pada saat proyek dilaksanakan dan sesudahnya dan e) memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk mengalami perubahan (change order) dibandingkan dengan jenis konstruksi lainnya.

Tabel 1 Kutipan kondisi umum sarana dan prasarana sampai dengan tahun 2005

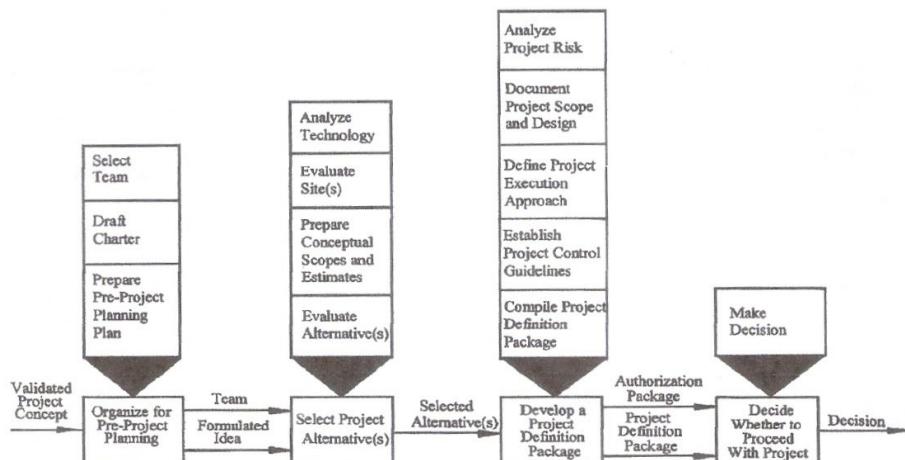
Jenis Infrastruktur	Deskripsi kondisi infrastruktur
Transportasi	<p>"...menurunnya kualitas sarana prasarana, terutama jalan dan perkeretaapian ... tahun 2004 sekitar 46,3% total panjang jalan mengalami kerusakan ringan dan berat ... 32,8% panjang jalan kereta api yang ada sudah tidak dioperasikan lagi."</p> <p>"... <u>jaringan transportasi</u> darat dan jaringan transportasi antar pulau <u>belum terpadu</u>."</p> <p>"Sebagai <u>negara kepulauan atau maritim</u>, masih banyak kebutuhan transportasi antar pulau yang belum terpenuhi,... angkutan laut maupun penyeberangan."</p> <p>"...<u>pembangunan prasarana transportasi</u> mengalami kendala terutama yang terkait dengan <u>keterbatasan pembiayaan pembangunan, operasi dan pemeliharaan</u> ... rendahnya <u>aksesibilitas pembangunan sarana dan prasarana transportasi</u> di beberapa wilayah terpencil, belum terpadunya <u>pembangunan transportasi</u> dan <u>pembangunan daerah</u> bagi kelompok masyarakat umum, ..."</p> <p>".. <u>kualitas pelayanan angkutan umum yang makin menurun</u>, .. terjadi kemacetan dan polusi di beberapa kota besar yang makin parah, serta tingkat kecelakaan yang makin tinggi."</p> <p>"...peran serta swasta belum berkembang terkait dengan <u>kelembagaan dan peraturan perundang-undangan</u> yang belum kondusif."</p>
Sumber Daya Air	<p>"Pengembangan prasarana penampung air seperti waduk, embung, danau dan situ, ... <u>belum dapat memenuhi penyediaan air untuk berbagai kebutuhan</u>, ... terutama pada <u>musim kering yang cenderung makin panjang</u> di beberapa <u>wilayah</u>, sehingga mengalami krisis air."</p> <p>"Dukungan <u>prasaranan irigasi</u> yang mengalami degradasi ... hanya mengandalkan sekitar 10 persen jaringan irigasi yang pasokan airnya relatif terkendali ... berasal dari bangunan-bangunan penampung air, dan <u>sisanya hanya mengandalkan ketersediaan air di sungai</u>.</p> <p>"Selain itu, <u>laju pengembangan sarana dan prasarana pengendali daya rusak air</u> juga masih belum mampu mengimbangi <u>laju degradasi lingkungan</u> <u>penyebab banjir</u> sehingga <u>bencana banjir</u> masih menjadi ancaman bagi banyak wilayah."</p> <p>"Sejalan dengan <u>perkembangan ekonomi wilayah</u>, banyak daerah telah mengalami <u>defisit air permukaan</u>, ... disisi lain <u>konversi lahan pertanian</u> telah mendorong <u>perubahan fungsi prasarana irigasi</u> sehingga perlu dilakukan penyesuaian dan pengendalian.</p> <p>"Pada sisi pengembangan <u>institusi pengolahan sumber daya air</u>, <u>lemahnya koordinasi antar instansi dan antar daerah otonom</u> telah menimbulkan <u>pola pengolahan sumber daya air yang tidak efisien</u>, bahkan tidak jarang <u>sering berbenturan</u>.</p> <p>"Pada sisi lain, <u>kesadaran dan partisipasi masyarakat</u>, sebagai salah satu <u>persyaratan terjaminnya keberlanjutan pola pengolahan sumber daya air</u>, masih belum mencapai tingkat yang diharapkan karena <u>masih terbatasnya kesempatan dan kemampuan</u> yang dimiliki."</p>

Sumber: Lampiran UU RI no.17 th. 2007 tentang RPJPN 2005-2025

PERENCANAAN PADA TAHAP INISIASI PROYEK

Proses perencanaan pada tahap inisiasi proyek memiliki beberapa istilah berbeda yang pada prinsipnya melaksanakan sebuah kegiatan yang sama, yaitu melakukan kegiatan perencanaan untuk menghasilkan usulan proyek. Istilah-isitilah yang dimaksud yaitu: front-end loading, pre-design stage, pre-project planning, feasibility analysis. Menurut Gibson et al. (1995), perencanaan pada tahap pra proyek (pre-project planning) didefinisikan sebagai suatu proses yang mencakup semua kegiatan dan tugas yang perlu dilakukan antara tahap inisiasi proyek sampai sebelum dimulainya kegiatan perencanaan teknik rinci (detail design). Proses pada preproject planning dimulai pada saat sebuah konsep dari suatu proyek yang bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih tujuan organisasi / bisnis digagas dan berakhir pada saat diperoleh keputusan apakah proyek akan dilanjutkan ke tahap detail design atau tidak.

Pre-project planning juga didefinisikan sebagai sebuah proses mengembangkan informasi strategik bagi pemilik proyek untuk dapat mengenali dan menangani risiko proyek dan memutuskan apakah akan mendukung pelaksanaan proyek dengan memberikan sumber daya yang dibutuhkan demi memaksimalkan peluang sukses dari proyek tersebut atau tidak (Gibson et al. 1993).



Gambar 1. Model perencanaan pra-proyek dari Construction Industry Institute, Austin Texas
(Sumber : CII, 1995)

Proses perencanaan pada tahap inisiasi proyek dan permasalahan terkait proses perencanaan tersebut di provinsi Sulawesi Utara (Sumanti, 2011) secara garis besar dapat digambarkan sebagai berikut: 1) proses Ppp yang memiliki sub komponen terstruktur dan bersifat standar (Gibson et al. 1995, Pataki et al. 2003), sesuai tujuan dan kebutuhan instansi (PMII, 2004; Meredith & Mantel, 2006), didukung penuh, dan dilaksanakan secara konsisten (Gibson et al. 2006) belum dijumpai pada sebagian besar instansi pemerintah daerah (propinsi, kabupaten/ kota), 2) faktor-faktor pengaruh terhadap proses Ppp (CII, 1995; Gibson & Pappas, 2003) belum ditinjau secara lengkap, 3) kebanyakan proposal proyek tidak dilengkapi project rationale dan project scope definition yang memadai (Cho & Gibson, 2001), 4) belum digunakan mekanisme pemilihan proyek yang dapat diandalkan, 5) belum terselenggaranya project alignment dan stakeholder management yg memadai dalam proses Ppp (Griffith & Gibson, 2001; Karlsen, 2002; Smith & Love, 2004).

Observasi terhadap pelaksanaan Musyawarah Perencanaan Pembangunan (Musrenbang) di salah satu provinsi di Indonesia, yang dilakukan pada Musrenbang tingkat kecamatan pada 2 kecamatan berbeda (satu kecamatan berada di ibukota provinsi sedangkan kecamatan lainnya merupakan salah satu kecamatan pada ibukota kabupaten), menunjukkan lemahnya semua usulan proyek yang disampaikan (karena tidak dilengkapi dengan dokumen yang membahas latar belakang proyek, ruang lingkup proyek dan nilai kepentingan serta manfaat proyek) dan tidak akuntabelnya proses penentuan skala prioritas usulan proyek (yaitu tidak transparan dan tidak menggunakan metode seleksi yang secara rasional dapat dipertanggungjawabkan) serta banyaknya keluhan mengenai kurang efektifnya Musrenbang sebagai sarana bottom-up planning dalam merealisasikan kebutuhan proyek infrastruktur di tingkat desa / kelurahan (Sumanti & Wibowo, 2011).

Dari studi yang sama juga diidentifikasi beberapa masalah yang berkaitan dengan perencanaan top-down pada usulan-usulan proyek infrastruktur yang akan dibiayai oleh pemerintah daerah ataupun yang disetujui pemerintah daerah untuk dibiayai oleh investor. Masalah-masalah tersebut yaitu: berbagai pemangku kepentingan proyek kurang bahkan tidak dilibatkan dalam proses perencanaan pra-proyek (pre-project planning), usulan proyek yang disetujui untuk dibiayai ternyata tidak sesuai dengan struktur ruang dan pola ruang yang direncanakan dalam RTRW, usulan proyek ternyata didukung oleh RTRW ataupun PJPD dan RPJMD yang belum memiliki kekuatan hukum tetap dan adanya usulan proyek yang tidak memenuhi syarat perijinan instansi pemerintah lain berkepentingan.

PRINSIP ECO-DESIGN DALAM SIKLUS MANAJEMEN PROYEK

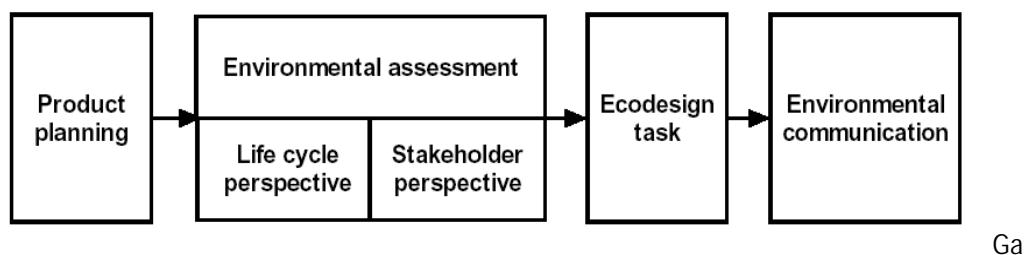
Ada banyak versi siklus manajemen proyek, salah satu yang menurut Turner (1999) dianggap sebagai siklus proses standar yaitu siklus manajemen proyek yang terdiri atas 4 tahap. Tabel 2 menyajikan informasi mengenai proses yang tercakup ke dalam siklus 4 tahap tersebut.

Tabel 2 Siklus Manajemen Proyek (Turner, 1999)

Karakter Tahapan	Nama Tahapan	Proses
Germination	Proposal dan inisiasi	Mengembangkan proposal Mengumpul informasi Menganalisa kelayakan Mengestimasi desain
Growth	Desain dan Apraisal	Mengembangkan desain Mengestimasi biaya dan pengembalian Menilai kelayakan Memperoleh pedanaan
Maturity	Eksekusi dan Kontrol	Membuat desain rinci Membuat baseline estimate Melaksanakan pekerjaan Memantau kemajuan pekerjaan
Methamorphosis	Penyelesaian akhir dan pemberhentian proyek	Menyelesaikan pekerjaan Serah terima hasil pekerjaan Memperoleh keuntungan Membubarkan tim Meninjau pencapaian

Pemenuhan tuntutan mutu sekarang ini sudah semakin memperhatikan aspek lingkungan. Perencanaan suatu produk yang dilakukan dengan memperhatikan aspek lingkungan dinamakan ecodesign. Pada tahun 2002, ISO TC 207 mengeluarkan sebuah standar ecodesign (standar desain produk ramah lingkungan) yang dinamakan ISO/TR 14602. Standar ini membahas faktor-faktor utama yang perlu diperhitungkan dalam ecodesign dan sebuah pendekatan ecodesign yang bersifat generik yang dapat diaplikasikan untuk semua jenis produk dan bahkan layanan jasa. ISO/TR 14602 mendefinisikan ecodesign sebagai suatu kegiatan yang mengintegrasikan aspek-2 lingkungan hidup ke dalam perencanaan dan pengembangan produknya.

Ecodesign dilihat sebagai salah satu langkah dalam mengembangkan suatu produk dengan tujuan meningkatkan kinerja ramah lingkungan dari produk tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa ecodesign tidak dapat berdiri sendiri, melainkan merupakan bagian dari suatu proses perancangan dan pengembangan suatu produk, seperti dapat dilihat dalam Gambar 2. berikut ini. Tujuan penerapan ecodesign mengharuskan diimplementasikannya kegiatan menuju pada perbaikan atau peningkatan mutu secara terus menerus yang ramah terhadap lingkungan.



Gambar 2. Pendekatan ecodesign dalam kegiatan perencanaan (Lee et.al 2005)

Semua produk termasuk jasa layanan (service) dapat menyebabkan dampak pada lingkungan. Dampak tersebut mungkin terjadi pada suatu tahap atau pada semua tahapan selama daur hidup suatu produk – apakah pada saat pengadaan bahan mentah, atau saat pembuatannya, distribusinya, penggunaannya atau bahkan pada saat pembuangan produknya (end of life). Dengan kata lain dapat pula dianalogikan bahwa dampak bisa teridentifikasi pada semua tahapan siklus manajemen proyek infrastruktur, termasuk pada tahap insiasi proyek.

Menurut Thompson (1999) strategi-2 ecodesign umumnya meliputi aspek-aspek: mengelola atau melakukan manajemen bahan, memperkecil penggunaan bahan, mendaur ulang bahan, memperpanjang umur layanan produk dan mengatur pemanfaatan energi. Masing-masing strategi tersebut selanjutnya dijabarkan Thompson ke dalam beberapa prinsip ecodesign. Setiap prinsip yang dikemukakan Thompson tersebut dipasangkan dengan tahapan pada siklus manajemen proyek. Jika diamati, beberapa prinsip Thompson dapat berfungsi sebagai strategi implementasi untuk tahap perencanaan proyek selanjutnya. Oleh karenanya prinsip-prinsip ini dikategorikan ke dalam prinsip eco-design yang dapat diaplikasikan pada tahap inisiasi proyek yang sesuai klasifikasi Turner (1999) pada Tabel 2 dinamakan tahap proposal dan inisiasi. Selanjutnya ada pula prinsip-prinsip eco-design yang selain perlu dimunculkan sebagai bagian dari informasi strategik proyek masih perlu diikuti dengan tindak lanjutnya pada tahap perencanaan yang lebih detail bahkan sampai pada tahap eksekusi dan kontrol.

Untuk itu prinsip-prinsip ini dapat diaplikasikan baik pada tahap proposal dan inisiasi maupun pada tahap desain dan appraisal serta pada tahap eksekusi dan kontrol.

Tabel 2 Adopsi prinsip ecodesign Thompson (1999) pada tahapan siklus manajemen proyek

Strategi Ecodesign (Thompson, 1999)	Prinsip-prinsip Ecodesign (Thompson, 1999)	Alternatif aplikasi prinsip ecodesign pada tahapan siklus manajemen proyek infrastruktur
Material management	Minimize the amount of material in each part	Desain dan Apraisal/ Eksekusi dan Kontrol
	Lengthen the service life	Proposal dan Inisiasi
	Specify recycled materials whenever possible	Proposal dan Inisiasi / Desain dan Apraisal
	Specify energy efficient materials in the construction/ service	Proposal dan Inisiasi / Desain dan Apraisal
	Specify materials that pollute minimally during their extraction, manufacturing, use and disposal	Proposal dan Inisiasi / Desain dan Apraisal
	Specify ready available material that do not deplete declining natural resources	Proposal dan Inisiasi / Desain dan Apraisal
	Specify materials that are unlikely to be affected by new legislation that will constraint their deployment, manufacturing and disposal.	Proposal dan Inisiasi
Minimize material utilization	Minimize the number of different materials in a part	Proposal dan Inisiasi / Desain dan Apraisal/ Eksekusi dan Kontrol
	Select easily recycled materials	Proposal dan Inisiasi / Desain dan Apraisal/ Eksekusi dan Kontrol
	Facilitate material identification	Proposal dan Inisiasi
	Ensure easy product disassembly	Desain dan Apraisal/ Eksekusi dan Kontrol

Strategi Ecodesign (Thompson, 1999)	Prinsip-prinsip Ecodesign (Thompson, 1999)	Alternatif aplikasi prinsip ecodesign pada tahapan siklus manajemen proyek infrastruktur
Recycling materials	Minimize the variety of materials in a product	Proposal dan Inisiasi/ Desain dan Apraisal
	Consolidate parts	Desain dan Apraisal / Eksekusi dan Kontrol
	Reduce the number of assembly operation	Desain dan Apraisal / Eksekusi dan Kontrol
	Specify compatible materials	Proposal dan Inisiasi
	Identify separation points between parts	Desain dan Apraisal
	Incorporate a material identification scheme on parts to simplify identification	Desain dan Apraisal
Extend service life	Create a user friendly document to repair and maintenance	Desain dan Apraisal
	Ensure that the lifecycle is environmentally optimal	Proposal dan Inisiasi
	Replace worn parts	Desain dan Apraisal / Eksekusi dan Kontrol
	Replace parts with a new generation of parts	Desain dan Apraisal
	Identify the inherent weakness in a product and redesign to avoid premature failure	Desain dan Apraisal
	Identify potential hazard associated with the product at the end of its service life and minimize them	Desain dan Apraisal
	Use design for disassembly principles to facilitate the remanufacture and recycle of parts	Proposal dan Inisiasi, Desain dan Apraisal

Strategi Ecodesign (Thompson, 1999)	Prinsip-prinsip Ecodesign (Thompson, 1999)	Alternatif aplikasi prinsip ecodesign pada tahapan siklus manajemen proyek infrastruktur
Energy utilization	Minimize energy consumption	Proposal dan Insiasi / Desain dan Apraisal / Eksekusi dan Kontrol
	Minimize energy losses	Proposal dan Insiasi / Desain dan Apraisal / Eksekusi dan Kontrol

APLIKASI PRINSIP ECO-DESIGN PADA TAHAP INISIASI PROYEK: NISCAYA ATAU MUSTAHIL?

Perencanaan proyek infrastruktur publik pada tahap inisiasi sendiri masih belum memiliki acuan yang pasti. Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi proses, lingkup kegiatan, kinerja dan kualitas produk perencanaan pada tahap ini belum diidentifikasi seluruhnya. Cakupan kegiatan perencanaan pada tahap ini sifatnya bervariasi tergantung pada ide proyek seperti apa yang muncul.

Persiapan dan penyusunan proposal proyek untuk pekerjaan membangun jalan baru akan berbeda dibandingkan dengan proposal proyek untuk rehabilitasi dan upgrading salah satu ruas jalan dalam kota misalnya. Selain berbeda lingkup kegiatan perencanaan, durasi kegiatan perencanaan, jenis dan kondisi data, ataupun metode dan tingkat engineering judgement yang dibutuhkan, jenis proyek yang berbeda juga akan melibatkan jumlah dan tipe pemangku kepentingan proyek yang berbeda.

Jika bercermin pada rangkaian sub proses dalam model proses pre-project planning yang dikemukakan oleh CII (CII, 1995), maka kegiatan perencanaan pada tahap inisiasi proyek selama ini ternyata masih jauh dari memadai (Sumanti & Wibowo, 2011). Belum tersedianya prosedur yang standar dalam melaksanakan perencanaan pada tahap inisiasi proyek, mengakibatkan usulan-usulan proyek yang dihasilkan dari berbagai instansi teknis pemerintah daerah cenderung sulit dinilai keunggulannya satu terhadap lainnya. Jika penilaian didasarkan pada tingkat kepentingan dan manfaat proyek terhadap masyarakat di sekitar proyek maupun masyarakat pada umumnya, maka sudah selayaknya proposal proyek tidak hanya didaftarkan, diprioritaskan serta dinilai berdasarkan lokasi, estimasi biaya, volume dan durasi pelaksanaannya saja.

Selain harus merupakan perwujudan peningkatan layanan kepada publik, proyek infrastuktur publik yang diusulkan perlu mematuhi kaidah penataan ruang daerah dan mendukung terwujudnya pembangunan yang berkelanjutan. Aplikasi prinsip eco-design pada usulan proyek dapat dijadikan salah satu kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam menilai usulan proyek mana saja yang layak diprioritaskan dan selanjutnya ditetapkan untuk didanai.

Memasukkan prinsip eco-design pada perencanaan proyek pada tahap inisiasi proyek, seyogyanya bukan hal sulit, karena pada dasarnya terdapat beberapa metode teknis seperti misalnya Life Cycle Analysis (LCA) yang dapat dijadikan salah satu kriteria keberterimaan

pekerjaan perencanaan pada tahap perencanaan yang lebih detail. Dari sudut kerangka acuan hukumnya, pemerintah bahkan telah menyiapkan alat evaluasi seperti KLHS (Kajian Lingkungan Hidup Strategis) pada tataran perencanaan program dan kebijakan pembangunan di daerah, dan tetap mewajibkan kajian AMDAL, UKL/UPL bagi kegiatan pembangunan secara sektoral. Implementasi prinsip-prinsip eco-design bagaimanapun juga akan menambah biaya pada bagian awal siklus proyek. Sebagai kompensasinya pemilik proyek, konsultan dan kontraktor dapat secara langsung berpartisipasi dalam pengelolaan (mereduksi) produksi CO₂ selama proses konstruksi sehingga mendukung terlaksananya pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan. Hal yang tidak atau yang sekarang ini belum secara langsung mendatangkan keuntungan bagi pelaku konstruksi ataupun industry jasa konstruksi.

KESIMPULAN

Eco-design pada tahap inisiasi proyek perlu dan berpotensi meningkatkan kepastian bahwa siklus manajemen proyek pada proyek infrastruktur publik yang dilaksanakan bersifat ramah lingkungan.

Kemungkinan penerapannya (eco-design pada tahap inisiasi proyek) masih bergantung pada beberapa faktor diantaranya: adanya proses dan sub-proses standar dalam menjalankan proses perencanaan pada tahap inisiasi proyek, adanya kriteria dan prosedur pemilihan proyek yang akuntabel dan dapat diukur kinerjanya. Keniscayaan penerapannya harus menjadi komitmen semua, secara bersama dan bersifat, harga mati.

Kemustahilan penerapannya mengimplikasikan kegagalan dalam memperjuangkan karakter penyelenggaraan proyek yang menganut paham demi pembangunan keberlanjutan yang ramah lingkungan. Dengan kata lain kegagalan mempertahankan kerangka kerja penyediaan dan penyelenggaraan infrastruktur publik yang ramah lingkungan (eco-friendly engineering).

DAFTAR REFERENSI

- Cho, C., and G.E. Gibson. Building Project Scope Definition Using Project Definition Rating Index. Journal of Architectural Engineering, ASCE, Vol.7, No. 4, December 2001, pp. 115-125
- Construction Industry Institute, (1994). Pre-Project Planning: Beginning a project the right way. Publication 39-1. Texas. The University of Texas
- Construction Industry Institute, (1995). Pre-Project Planning Handbook. Special Publication 39-2. Texas. The University of Texas
- Gibson, G.E., J.H. Kaczmarowski, H.E. Lore. Preproject-Planning Process for Capital Facilities. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol.121, No. 3, September 1995, pp. 312-318
- Gibson, G.E., Y. Wang, C. Cho, M.P. Pappas. What is Preproject Planning, Anyway? Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol.22, No.1, January 2006, pp. 35-42
- Gibson, G.E and M.P. Pappas. (2003). Starting Smart : Key Practices for Developing Scopes of Work for Facility Projects, Retrieved on 8 February 2011 from <http://www.nap.edu/catalog/10870.html>
- Griffith, A.F., and G.E. Gibson. Alignment during Preproject Planning. Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol.17, No.2, April 2001, pp. 69-76
- Hamilton, M.R, and G.E. Gibson. Benchmarking Prep-project Planning Effort. Journal of Management in Engineering, ASCE, Vol.12, No.2, March/April 1996, pp. 25-33

- Haponava, T., S. Al-Jibouri. Identifying the KPIs for the design stage based on the main design sub-procesess. 2008. Retrieved on 9 March 2011 from <http://www.doc.utwente.nl/>
- Haponava, T. S. Al-Jibouri , I. Reymen. Process Performance Indicator in Project Pre-Design Stage. July 2006. Retrieved on 9 March 2011 from <http://www.doc.utwente.nl/58079/>
- Karlsen, J.T. Project Stakeholder Management. Engineering Management Journal, Vol. 14, No.4, December 2002, pp. 19-24
- Lee, Kun-Mo., Pil-Ju Park, (2005), Ecodesign. Best Practice of ISO/TR 14062. Ajou University, Korea.
- McGlashan, D.J, and E. Williams. Stakeholder Involvement in Coastal Decision-making Processes. Local Environment, Vol.8, No. 1, 2003, pp. 85-94
- Meredith, J. R. and S. J. Mantel, Jr. (2006). Project Management A Managerial Approach. Sixth Edition. John Wiley & Sons Inc.
- Pataki, E.P., J.T. Dillon, M. McCormack. (2003). The New York State Project Management Guidebook Release 2. New York State Office for Technology. Retrieved on 11 March 2011 from <http://www.cio.ny.gov/pmp/guidebook>
- Project Management Institute. (2004). A Guide to the Project Management Body of Knowledge Third Edition. Pennsylvania. Project Management Institute Inc.
- Quella F and Wulf-Peter Schmidt, (2003), Integrating Environmental Aspects into Product Design and Development The new ISO TR 14062 – Part 2: Contents and Practical Solutions. Gate to EHS: Life Cycle Management – Design for Environment. 1-6 pp.
- Smith, J and P.E.D. Love. Stakeholder Management during Project Inception: Strategic Needs Analysis. Journal of Architectural Engineering, ASCE, Vol.10, No. 1, March 2004, pp. 22-33
- Sompie, B.F., F.P.Y. Sumanti, M. Sibi. Survey Pengendalian Kualitas Perencanaan Pengamanan Pantai Provinsi Sulawesi Utara. 2010. Laporan Penelitian IMHERE Unsrat, Manado.
- Sumanti, F.P.Y. Model Proses Perencanaan Pra-Proyek Pada Proyek Infrastruktur Publik. 2011. Draft Proposal Penelitian Disertasi, Program Doktor Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sumanti, F.P.Y, D. Willar, B.F. Sompie. Quality Design Control for Eco-friendly Coastal Protection Scheme. Proceeding of the 1st Int. Conf. on Sustainable Infrastructure and Built Environment in Developing Countries (SIBE), Bandung, Indonesia. November 2009. Faculty of Civil and Environmental Engineering ITB Indonesia.
- Sumanti, F.P.Y. dan M. Agung Wibowo. Studi Pedahuluan Kegiatan Perencanaan Pada Tahap Inisiasi Proyek Pada Proyek Infrastruktur Publik. 2011. Laporan Penelitian Mandiri, Program Doktor Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Thompson, S. B., 1999. Environmentally-sensitive Design: Leonardo WAS right, Materials and Design, Vol. 20, pp.23-30
- Turner J. R., 1999. The Handbook of Project – Based Management Second Edition. McGraw-Hill Publishing Company, Berkshire, xi+529p.

PENANDA RUANG PERMUKIMAN PASCA REKLAMASI PANTAI Studi Kasus: Titiwungen Selatan, Kota Manado, Sulawesi Utara

Judy O. Waani

Dosen Jurusan dan PS. Studi Arsitektur,
Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Studi tentang penanda ruang permukiman pasca reklamasi pantai dilakukan di Kelurahan Titiwungen Selatan, Kecamantan Sario. Penelitian ini, menggunakan paradigma dan metode fenomenologi Husserl. Tujuannya yaitu untuk mendapatkan makna ruang masyarakat dibalik fenomena yang tampak. Hasil peneltiannya bahwa konsep penanda ruang adalah obyek yang lahir dari suatu usaha masyarakat, dengan cara memberikan tanda yang berisi informasi tentang kepemilikan, penguasaan, keberadaan atau kehadiran dan juga harapan masyarakat pada suatu ruang atau kawasan teritorial tertentu. Informasi ini, ditujukan kembali kepada masyarakat dengan maksud, untuk memberikan tanggapan sesuai dengan isi informasi. Oleh sebab itu, isi informasi dalam konsep penanda ruang adalah makna ruang itu sendiri atau sebaliknya makna adalah isi informasi yang terkandung di dalamnya.

Kata Kunci: Ruang, penanda, makna.

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang terbesar di dunia. Terdapat sekitar 17.508 buah pulau yang membentang sepanjang 5.120 km dari timur ke barat sepanjang khatulistiwa dan 1.760 km dari utara ke selatan. Negara ini dikelilingi oleh lautan dengan luas wilayah daratannya hanya 1,9 juta km² sedangkan luas perairan laut sekitar 7,9 juta km² (Boston dalam Supriharyono, 2002; Dahuri, R., dkk, 2004). Lebih lanjut dikatakan, bahwa Indonesia mempunyai garis pantai sekitar 81.791 km, merupakan pantai terpanjang di dunia. Data ini, menunjukkan bahwa luas wilayah perairan laut lebih besar dari wilayah darat. Hal ini juga, menggambarkan keadaan daerah pesisir laut yang begitu panjang sebagai negara kepulauan. Keadaan lain menggambarkan potensi perairan laut Indonesia yang produktif di satu sisi. Namun di balik potensi yang ada, merupakan sumber ancaman dan masalah jika tidak ditata sistem keruangannya. Keadaan ini bisa terjadi mengingat fungsinya yang dapat berperan multidimensi dalam pembangunan, seperti perikanan, perhubungan, pertambangan, telekomunikasi bawah laut dan wisata bahari.

Data di atas juga menunjukkan secara spesifik kondisi khususnya di daerah pantai sebagai kawasan pesisir laut Indonesia yang sangat potensial. Bukan saja karena memiliki kawasan pesisir yang terpanjang di dunia, tetapi juga menggambarkan kawasan pesisir yang sangat luas. Sebagai negara kepulauan, menurut Supriharyono (2002), diperkirakan 60% dari penduduk Indonesia hidup dan tinggal di daerah pesisir. Sekitar 9.261 desa dari 64.439 desa yang ada di Indonesia dapat dikategorikan sebagai desa atau permukiman pesisir. Mereka ini kebanyakan merupakan masyarakat tradisional dengan kondisi sosial ekonomi dan latar belakang pendidikan yang

relatif sangat rendah. Sekitar 90% mereka hanya berpendidikan sampai sekolah dasar. Kondisi sosial masyarakat pesisir seperti ini, memungkinkan sulitnya menghadapi perkembangan pembangunan di daerah tersebut, sehingga masyarakat pesisir sering menjadi obyek dari pada subyek pembangunan.

Kondisi ini, justru menunjukkan kerentanan munculnya masalah-masalah di daerah permukiman kawasan pesisir. Bahkan oleh beberapa stakeholders, baik pemerintah maupun swasta, keadaan ini sering dimanfaatkan. Terlebih dengan berlakunya Undang-undang RI nomor 22 tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah yang kemudian direvisi menjadi Undang-undang RI nomor 32 tahun 2004, yang memberi kewenangan penuh dalam pengelolaan sumberdaya alam di kawasan pesisir dan lautan sampai dengan 12 mil laut untuk provinsi dan 4 mil laut untuk kabupaten/kota. Salah satu dampak dari undang-undang tersebut yaitu munculnya program pemerintah daerah dengan mereklamasi kawasan pesisir pantai atau juga disebut reklamasi pantai.

Reklamasi pantai merupakan fenomena baru di Indonesia. Beberapa kasus yang sudah dan sedang dilaksanakan yaitu reklamasi Pantai Utara Jakarta (Pantura) dengan Kepres Nomor 52 tahun 1995, reklamasi Pantai Indah Kapuk Jakarta, reklamasi Pantai Teluk Lampung dan reklamasi Pantai Manado. Beberapa proyek reklamasi yang dalam tahap perencanaan yaitu Pantai Losari Makassar, Pantai Gamalama Ternate dan Pantai Sembilangan Bangkalan. Dari sekian proyek yang sudah berjalan, banyak memunculkan masalah baru, sedangkan dari beberapa proyek reklamasi yang dalam tahap perencanaan mengundang banyak penolakan dari masyarakat dan LSM bahkan pemerintah setempat.

Tanpa disadari reklamasi pantai menghadapi banyak masalah lingkungan. Beberapa masalah yang ditimbulkan yaitu potensi banjir, ketersediaan bahan urugan, perubahan pemanfaatan lahan, ketersediaan air bersih, pencemaran udara, sistem pengolahan sampah, pengelolaan sistem transportasi dan pengaruhnya terhadap kegiatan-kegiatan yang telah ada. Alasan yang terakhir ini lebih terarah kepada para pengguna permukiman kawasan pesisir. Akibat dari masalah tersebut yaitu tersingkirnya masyarakat yang berpendapatan rendah dari kawasan pesisir pantai khususnya akibat dari penggusuran dan hidup relatif lebih jauh dari sumber mata pencaharian untuk kelompok tertentu.

Permukiman pesisir pantai merupakan kawasan yang merasakan secara langsung dampak dari reklamasi pantai. Beberapa masalah lain yang muncul sebelum atau dalam persiapan proyek reklamasi dilakukan adalah penggusuran daerah yang terkena proyek, relokasi penghuni permukiman, ganti rugi, ataupun konflik yang muncul sebelum dan saat proyek dilaksanakan. Bahkan masalah lain yang muncul sesudah reklamasi hadir, yaitu hilangnya beberapa sumber kehidupan masyarakat, kerusakan ekosistem pesisir pantai. Kondisi ini, diperparah oleh keadaan permukiman pesisir pantai yang sering terabaikan dalam perencanaan dan perancangan pembangunan permukiman di Indonesia pada umumnya.

Salah satu masalah yang menjadi tinjauan dalam penelitian permukiman paca reklamasi, yaitu munculnya masalah pertanahan pada kawasan tersebut. Dalam konteks perencanaan dan perancangan ruang permukiman itu sendiri, sangat berkait dengan tanah atau lahan serta

peraturan pertanahan. Kawasan *paka-paka omba'* yang dulunya tidak 'bertuan', karena sebagai daerah pasang surut, kemudian menjadi bagian yang diperebutkan oleh pemerintah sebagai pembuat kebijakan, oleh swasta sebagai pemilik modal dan oleh masyarakat yang menganggap daerah *paka-paka omba'*, sebagai ruang yang telah dimiliki dari generasi-kegenerasi dalam waktu yang lama. Ketiga elemen ini, yaitu pemerintah, swasta dan masyarakat merupakan kelompok yang berproses membentuk dan memberikan makna terhadap ruang permukiman tersebut pasca di reklamasi.

Metode Penelitian

Sebagai bagian dari langkah pra penelitian, dilakukan *grand tour*. Langkah ini untuk menentukan secara tentatif batas daerah penelitian. Batas tentatif tersebut, yaitu Kelurahan Titiwungen Selatan. Penyebutan tentatif, oleh karena peneliti terbuka untuk fenomena lain yang ada diluar batas administrasi kelurahan. Kelurahan ini, berbatasan langsung dengan Jalan Boulevard sebagai bagian dari kawasan yang direklamasi serta berbatasan dengan Kuala Sario. Penentuan ini, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya dalam konteks penelitian, terkait dengan kekayaan fenomena yang ada dilapangan, yang dihubungkan dengan jumlah penduduk dan keragamannya serta karakteristik fisik dari permukimannya. Selanjutnya, secara umum dalam langkah *grand tour* ini, untuk menentukan unit amatannya atau lokus penelitian ini, yaitu permukiman dan unit analisisnya yaitu masyarakat serta fokusnya yaitu makna ruang permukiman. Penentuan lokus dan fokus penelitian ini, sangat dipengaruhi oleh latar belakang atau isu-isu yang dalam penelitian ini serta masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Empat isu yang menjadi latar belakang penelitian ini yaitu (1) Indonesia sebagai negara kepulauan, (2) permukiman pasca reklamasi pantai, (3) perilaku keruangan masyarakat pasca reklamasi pantai, dan (4) nilai dan makna masyarakat dalam pengetahuan.

Langkah *grand tour*, juga untuk menemukan fenomena awal yang akan dijadikan sebagai *entri point* dalam memulai penelitian. Beberapa fenomena awal yang ditemukan peneliti seperti aktivitas pengrajin pot bunga, aktivitas nelayan, aktivitas usaha masyarakat, aktivitas keagamaan, konflik masyarakat serta *daseng* dalam permukiman nelayan. Selain fenomena ini, juga ditelusuri sejarah masyarakat Titiwungen Selatan. Penelusuran sejarah ini, dilakukan baik dalam wawancara maupun berdasarkan dokumen pendukung serta literatur yang terkait dengan masyarakat dan permukiman Titiwungen Selatan. Data awal tersebut, digunakan sebagai bahan untuk penentuan topik penelitian yaitu makna ruang permukiman pasca reklamasi pantai Kota Manado. Beberapa hal yang didapat dalam *grand tour* ini, yaitu batas tentatif lokasi penelitian, lokus penelitian, fokus penelitian dan topik penelitian yang dikaitkan dengan permasalahan penelitian ini serta fenomena-fenomena awal yang ditemukan, kemudian dipakai untuk memulai penelitian. Walaupun pada kecenderungannya, pertanyaan dalam penelitian ini, bisa dilakukan koreksi agar bisa mempertajam permasalahan yang sesuai dengan lokus dan fokus serta fenomena-fenomena yang ada di lapangan.

Informan ditentukan berdasarkan fenomena yang berkembang dilapangan. Oleh sebab itu, penentuannya dilakukan secara *purposive* (Lincoln dan Guba, 1985). Maksudnya adalah informan dianggap sebagai sampel yang ditentukan berdasarkan tujuan dari kasus-kasus yang

diharapkan. Tujuan awal yaitu mendapatkan informasi yang terkait dengan kebiasaan masyarakat yang ada di Titiwungen Selatan. Oleh karena itu, mencari informan yang tinggal dan menetap di kelurahan ini adalah tujuan awal yang harus dipegang dalam penelitian ini. Selanjutnya, berdasarkan aktivitas yang ditemukan pada saat melakukan *grand tour* adalah aktivitas pengrajin pot bunga. Aktivitas ini, merupakan *entry point* peneliti dalam memulai *mini tour*. Berdasarkan aktivitas pengrajin pot bunga, menghasilkan beberapa unit informasi seperti rumah *budel*, gelombang penjualan tanah, *kintal* rumah sebagai tempat pengembangan hobi dan juga halaman sebagai tempat pengembangan usaha. Diperlukan informan lain yang memperkuat informasi ini, sekaligus sebagai bentuk klarifikasi lapangan terhadap fenomena yang ditemukan. Informan yang baru ini, biasanya selain memperkuat informasi fenomena sebelumnya, tapi juga memunculkan fenomena baru. Fenomena ini, kemudian diklarifikasi di lapangan secara berulang sampai informasi tersebut mencapai kejemuhan. Informasi ini disamakan dengan efek bola salju. Jumlah informan dalam penelitian ini, dapat dilihat dalam lampiran.

Penelitian dimulai dari fenomena awal yang ditemukan pada *grand tour* yaitu aktivitas pengrajin pot bunga. Dalam kualitatif-fenomenologi, peneliti adalah instrumen utama penelitian. Sebagai informan pertama adalah Bapak Akhmad Saleh atau biasa dipanggil Mato. Pilihan informan ini, karena bapak ini, dianggap yang pengrajin pot bunga yang paling senior dalam kampung ini. Cara pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara dengan memperhatikan pekerjaan yang sedang dilakukan oleh pengrajin yang lain di tempat tersebut. Untuk memudahkan masuk di lingkungan tersebut, peneliti menggunakan seorang yang tinggal dan dikenal dalam masyarakat Titiwungen Selatan sebagai perantara. Wawancara ini, dilakukan pada sumber informan tapi juga, terbuka pada masyarakat secara bersama dalam suatu aktivitas. Untuk mendukung kegiatan ini, dilakukan perekaman data dengan menggunakan *digital voice recorder*. Hasil dari wawancara kemudian di simpan dalam file komputer. Untuk memudahkan penelusuran data, setiap file dalam komputer diberikan nama dan nomor orang yang direkam. Seperti CL 01:1-20 yang artinya catatan lapangan nomor satu untuk informan 1 bapak A dari baris 1 sampai baris 20. Selain itu, observasi juga dilakukan dengan cara peninjauan langsung bahkan ikut terlibat dalam setiap pembicaraan dengan masyarakat dengan maksud, selain untuk mendapatkan data secara lebih mendalam, juga untuk mendapatkan pengalaman dan pemahaman bersama dengan obyek. Hasil penstrukturkan data dalam bentuk unit informasi tersebut menjadi bahan analisis untuk menghasilkan tema-tema penelitian. Selanjutnya hasil perekaman diketik seperti apa adanya pembicaraan berlangsung dalam bahasa lokal. Tujuannya agar tidak menghilangkan esensi makna dari tiap kata dan kalimat tersebut. Produk dari penulisan ulang ini, disebut sebagai catatan lapangan. Catatan lapangan, kemudian distrukturkan dalam unit-unit informasi.

Unit informasi ini, tersusun dari hasil observasi lapangan dan hasil wawancara. Fungsi unit informasi atau satuan informasi adalah untuk menentukan dan mendefinisikan kategori. Menurut Patton (dalam Moleong, 2004) terdapat dua tipe satuan yaitu (1) tipe asli dan (2) tipe hasil konstruksi analisis. Tipe asli ini menggunakan perspektif *emik*. Terdapat dua karakteristik *unit of information* atau satuan informasi menurut Lincoln dan

Guba (1995) serta Moleong (2004) yaitu pertama, satuan harus heuristik artinya mengarah pada satu pengertian atau satu tindakan yang diperlukan oleh peneliti atau yang akan dilakukannya dan satuan hendaknya menarik; dan kedua, satuan hendaknya merupakan informasi terkecil yang dapat berdiri sendiri artinya satuan ini harus dapat ditafsirkan tanpa informasi tambahan selain pengertian umum dalam konteks latar penelitian. Satuan tersebut dapat berwujud kalimat faktual sederhana selain itu satuan dapat pula berupa paragraf penuh.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Konsep penanda ruang adalah obyek yang lahir dari suatu usaha masyarakat, dengan cara memberikan tanda yang berisi informasi tentang kepemilikan, penguasaan, kehadiran atau pun harapan masyarakat pada suatu kawasan teritorial tertentu. Informasi ini, ditujukan kembali kepada masyarakat dengan maksud, untuk memberikan tanggapan sesuai dengan isi informasi. Konsep penanda ruang merupakan tahap lanjut dari suatu strategi pertahanan ruang. Konsep ini berasal dari (1) tema ruang *baku mara* dalam unit informasi pembangunan Kanisah Boulevard; (2) tema ruang investasi dalam unit informasi ruang *kintal kosong* dan unit informasi pembangunan ruko; (3) tema ruang hak *pasini* pada unit informasi *daseng* dalam permukiman nelayanan; dan (4) tema ruang *tampa mancari* dalam unit informasi rumah sebagai tempat usaha.

Konsep ini ditemukan dalam tema ruang *baku mara* dalam unit informasi pembangunan Kanisah Boulevard. Penanda awal yang berasal dari papan informasi yang berbunyi "disini akan dibangun gereja" sebagai harapan, justru menjadi pencetus awal dari konflik. Selanjutnya oleh pemilik sertifikat tanah melakukan upaya penimbunan tanah atau melakukan reklamasi untuk mengejar ketinggian muka tanah, sejajar dengan ketinggian Jalan Boulevard. Upaya ini pun merupakan bagian dari penandaan untuk menunjukkan luas lahan yang dikuasai. Hal ini kemudian menjadi *baku mara* atau perselisihan antara kedua belah pihak sehingga masalah ini dibawa ke kepolisian oleh pemilik sertifikat atas dasar penyerobotan tanah oleh pihak gereja. Walaupun dalam proses pengadilan, pihak gereja melalui panitia pembangunannya telah memulai pembangunan gedung kanisah sampai selesai. Bahkan pada bagian kiri dan kanan gedung tersebut dibangun rumah kopi dan kantin Kaum Bapa Jemaat. Bangunan-bangunan inipun merupakan bagian dari penandaan ruang. Selain itu, penandaan ruang juga ditemukan dalam bentuk aktivitas. Pelaksanaan ibadah pada hari Minggu juga merupakan bagian dari upaya tersebut. Hal ini bertujuan untuk menunjukkan kepada orang lain tentang keaktifan kegiatan jemaat gereja terhadap ruang tersebut. Beberapa tahun kemudian, keputusan Mahkama Agung menyatakan pihak gereja sebagai pemenang dalam perkara ini. Kemenangan ini kemudian ditindak lanjuti dengan memberikan papan nama yang berjudul "Tanah Negara", dalam pengawasan GMIM Getsemani Sario Kotabaru. Bagian bawah dari judul tersebut dilanjutkan dengan kalimat: berdasarkan (1) Surat Walikota Manado Nomor, 650/DTK-II/442, tanggal 13 Juni 2001. (2) Putusan Mahkama Agung Nomor 161/C/PID/2006, tanggal 21 April 2006. Keputusan dari Mahkama Agung ini, juga diumumkan kepada jemaat saat ibadah Minggu pagi di Kanisah Boulevard. Langkah selanjutnya dari pihak gereja setelah surat ini dibacakan adalah melakukan penertiban terhadap

pedagang kaki lima yang berada disekitar kanisah serta memagari tempat tersebut. Keadaan ini menunjukkan bahwa penanda ruang adalah strategi lanjut penguasaan ruang secara legal.

Konsep penanda ruang terbangun dari tema ruang untuk beragama dalam unit informasi masjid Firdaus. Beberapa bagian dari masjid Firdaus mengungkapkan kebesaran Allah sesuai dengan bahasa Arab dalam Al Quran. Hal ini terlihat pada kubah masjid Firdaus yang bertuliskan Allahu Akbar. Ungkapan lain yang ada di masjid tersebut yaitu terdapat pada gerbang masjid dalam bentuk tulisan kaligrafi yang berasal dari salah satu ayat dalam Al Quran. Semua ini dibuat agar supaya masyarakat Muslim lebih dekat kepada Allah. Oleh sebab itu, aktivitas shalat yang dilakukan di masjid yaitu shalat Jumat, shalat lima waktu, atau shalat lain yang berhubungan dengan hari raya tertentu, dilakukan penuh keteraturan dan ketaatan seperti pakaian Muslim, membersihkan diri dengan air wudhu, melepas sandal saat masuk ke dalam masjid, duduk dan berdoa dengan arah kiblat serta aturan-aturan lain dalam berdoa.

Konsep penandaan ruang juga ditemukan pada tema ruang investasi dalam unit informasi ruang *kintal* kosong dan unit informasi pembangunan ruko. Sepanjang Jalan Boulevard, banyak terlihat *kintal* tanpa bangunan dan dikelilingi pagar yang terbuat dari seng. Semuanya itu merupakan bagian dari penandaan ruang yang dikuasai. Langkah awal setelah transaksi jual beli dilakukan yaitu membongkar rumah yang berada pada *kintal* tersebut. Hal ini untuk menjaga agar tidak ada orang yang akan tinggal kembali di tempat tersebut. Setelah itu, membuat pagar keliling yang terbuat dari seng, sesuai dengan ukuran yang terdapat dalam sertifikat tanah. Menurut pemilik, ini dilakukan sampai ada pemilik baru yang akan membangun tempat tersebut. Artinya *kintal* yang dibeli akan dijual kembali. Untuk menjaga *kintal* dengan membongkar dan memagari adalah bagian dari mengamankan investasi investasi yang ditanam. Pengamanan serta kepastian hukum dengan mendapat sertifikat tanah merupakan bagian dari strategi untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar yaitu pada saat *kintal* ini dibeli kembali oleh orang lain.

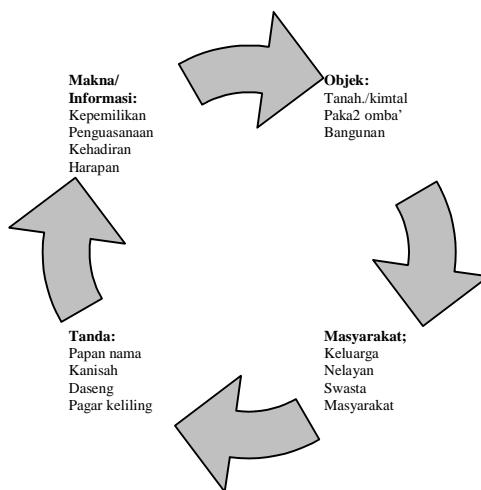
Konsep penanda ruang juga ditemukan dalam unit informasi *daseng* dalam permukiman nelayan pada tema ruang hak *pasini*. Terdapat tiga *daseng* yang terdapat di Titiwungen Selatan. Dua dari tiga *daseng* tersebut dibangun oleh kelompok nelayan Mursa dan satu dibangun oleh kelompok nelayan Firdaus. Salah satu *daseng* terdapat di kawasan reklamasi Mega Mas. *Daseng* ini digunakan oleh nelayan sebagai penanda ruang bagi aktivitas nelayan. Hal ini ditunjukkan dengan aktivitas rapat bersama para nelayan di tempat tersebut. Sebelumnya, kegiatan ini tidak pernah dilaksanakan di *daseng* baik itu pada kelompok nelayan Firdaus maupun pada kelompok nelayan Mursa. Hal ini untuk menunjukkan kepada reklamator tentang keberadaan nelayan yang masih ada di daerah tersebut. Pananda yang berbeda diinformasikan melalui *daseng* yang terletak di muara Kuala Sario milik kelompok nelayan Mursa. *Daseng* ini dibangun untuk memberikan informasi tentang ruang milik nelayan karena banyak orang yang mulai mengduduki tempat tersebut termasuk pihak gereja. Selain itu, penanda yang paling lama yang menjadi pegangan nelayan yaitu pohon-pohon yang ada di daerah ini ditanam oleh nelayan. Pohon-pohon ini berfungsi untuk menahan pasir yang dibawa oleh ombak. Peninggian muka tanah ini dilakukan karena

tempat ini dijadikan sebagai tempat penambatan perahu nelayan jika tidak *ka lao*.

Tema ruang *tampa mancari* dalam unit informasi rumah sebagai tempat usaha. Beberapa rumah disepanjang Jalan Boulevard cenderung mengalami perubahan fungsi. Perubahan atau penambahan ruang tersebut cenderung terjadi pada bagian rumah yang berhadapan dengan Jalan Boulevard untuk dijadikan tempat usaha. Padahal bagian ini yaitu sepanjang lima belas meter dari jalan tersebut telah dibebaskan oleh pemerintah untuk dijadikan jalur hijau. Kemudian masyarakat menduduki tempat tersebut dan diperjual belikan atau disewakan kepada orang lain. Menduduki kembali daerah tersebut dengan membangun kios merupakan bagian dari penandaan ruang untuk menginformasikan kepada orang lain tentang penguasaan warga terhadap ruang tersebut.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas, maka konsep penanda ruang adalah obyek yang lahir dari suatu usaha masyarakat, dengan cara memberikan tanda yang berisi informasi tentang kepemilikan, penguasaan, keberadaan atau kehadiran dan juga harapan masyarakat pada suatu ruang atau kawasan teritorial tertentu. Informasi ini, ditujukan kembali kepada masyarakat dengan maksud, untuk memberikan tanggapan sesuai dengan isi informasi. Oleh sebab itu, isi informasi dalam konsep penanda ruang adalah makna ruang itu sendiri atau sebaliknya makna adalah isi informasi yang terkandung di dalamnya. *Daseng* misalnya, dalam permukiman nelayan, penandaannya hanya bersifat penginformasian tentang keberadaan dan kehadiran mereka yang telah lama sehingga perlunya pengakuan dari masyarakat lain termasuk dalam hal ini adalah reklamator. Berbeda dengan ruang investasi dalam unit informasi ruang *kintal* kosong dan pembangunan kanisah. Penanda ruang ini, untuk pengamanan dan penguasaan teritorial serta menginformasikan kepada masyarakat tentang kepastian hukum pada *kintal* tersebut. Secara diagram konsep penanda ruang dalam masyarakat Titiwungen Selatan terlihat seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar: Sistem penanda dalam masyarakat

Sumber: Waani, J. O., 2010.

Daftar Pustaka

- Guba, E. G., 1990, *Paradigm Dialog*, Sage Publications, London.
- Guba, E. G., Lincoln, Y. S., 1994, "Competing Paradigm in Qualitative Research", dalam *Handbook of Qualitative Research*, ed. Norman K. Denzin dan Yvonna S. Lincoln, Sage Publications, California.
- Lincoln, Y. S., Guba, E. G., 1985, *Naturalistic Inquiry*, Sage Publication, London.
- Moleong, L. J., 2004, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Spiegelberg, H., 1960, *The Phenomenological Movement, A Historical Introduction*, Volume One, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands.
- Supriharyono, 2002, *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Waani, J.O., 2010, *Basudara dalam Permukiman Titiwungen Selatan Pasca Reklamasi Pantai* Manado, Disertasi S3, UGM, Yogyakarta (tidak dipublikasikan)

Analisis Rating Green Building Rumah Tinggal di Kota Manado. Perbandingan antara cara Indonesia (Greenship-GBCI) dan India (IGBC-Green Homes Rating System)

Sangkertadi

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi
t_sangkertadi@yahoo.com

Abstrak.

Penelitian ini bertujuan menerapkan rating klasifikasi bangunan hijau dengan memakai cara Indonesia yaitu cara "Greenship" yang diterbitkan GBCI (Green Building Council Indonesia, 2010) dibandingkan dengan metode dari India (IGBC-Green Homes Rating System, 2009) untuk kasus rumah tinggal. Sebagai obyek kasus, adalah 6 bangunan rumah tinggal di kota Manado, mewakili perumahan didaerah perbukitan, dataran rata dan daerah pesisir, masing-masing 2 sampel rumah. Dari segi konstruksi dipilih satu dan dua lantai untuk masing-masing area. Luas bangunan dibatasi pada kisaran 80 s/d 300 m² dengan penghuni sekitar 3 s/d 5 orang, yang dianggap mewakili golongan ekonomi menengah. Dilakukan pengukuran bangunan, kuesioner, dan pengukuran aspek iklim ruang dan penerangan didalam dan sekitar bangunan, untuk mendapatkan data bagi simulasi dan perhitungan kenyamanan hunian. Kuesioner diarahkan tentang pemakaian listrik, air, gas, minyak tanah, untuk mendapatkan data mengenai upaya penghematan energi untuk kegiatan dalam rumah. Dilakukan pendataan teknis konstruksi dan operasionalisasi bangunan sesuai dengan kebutuhan untuk penilaian dengan rating Greenship dan IGBC-Green Homes.

Hasilnya menunjukkan bahwa dari keenam rumah sampel, hanya dua yang memenuhi kriteria Green Building (rating perunggu) apabila menggunakan rating Greenship, dan sebaliknya hanya satu yang tidak memenuhi kriteria apabila menggunakan rating IGBC-Green Homes. Sehingga tidak terdapat kesesuaian antara Greenship-GBCI dan IGBC-Green Homes Rating System.

Disimpulkan bahwa metode rating Greenship tidak sesuai diterapkan untuk kasus rumah tinggal karena kompleksitas kriteria yang sulit dipenuhi untuk bangunan rumah tungal di Indonesia pada umumnya. Sehingga diperlukan pengembangan Greenship untuk kasus rumah tinggal sebagaimana cara India melalui IGBC-Green Homes.

Kata Kunci: Pemanasan Global, Green Building, Pemukiman, Emisi Karbon

I. Pendahuluan

Terdapat cara atau metode untuk pemeringkatan (rating) Green Building yang diterbitkan di Indonesia dinamakan "Greenship" yakni metode yang diterbitkan oleh GBCI (Green Building Council Indonesia) pada tahun 2010 yang difokuskan pada tipe bangunan gedung kantor, apartemen atau jenis bangunan komersial yang bertingkat. Sedangkan untuk kasus rumah tinggal perorangan (individual house atau single house) apalagi secara khusus berada di iklim tropis lembab, metode Greenship tersebut masih perlu dievaluasi kelayakannya. Salah satu cara atau metode yang dapat dipakai sebagai pendekatan adalah cara rating "Green Homes" yang diterbitkan oleh IGBC (India Green Building Council) (2009). Cara tersebut berpeluang diterapkan dalam kasus penelitian ini, sehubungan dengan kekhususuan bangunan rumah tinggal dan situasi iklim tropis lembab, dimana di India juga terdapat area beriklim tropis lembab. Selain itu juga dicoba bandingkan dengan cara Greenship, untuk mengetahui perbedaan dan persamaan diantaranya keduanya. Masukan dari hasil pembandingan ini, akan memberikan kontribusi pada upaya pengembangan Greenship bagi kasus rumah tinggal. Berdasarkan uraian tersebut jelas terdapat dua permasalahan yang perlu diteliti yakni Efektifitas "rating" Greenship" (GBCI)

diperhadapkan dengan hasil pengujian melalui cara Green Homes (IGBC), untuk mengetahui tingkat atau kadar atau rating klasifikasi Green Building pada kasus rumah tinggal tunggal.

II. Tinjauan Teori

Secara umum definisi bangunan hijau menurut Office of the Federal Environmental Executive AS (1994), secara praktis adalah bangunan yang:

- 1) meningkatkan efisiensi bangunan dan lahannya terhadap penggunaan energi, air, dan bahan, dan
- 2) mengurangi dampak negative terhadap kesehatan, lingkungan melalui penataan tapak, desain, konstruksi, operasional, pemeliharaan serta akibat produk limbahnya.

Sepadan dengan pengertian menurut GBCI (Green Building Council Indonesia, 2010), bahwa bangunan hijau (green building) adalah bangunan baru yang direncanakan dan dilaksanakan atau bangunan sudah terbangun yang dioperasikan dengan memperhatikan faktor-faktor lingkungan/ekosistem dan memenuhi kinerja:

- 1) bijak guna lahan,
- 2) hemat air,
- 3) hemat energi,
- 4) hemat bahan kurangi limbah,
- 5) kualitas udara dalam ruangan.

Adapun pengertian menurut India Green Building Council, bahwa bangunan hijau harus hemat air, efisiensi energi, mengkonservasi sumberdaya alam, mengurangi limbah, memberikan ruangan lebih sehat dibandingkan dengan bangunan konvensional. Namun secara lebih teknis, bahwa suatu bangun arsitektur dikatakan tergolong dalam klasifikasi arsitektur atau bangunan hijau secara "terukur" apabila memiliki kapasitas atau kinerja "terukur" yakni untuk meminimalkan produksi ekivalen CO₂, baik ditinjau dari segi desain, saat pelaksanaan konstruksi maupun saat beroperasi. Pada saat beroperasinya bangunan, indikator konsumsi energi listrik dalam satuan kWh dikonversikan kedalam produk kg CO₂, sehingga semakin hemat energi listrik maka semakin baik kontribusinya untuk turut meredam peningkatan pemanasan global, dan menyumbangkan suatu nilai tertentu dalam proses kuantifikasi suatu bangunan agar termasuk dalam kualifikasi "bangunan hijau" dengan rating atau star tertentu.

Di lingkungan tropis dan lembab, dikarenakan faktor iklim, maka penggunaan sistem pengkondisian udara pada bangunan seolah menjadi suatu yang sulit dihindarkan karena tuntutan kenyamanan termis penghuninya. Sementara itu resiko menghasilkan ekivalen emisi gas karbon yang berasal dari bangunan terutama karena penggunaan sistem mekanik pada pengkondisian udara. Produk emisi gas karbon pada sistem pengkondisian udara berasal dari sistem mekanik perangkat pengkondisian udara itu sendiri serta dari ekivalensi penggunaan listriknya. Penggunaan material selubung bangunan dan perkerasan ruang luar yang memantulkan radiasi panas matahari juga berdampak pada peningkatan suhu lingkungan kehidupan permukiman yang selanjutnya dapat mempengaruhi keinginan manusia untuk menggunakan sistem penghawaan buatan.

Di dunia, terdapat berbagai metode pengukuran atau kuantifikasi peringkat/rating bangunan hijau yang pada umumnya menerapkan scoring-list yang diturunkan dari suatu kajian tentang faktor dan komponen dalam evaluasi untuk mencapai standar green building. Dikenal dengan istilah "green building rating system"

Negara-negara didunia menerbitkan berbagai perangkat ukur/ tools (Tabel.1) untuk menetapkan apakah suatu bangunan tergolong dalam tipe bangunan hijau. Tindakan tersebut

merupakan bentuk kepedulian terhadap berbagai kesepakatan internasional mengenai perlindungan lingkungan hidup dan mekanisme pembangunan berkelanjutan.

Tabel.1. Beberapa metode pemeringkatan green building di dunia

No	Nama Metode/ Tools	Negara
1	Green Star	Australia
2	LEED Canada & GRIHA	Canada
3	DGNB Certification System	Jerman
4	IGBC Rating System & LEED India	India
5	CASBEE	Jepang
6	Green Star NZ	Selandia Baru
7	Green Star SA	Afrika Selatan
8	BREEAM	Inggris Raya
9	LEED Green Building Rating System	USA
10	Greenship	Indonesia
11	LEED Brasil/ AQUA	Brasil
12	GBS / Green Building System	Korea Selatan
13	GB Evaluation standard for Green Building	Cina
14	PromISE	Finlandia
16	Care & Bio, Chantier Carbone, HQE	Perancis
17	HKBEAM	Hongkong
18	VERDE	Spanyol
19	SI-5281	Israel
20	Protocollo Itaca	Italia
21	CMES	Meksiko
22	BREEAM Netherlands	Belanda
23	LiderA	Protugal
24	Green Mark & CONQUAS	Singapura
25	Minergie	Swiss
26	Pearls Rating System	Uni Emirat Arab
27	EEWH	Taiwan
28	BERDE	Philippines
29	GBI (Green Building Index)	Malaysia

Di AS metode LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), merupakan perangkat resmi yang sudah diluncurkan ke publik sejak tahun 1994, kendati kegiatan perumusannya sudah dimulai pada tahun 1993. USGBC (United States Green Building Council), berdiri 1993 yang mempromosikan LEED, yakni suatu kriteria desain dan konstruksi untuk mengklasifikasikan bangunan hijau kedalam sertifikasi peringkat (Rating) Green Building jenis "silver", "gold", atau "platinum", atau tidak sama sekali. Prinsip penilaian pemeringkatan mengandung 8 komponen yaitu: 1)aspek lokasi dan perencanaan; 2)kesinambungan lingkungan tapak; 3)efisiensi pemakaian air; 4)tentang penggunaan energi dan kualitas lingkungan udara; 5)material dan sumber-sumber daya; 6)kualitas udara lingkungan dalam; 7)inovasi dan proses perancangan dan 8)keterkaitan dengan konteks prioritas pembangunan daerah.

Kedelapan komponen dievaluasi dan dinyatakan dalam bentuk angka/skoring kemudian diklasifikasikan dalam klasifikasi pemeringkatan arsitektur hijau. LEED sendiri meliputi berbagai versi untuk penggunaan yang spesifik, diantaranya LEED khusus untuk rumah tinggal, untuk interior, untuk gedung pada umumnya, dll.

Di Indonesia, perangkat penilaian untuk sertifikasi bangunan hijau yang dinamakan "Greenship", baru diluncurkan tahun 2010 (bulan Juni) oleh Green Building Council Indonesia /GBCI (didirikan 2009), yang juga anggota World Green Building Council.

Rating penilaian Green Building di Indonesia yang menggunakan standar Greenship meliputi 6 komponen/ kategori yakni :

- 1) aspek lokasi/tapak dan perencanaan;
- 2) efisiensi dan konservasi energi
- 3) konservasi air;
- 4) kenyamanan dan kesehatan lingkungan dalam ruang;
- 5) material dan sumber-sumber daya;
- 6) manajemen tata lingkungan bangunan;

Masing-masing komponen meliputi 7 sampai 8 unsur penilaian. Keseluruhannya mencapai 45 unsur penilaian. Selanjutnya dihasilkan klasifikasi peringkat atau rating "Greenship" menurut kategori "perunggu", "perak" atau "emas", berdasarkan perolehan angka penilaian terhadap keenam komponen tersebut.

Untuk kasus bangunan hijau tipe rumah tinggal, karena adanya kekhususan rancangan, maka diperlukan cara tersendiri untuk menilainya yang berbeda dengan jenis gedung komersial ataupun perkantoran. Sebagai contoh di India, diterbitkan IGBC-Green Homes Rating System tahun 2009 (IGBC,2009), demikian pula di AS sudah lebih dulu dikembangkan LEED program for residential architecture pada tahun 2005 (Stang and Hawthorne, 2005), yang intinya berbeda dengan cara rating untuk bangunan gedung komersial atau perkantoran pemerintah. Rating penilaian dengan menggunakan IGBC Green Homes Rating System meliputi 6 komponen/ kategori yakni:

- 1) Pemilihan lokasi/tapak
- 2) Efisiensi air
- 3) Efisiensi energi
- 4) Material bangunan
- 5) Kualitas lingkungan dalam rumah
- 6) Inovasi dan proses perancangan

Sementara itu di Indonesia belum dikembangkan Greenship untuk versi rumah tinggal. Karena itu, melalui studi ini akan dikaji kelayakan akan Greenship apabila dipakai untuk menilai green rating suatu rumah tinggal.

III. Metodologi

Pemilihan sampel rumah tinggal bangunan permanen untuk kasus ini didasarkan pula atas kategori geografi, yakni rumah yang terletak di dekat pantai, perbukitan dan di tanah datar. Masing-masing lokasi diwakili oleh 2 bangunan rumah yang mana terdiri dari satu lantai dan dua lantai. Luasan bangunan pada kisaran 80 s/d 300 m² yang mewakili jenis rumah milik golongan ekonomi menengah. Jadi semuanya ada 6 sampel rumah yang akan dinilai rating green- building nya dengan cara Greenship dan cara IGBC-Green Homes Rating System (Gambar 1). Selain itu juga dilakukan perhitungan emisi gas karbon dari proses kegiatan didalam rumah sehari-hari. Untuk kebutuhan penilaian peringkat green building dan untuk masukan bagi estimasi emisi gas karbon, maka diperlukan pengukuran, penggambaran, observasi dan wawancara pada penghuninya. Pengukuran iklim ruang dalam untuk mengetahui tingkat kenyamanannya, dilakukan dengan peralatan thermohygrometer dan anemometer (Gambar-2). Yakni untuk mengukur suhu udara, kelembaban dan kecepatan angin. Pengukuran kuat penerangan dengan alat luxmeter untuk mengetahui tingkat kenyamanan visual. Pendataan peralatan elektromekanik dan kuesioner aspek konsumsi energi dan air untuk mengetahui efisiensi

pemakaian listrik, minyak tanah, gas dan air. Pendataan tentang sistem air bersih dan drainase serta persampahan di rumah juga dilakukan. Pendataan jenis material dan asal usulnya juga dilakukan, diantaranya sebagai data masukan untuk perhitungan OTTV serta untuk kebutuhan kajian aspek material.



Rumah di daerah perbukitan (1 lantai)
(bukit-1)



Rumah di daerah perbukitan (2 lantai)
(bukit-2)



Rumah di daerah datar (1 lantai)
(datar-1)



Rumah di daerah datar (2 lantai)
(datar-2)



Rumah di daerah pantai (1 lantai)
(pantai-1)



Rumah di daerah pantai (2 lantai)
(pantai-2)

Gambar.1. Foto sampel rumah



Anemometer



Thermohygrometer



Luxmeter



Gaz Analyser

Gambar.2. Peralatan ukur iklim, penerangan dan gas

Tabel.2. Data dasar rumah sampel

Sampel Rumah	Jumlah Lantai	Luas Lantai (termasuk teras) (m ²)	Luas Lahan (m ²)	Jumlah Penghuni (orang)	KDB	KLB
Datar-1	1	216	340	3	0.64	0.64
Datar-2	2	246	273	3	0.45	0.90
Bukit-1	1	80.5	300	3	0.27	0.27
Bukit-2	2	275.5	332	5	0.79	0.83
Pantai-1	1	81.5	110	4	0.74	0.74
Pantai-2	2	165	323	4	0.47	0.51

IV. Hasil dan Pembahasan

Dengan menerapkan cara skoring Greenship, didapat hasil bahwa hanya 2 rumah yang memenuhi kriteria green building, keduanya mendapat peringkat "perunggu" (Tabel.3). Empat sampel lainnya tidak memenuhi kriteria sebagai green building. Sebaliknya, apabila menggunakan IGBC Green Homes rating System, hanya satu yang tidak memenuhi kriteria Green House, yakni sampel rumah satu lantai di daerah pantai (Tabel.4).

Hasil ini menimbulkan pertanyaan tidak adanya kesesuaian diantara kedua metode yang sama-sama bertujuan menilai kadar bangunan hijau. Namun dapat dipahami, bahwa sebenarnya kriteria yang disediakan oleh Greenship, hanya sesuai apabila diterapkan pada tipe gedung komersial atau perkantoran dan khususnya bangunan bertingkat yang pada umumnya menggunakan sistem mekanikal elektrikal untuk sistem utilitas bangunannya. Sementara itu, IGBC Green Homes memang jelas ditujukan untuk kepentingan penilaian klasifikasi kadar Green Building secara khusus untuk tipe bangunan gedung rumah tinggal. Oleh karena itu, jelas terjadi perbedaan yang cukup signifikan, dan membuktikan bahwa perlu ada pengembangan Greenship apabila hendak diterapkan bagi kasus bangunan tipe rumah tinggal.

Dari komponen penilaian berdasarkan Greenship, angka terbesar didapatkan dari aspek lokasi/site, namun komponen terkecil sampai bernilai nol, adalah mengenai "building environmental management" yang memang tidak terdapat pada kasus rumah tinggal pada umumnya. Sehingga nilai rating secara total menjadi lebih kecil. Juga perlu digaris bawahi, bahwa dalam kasus penelitian ini, terdapat sejumlah parameter yang harus diabaikan mengingat ketidak mungkinan terjadi diterapkan pada kasus rumah tinggal, sehingga dalam proses perhitungan mengalami pengurangan yang menyebabkan hasil penilaian menjadi lebih rendah. Sebaliknya apabila menggunakan cara IGBC Green Homes Rating System, maka dari semua komponen penilaian, tidak ada yang bernilai nol, dan sebagian besar dapat memenuhi kriteria sampai lebih dari 30%, sehingga membantu peningkatan penilaian peringkat untuk perolehan tipe green building/home. Namun perlu ditekankan, bahwa perolehan peringkat menurut IGBC Green Homes Rating System dalam kasus ini, 5 rumah mendapatkan hanya sampai pada peringkat terendah, yaitu "certified", belum sampai pada perolehan peringkat silver, gold, bahkan platinum. Sedangkan satu rumah lainnya tidak sampai pada klasifikasi certified, atau tidak dapat dikategorikan green building.

Tabel.3. Hasil pemeringkatan dengan menggunakan Greenship

KELOMPOK STANDAR NILAI	Datar-1		Datar-2		Bukit-1		Bukit-2		Pantai-1		Pantai-2	
	Points	%	Points	%	Points	%	Points	%	Points	%	Points	%
APPROPRIATE SITE DEVELOPMENT	10	59%	10	59%	11	65%	10	59%	11	65%	10	59%
ENERGY EFFICIENCY AND CONSERVATION	13	50%	13	50%	13	50%	13	50%	13	50%	13	50%
WATER CONSERVATION	2	10%	2	10%	2	10%	2	10%	2	10%	2	10%
MATERIAL RESOURCES AND PROCESS	5	36%	5	36%	5	36%	5	36%	5	36%	5	36%
INDOOR HEALTH AND COMFORT	2	20%	2	20%	2	20%	2	20%	2	20%	2	20%
BUILDING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Nilai Total Maksimum	32	32%	32	32%	33	33%	32	32%	33	33%	32	32%
Klasifikasi Rating GREEN BUILDING	Rating : NO		Rating : NO		Rating : Perunggu		Rating : NO		Rating : Perunggu		Rating : NO	

Tabel.4. Hasil pemeringkatan dengan menggunakan IGBC Green Homes Rating System

Sampel Rumah	IGBC Green Homes Rating System	
	Skor	Peringkat
di perbukitan, satu lantai	35	Certified
di perbukitan, dua lantai	35	Certified
di dataran, satu lantai	35	Certified
di dataran, dua lantai	34	Certified
di pantai, satu lantai	28	No
di pantai, dua lantai	36	Certified

V. Kesimpulan

Penelitian ini terfokus pada aspek green building dan emisi karbon dengan kasus bangunan rumah tinggal yang terletak di kota Manado. Terdapat 6 sampel rumah tinggal dengan tipologi geografi lokasi yang berbeda, yaitu di daerah perbukitan, dataran dan pantai, yang masing-masing diwakili oleh 2 sampel bangunan.

Dilakukan penelitian terhadap sampel tersebut untuk mengetahui apakah rumah-rumah sampel tersebut dapat dikategorikan sebagai tipe green building atau green homes.

Teknik evaluasi kadar green building dilakukan dengan dua metode yaitu Greenship dan Green Homes – IGBC.

Dari penelitian ini disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode Greenship tidak tepat dilakukan untuk kasus rumah tinggal karena terdapat sejumlah kriteria yang tidak mungkin dipenuhi oleh bangunan rumah tinggal pada umumnya di Indonesia, khususnya tipe rumah tinggal tunggal.
2. Metode IGBC Green-Homes Rating System dari India merupakan salah satu acuan yang dapat dipakai untuk menilai peringkat green building pada bangunan rumah di Indonesia dikarenakan parameter ukur yang dapat terpenuhi oleh tipe bangunan rumah tinggal tunggal di Indonesia.

Berdasarkan hasil penelitian ini selanjutnya dapat disarankan suatu tindakan pengembangan tersusun dalam 3 butir sebagai berikut :

1. Agar GBCI (Green Building Council Indonesia) segera menerbitkan metode khusus selain Greenship yang dapat dipakai untuk mengevaluasi klasifikasi kadar green building atau green home secara khusus untuk bangunan tipe rumah tinggal.
2. Dari hasil penelitian ini, dapat dijadikan bahan masukan bagi pengembangan studi mengenai Green City

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Sam Ratulangi yang mendanai penelitian ini melalui Dana PNBP – Penelitian IPTEKS Universitas Sam Ratulangi Tahun Anggaran 2011.

Daftar Pustaka

1. . -----, 2009, IGBC Green Homes Rating System Ver 1.0, Abridged Reference Guide, Confederation of Indian Industry CII-Sohrabji Godrej Green Business Centre
2. -----, 2005 Penghijauan Sebagai Pereduksi CO₂ – Studi Kasus Bandung – Cirebon, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
3. Dadang Rusbiantoro, 2008, Global Warming For Beginner – Pengantar Komprehensif Tentang Pemanasan Global, O₂, Yogyakarta
4. ENEA , IN-ARCH, Architecture Bioclimatique, De Luca Edizioni d'Arte, Rome, 1989
5. Guti Gratimah, RD (2009) Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik Di Pusat Kota Medan, Thesis Master, Universitas Sumatera Utara, Medan
6. Jerry Yudelson, (2007) Green Building A to Z. Understanding The Language of Green Building. New Society Publishers, BC, Canada.
7. Kusuma P W, Boedisantoso R, Wilujeng S A, Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi Terhadap Emisi Karbon di Surabaya Bagian Barat, Tugas Akhir Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2010
8. Priyatman J, Menara Bioklimatik Solusi Arsitektural Bangunan Tinggi Hemat Energi Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur, Vol 24, Desember 1997.
9. Rana Y N, 2010, Green Building Council & Greenship Rating Tools, 2010, GBCI – Jakarta.
10. Reny Syafriny, Sangkertadi, (2011) Chance of Reducing Carbon Emission by Application of Green Building For Housing Sector. A Preliminary study of Indonesian residential house , Proceeding of International Seminar on Climate Change Environment Insight for Climate Change Mitigation, Solo, 4-5 March 2011.
11. Sangkertadi, (2010) Peran Arsitektur Hijau Dalam Mekanisme Pembangunan Bersih Melalui Upaya Pengurangan Emisi Gas Karbon, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan, ITN, Malang, 15 Juli 2010
12. Stang A, Hawthorne C, 2005, The Green House, New Directions in Sustainable Architecture, Princeton Architectural Press, NY Development, New York State
13. Woolley T, Kimmins S, Green Building Handbook, Vol 2, E & FN Spon, UK

PENATAAN KAWASAN PERMUKIMAN YANG MENDUKUNG EKOWISATA

Studi Kasus: Lingk. 1 & 2 Kelurahan Titiwungen Selatan, Kota Manado

Windy. J. Mononimbar

Staf Pengajar Jurusan Teknik Arsitektur
Universitas Sam Ratulangi
wmononimbar@yahoo.com

ABSTRAK

Penataan kawasan permukiman yang berbasis pada keseimbangan antara pembangunan fisik dengan daya dukung lahan (sumber daya alam) dan kondisi masyarakat setempat adalah merupakan salah satu prinsip yang harus diselenggarakan dalam proses pembangunan di Kota Manado, yang pada tahun 2011 ini mengusung visi "Manado Kota Model Ekowisata". Terdapat sejumlah kawasan dengan potensi yang mendukung ke arah terwujudnya visi tersebut, antara lain potensi permukiman waterfront dan riverfront pada kawasan Boulevard on Business Jl Piere Tendeau (Lingkungan 1 dan 2 Kelurahan Titiwungen Selatan. Hanya saja pada kenyataannya sesuai kajian yang dilakukan pada kawasan tersebut masih terdapat sejumlah permasalahan dalam proses pembangunannya, sehingga dikuatirkan jika tidak segera ditata dengan baik maka akan menimbulkan urban sprawl. Karena itu diusulkan konsep penataan kawasan permukiman yang mengedepankan keseimbangan daya dukung lahan dan kondisi masyarakat lokal, sehingga diharapkan dapat mendukung pengembangan Kota Manado sebagai kota model ekowisata.

A. Pendahuluan

Pembangunan permukiman kota pada dasarnya merupakan penyelenggaraan pembangunan yang mengacu pada suatu kerangka penataan ruang wilayah, dengan tujuan agar dapat berlangsung dengan tertib, berdaya guna, sesuai daya dukung lahan dan berkelanjutan. Namun sejumlah program pembangunan permukiman yang ada lebih cenderung difokuskan kepada pembangunan fisik dengan menitikberatkan pada pertumbuhan bidang ekonomi, sehingga permukiman seringkali hanya dipandang sebagai suatu produk pembangunan belaka, sedangkan aspek lainnya seperti aspek manusia (sosial) dan ekologi menjadi terabaikan.

Hal inilah yang kemudian memicu lahirnya sejumlah kawasan permukiman yang kontra produktif sehingga justru menyebabkan banyaknya bermunculan kantong-kantong kawasan kumuh, yang jika tidak segera dibenahi maka akan terus menimbulkan degradasi lingkungan yang berkepanjangan di dalam kawasan perkotaan. Oleh karena itu perlu dibuatkan konsep penataan kawasan permukiman kota yang jelas dan terarah dengan tidak mengabaikan ketersediaan sumber daya alam (daya dukung lahan) dan keinginan masyarakat setempat. Konsep penataan

permukiman berbasis ekowisata diharapkan menjadi salah satu solusi bagi proses penyelenggaraan pembangunan kota secara keseluruhan seperti yang dimaksud di atas.

B. KAJIAN LITERATUR

Pengertian Permukiman

Menurut Doxiadis (1971), permukiman terdiri dari lima unsur yaitu alam (nature), manusia (man), lingkungan (shells), jejaring (networks) dan masyarakat (society). Alam (tanah, air, udara, hewan dan tumbuhan) merupakan unsur dasar. Di alam itulah diciptakan lindungan (rumah dan gedung lainnya) sebagai tempat manusia tinggal serta berbagai kegiatan lain dan jejaring (jalan, jaringan utilitas) yang memfasilitasi hubungan antar sesama maupun antar unsur yang satu dengan lainnya. Menurut Charles Abram dan John F. Turner (ahli perumahan PBB), permukiman tidak dipandang sebagai suatu wadah fisik belaka, tetapi merupakan bagian dari kehidupan komunitas dan keseluruhan lingkungan sosial.

Dari sejumlah pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa permukiman merupakan suatu bagian dari lingkungan alam, yang tidak hanya terdiri dari lingkungan fisik tapi juga lingkungan non fisik (sosial, budaya, ekonomi, dsb). Artinya permukiman jangan hanya dipandang sebagai sebuah "product" pembangunan fisik saja melainkan sebagai suatu "process". Dengan demikian maka pembangunan permukiman harus mengedepankan aspek peningkatan kualitas lingkungan sumber daya alam dan daya dukung lahan serta kondisi masyarakat sebagai pilar utama pembangunan permukiman.

Pengertian Ekowisata

Rumusan ekowisata sebenarnya sudah ada sejak 1987 yang dikemukakan oleh Hector Ceballos-Lascurain yaitu sbb:

"Nature or ecotourism can be defined as tourism that consist in travelling to relatively undisturbed or uncontaminated natural areas with the specific objectives of studying, admiring, and enjoying the scenery and its wild plantas and animals, as well as any existing cultural manifestations (both past and present) found in the areas."

Rumusan di atas hanyalah penggambaran tentang kegiatan wisata alam biasa. Rumusan ini kemudian disempurnakan oleh The International Ecotourism Society (TIES) pada awal tahun 1990 yaitu sebagai berikut:

"Ecotourism is responsible travel to natural areas which conserved the environment and improves the welfare of local people".

Sedangkan menurut Direktorat Jenderal Departemen Pariwisata, Seni dan Budaya melalui Pedoman Pengembangan Ekowisata di Indonesia (1999), ekowisata secara konseptual dapat didefinisikan sebagai suatu konsep pengembangan pariwisata berkelanjutan yang bertujuan untuk mendukung upaya-upaya pelestarian lingkungan (alam dan budaya) dan meningkatkan

partisipasi masyarakat dalam pengelolaan, sehingga memberikan manfaat ekonomi kepada masyarakat setempat.

Prinsip dan Kriteria Ekowisata

Dari lima (5) prinsip ekowisata, terdapat dua prinsip yang sangat berkaitan dengan proses pengembangan permukiman yakni pengembangan wisata yang harus mengikuti kaidah-kaidah ekologis dan atas dasar musyawarah dan pemufakatan serta dapat memberikan manfaat kepada masyarakat setempat. Dari kedua prinsip tersebut terurai kriteria pengembangan ekowisata, antara lain:

- ✓ Memperhatikan kualitas daya dukung lingkungan kawasan tujuan, melalui pelaksanaan sistem pemintakatan (zonasi).
- ✓ Memanfaatkan sumber daya lokal secara lestari dalam penyelenggaraan kegiatan ekowisata.
- ✓ Meminimumkan dampak negatif yang ditimbulkan, dan bersifat ramah lingkungan.
- ✓ Membangun hubungan kemitraan dengan masyarakat setempat dalam proses perencanaan dan pengelolaan ekowisata.
- ✓ Menggugah prakarsa dan aspirasi masyarakat setempat untuk pengembangan ekowisata.
- ✓ Membuka kesempatan kepada masyarakat setempat untuk membuka usaha ekowisata dan menjadi pelaku-pelaku ekonomi kegiatan ekowisata baik secara aktif maupun pasif.
- ✓ Memberdayakan masyarakat dalam upaya peningkatan usaha ekowisata untuk meningkatkan kesejahteraan penduduk setempat.

C. METODOLOGI

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode survey baik primer maupun sekunder, dengan unit analisis penelitian adalah kondisi permukiman (bangunan & lingkungan).

Metoda Analisis

Metoda analisis yang digunakan adalah metoda analisis kualitatif yakni penilaian terhadap kondisi umum permukiman, baik menyangkut sejarah, potensi dan permasalahan kawasan. Setelah data dianalisis secara kualitatif, kemudian dapat diusulkan perbaikan untuk penataan permukiman yang lebih baik.

D. PEMBAHASAN

Gambaran Kondisi Permukiman Pada Kawasan Studi

➤ Profil Umum Kawasan

Secara administratif, kawasan studi terletak di Lingkungan 1 dan 2 Kelurahan Titiwungen Selatan, Kota Manado (meliputi kawasan permukiman dan kawasan reklamasi Mega Smart). Kawasan ini dipilih berdasarkan alasan

bahwa kawasan ini memiliki potensi sumber daya alam dan sosial yang dapat mendukung pengembangan ekowisata, yakni potensi *waterfront* dan *riverfront* serta kondisi masyarakat dengan ciri khas tertentu. Penentuan delineasi kawasan berdasarkan administrasi lingkungan, didasarkan pada pertimbangan bahwa saat ini Pemerintah Kota Manado sedang menerapkan pembangunan berbasis lingkungan terkecil.

PROFIL KAWASAN	
Dominasi fungsi	Permukiman (Jasa dan Perdagangan <i>Boulevard on Business</i>)
Luasan (ha)	7,7
Letak geografis:	
A. Topografi	Landai dengan elevasi 2-7 m dpl
B. Hidrologi	Memiliki pesisir pantai dan sungai (Sungai Sario)
Kependudukan:	
A. Jumlah penduduk (jiwa)	1449
B. Rumah tangga (KK)	461
C. Tingkat kepadatan (jiwa/ha)	188

Berikut ini adalah peta kawasan studi:



Batas-batas tapak:

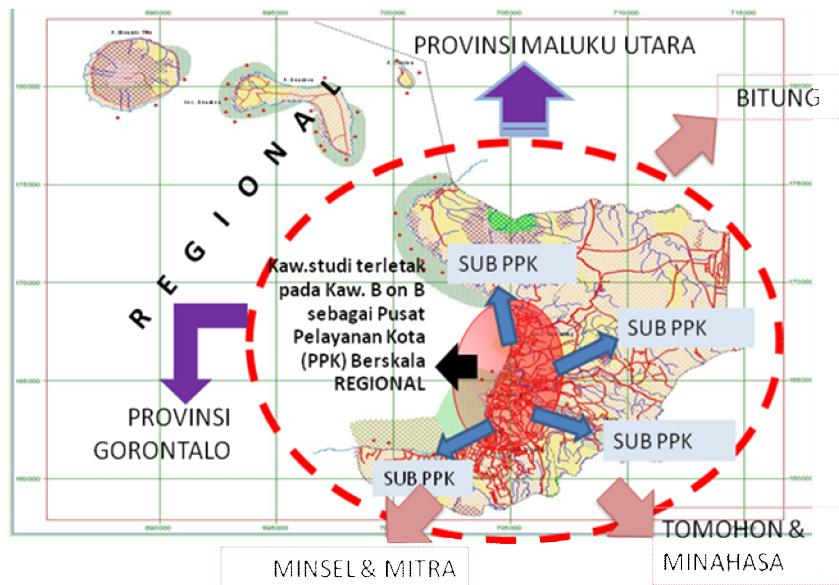
- ✓ Sebelah Utara : Teluk Manado
- ✓ Sebelah Selatan : Jl. Samrat
- ✓ Sebelah Timur : Lingk. III
Titiwungen Selatan (Lrg. Pencak)
- ✓ Sebelah Barat : Sungai Sario

➤ Potensi dan Permasalahan Kawasan

❖ Ditinjau Dari Struktur Ruang

Kawasan studi terletak pada posisi yang sangat strategis yakni di kawasan *Central Business District Boulevard on Business* (CBD B on B) Kota Manado. Berdasarkan struktur ruang Kota Manado, kawasan ini berfungsi sebagai Pusat Pelayanan Kota (PPK) yang melayani seluruh kegiatan kota dalam skala regional. Sepanjang kawasan B on B telah ditetapkan sebagai area *waterfront* bagi pengembangan wisata bahari Kota Manado.

Selain itu, dalam RTRW Propinsi Sulut 2011-2031, kawasan Bon B telah ditetapkan sebagai salah satu Kawasan Strategis Propinsi. Berikut ini adalah gambaran fungsi kawasan dalam struktur ruang kota:



❖ *Ditinjau Dari Aspek Fisik Dasar Kawasan*

Berdasarkan kondisi fisik dasar, kawasan di Lingkungan 1 dan 2 Kelurahan Titiwungen Selatan terletak di pesisir pantai (kawasan Mega Smart) dan pesisir/bantaran sungai Sario (kawasan permukiman), dengan kelerengan 0-5% (topografi cenderung landai dengan elevasi sekitar 2-5 m dpl). Kondisi ini sangat mendukung pengembangan ekowisata khususnya sektor wisata bahari (*waterfront/riverfront city*). Namun disisi lain hal ini perlu diwaspadai karena topografi yang cenderung rata menjadikan kawasan studi menjadi rawan terhadap bencana tsunami, rob dan banjir.



Areal pesisir pantai yang telah direklamasi



Areal bantaran Sungai Sario

❖ *Ditinjau Dari Aspek Pemanfaatan Lahan*

Pemanfaatan lahan pada kawasan studi terbagi atas dua berdasarkan karakter lokasi. Pertama, pada areal reklamasi yang pemanfaatannya didominasi oleh kegiatan perdagangan dan jasa dengan dominasi usaha formal (mall/pertokoan modern). Kedua adalah pemanfaatan lahan pada permukiman eksisting di depan areal reklamasi (antara Jl. Piere Tendean dan Jl. Samrat), yang selain difungsikan sebagai hunian juga digabung dengan usaha-usaha informal masyarakat (warung, penginapan, usaha kuliner tradisional, dll). Usaha-usaha masyarakat ini merupakan salah satu potensi bagi pengembangan sektor wisata yang berbasis pada pemberdayaan untuk kesejahteraan masyarakat lokal.

Hanya saja pemanfaatan lahan pada dua areal tersebut kurang diintegrasikan dengan baik sehingga telah menyebabkan terjadinya disparitas/dikotomi (keterpisahan/perbedaan yang sangat mencolok) terhadap kawasan tersebut. Gejala ini jika tidak segera diantisipasi maka akan menimbulkan *urban sprawl*.



Perbedaan wajah kawasan yang sangat mencolok menyebabkan disparitas kawasan

❖ *Ditinjau Dari Aspek Infrastruktur*

Ditinjau dari aspek infrastruktur, kawasan studi telah didukung oleh infrastruktur dasar lingkungan seperti air bersih dan sistem sanitasi (drainase, limbah dan persampahan) dan infrastruktur perekonomian seperti sistem transportasi, listrik, dan telekomunikasi. Dari sistem transportasi, kawasan studi dilalui oleh jalan arteri primer yakni Jl Piere Tendean (status jalan kota) dan Jl. Samrat (status jalan nasional). Demikian juga dengan pasokan listrik dan air bersih pada kawasan yang cukup memadai.

Meski demikian, sistem transportasi satu arah pada Jl. Piere Tendean ini perlu ditinjau kembali karena pada bagian tertentu menimbulkan kemacetan tinggi sehingga mempengaruhi aktifitas keseluruhan di kawasan B on B. Rencana pembangunan jalan Boulevard II di sepanjang pesisir pantai Kota Manado diharapkan menjadi salah satu alternatif penyelesaian masalah transportasi di Jl Piere Tendean (Boulevard I). Selain masalah transportasi, terdapat juga infrastruktur dasar yang belum memadai dan sangat mempengaruhi proses pembangunan kawasan seperti belum adanya *master plan* sanitasi di kawasan permukiman maupun pada areal pertokoan modern di reklamasi dan ketersediaan RTH serta jalur pedestrian/jalur hijau sepanjang Jl. Piere Tendean yang belum optimal.

❖ *Ditinjau Dari Aspek Sosial, Ekonomi, Budaya*

Kondisi sosial ekonomi masyarakat sangat mendukung aktifitas kawasan secara keseluruhan, dimana masyarakat mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan perkembangan kawasan. Di sekitar tahun 1990-an dimana belum ada reklamasi, sebagian besar masyarakat berprofesi sebagai nelayan, namun saat ini masyarakat telah menyesuaikan dengan kondisi kawasan sebagai kawasan perdagangan dan jasa, sehingga sebagian besar masyarakat telah beralih profesi sebagai wirausaha di sektor formal dan informal (usaha kios/warung, usaha kuliner tradisional (pisang goreng, jagung bakar, saraba, dll), usaha penginapan, toko, dan lain sebagainya).

Berikut ini adalah data usaha sektor formal dan informal masyarakat lokal yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan bersama dengan sektor formal di areal reklamasi:

Lingku ngan	Lembaga ekonomi yang dimiliki anggota masyarakat						
	Resto ran	Toko	Kios (jajanan tradisional, warung, dll)	Persewaan kamar	Kontrakan rumah	Hotel	Pengacara
I	4	3	15	20	6	2	1
II	-	2	26	25	4	-	-

Sumber: Data Kelurahan Titiwungen Selatan, 2011

Sayangnya usaha masyarakat lokal belum dipandang sebagai satu kesatuan dengan pengembangan B on B di areal reklamasi sehingga perhatian pemerintah kurang terhadap usaha sektor informal masyarakat lokal (masyarakat kurang dilibatkan/diberdayakan dalam pengembangan kawasan).

D. Konsep Penataan Permukiman Pada Kawasan Studi Yang Mendukung Ekowisata

Berdasarkan sejumlah analisa terhadap potensi dan permasalahan pada kawasan studi di atas, maka dapat diusulkan konsep penataan kawasan yang mendukung pengembangan ekowisata, yakni sebagai berikut:

❖ **Strategi Umum Penataan/Pengembangan Kawasan**

Strategi umum penataan kawasan adalah sebagai berikut:

"Pengembangan ekowisata melalui optimalisasi potensi kawasan waterfront & riverfront area dengan prinsip land sharing : memadukan sektor formal & informal (commercial integrated planning system) sebagai aktifitas unggulan *B on B*". Melalui strategi di atas, diharapkan terwujudnya pengembangan kawasan yang sesuai daya dukung lahan/kondisi fisik kawasan serta terjadi integrasi antara sektor formal pada areal reklamasi (mall/pertokoan modern) dengan sektor informal dari masyarakat lokal, sehingga masyarakat juga turut dilibatkan/diberdayakan dalam proses pengembangan kawasan.

Strategi di atas dapat diuraikan sebagai berikut:

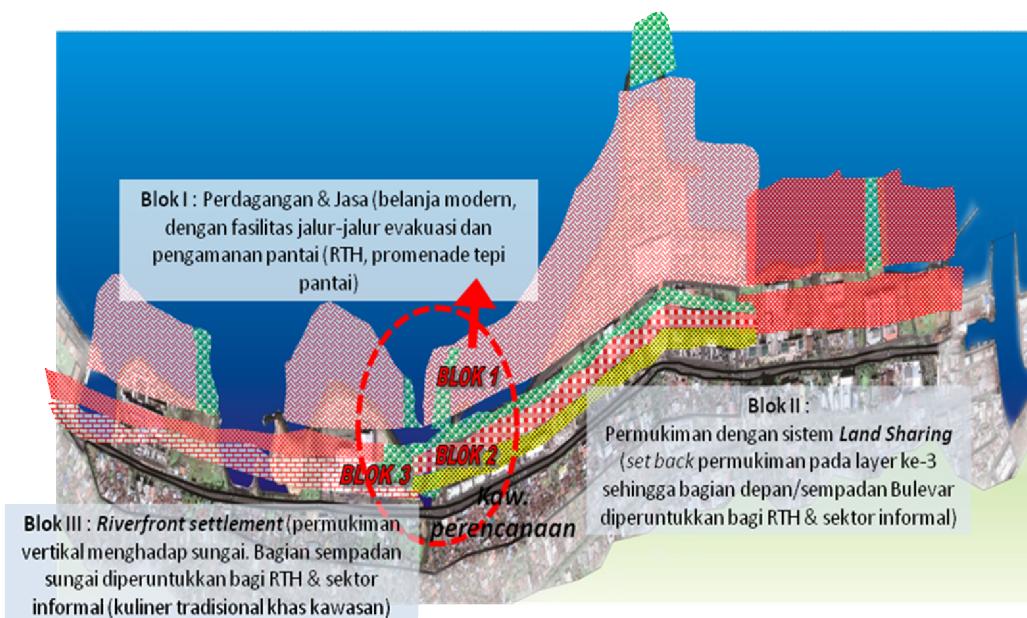
- A. Optimalisasi kawasan pesisir pantai sebagai *waterfront promenade (RTH, rekreasi pantai, communal space)*
- B. Pengembangan kawasan bantaran sungai Sario sebagai *riverfront settlement* dengan konsep *vertical housing* dan optimalisasi usaha sektor informal masyarakat setempat (*usaha kuliner tradisional khas kawasan tersebut misalnya pisang goreng, jagung bakar, saraba, dll*)
- C. Memadukan jaringan usaha yang ada di kawasan Bulevar, melalui pengembangan pusat-pusat usaha tematis :
 - Belanja modern oleh sektor formal
 - Usaha ekonomi informal berupa usaha kuliner khas kawasan tersebut, dengan usaha pendukung (jualan souvenir, dll)



❖ Rencana Struktur Kawasan

Perencanaan struktur kawasan dilakukan melalui pembagian blok. Berdasarkan tipologi lokasi dan kesamaan fungsi/aktifitas maka diperoleh tiga (3) blok yakni sebagai berikut:

BLOK	ARAHAN FUNGSI
I	area reklamasi (fungsi perdagangan modern & wisata bahari)
II	area permukiman dengan fungsi permukiman dan sektor informal
III	<i>riverfront area</i> dengan fungsi <i>vertical housing</i> , RTH & kegiatan kuliner tradisional



❖ Konsep Desain





E. Kesimpulan/Penutup

Sesuai hasil studi, kawasan studi di Lingkungan 1 dan 2 Kelurahan Titiwungen Selatan memiliki potensi cukup tinggi untuk dikembangkan sebagai salah satu kawasan bernilai strategis di Kota Manado. Karena itu konsep/usulan penataan permukiman kawasan tersebut diharapkan dapat menjadi salah satu upaya mewujudkan visi pembangunan Kota Manado sebagai kota model ekowisata, melalui upaya-upaya pemeliharaan sumber daya alam dan kesesuaian dengan daya dukung lingkungan tanpa mengabaikan kondisi masyarakat lokal, yang pada akhirnya bertujuan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan dan peningkatan kualitas kehidupan yang layak bagi masyarakat Kota Manado sendiri.

Daftar Pustaka :

- Anonimous, *Pedoman Perencanaan Perumahan dan Permukiman*.
- Anonimous, 2002, *Kebijakan dan Strategi Nasional Perumahan dan Permukiman di Indonesia*, Dirjen Perumahan dan Permukiman Departemen Kimprasiwil.
- Budihardjo, Eko., 1984, *Sejumlah Masalah Pemukiman Kota*, Alumni, Bandung.
- Kuswartojo, Tjuk., 2005, *Perumahan dan Permukiman di Indonesia: upaya membuat perkembangan kehidupan yang berkelanjutan*, ITB, Bandung.
- Mononimbar, Windy. J., 2006, *Prospek Metoda Land Sharing Sebagai Upaya Peremajaan Kawasan Kumuh Perkotaan: Analisis Respon Masyarakat*, Tesis S2, ITB, Bandung.
- www.ekowisata.info.com

ARSITEKTUR BIOCLIMATIC SEBUAH SOLUSI ECO-FRIENDLY ENGINEERING

Frits O. P. Siregar, ST., M.Sc

Dosen Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado

Abstrak

Arsitektur *Bioclimatic* merupakan pencerminan kembali arsitektur Frank Lloyd Wright yang terkenal dengan arsitektur yang berhubungan dengan alam dan lingkungan dengan prinsip utamanya bahwa didalam seni membangun tidak hanya efisiensinya saja yang dipentingkan tetapi juga ketenangan, keselarasan, kebijaksanaan, kekuatan bangunan, dan kegiatan yang sesuai dengan bangunannya.

Isu utama pada saat ini yang memerlukan pemecahan cara mengatasinya adalah pemanasan global. Sehingga pada bidang *engineering* saat ini sedang gencar-gencarnya digalakkan *eco friendly engineering*. Arsitektur yang berkaitan dengan perancangan lingkungan binaan dapat menimbulkan efek negatif pada lingkungan jika tidak di desain dengan memperhatikan lingkungan yang ada.

Desain atau rancangan arsitektur *bioclimatik* mengacu pada faktor-faktor iklim, yaitu matahari dan radiasinya yang menghasilkan tinggi rendahnya temperatur dan kelembaban, angin dan presipitasi. Dalam mendesain bangunan arsitektur *bioclimatic* selalu memperhatikan keuntungan matahari, perlakuan aliran panas, besaran bukaan pada bidang yang menghadap matahari untuk mengoptimalkan pencahayaan alami dan ventilasi untuk mengoptimalkan penghawaan alami.

Karya arsitektur yang harmonis dengan lingkungan merupakan solusi untuk mengurangi masalah lingkungan yang sedang dihadapi oleh dunia, yaitu pemanasan global.

Kata kunci: arsitektur bioclimatic, iklim, lingkungan

1. Pendahuluan

Isu utama pada saat ini yang memerlukan pemecahan cara mengatasinya adalah pemanasan global. Sehingga pada bidang *engineering* saat ini sedang gencar-gencarnya digalakkan *eco friendly engineering*. Arsitektur yang berkaitan dengan perancangan lingkungan binaan dapat menimbulkan efek negatif pada lingkungan jika tidak di desain dengan memperhatikan lingkungan yang ada.

Arsitektur *bioclimatik* adalah merupakan bagaian dari *green architecture* dimana perancangan gedungnya menggunakan metode hemat energi dengan

mengadakan penyesuaian dan pemecahan masalah terhadap iklim setempat dimana gedung itu berada dan diterapkan pada elemen bangunan. Arsitektur *bioclimatik* selain dapat menjadikan suatu bangunan yang ramah lingkungan juga dapat menampilkan suatu karya arsitektur yang memiliki aspek keindahan yang unik dan spesifik.

2. Prinsip Desain Arsitektur *Bioclimatik*

Arsitektur *bioclimatic* merupakan pencerminan kembali arsitektur Frank Lloyd Wright yang terkenal dengan arsitektur yang berhubungan dengan alam dan lingkungan dengan prinsip utamanya bahwa didalam seni membangun tidak hanya efisiensinya saja yang dipentingkan tetapi juga ketenangan, keselarasan, kebijaksanaan, kekuatan bangunan, dan kegiatan yang sesuai dengan bangunannya. Pencerminan ini dikembangkan oleh arsitek Victor Olgay dengan mulai memperkenalkan arsitektur bioclimatic pada tahun 1963.

Desain atau rancangan arsitektur *bioclimatik* jelas mengacu pada faktor-faktor iklim, yaitu matahari; radiasinya yang menghasilkan tinggi rendahnya temperatur dan kelembaban, angin dan presipitasi. Sehingga dalam mendesain bangunan beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

- Keuntungan matahari
- Perlakuan aliran panas
- Besaran bukaan pada bidang yang menghadap matahari
- Ventilasi
- Penguparan pendinginan dan sistem atap.

Perhatian terhadap hal-hal diatas dikaitkan dengan unsur-unsur dari bangunan maka, beberapa prinsip-prinsip rancangan arsitektur *bioklimatik* adalah :

- a. Core (inti bangunan) tidak hanya berfungsi struktural, tetapi juga berpengaruh pada suhu, penampilan dan view bangunan, berdasarkan penetuan bagian dinding mana yang akan dibuka dan atau yang akan di ekspos.

Core diletakkan pada bagian panas yakni bagian timur dan barat pada bangunan yang berada pada iklim tropis. Penempatan *double core* yang diletakkan pada sisi timur dan barat bertujuan sebagai zone penyaring sehingga dapat meminimalkan penggunaan AC.

b. Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan tegak lurus terhadap geometri matahari, yaitu arah utara – selatan jika geomteri tapak juga tegak lurus dengan tujuan untuk mengurangi radiasi matahari dan akibatnya.

c. Ruang Transisi

Ruang Transisi ditempatkan pada zone eksterior dan interior yang difungsikan sebagai ruang – ruang udara dan atrium. Bagian atas atrium dapat dilindungi dengan atap bundar untuk memberi jalan masuk angin (*louvered*) kedalam area bangunan yang juga berfungsi sebagai alat penimba angin dan mengontrol penghawaan alami pada bagian dalam bangunan.

d. Dinding

Dinding pada sisi luar bangunan mempunyai bagian – bagian yang dapat dipindahkan untuk mengontrol kenyamanan dalam ruang dan menghasilkan sirkulasi penghawaan silang yang baik. Selain itu juga untuk memberikan perlindungan terhadap sinar matahari, mengatur hembusan angin dan hujan disamping menyediakan penyaluran air hujan.

e. Lantai

Lantai dasar sebaiknya dibuka kearah luar dengan penghawaan alami. Menguatkan hubungan antara lantai dasar dengan jalan. Penempatan atrium dalam ruang/bangunan (*indoor atrium*) pada lantai dasar yang berfungsi sebagai pemisah bangunan dari perkerasan.

f. Vegetasi

Pengadaan *Sky court* dan teras-teras yang digunakan untuk ruang publik dan penghawaan untuk mewujudkan sentuhan manusiawi pada bangunan sebagai daya tarik dan skala.

Vegetasi berguna untuk kepentingan ekologi dan estetika sekaligus penyejuk bangunan. Tanaman sebaiknya dipasang sebagai ruang luar yang terbentuk vertikal, baik pada permukaan bangunan maupun pada bagian dalam *courts*

g. *Sun shading* (pelindung matahari)

Penggunaan sun shading atau pelindung matahari pada dinding yang langsung terkena sinar matahari, terutama dinding kaca. Sun shading dapat berupa *Tins*, *Spandrel*, *egg crates* dan sebagainya yang konfigurasi nya berdasarkan orientasi fasade yang dikaitkan dengan orientasi matahari.

h. Ventilasi Silang

Penggunaan ventilasi silang diterapkan meskipun pada ruangan ber AC dengan tujuan untuk memperoleh udara segar dan membuang hawa panas. Ruang –ruang terbuka dan ruang transisi pada bagian atas bangunan dapat memberi hembusan angin ke ruang dalam dengan dilengkapi scoop/penampung angin.

i. Struktur

Struktur Massa bangunan digunakan untuk menghilangkan panas. Massa kehilangan panas pada malam hari dan menjaga agar ruang tetap dingin pada siang hari. Sistem penyemprotan air pada permukaan dapat mengurangi evaporasi dan untuk mendinginkan.

3. Efisiensi Energi pada Arsitektur Bioclimatik

Efisiensi energi sangat penting pada bangunan dengan skala dan dimensi yang besar, terutam untuk bangunan komersil yang memiliki skala vertikal. Efisiensi energi diterapkan pada arsitektur *bioclimatik* dengan memperhatikan beberapa faktor yaitu:

a. Pemanfaatan cahaya matahari

Mengadakan pemecahan secara mendalam terhadap permasalahan radiasi panas yang berlebihan dan silau yang ditimbulkannya terhadap bangunan maupun penghuninya. Radiasi dapat merusak perabot dan material bangunan, juga menyebabkan ketidak nyamanan dalam ruang.

Pemanfaatan cahaya matahari untuk kebutuhan energi bangunan dengan menggunakan kolektor matahari sebagai alat yang mengolah energi matahari menjadi energi listrik. Sehingga pada bangunan tinggi *bioclimatik*, pada bagian *core lift*, tangga dan toilet pencahayaannya menggunakan pecahayaan alami dengan memanfaatkan cahaya matahari pada siang hari.

b. Vegetasi

Fungsi vegetasi pada bangunan seringkali diabaikan terutama pada bangunan bertingkat. Untuk bangunan bioclimatik vegetasi dioptimalkan fungsinya sebagai penyejuk alami pada waktu siang hari dengan menyerap gas CO₂ hasil pembakaran dari komunitas dalam bangunan kemudian menghasilkan O₂ sebagai pengganti exhaust.

Penggunaan vegetasi yang ditempatkan pada teras-teras atau lansekap *sky court* sebagai ruang terbuka memberikan ciri khas pada arsitektur *bioclimatik*

c. Penghawaan

Penggunaan sistem ventilasi silang sebagai penghawaan alamiah dengan mengalirkan udara atau membuat sirkulasi udara kedalam bangunan kemudian disalurkan kembali keluar bangunan dan seterusnya untuk mencapai kenyamanan dalam ruang.

d. Bukaan pada bangunan

Faktor lain yang juga menunjang efisiensi energi dalam bangunan adalah bukaan yang berfungsi sebagai media sirkulasi baik sirkulasi manusia maupun udara serta pencahayaan. Yang termasuk didalamnya yaitu pintu, jendela, jalusi. Penerapan lubang angin besar yang populer disebut *atrium* pada bangunan tropis lembab yang berfungsi untuk menyalurkan udara dari bagian atas bangunan melalui *louver* keseluruh ruang sekitar atrium.

4. Aplikasi Arsitektur *Bioclimatik*

Arsitektur *bioclimatik* sudah diaplikasi pada beberapa bangunan antara lain Menara Boustead (1983-1987), Tokyo Nara Tower (1995) dan Menara

Mesiniaga (1989-1992) yang berada Subang Jaya, Kuala Lumpur Malaysia yang merupakan karya dari arsitek T. R. Hamzah dan Kean Yeang.

Ken Yeang mencoba untuk merevisi pencakar langit dalam hal kemampuan respon terhadap iklim dan lingkungannya. Ia menyebut hal ini sebuah pendekatan "*bioclimatic*", di mana ia mencoba untuk mendisain untuk penggunaan *low-energy*, *passive buildings* dengan berfokus kepada kenyamanan penghuni yang lebih baik (Yeang, 2006).

Pendekatan *bioclimatic design* juga memasukan dan meningkatkan massa organik pada seting kota melalui lanskap yang hijau sebagai bagian dari seluruh fasad bangunan. Seperti penghijauan juga menyediakan beberapa naungan, penyaring udara, memperbaiki iklim mikro pada fasad bangunan, proses fotosintesis untuk menyerap polusi, pemecah angin, dan memperbaiki estetika. Pertukaran udara dicapai melalui cerobong yang sederhana yang dilalui oleh aliran udara.(Yeang, 2006).

Menara Mesiniaga adalah bangunan pencakar langit dengan 17 tingkat. Menjadi landmark di Subang karena penampilan bangunan Menara Mesiniaga yang berbeda dengan bangunan yang berada lingkungan sekitarnya. Bangunan ini berbentuk bulat yg terdiri dari tiga bagian pokok yaitu bagian dasar *sloop lanskap*, bentuk spiral yang melilit bangunan dengan *landscape sky-courts* dan *external louvres* pada ruang-ruang kantor.

Struktur bangunan diekspos dengan menggunakan baja tabung, dan pada bagian atas bangunan terdapat mahkota baja yang berfungsi sebagai instalasi untuk mereduksi pemakaian energi.

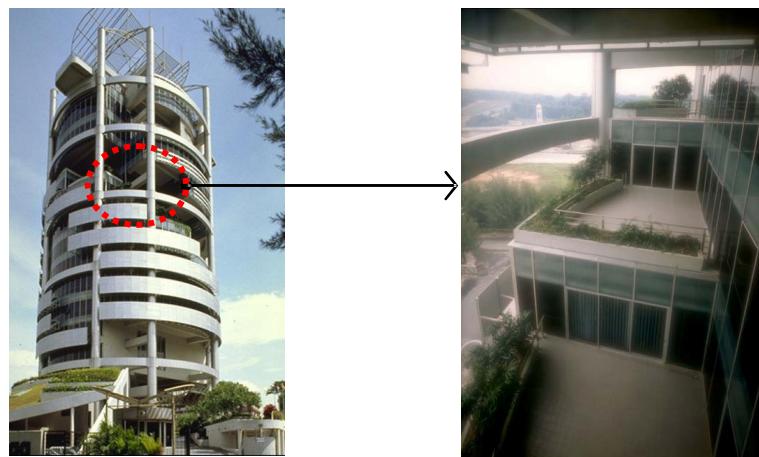
Pertimbangan aspek manusia dijadikan dasar pada desain ruang pada Mesiniaga Tower untuk melihat bangunan tinggi sebagai bentuk perencanaan vertikal ruang kota yang dapat memberikan ruang gerak bagi kehidupan manusia. *City in the sky* merupakan sebutan Ken



Gambar 11. Menara Mesiniaga
(Sumber:http://archnet.org/library/sites/one-site.jsp?site_id=1231)

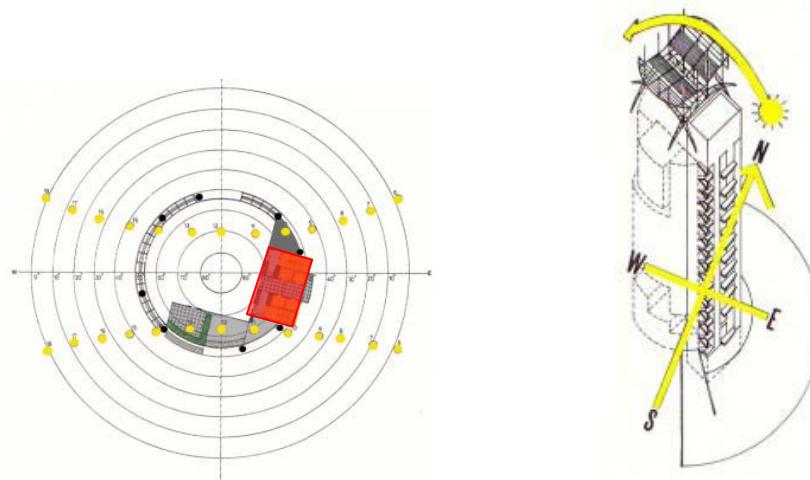
Yeang terhadap bangunan ini karena Yeang memasukkan berbagai unsur kota, seperti taman terbuka pada puncak bangunan, yang disebut sebagai *garden in the sky*.

Bentuk dasar denah bangunan adalah lingkaran dan tidak semua dapat difungsikan. Pada bagian yang tidak berfungsi dijadikan sebagai ruang hijau untuk penyegaran udara. Ruang yang tidak berfungsi ini dibuat menjorok ke dalam layaknya seperti balkon atau halaman depan, jadi tidak diperlukan penghalang sinar matahari karena sinar matahari tidak secara langsung masuk ke ruangan. Balkon berfungsi sebagai sebagai tempat sosialisasi dan penyegaran yang merupakan penerapan konsep rumah tradisional di Asia Tenggara.



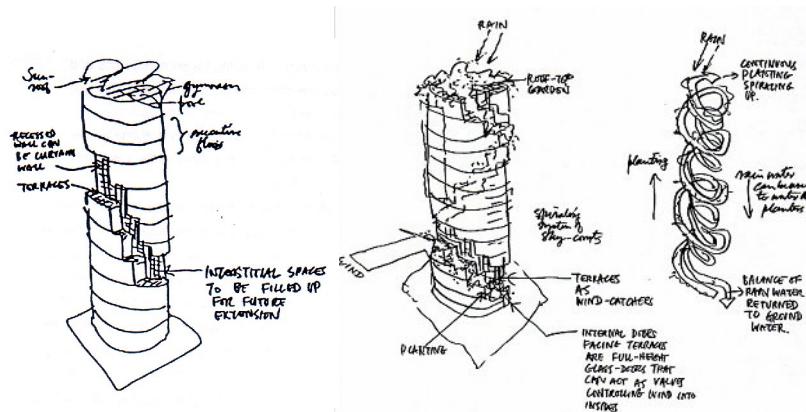
Gambar 12. *Transitional Space*
(Sumber: http://archnet.org/library/sites/one_site.jsp?site_id=1231)

Ruang-ruang servis seperti *lift*, tangga, toilet yang berada dalam core atau inti bangunan diletakkan pada garis aksis arah peredaran sinar matahari (timur-barat). Core bangunan diletakkan di sebelah timur yang berfungsi sebagai penyerap panas.



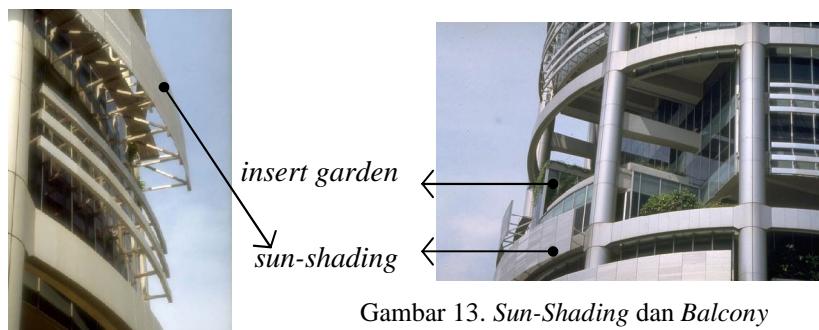
Gambar 14. Posisi Core dan Climate Response
(Sumber: http://archnet.org/library/sites/one-site.jsp?site_id=1231)

Bukaan dibuat sebagai penghawaan alami dengan mengalirkan udara ke dalam ruang kemudian dibelokan melalui penghalang bangunan sehingga tercipta aliran udara yang lunak berupa angin spoi-spoi. Kesejukan dalam ruangan bertambah dengan adanya taman di daerah balkon. Ketinggian bangunan mempengaruhi tekanan angin dimana semakin tinggi semakin kuat, sehingga bukaan balkon makin ke atas didesain makin menjorok ke dalam sebagai usaha untuk mengurangi tekanan angin yang berlebihan masuk ke dalam ruangan



Gambar 15. Konsep Menara Mesiniaga
(Sumber: Yeang, 1994)

Sun shading (pelindung matahari) menggunakan *sun-shield* atau *sun-shading*, dan tidak semua ruang menggunakannya, tetapi hanya pada ruang yang memiliki aktivitas yang tinggi. *Sun-shading* melingkar ke arah horizontal sehingga membentuk lingkaran yang terputus pada bagian tertentu, sesuai dengan bentuk denah bangunan. Bagian terbuka dari bangunan ini atau pada daerah balkon dibiarkan menerima cahaya matahari untuk pencahayaan bagi ruangan yang menjorok ke dalam dan untuk proses fotosintesis dari tanaman yang ada pada taman di balkon.



Gambar 13. *Sun-Shading* dan *Balcony*
(Sumber: http://archnet.org/library/sites/one-site.jsp?site_id=1231)

Kehadiran taman ini menciptakan nuansa keseimbangan antara *hard element* dan *soft element* pada bangunan. Pada bagian puncak bangunan dibuat tempat penampungan air hujan untuk penyiraman tanaman melalui pipa vertikal yang terhubung dengan taman yang dibuat sebagai usaha penghematan energi. Selain itu keberadaan tanaman ini juga memberikan manfaat untuk mereduksi sinar matahari dan menyerap polusi.

5. Kesimpulan

Karya arsitektur *bioclimatic* selalu memperhatikan faktor alam di mana karya tersebut berada, karena kehadiran sebuah bangunan akan merubah keseimbangan ekosistem alami di alam, sehingga untuk mengurangi dampak lingkungan maka karya arsitektur *bioclimatic* dibuat agar mampu untuk terintegrasi secara alami, secara ramah, dan tanpa adanya klaim terhadap lingkungan. Dalam artian kehadiran bangunan dalam lingkungan alami mampu

menjadi bagian dari komponen-komponen alam, sehingga keharmonisan antara karya arsitektur dan lingkungan alami akan tercipta dengan baik.

Desain atau rancangan arsitektur *bioclimatik* mengacu pada faktor-faktor iklim, yaitu matahari dan radiasinya yang menghasilkan tinggi rendahnya temperatur dan kelembaban, angin dan presipitasi. Dalam mendesain bangunan arsitektur *bioclimatic* selalu memperhatikan keuntungan matahari, perlakuan aliran panas, besaran bukaan pada bidang yang menghadap matahari untuk mengoptimalkan pencahayaan alami dan ventilasi untuk mengoptimalkan penghawaan alami.

Karya arsitektur yang harmonis dengan lingkungan merupakan solusi untuk mengurangi masalah lingkungan yang sedang dihadapi oleh dunia, yaitu pemanasan global.

Daftar Pustaka

- http://archnet.org/library/documents/one-document.jsp?document_id=6070
http://archnet.org/library/images/thumbnails.jsp?location_id
<http://www.trhamzahyeang.com/project/main.html>,
- Powell, Robert, 1989. *Ken Yeang: Rethinking The Environment Filter*, Singapore: Landmark Books Pte Ltd
- Powell, Robert, 1999. *Rethinking The Skyscrapers: The Complete Architecture of Ken Yeang*, Singapore: Thames and Hudson
- Yeang, Kenneth, 1994. *Bioklimatic Skyscraper*. London: Artemis London Limited.
- Yeang, Kenneth, 1996. *The Skyscraper Bioclimatically Considered: A Design Primer*. London: Academy Group, Ltd.
- Yeang, Kenneth, 2004. *Designing for Survival: Ecological Design*, London: Wiley-Academy, John-Wiley & Sons.

PARTISIPASI MASYARAKAT SEBAGAI ANTISIPASI MENGHADAPI BAHAYA BENCANA PADA RUANG PERMUKIMAN RAWAN BENCANA DI MANADO

Studi Kasus Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua

Hanny Poli, Hendriek H. Karongkong
Staf Pengajar Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Sam Ratulangi

Abstrak

Kota Manado dikelilingi oleh wilayah pegunungan, berada di tepi pantai laut Sulawesi di teluk Manado dengan luas 15.726 Ha dengan jumlah penduduk 439.660 jiwa (Manado dalam angka 2010) terdiri dari 9 Kecamatan dan 87 Kelurahan. Secara geografis letaknya diujung jazirah Pulau Sulawesi pada posisi 124°40' - 124°50' BT dan 1°30'-1°40'LU , beriklim tropis dengan suhu rata-rata 24-27°C. Curah hujan rata-rata 3.187 mm/tahun dengan iklim terkering sekitar bulan Agustus dan terbasa bulan Januari. Intensitas penyinaran matahari 53% dan kelembaman nisbi ± 84 %, dikelilingi perbukitan dan pegunungan dengan interval ketinggian 0-40% yang terletak di tepi pantai sering pula diterpa oleh bencana badai tropis.

Guna meminimalisir akan ancaman terhadap bencana ini maka diperlukan informasi tentang bahaya bencana pada suatu kawasan permukiman penduduk dan sebagai studi kasus di Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua Manado yang berada pada kawasan pesisir yang sewaktu-waktu terancam badai tropis (angin barat), tsunami, daerah aliran sungai yang dapat mengalami banjir dan perbukitan yang rawan longsor. Data dan informasi lokasi permukiman yang rawan terhadap bencana sebagai studi kasus dan partisipasi masyarakat dalam penanggulangan bencana sangat membantu dalam mengantisipasinya. Partisipasi masyarakat kelurahan Tumumpa Satu dan kelurahan Tumumpa Dua Kecamatan Tuminting kota Manado sangat nyata melalui kegiatan penelitian dan pengabdian pada masyarakat guna mengantisipasi bahaya bencana, terbentuknya forum diskusi masyarakat terarah (*Focused Group Discussion*) yang dapat berpartisipasi guna mengantisipasi/menanggulangi bencana; tersedianya bahan/meteri sebagai pedoman; tersedianya banner sebagai media informasi di kantor kelurahan serta badan keswadayaan masyarakat; tercapainya metode/cara yang praktis dalam memberikan dukungan/bantuan, pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi manakala terjadinya bencana; tersedianya petunjuk arah evakuasi jika terjadi bencana tsunami.

Kata kunci : Mitigasi Bencana, Partisipasi masyarakat, memimalisir bahaya.

I. PENDAHULUAN

A. Kondisi Situasi IbM

Kota Manado sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Utara dengan motto kota adalah Si Tow Timow Tow, sebuah filsafat hidup masyarakat yang dipopulerkan oleh Sam Ratulangi, yang berarti manusia hidup untuk memajukan orang lain. Kota Manado dikelilingi oleh wilayah pegunungan, berada di tepi pantai laut Sulawesi persisnya di teluk Manado dengan luas 15.726 Ha dengan jumlah penduduk 439.660 jiwa (data BPS tahun 2009) terdiri dari 9 Kecamatan dan 87 Kelurahan. Secara geografis letaknya diujung jazirah Pulau Sulawesi pada posisi 124°40' - 124°50' BT dan 1°30'-1°40'LU , beriklim tropis dengan suhu rata-rata 24-27°C. Curah hujan rata-rata 3.187 mm/tahun dengan iklim terkering sekitar bulan Agustus dan terbasa bulan Januari. Intensitas penyinaran matahari 53% dan kelembaman nisbi ± 84 %. Kota Manado yang dikelilingi perbukitan dan pegunungan dengan interval ketinggian 0-40% yang terletak di tepi pantai sering pula diterpa oleh bencana badai tropis sebagaimana pernah terjadi pada bulan Desember tahun 2003 yang mengakibatkan kerusakan bangunan dan infra struktur yang ada di tepi pantai.

Secara geografi Kota Manado berbatasan dengan :

- Sebelah Utara dengan : Kec. Wori (Kab. Minahasa Utara) & Teluk Manado
- Sebelah Timur dengan : Kec. Dimembe (Kab. Minahasa Utara)
- Sebelah Selatan dengan : Kec. Pineleng (Kab. Minahasa)
- Sebelah Barat dengan : Teluk Manado / Laut Sulawesi

Studi kasus penelitian yaitu masyarakat Kelurahan Tumumpa Satu dan Kelurahan Tumumpa Dua Kecamatan Tuminting berada di bagian utara Kota Manado dan adalah kawasan permukiman penduduk dengan tingkat kepadatan hunian dan bangunan yang cukup tinggi yang terbagi dalam 8 lingkungan Luas kawasan kelurahan seluruhnya yaitu 41 Ha dengan jumlah penduduk 6.401 jiwa (data kelurahan tahun 2009). Letak lokasi kelurahan umumnya pada dataran rata dan berada diatas permukaan air pasang laut/garis pantai setinggi < 1 m dan sebagian berbukit, dan sebagian pada bantaran sungai (DAS) dengan mata pencaharian penduduk : nelayan, karyawan swasta, buruh, tukang bangunan, IRT, PNS, TNI/Polri, Guru/Dosen, Pedagang, Sopir dll. Jarak lokasi penelitian dengan pusat kota yaitu 6 KM, dan dengan Kampus Universitas Sam Ratulangi yaitu 12 KM.

Secara geografi Kelurahan Tumumpa Satu & Dua berbatasan dengan :

- Sebelah Utara dengan Kelurahan Bailang
- Sebelah Selatan dengan Kelurahan Maasing
- Sebelah Barat dengan Kelurahan Mahawu
- Sebelah Timur dengan laut/Teluk Manado

B. Potret Permasalahan Studi Kasus

Jumlah penduduk yang tidak mempunyai pekerjaan tetap cukup tinggi 1.261 orang (35,06%) dari angkatan kerja yang mengakibatkan tingkat pendapatan rendah/kurangnya dana untuk pindah pada daerah yang aman terhadap bencana, umumnya penduduk berpendidikan rendah mengakibatkan masyarakat kurang dapat bersaing dalam mencari pekerjaan maupun dalam meningkatkan ekonominya, lokasi permukiman berada pada daerah pesisir pantai, muara daerah aliran sungai (DAS), bukit dengan kemiringan yang cukup terjal yang rawan bencana yang sewaktu-waktu dapat terancam dari bahaya gelombang badai/tsunami kawasan pesisir, banjir dan tanah longsor.

Ruang Permukiman Kawasan Pesisir yang rawan bencana (gempa bumi, tsunami, gelombang pasang, banjir dan tanah longsor dikaji dalam aspek ruang pemukiman dan pemahaman akan perobahan iklim untuk upaya meminimalisir kerugian akibat terjadinya bencana. Sebagai studi kasus adalah Ruang Permukiman Kawasan Pesisir Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua Kecamatan Tuminting Manado. Kota Manado termasuk daerah rawan gempa dan rawan badai tropis (angin "Barat").

Ruang permukiman kawasan pesisir, permukiman pada daerah aliran sungai (DAS) dan pada perbukitan yang rawan bencana perlu mendapat perhatian tersendiri mengingat kompleksitas dampak yang mungkin akan terjadi. Prinsip tata ruang dan tata bangunan serta sistem infrastruktur pada kawasan tersebut berbeda dibandingkan dengan yang diterapkan di daerah non pesisir, non DAS dan perbukitan

lebih lagi dalam penerapan ini adalah kawasan yang rawan bencana. Untuk menata dan membangun kawasan tersebut perlu melibatkan masyarakat sebagai pendekatan partisipatif disertai pendekatan berbasis mitigasi bencana. Selanjutnya akan didapat hasil pendekatan yang komprehensif. Jenis bencana yang senantiasa mengancam keberlanjutan eksistensi kawasan pesisir,kawasan daerah aliran sungai (DAS), kawasan perbukitan dapat berupa bencana gempa bumi, diikuti tsunami, gelombang pasang akibat badai serta abrasi akibat perubahan perilaku arus laut, banjir dan tanah longsor. Kerugian akibat bencana menjadi sangat besar, apabila tidak diantisipasi sebelumnya. Bencana akibat kejadian alam memang tidak dapat ditolak, tetapi setidaknya kita diharapkan memiliki kemampuan meminimalisir kerugian.

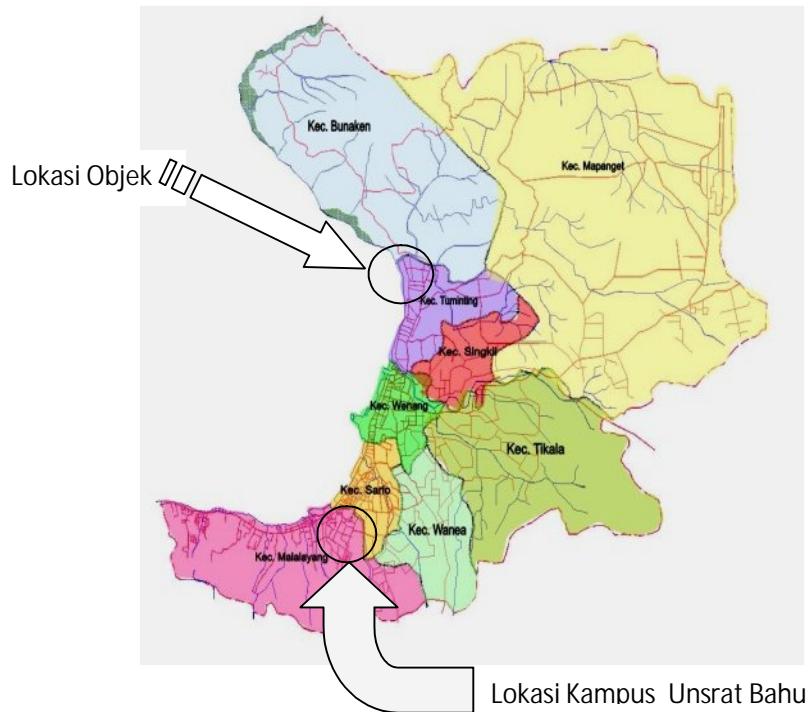
Ruang permukiman kawasan pesisir, perlu mencermati secara mendalam terhadap aspek bencana tersebut, sebagai langkah waspada mengantisipasi resiko kerugian yang besar. Masyarakat penghuni kawasan rawan bencana, khususnya di negara yang belum atau sedang berkembang umumnya merupakan mayarakat kelas ekonomi yang tidak kuat, serta berstatus sosial yang tidak tinggi. Dengan derajat yang demikian, maka masyarakat yang bermukim pada kawasan rawan bencana diasumsikan secara teoretis tidak memiliki kemampuan akademis dalam upaya meminimalisir kerugian akibat bencana. Tata bangunan dan pemanfaatan lahan pesisir yang seringkali juga merupakan daerah berkepadatan tinggi, memiliki resiko kerugian terbesar menghadapi bencana yang datangnya dari arah laut, dan yang bermukim pada kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) menghadapai bahaya banjir serta yang bermukim pada kawasan tebing akan menghadapi bahaya tanah longsor yang dapat mengakibatkan kerugian baik kerugian nyawa,harta benda penduduk maupun kerusakan lingkungan.

Kelurahan Tumumpa Satu & Tumumpa Dua Kecamatan Tumiting Manado dianggap layak dijadikan program studi kasus, dimana posisi geografis Kelurahan Tumumpa Satu berada pada daerah yang potensial menghadapi bencana yang arahnya datang dari laut, yakni bencana gempa bumi yang dapat disertai tsunami dan bencana angin badai (angin Barat) yang mengakibatkan gelombang pasang. Selain itu, dampak pembangunan reklamasi pantai dan terjadinya sedimentasi serta timbunan sampah di perairan laut, mengakibatkan perubahan perilaku arus laut, pada daerah aliran sungai sewaktu-waktu dapat terjadi banjir dan pada area perbukitan menghadapai bahaya tanah longsor. Peristiwa ini dapat mengakibatkan resiko abrasi dan mengubah jalur garis pantai, terkikisnya daerah aliran sungai serta tanah longsor serta mengancam keselamatan kawasan permukiman.

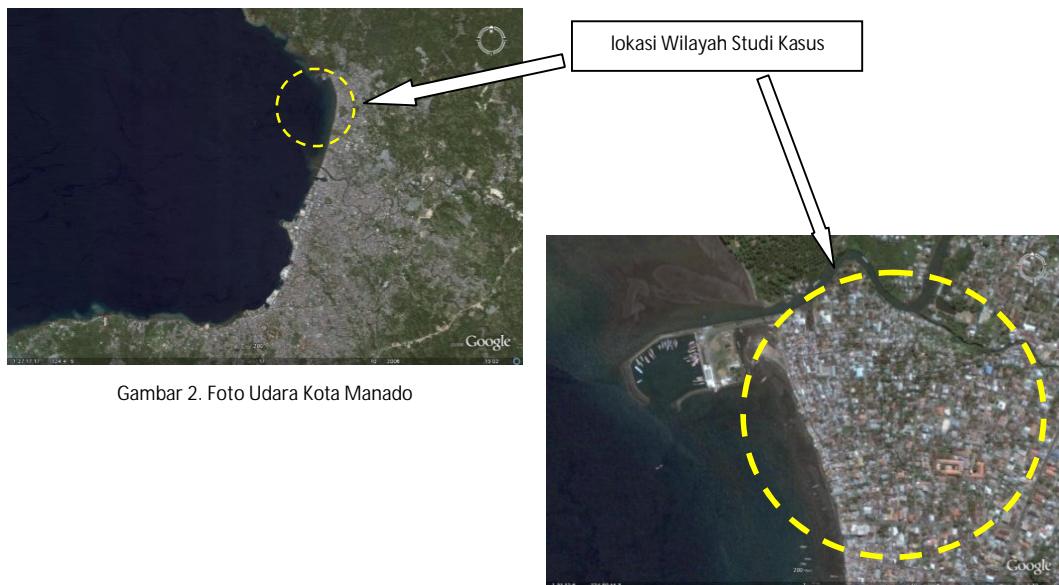
Ancaman akibat pemanasan global juga turut menerpa pesisir Kelurahan Tumumpa Satu & Tumumpa Dua Kecamatan Tumiting Manado yang harus menghadapi resiko naiknya permukaan laut waktu demi waktu. Struktur geografi fisik dari kedua kelurahan ini yang dialiri sungai dan perbukitan pada jarak yang tidak terlalu jauh dari pesisir, apabila tidak terjaga kelestariannya dapat menimbulkan ancaman terjadinya bencana banjir dan genangan akibat derasnya aliran air sungai dari arah hulu dan bertemu dengan naiknya air laut, serta ancaman bencana tanah longsor pada kawasan perbukitan.

LOKASI STUDI KASUS

Lokasi studi kasus yaitu di Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua Kecamatan Tuminting Kota Manado. Jarak dari lokasi Perguruan Tinggi Univeritas Sam Ratulangi 12 KM



Gambar 1 PETA KOTA MANADO



Gambar 2. Foto Udara Kota Manado

Gambar 3. Foto udara lokasi Wilayah Studi Kasus



II. METODE

Untuk dapat mengetahui kondisi penelitian tim peneliti melakukan pengamatan atau observasi lapangan/lokasi guna mengamati potensi dan permasalahan lokasi mitra, melalui Koordinator Badan Keswadayaan Masyarakat Berkat Damai Kelurahan Tumumpa Satu, Pemerintah Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua serta masyarakat yang bermukim pada kawasan yang rawan bencana baik kawasan permukiman pesisir pantai rawan terhadap ancaman badai dan tsunami, kawasan daerah aliran sungai (DAS) yang rawan banjir maupun pada kawasan perbukitan yang rawan longsor. Data dan informasi yang didapat dari lokasi sebagai studi kasus menjadi bahan kajian tim peneliti dalam penyampaikan maksud dan tujuan penelitian sehingga masyarakat yang bermukim pada kawasan pesisir, kawasan DAS, dan kawasan perbukitan yang rawan bencana dapat memahami, berperan dan berpartisipasi langsung dalam mengantisipasi bahaya bencana.

Selanjutnya dalam melengkapi studi kasus, Tim melakukan koordinasi dengan Instansi terkait dalam penanggulangan bencana yaitu Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Manado; Dinas Sosial Kota Manado; Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Utara; dan Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika Regional 10 Stasiun Manado serta melakukan studi literatur maupun mengakses materi yang berkaitan dengan penanggulangan bencana melalui internet. Peran dan partisipasi masyarakat dalam kegiatan

penelitian dan pengabdian pada masyarakat dengan memperhatikan kondisi pengetahuan/pendidikan masyarakat yang menjadi studi kasus pada umumnya.

Melalui metode sebagaimana diuraikan pada studi kasus dimaksud, tim peneliti bersama-sama dengan masyarakat dapat berpartisipasi secara aktif dalam kegiatan penanggulangan bencana serta merasa bahwa pentingnya program penanggulangan bencana dipahami guna mengantisipasi, baik dalam pra bencana, saat bencana maupun pasca bencana.

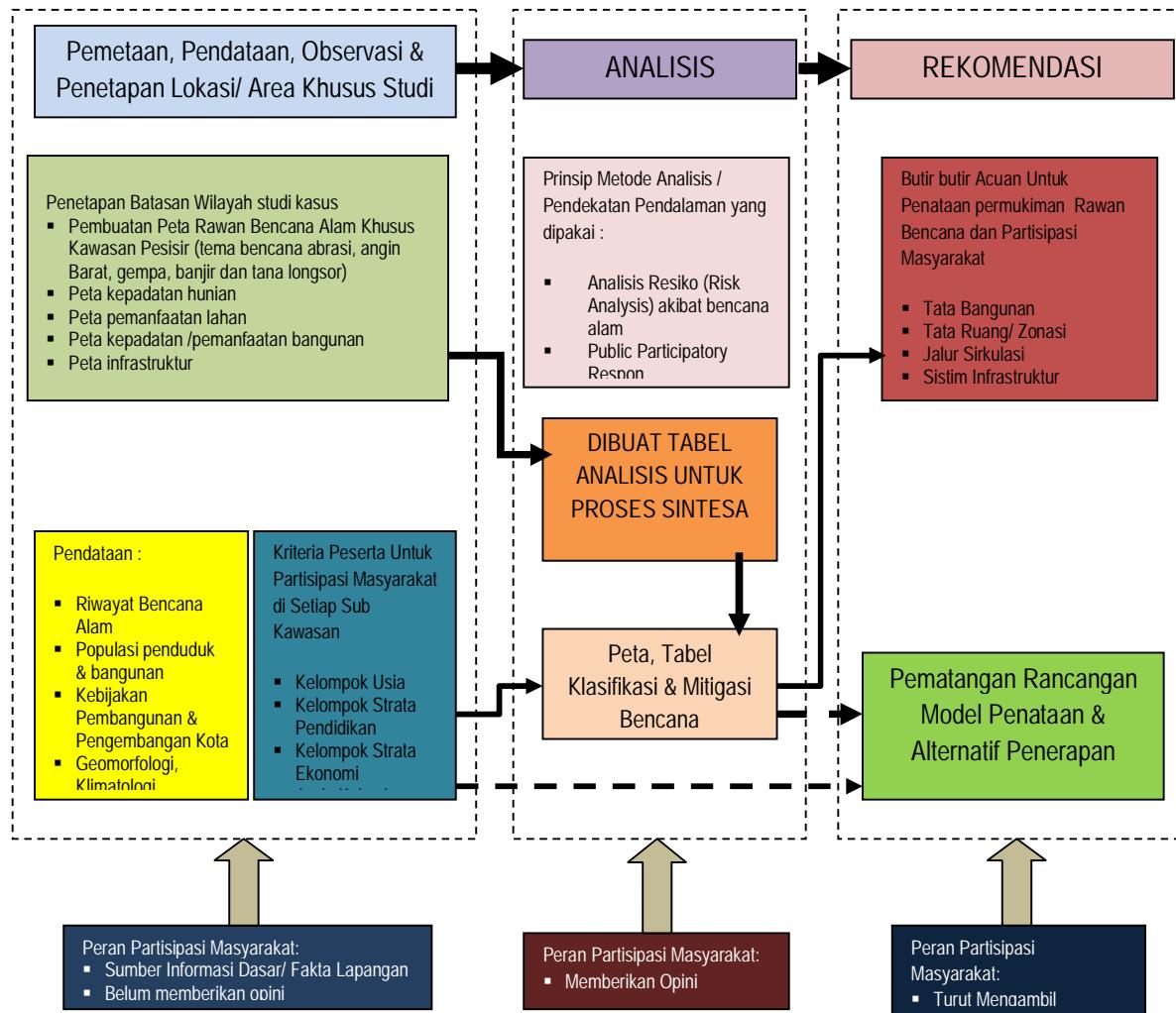
Kegiatan pra bencana ditujukan untuk mengurangi risiko bencana, bersifat preventif seperti : pencegahan, mitigasi, kesiapan meliputi peringatan dini dan pencegahan, dan saat bencana (tanggap darurat) : peringatan atau tanda bahaya, pengkajian darurat, rencana operasi, tanggap darurat serta setelah terjadi bencana : perlu dilaksanakan rehabilitasi dan reskontruksi guna pemulihannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan *penelitian tentang Partisipasi Masyarakat sebagai Antisipasi Menghadapi Bahaya Bencana pada Ruang Permukiman Rawan Bencana di Manado* dengan lokasi studi kasus Kelurahan Tumumpa Satu dan Kelurahan Tumumpa Dua Kecamatan Tuminting Manado adalah sebagai berikut :

Partisipasi masyarakat yang bermukim pada ruang kawasan rawan bencana gempa bumi berpotensi tsunami, curah hujan dengan intensitas cukup tinggi yang dapat berpeluang terjadinya banjir dan tanah longsor, akan sangat menentukan guna meminimalisir bahaya bencana dimaksud. Oleh karena itu, tim peneliti melibatkan masyarakat yang menjadi studi kasus dalam kegiatan penelitian dan pengabdian pada masyarakat pada kawasan rawan bencana melalui pemahaman akan materi yang berkaitan dengan penanggulangan bencana sebagai partisipasi dalam penanggulangan bencana. Melalui data dan informasi mengenai kota Manado terutama pada lokasi studi kasus yaitu Kelurahan Tumumpa Satu dan Kelurahan Tumumpa Dua Kecamatan Tuminting, maupun informasi dari instansi terkait yang berhubungan dengan penanggulangan bencana seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Manado, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sulawesi Utara, Dinas Sosial Kota Manado, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BKMG) Manado serta studi pustaka sangat membantu tim dalam pengkajian dan pengungkapan permasalahan serta solusinya untuk kepentingan masyarakat banyak terutama pada daerah kawasan rawan bencana.

Kegiatan penelitian dan pengabdian pada masyarakat dengan dukungan dana dari Direktorat Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional RI tahun 2010 yang dilaksanakan oleh tim peneliti dan pengabdian pada masyarakat dengan melibatkan para pakar yang ada pada Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Instansi/Lembaga yang berkompeten serta expert, bersama-sama dengan masyarakat yang menjadi studi kasus kegiatan penanggulangan bencana seperti : Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Manado; Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Utara; Dinas Sosial Kota Manado; Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Regional 10 Manado; Badan Keswadayaan Masyarakat (BKM) Berkat Damai Kelurahan Tumumpa Satu;



Gambar 6. Diagram Proses Partisipasi Masyarakat dalam Penanggulangan

Pemerintah Kelurahan Tumumpa Satu; Pemerintah Kelurahan Tumumpa Dua; Tim Ahli (*Expert*) baik dari para birokrat Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara maupun dari kaum akademisi Universitas Sam Ratulangi beserta tokoh masyarakat, tokoh agama dan sebagian masyarakat yang ada pada kedua kelurahan dimaksud.

Tim menyadari bahwa pemahaman terhadap penanggulangan bahanaya bencana seperti bencana gempa bumi diikuti tsunami, banjir, tanah longsor, kebakaran serta bencana-bencana lainnya perlu diwaspadai/siaga agar bila sewaktu-waktu terjadi maka akan dapat diminimalisir korban jiwa, kerugian harta benda serta kerusakan lingkungan. Oleh karena itu dalam penelitian dan pengabdian ini tim telah menghimpun data dan informasi baik yang ada di lokasi mitra, permasalahan maupun potensi yang ada serta materi yang tepat diberikan kepada anggota masyarakat sebagai mitra pengabdian.

Kegiatan penelitian dan pengabdian pada masyarakat dalam implementasinya telah dilakukan pelatihan teknis bagi masyarakat sekaligus melengkapi data dan informasi sebagai partisipasi masyarakat dalam penanggulangan bencana telah dilaksanakan selama 4 hari berturut-turut yaitu sejak tanggal 3 Nopember 2010 sampai dengan tanggal 6 Nopember 2010 di Gedung Sanggar Kegiatan Belajar Kelurahan Tumumpa Satu. Kegiatan pada hari pertama sampai dengan hari ketiga penyampaian materi oleh para Nara Sumber/Pemakalah dalam metode ceramah, dilanjutkan dengan pemutaran Film Gempa Bumi dan Tsunami. Adapun materi-materi yang diberikan adalah sebagai berikut :

- a. Strategi dan Kebijakan Penanggulangan Bencana oleh Wolter Rosang, SH (Kepala Bidang Pencegahan dan Kesiapan Badan Penanggulangan Bencana) dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Utara.
- b. Informasi Rawan Bencana oleh Dr. Ir. Veronica A. Kumurur, M.Si (Ketua Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi)
- c. Gempa Bumi dan Tsunami oleh Ir. Hanny Poli, M.Si (Ketua Pelaksana Tim IbM Pelatihan Teknis).
- d. Ancaman Bahaya Banjir dan Tanah Longsor oleh Hendriek H. Karongkong, ST, MT (Anggota Tim Pelaksana Tim IbM Pelatihan Teknis).
- e. Rencana Kontijensi dalam Sistem Penanggulangan Bencana oleh Ir. Roy Roring, M.Si (*Expert/Staf Ahli Bidang Pembangunan Gubernur Provinsi Sulawesi Utara*).

Dan pada hari terakhir dilaksanakan kegiatan simulasi yang mengambil lokasi di kompleks Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kelurahan Tumumpa Dua serta dilanjutkan dengan penutupan kegiatan yang dilaksanakan di sekretariat Badan Keswadayaan Masyarakat Berkat Damai Kelurahan Tumumpa Dua.

Luaran yang akan dihasilkan adalah sebagai berikut :

Setelah kegiatan penelitian dan pengabdian pada masyarakat ini dilaksanakan, maka luaran yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

- ➔ Tersedianya petunjuk teknis yang praktis melalui kumpulan materi yang memadai bagi masyarakat dalam mengantisipasi bahaya bencana pada ruang permukiman kawasan pesisir, dan juga permukiman kawasan DAS serta perbukitan rawan longsor;
- ➔ Tersedianya poster/banner di sekretariat, di kantor kelurahan Tumumpa Satu dan Kelurahan Tumumpa Dua sebagai peringatan/ antisipasi akan kesiap-siagaan masyarakat dalam menghadapi bahaya bencana;
- ➔ Terbentuknya kelompok diskusi masyarakat terarah (*Focused Group Discussion*) yang dapat berpartisipasi guna mengantisipasi/menanggulangi bencana maupun upaya dalam memberikan bantuan bila terjadi bencana;
- ➔ Tercapainya metode/cara yang praktis dalam memberikan dukungan/bantuan, pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi manakala terjadinya bencana;
- ➔ Tersedianya petunjuk arah evakuasi jika terjadi bencana tsunami.

Manfaat kegiatan bagi masyarakat yang bermukim pada kawasan rawan bencana khususnya di Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua Manado yaitu :

- ➔ Masyarakat dapat memahami akan bahaya bencana, dan bila sewaktu-waktu terjadi bencana maka masyarakat sudah dapat mengambil tindakan sedini mungkin sehingga dapat meminimalisasi akan korban jiwa, kerugian harta benda penduduk, maupun kerusakan lingkungan;
- ➔ Ketika bencana datang maka langkah yang bersifat taktis dan strategis yang harus dilakukan adalah membunyikan tanda bahaya, meminta bantuan dari wilayah terdekat dan menghubungi instansi terkait (Satlak PBP, SAR, PMI, TNI/POLRI dll), pengambilan keputusan pengungsian oleh aparat kelurahan, koordinasi Kelompok Masyarakat Siaga Bencana;
- ➔ Masyarakat Kelurahan Tumumpa Satu dan Tumumpa Dua dapat menjadi pelopor dalam penanggulangan bahaya bencana pada kawasan pesisir, kawasan daerah aliran sungai (DAS) maupun kawasan perbukitan rawan longsor khususnya kota Manado, Sulawesi Utara serta umumnya Bangsa dan Negara Republik Indonesia yang rawan bencana.



Gambar 7. Area evakuasi bila terjadi tsunami

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada kedua kelurahan dimaksud diatas, maka masyarakat yang saat ini bermukim pada kawasan yang rawan bencana dapat merasakan akan manfaatnya melalui :

Tersedianya petunjuk teknis yang praktis yang memadai bagi masyarakat dalam mengantisipasi bahaya bencana; Terbentuknya kelompok diskusi masyarakat terarah (*Focused Group Discussion*) yang dapat berpartisipasi dalam mengantisipasi/ menanggulangi bencana maupun upaya dalam memberikan bantuan bila terjadi bencana; Tercapainya metode/cara yang praktis dalam memberikan dukungan/bantuan, pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi manakala terjadinya bencana.

Selain itu masyarakat akan merasakan manfaatnya juga seperti : Masyarakat dapat memahami akan bahaya bencana, dan bila sewaktu-waktu terjadi bencana maka masyarakat sudah dapat mengambil tindakan sedini mungkin sehingga dapat meminimalisasi akan korban jiwa, kerugian harta benda penduduk maupun kerusakan lingkungan. Ketika bencana datang maka langkah yang bersifat taktis dan strategis yang harus dilakukan adalah membunyikan tanda bahaya, meminta bantuan dari wilayah terdekat dan menghubungi instansi terkait (Satlak PBPD, SAR, PMI, TNI/POLRI dll), pengambilan keputusan pengungsian oleh aparat kelurahan, koordinasi Kelompok Masyarakat Siaga Bencana, tenang dan tidak panik. Dapat menjadi pelopor dalam penanggulangan bahaya bencana pada kawasan pesisir, kawasan daerah aliran sungai (DAS) maupun kawasan perbukitan rawan longsor khususnya kota Manado, Sulawesi Utara serta umumnya Negara Republik Indonesia yang rawan bencana.

B. Saran

Setelah mengamati permasalahan dari lokasi mitra guna mengantisipasi terhadap bahaya bencana baik di kawasan pesisir, kawasan daerah aliran sungai (DAS) maupun kawasan perbukitan rawan bencana longsor, maka hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- Ruang permukiman baik pada kawasan pesisir, kawasan daerah aliran sungai (DAS) serta kawasan perbukitan rawan longsor perlu penataan kembali sesuai dengan UU No 26 thn 2007 tentang Tata Ruang, Rencana Tata Ruang Wilayah serta peraturan daerah/kota melalui Bappeda atau Tata Kota Manado.
- Bagi masyarakat yang bermukim pada ruang permukiman rawan bencana terutama bagi masyarakat berpendapatan rendah perlu disediakan lokasi baru yang bebas dari ancaman bencana seperti diatas dengan fasilitas sarana dan prasarana/infra struktur yang memadai melalui pemerintah pemerintah kota Manado.
- Perlu adanya interfensi pemerintah dalam pemberian bantuan sosial untuk peningkatan pengetahuan masyarakat melalui pendidikan formal maupun informal/diklat ketrampilan, pemberian gizi tambahan bagi balita, ibu hamil masyarakat miskin. Dan juga perlu diberikan bantuan ekonomi yaitu melalui pemberian dana bergulir sebagai modal kewirausahaan bagi masyarakat yang belum mendapatkan pekerjaan tetap, sehingga masyarakat yang pada saat ini bermukim pada kawasan yang rawan bencana dalam waktu yang tidak terlalu lama dapat berswakelola/ merelokasi permukimannya pada kawasan yang aman dari ancaman bahaya bencana seperti tsunami, badai tropis, banjir dan tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, Undang-undang No. 26 Tahun 2007, tentang Tata Ruang
2. _____, Modul Khusus Komunitas Relawan & BKM PNPM MP, Penanggulangan Bencana

3. _____, BMKG Regional 10 Kota Manado, Materi Sosialisasi Penanggulangan Bencana Tahun 2010
4. _____, Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Sulawesi Utara, Materi Sosialisasi Penanggulangan Bencana Tahun 2010
5. Abimanyu Takdir Alamsyah (2010), Pemahaman Lingkungan Pesisir, Bahan Kuliah Program Aliansi Pasca Sarjana Departemen Arsitektur Universitas Indonesia dengan Universitas Sam Ratulangi.
6. Aca Sugandhy, (1998), Peraturan Perundungan Yang Terkait Dengan Pengelolaan Lingkungan Kawasan Pesisir dan Lautan Indonesia, Konferensi Nasional, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
7. Amiruddin Ahmad Dajaan Imani, (1998), Pengaturan Peranserta Masyarakat Dalam Penataan Ruang Kawasan Pesisir, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
8. Budi Prayitno, (1998), Pendekatan Regionalisme Ekologis Dalam Perencanaan Kawasan Kota Pantai Tropis Indonesia. Jurusan Teknik Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
9. Denny B. A. Karwur, (1988), Aspek Hukum dan Kelembagaan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut di Propinsi Sulawesi Utara, Konferensi Nasional, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
10. Endah Yuswarini, (1998), Strategi Perencanaan Tata Ruang Kawasan Wisata Bahari Potensi dan Pengembangannya. Pusat Penelitianan KLH, Lemlit ITS, Surabaya.
11. Hanny Poli, (2009), Penataan Ruang Kawasan Urban Menghadapi Dampak Pemanasan Global Studi Kasus Pusat Kota Manado, Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil V-2009 Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
12. Hanny Tangkudung, (2004), Dampak Pembangunan Jalan Tepi Pantai Manado Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat Nelayan Disekitarnya. Jurnal Ilmiah TEKNO, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
13. Jacub Rais, (1998), Strategi Pengelolaan Kawasan Pesisir Dan Laut Indonesia, Konferensi Nasional, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
14. L.A.J. Waworuntu-W, T. Sondakh, (1998) Peran Masyarakat Dalam Pengelolaan Lingkungan Kawasan Pesisir Di Kotamadya Manado. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Dan Sumber Daya Alam, Lemlit Universitas Sam Ratulangi Manado.
15. Otto S. R. Ongkosongo (1998), Teknologi Pengelolaan dan Pemanfaatan Kawasan Pesisir Dan Laut Indonesia, Konferensi Nasional, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
16. Pierre H. Gosal, (2004), Pengamatan Profil Pantai Dengan Metoda Waterpas Berbasis Masyarakat Pesisir Di Minahasa. Jurnal Ilmiah TEKNO, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.

Kajian Model Penataan Muara Sungai Perkotaan Berbasis Mitigasi Bencana.
Studi Kasus Muara Sungai Ranoyapo Kota Amurang Kabupaten Minahasa Selatan.

The Study of urban lower course structuring model based on disaster mitigation. The case study of river estuary Ranoyapo lower course Amurang city South Minahasa Regency.

Hendrik S. Suriandjo
Dosen Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur
Universitas Nusantara Manado

ABSTRAK

Keberadaan Kota Amurang sebagai jalur transit di topang oleh adanya rencana pengembangan pelabuhan Amurang yang lebih mempertegas ciri Amurang sebagai Kota Pantai. Daerah aliran sungai dan pesisir pantai sering dikategorikan sebagai daerah rawan bencana, karena peluang dan potensi terjadinya bencana banjir, penggerusan tanah dan pasang air laut, yang tentunya hal tersebut sering terjadi di muara sungai Ranoyapo. Dengan demikian, dalam penelitian ini penulis mencoba menemukan model penataan muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana, yang dapat menjadi model prototype penataan kawasan sejenis.

Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dan mengandung unsur kasualitatis (studi kasus) sehingga diarahkan pada pengembangan deskripsi lokasi kawasan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data kualitatif, data dikombinasikan dengan analisis SWOT untuk mendapatkan kekuatan, kelemahan, peluang dan kendala.

Hasil penelitian ini menunjukkan perlu dikembangkan model yang berkaitan dengan aspek fisik dasar kawasan, perumahan dan permukiman, utilitas dan prasarana lingkungan, manajemen mitigasi bencana dan hukum serta pengelolaan pembangunan kawasan, karena penyebab menurunnya kualitas lingkungan kawasan muara sungai dan pesisir pantai disebabkan aspek-aspek tersebut secara keseluruhan masih merupakan potensi yang belum dikembangkan.

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model-model yang ditemukan dalam penataan muara sungai berbasis mitigasi bencana sekaligus sebagai model prototype penataan kawasan sejenis ialah : (1) tanggul pengaman bantaran sungai, (2) jalur sirkulasi / jalan bantaran sungai, (3) konstruksi bangunan minimal 2 lantai, (4) peta mitigasi bencana, (5) menara pemantau banjir, (6) pintu air pengendali banjir, (5) menjadikan sungai sebagai bagian depan rumah / bangunan. Saran dalam penelitian ini ialah pengelolaan pembangunan kawasan perlu didukung oleh panduan pembangunan sebagai acuan dalam pengendalian pembangunan.

Kata Kunci : muara sungai, mitigasi, model prototype.

ABSTRACT

The location of Amurang as a transit town, there is a plan to develop a harbour in Amurang in order to strengthen its goal of becoming a beach town. Territory of the river and coastal area often to be category as sensitive of disaster territory, because the opportunity and this area is potential happen the disaster of flood, process of scraping down the ground and riptide of sea water, that's problem is always be happen in the river estuary of Ranoyapo. So that, in this research, the writer want to find structuring models of urban river estuary based on disaster mitigation, so that could be used as be prototype models structuring at kind areas.

The method used is a qualitative method and contain informal elements (Case study) in order to be aimed at the development of a description the local area. The data analysis technique applied in this research is a qualitative data

analysis; the data combined with a SWOT analysis to obtain strengths, Weaknes, Opportunitay and Thread.

Result of research shows needs to be develop on a model connected to the basic physical aspect of the area, housing and residences, utility and environmental infrastructure, disaster relief management as well as law and area deveploment management, that is cause degraded the quality environment area of river estuary and coastal area that whole of the aspecs still as potential that will not to develop.

This research can be concluded thaths models has been find in structuring the river estuary based on disaster mitigation, al at once to be prototype models at kind areas are : (1) dike floof plan of the river, (2) way on the road of the floof plan on the river, (3) minimal construction must be 2 floor, (4) road map of the disaster mitigation, (5) tower to observer the floods, (6) flood gate controlling, (5) make the river as in front of the house or building. Sugestion in this research are area building maintenance needs to be supported by a building guide as a referance for building control.

Key Word : River estuary, mitigation, prototype models.

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Keberadaan Kota Amurang sebagai jalur transit di topang oleh adanya rencana pengembangan pelabuhan Amurang yang lebih mempertegas ciri Amurang sebagai Kota Pantai. Daerah aliran sungai dan pesisir pantai sering dikategorikan sebagai daerah rawan bencana, karena peluang dan potensi terjadinya bencana banjir, penggerusan tanah dan pasang air laut, yang tentunya hal tersebut sering terjadi di muara sungai Ranoyapo. Data terakhir tahun 2000 memberi bukti dengan patahnya jembatan Ranoyapo dan seringnya terjadi banjir dan pasang air laut tiap tahunnya sangat menimbulkan permasalahan bahkan kecemasan terhadap masyarakat yang tinggal dan berdomisili di kawasan ini. Belum lagi diperburuk dengan keadaan bantaran sungai dan pesisir pantai yang dihiasi oleh rumah – rumah darurat dan tidak permanen semakin menambah buruk citra serta view kawasan sebagai daerah tepian yang sebenarnya memiliki potensi untuk dikembangkan. Oleh karenanya, diperlukan sebuah konsep penataan kota yang lebih spesifik dan dinamis terutama didaerah Muara sungai Kota Amurang, yang dapat berfungsi sebagai mitigasi bencana dan dapat mengakomodir konsep *waterfront city*, sekaligus dapat meningkatkan kualitas lingkungan baik kualitas fisik maupun nilai estetika visual ruang kota, mengoptimalkan keberadaan muara sungai sebagai bagian kota yang harus dipelihara keberadaannya, terutama dalam memenuhi kebutuhan air dan meningkatkan nilai estetis, wajah kota dan citra kota Amurang, serta berdampak secara signifikan terhadap perkembangan perekonomian kawasan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan fokus penelitian yang telah diuraikan dan ditetapkan diatas, maka yang menjadi fokus permasalahan dari penelitian ini ialah : bagaimana bentuk model penataan muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana, yang dapat menjadi model prototype penataan kawasan sejenis?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini ialah :

1. Menggali dan menemukan penyebab menurunnya aspek – aspek perancangan kota dalam pengaruhnya terhadap kualitas lingkungan kawasan muara sungai dan pesisir pantai.
2. Mengetahui manfaat, peran serta dan partisipasi masyarakat dalam penataan ruang muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana, khususnya dalam mengidentifikasi karakteristik kondisi eksisting lokasi penelitian.
3. Menemukan model penataan muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana, yang dapat menjadi model prototype penataan kawasan sejenis.

D. Manfaat Penelitian

Ada 2 (dua) manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1. Manfaat Praktis

Untuk menentukan konsep, model dan strategi penataan muara sungai berbasis mitigasi bencana dilokasi penelitian serta memberikan kontribusi aplikasi pemikiran untuk pengembangan manajemen perkotaan.

2. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis dari penelitian ini ialah untuk mengembangkan disiplin ilmu manajemen perkotaan terutama pada penerapan teori – teori dari perencanaan kota untuk mendapatkan model penataan muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penataan Muara sungai dalam konteks model

Model dipahami berbeda dengan pengertian teori dan Paradigma. Paradigma adalah sekumpulan hipotesa fundamental dan kritik-kritik tentang sesuatu dimana teori-teori dan model-model berkembang. Sedangkan teori dan model memiliki arti yang lebih spesifik. Teori , (formula, rumus, hukum) (*law, formula*) adalah untuk cendekiawan / ilmuwan / ahli / dll. Model adalah untuk penemu / perancang / pembuat / pengagas /dll. Model dan Sistem Merupakan satu Kesatuan yang tidak dapat dipisahkan.

B. Penataan Muara Sungai dalam Konteks Manajemen Perkotaan

Manajemen perkotaan (*urban management*) merupakan bagian dari penataan ruang sebagai pendekatan yang kontemporer untuk menganalisa permasalahan perkotaan sekarang ini. Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, menjelaskan bahwa tata ruang adalah wujud struktural dari pola penataan ruang, baik direncanakan maupun tidak. Ruang yang dimaksud meliputi ruang perairan (laut), ruang darat dan ruang angkasa (udara).

1. Elemen Perancangan Kota.

Menurut Shirvani (1985) ada 8 elemen yang perlu dikaji dalam suatu perancangan kota yaitu : Peruntukan Lahan (*Land use*), Bentuk dan Masa Bangunan (*Building form and Mass*, Sirkulasi dan Parkir (*Circulation and Parking*), Ruang Terbuka (*open Space*), Jalur Pejalan Kaki (*Pedestrian Ways*), Pendukung Kegiatan (*Activity Support*), Sistem Penanda (*Signage*) dan Preservasi (*Preservation*).

2. Jati diri Kota dan Citra Kota

Menurut Budihardjo (1997), jati diri kota dapat terbentuk berdasarkan gaya arsitektur bangunan, fungsi dan peranannya di dalam sistem perkotaan, nilai sosial budaya yang hidup dalam masyarakat, aspek kesejahteraan yang mewarnai semangat dan perilaku masyarakat, bahkan flora dan fauna yang mampu menampilkan ciri khusus serta menjadi kebanggaan masyarakat.

C. Penataan muara sungai dalam konteks *waterfront*

1. Pengertian dan Klasifikasi *Waterfront*

Istilah *Waterfront* adalah kawasan / bagian dari kota yang merupakan pertemuan air dan daratan dan area dalam kota yang dinamik.

2. Konsep Pengembangan *Waterfront*

Menurut Torre (1989) beberapa aspek kajian yang dapat membantu keberhasilan suatu pembangunan daerah-daerah tepian air yaitu : tema, image, pengalaman, fungsi, membentuk opini masyarakat, penilaian lingkungan, aspek teknologi, pembiayaan dan pengelolaan.

Menurut Ichsan (1993), di luar negeri pengembangan pembangunan di kawasan perairan memiliki ciri sebagai berikut :

1. Pembangunan kawasan *waterfront* dibangun menghadap/ berorientasi ke arah air.
2. Masyarakatnya benar-benar sudah sadar akan lingkungan dan menghargai keberadaan perairan tersebut (pembangunan tanpa mengubah alam yang ada).
3. Keberadaan *waterfront* dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk menambah kualitas lingkungannya, disamping untuk menikmati panorama dan pernambangan alam serta air sebagai latar depan yang indah dan sangat menyenangkan.
4. Diciptakan peraturan tertentu diantaranya : garis sempadan pantai, sungai dan danau guna menghindari kepemilikan pantai untuk kepentingan perorangan.

D. Penataan muara sungai dalam konteks pariwisata kota

Pariwisata kota (*urban tourism*) perlu dikembangkan karena sektor wisata menjanjikan keuntungan terhadap kota yang dapat meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD). Untuk itu perlu dikendalikan dan dijaga kualitas serta pemanfaatan lingkungan wisata kota, agar objek wisata dapat berjalan secara berkesinambungan. Pada dasarnya objek wisata merupakan ‘ruang terbuka’ yang dikonsumsi oleh masyarakat umum. Ruang yang dapat dimanfaatkan oleh segenap lapisan masyarakat, tidak memandang umur dan jenis kelamin dan memberikan kesempatan kepada berbagai jenis kegiatan, bisa digolongkan jenis ruang ini. Selain itu jaminan keamanan dan kenyamanan serta akses bebas untuk melakukan kegiatan rekreatif di dalamnya merupakan syarat mutlak untuk merangsang apresiasi manusia terhadap objek wisata.

E. Penataan muara sungai dan pesisir pantai dalam konteks hukum

Aturan umum mengenai sempadan pantai menyebutkan bahwa lebar garis sempadan pantai minimum adalah 100 meter diukur dari muka air tertinggi kearah darat (Keppres no. 32 tahun 1990 tentang pengelolaan kawasan lindung).

Pengelolaan kawasan sempadan sungai diatur dalam Kepmen Pekerjaan Umum 63/PRT/1993 pasal 6, tentang garis sempadan sungai.

Garis sempadan sungai bertanggul ditetapkan sebagai berikut:

- a. Garis sempadan sungai bertanggul diluar kawasan perkotaan, ditetapkan sekurang-kurangnya 5 (lima) meter di sebelah luar sepanjang kaki tanggul.
- b. Garis sempadan sungai bertanggul didalam kawasan perkotaan, ditetapkan sekurang-kurangnya 3 (tiga) meter di sebelah luar sepanjang kaki tanggul.

F. Penataan Muara Sungai dalam Konteks Peran serta masyarakat

Kata peran – serta berasal dari “*participation*”, yang menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia terbitan Balai Pustaka adalah “peran – serta”. Pendekatan Peran – Serta dapat diartikan sebagai pola pendekatan dalam proses pembangunan yang melibatkan berbagai pelaku, dalam suatu bentuk kemitraan dalam kesetaraan, dengan menerapkan sistem / ciri peran – serta. Masyarakat berperan serta sebagai

subyek pembangunan dan sekaligus sebagai objek dalam menikmati hasil pembangunan.

G. Penataan Muara Sungai dalam Konteks mitigasi bencana

1. Potensi Perjenis Bencana di Indonesia

Undang – undang no. 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, menjelaskan di lihat dari potensi bencana yang ada, Indonesia merupakan negara dengan potensi bahaya (*hazard potency*) yang sangat tinggi. Berbagai potensi bencana yang tersebutkan dalam Undang – undang di atas, tidak semuanya akan di bahas dan dalam penelitian ini lebih difokuskan pada bencana banjir. Banjir baik yang berupa genangan atau banjir bandang bersifat merusak.

2. Manajemen Mitigasi Bencana

Manajemen mitigasi bencana dapat ditempuh dengan beberapa cara sebagai berikut :

- a. Penguatan Institusi Penanganan Bencana
- b. Meningkatkan Kemampuan Tanggap Darurat
- c. Meningkatkan kepedulian dan kesiapan masyarakat pada masalah-masalah yang berhubungan dengan resiko bencana
- d. Meningkatkan keamanan terhadap bencana pada sistem infrastruktur dan utilitas
- e. Meningkatkan keamanan terhadap bencana pada bangunan strategis dan penting
- f. Meningkatkan keamanan terhadap bencana daerah perumahan dan fasilitas umum
- g. Meningkatkan keamanan terhadap bencana pada bangunan sekolah dan anak-anak sekolah
- h. Memperhatikan keamanan terhadap bencana dan kaidah-kaidah bangunan tahan gempa dan banjir dalam proses pembuatan konstruksi baru
- i. Meningkatkan pengetahuan para ahli mengenai fenomena bencana, kerentanan terhadap bencana dan teknik teknik mitigasi.
- j. Memasukan prosedur kajian resiko bencana ke dalam perencanaan tata ruang/ tata guna lahan
- k. Meningkatkan kemampuan pemulihan masyarakat dalam jangka panjang setelah terjadi bencana

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode yang digunakan

Metode yang digunakan adalah metode Deskriptif Kualitatif dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Fokus kajian pada perangkat yang bobot penilaian kualitatif jauh lebih besar dibandingkan penilaian kuantitatif.
2. Keterkaitan unsur subjektifitas manusia dalam penataan suatu model penataan ruang dalam kawasan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi ataupun tempat penelitian berada di Kota Amurang, khususnya Kecamatan Amurang, tepatnya di Kelurahan Ranoyapo dan Kelurahan Buyungon. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2008 sampai dengan Oktober 2008 dan berakhir pada bulan Juni 2009.

C. Lingkup dan Batasan penelitian

Penelitian saat ini hanya dibatasi pada kajian model Penataan muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana, tingkat partisipasi dan pemahaman masyarakat (*persepsi*) terhadap karakteristik kondisi eksisting sungai dan muara sungai perkotaan.

D. Metode Pengumpulan Data

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan sekunder.

1. Data Primer

Proses pengambilan data primer ditempuh melalui : Observasi langsung / pengamatan, wawancara kualitatif, pemetaan kawasan dan kuesioner.

2. Data sekunder

Diperoleh melalui instansi terkait seperti dari Bappeda Kota Amurang, BPS Amurang, Kantor Kecamatan Amurang, kantor kelurahan Ranoyapo dan kelurahan Buyungon.

E. Cara Pengambilan Sampel

Penelitian ini di ambil sampel dengan cara *purposive sampling*. Jumlah responden ± 53 Orang yang mewakili unsur – unsur dengan kategori :

1. Unsur Masyarakat

Unsur masyarakat ini terdiri atas :

- a. Masyarakat yang tinggal dan berdomisili di ring dalam lokasi penelitian.
Menetap dipinggir sungai / pada bantaran sungai lokasi penelitian diwakili responden sebanyak 37 (tiga puluh tujuh) orang.
- b. Masyarakat yang tinggal dan berdomisili di ring luar lokasi penelitian.
Menetap pada ring luar setelah jalan lingkungan lokasi penelitian diwakili responden sebanyak 10 (sepuluh) orang.

2. Unsur Legislatif Kota Amurang.

Diwakili oleh 1 (satu) orang responden.

3. Unsur Eksekutif / pemerintah Kota Amurang. Diwakili oleh 4 (empat) orang responden yang terdiri atas :

Dinas Bappeda , Dinas pekerjaan umum, Pemerintah Kelurahan, Pemerintah Kecamatan yang mewakili unsur Pemerintah Kabupaten Minahasa Selatan masing – masing 1 (satu) orang responden.

4. Unsur Organisasi kemasyarakatan dan pengusaha.

Terdiri atas Pengusaha Konsultan ataupun Kontraktor, diwakili oleh 1 (satu) orang responden.

F. Kriteria Aspek Penelitian

Aspek – aspek yang diteliti :

1. Aspek Fisik Dasar.

Aspek Fisik dasar dalam penelitian ini adalah menyangkut perencanaan tata ruang kota, maka analisis geomorfologi ini dikaitkan dengan peluang pemanfaatan dan pengendalian ruang kota. Pada analisis klimatologi dikaji mengenai aspek suhu, kelembaban, angin, curah hujan, radiasi matahari, dengan tujuan untuk mendapatkan kesesuaian fungsi-fungsi perkotaan terhadap karakter iklim kota.

2. Aspek Perumahan dan Permukiman.

Aspek perumahan permukiman dalam penelitian ini yakni amatan terhadap keberadaan rumah tinggal dari segi kualitas hunian dan kualitas lingkungan untuk dapat dipertahankan dan rekomendasi peningkatan kualitas perumahan sesuai standart yang baik sebagai model dalam penataan perumahan di muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana. Aspek perumahan dan permukiman ini juga akan di gali persepsi dan pemahaman masyarakat terhadap pengembangan konsep *waterfront city* pada lokasi penelitian.

3. Aspek Utilitas dan Prasarana Lingkungan.

Utilitas dan prasarana lingkungan dalam penelitian ini yakni amatan terhadap jenis infrastruktur (jangkauan pelayanan) seperti jaringan utilitas listrik, air dan persampahan serta rekomendasi untuk pemenuhan kebutuhan akan fasilitas ini. Utilitas dan prasarana yang diamati juga mencakup kemungkinan pengembangan sirkulasi sebagai elemen urban design yang dapat memberikan kekuatan kepada lingkungan kota. Bentuk, arus sirkulasi dan pola aktifitasnya harus dipadukan dengan sistem transportasi seperti jalan publik, pedestrian dan sistem transportasi yang menghubungkan pergerakan manusia (Salfira, 1995).

4. Aspek manajemen mitigasi bencana.

Aspek manajemen mitigasi bencana merupakan amatan terhadap fasilitas mitigasi bencana, tindakan – tindakan preventif untuk menjaga daerah muara (bantaran) sungai dan pesisi pantai di lokasi penelitian. Amatan dalam penelitian ini menyangkut : pemahaman terhadap mitigasi bencana, manajemen mitigasi bencana, fasilitas mitigasi bencana

5. Aspek Hukum dan pengelolaan pembangunan kawasan.

Aspek hukum dan pengelolaan pembangunan kawasan merupakan amatan terhadap tingkat pemahaman dan kesadaran hukum dari masyarakat dilokasi penelitian (pemahaman masyarakat tentang sempadan sungai, sedimentasi dan galian C), serta kesiapan supremasi hukum dari pemerintah Kabupaten Minahasa Selatan melalui pola penertiban dalam pelaksanaannya, serta produk kebijakan / peraturan pemerintah sebagai acuan pelaksanaan pembangunan.

G. Instrumen Penelitian

Patilima (2007) menyatakan bahwa penelitian kualitatif instrumen utamanya adalah peneliti sendiri, oleh karena itu peneliti sebagai instrumen juga harus “divalidasi” seberapa jauh peneliti kualitatif siap melakukan penelitian yang selanjutnya terjun kelapangan. Peneliti kualitatif sebagai *Human Instrument*, berfungsi menetapkan fokus penelitian, memilih informan sebagai sumber data, pengumpulan data, menilai kualitas data, analisis data, menafsirkan data dan membuat kesimpulan atas temuannya.

H. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data kualitatif, teknik analisis dilakukan selama di lapangan dengan menggunakan Teknik Analisis Model Interaktif menurut Miles dan Huberman. Pada model interaktif ini, reduksi data dan penyajian data memperhatikan data yang dikumpulkan, kemudian pada hasil akhir yaitu proses penarikan kesimpulan dan verifikasi.

Pada tahap Analisis data dipadukan dengan analisis SWOT, untuk memaksimalkan kekuatan (*Strengths*) dan peluang (*Opportunity*), namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*Weaknesses*) dan ancaman (*Threats*).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Rangkuman hasil penelitian

Hasil penelitian secara garis besar dapat dirangkum sebagai berikut :

1. Di tinjau dari aspek Fisik dasar kawasan

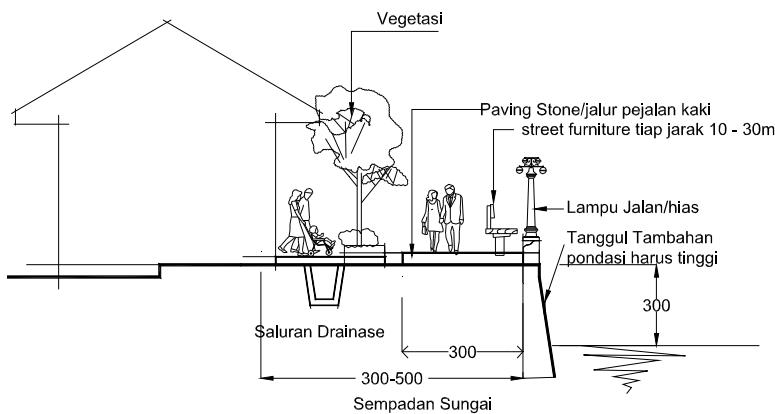
Konsep dan model aspek fisik dasar kawasan ialah sebagai berikut :

- a. Konsep penataan kawasan dalam bentuk tanggul pengaman bantaran sungai, *revitalisasi* (peremajaan kota) serta pengendalian pembangunan melalui pranata hukum yang jelas.
- b. Konsep tanggul pengaman bantaran sungai di buat sepanjang tepian sungai dengan bahan batu kali dan beton. Tinggi tanggul minimal 3 (tiga) meter dan daerah tanggul dimanfaatkan sebagai jalur sirkulasi.
- c. Konsep *revitalisasi* (peremajaan kota) diterapkan pada kawasan yang belum tertata dan cenderung terkesan kumuh, yaitu pada bagian sepanjang

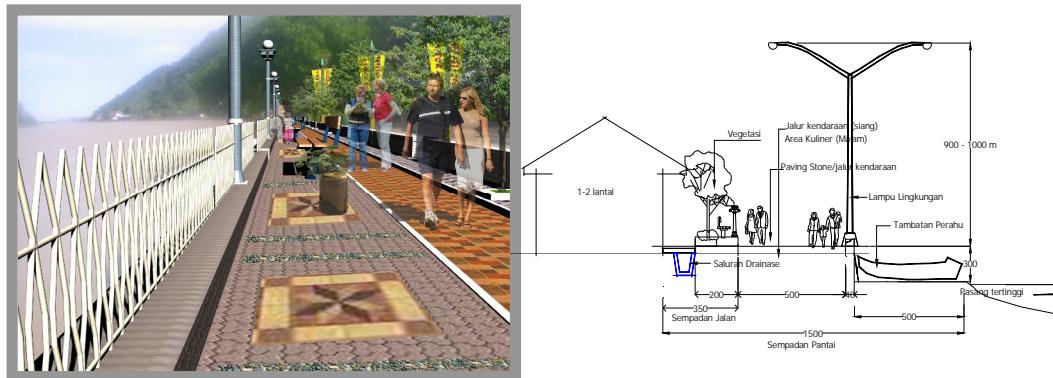
- bantaran sungai dan pesisir pantai, khususnya pada area pemukiman penduduk.
- d. Konsep pengendalian pembangunan melalui pranata hukum yang jelas diterapkan pada pembangunan baru di kawasan bantaran sungai dan pesisir pantai.

Tabel 1. Matriks analisis model fisik dasar kawasan ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori Model Standart	Model berdasarkan studi kasus
1	Model yang dapat dikembangkan untuk menjaga daerah fisik dasar muara sungai yaitu : tanggul beton dan tanggul bronjong dengan tinggi tanggul ialah 3 (tiga) meter. Tanggul pengaman difungsikan juga sebagai jalur inspeksi / sirkulasi bagi manusia dan kendaraan	Bangunan perlindungan tebing sungai yang selalu digunakan dalam teknik perlindungan konvensional adalah perkerasan tebing dengan pasangan batu isi atau kosong.	Tanggul bronjong
2	Tanah disekitar pemukiman harus ditinggikan agar dapat meminimalkan resiko rumah terendam air ketika banjir	Tanggul Pemecah ombak	Tanggul penahan tebing sungai
3	Model yang dapat dikembangkan untuk mengurangi dampak panas suhu dan kelembapan ialah menanam pohon di lokasi penelitian.	Penanaman dan penataan vegetasi, Pohon - pohon dan jenis vegetasi untuk perlindungan tebing yang paling tepat ialah dengan menggunakan tanaman - tanaman lokal (setempat).	Adanya Vegetasi / penghijuan di bantaran sungai, Pohon - pohon yang ditanam di bantaran sungai, untuk menjaga struktur tanah. (pohon palem).
4	Bentuk pengaman sungai bukan hanya dalam bentuk bangunan tanggul beton, namun dengan adanya penataan vegetasi, dapat dipilih dan ditentukan jenis vegetasi yang bermanfaat sebagai barier alami untuk mengurangi dampak erosi dan banjir	Adanya Normalisasi sungai	Adanya Normalisasi sungai
5	Membuat tempat – tempat peneduh (gazebo) di bantaran sungai dan mengganti material bahan atap seng dengan material yang lebih isolatif terhadap panas matahari, seperti (genteng dengan material zincalium, atau seng dengan bahan dasar alumunium).	Material atap yang tidak menghantarkan panas.	Material atap masih tergantung pemilik



Gambar 1. Model prototype Aspek fisik dasar Bantaran Sungai



Gambar 2. Model prototype Aspek fisik dasar Pesisir Pantai

2. Di tinjau dari aspek Perumahan dan pemukiman

Konsep dan model aspek ini diuraikan sebagai berikut :

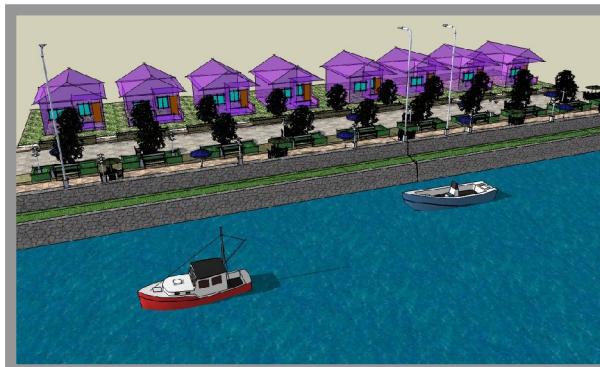
- Kualitas hunian.
 - Pembangunan baru harus memperhatikan jarak sempadan sungai
 - Kontruksi bangunan harus dibuat bertingkat, minimal 1 – 2 lantai.
- Kualitas Lingkungan
 - Penataan perumahan dengan pengaturan KDB = 50 - 60%, KLB = 1 - 2 lantai, KDH= 10 - 30 %.
 - Kepadatan rumah maksimal 20 - 22 buah rumah / hektar
- Pengembangan waterfront city
 - Bangunan yang akan dibangun baru harus menghadap ke air (menjadikan sungai dan pantai sebagai daerah depan).

Tabel 2. Matriks analisis model perumahan dan pemukiman ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
A. Kualitas Hunian			
1	Model perumahan dan permukiman ialah dengan konstruksi permanen, dengan ketinggian 1 - 2 lantai.	Sempadan sungai diatur 5 meter dari dinding terluar tangul	Perumahan dengan ketinggian 1 - 2 lantai.

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
2	Konstruksi bangunan di lokasi penelitian, khususnya di daerah bantaran sungai dan pesisir pantai minimal memiliki konstruksi semi permanen dan permanen.	Membangun bangunan yang konstruksinya tahan banjir.	
3	Bahan atap terbuat dari alumunium , genteng metal, minimal yang bisa mereduksi panas suhu dan radiasi matahari.	Memberikan petunjuk teknis/praktis untuk bangunan sederhana yang tahan gempa, rumah sangat sederhana, bangunan sederhana lainnya	
4	Membongkar dan merelokasi bangunan perumahan yang tidak layak huni dan tidak memiliki status yang jelas.	Menekankan peraturan-peraturan melalui sistem perizinan dalam mendirikan bangunan	
5	Agar view kawasan perumahan bantaran sungai menjadi lebih baik, maka tidak dibenarkan adanya bahan atap dari rumbia / katu, dan dinding dari bahan gedek / pitate.	Penyesuaian desain bangunan di daerah banjir harus tahan terhadap banjir dan dibuat bertingkat	
B. Kualitas Lingkungan			
1	Penataan perumahan dengan pengaturan KDB, KLB dan KDH yang optimal agar dapat menciptakan suatu kawasan perumahan yang asri dan tertata dengan baik.	KDB = 50 - 60%, KLB = 1 - 2 lantai, KDH= 10 - 30 %	KDB = 70 - 90%
2	Bagian depan bangunan harus menghadap kesungai dan pesisir pantai, untuk mendukung konsep waterfront city.	Pembangunan permukiman dan fasilitas utama lainnya menghindari daerah rawan bencana.	KDB = 70 - 90%
3	Pemerintah dengan tegas menindak dan mengatur bangunan yang tidak memiliki status tanah yang jelas.	Pembangunan rumah yang tahan terhadap bahan banjir, melakukan pemadatan tanah di sekitar perumahan	KLB = 1 - 2 lantai
4	Membongkar dan merelokasi bangunan perumahan yang kumuh.	Kepadatan maksimal 20 - 22 buah rumah per hektar (standart WHO).	
5	Pola penataan bangunan dengan rumah menghadap kesungai (menjadi daerah depan).	Bangunan umumnya kedap air	KDH= 10%
6	Pembangunan di muara sungai perlu dikendalikan dengan kepadatan sesuai standart yang optimal berkisar 80 sampai dengan 90 Jiwa / ha atau sekitar 20 sampai	Desain bangunan rumah tahan banjir (material tahan air, pondasi kuat).	

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
	dengan 23 buah rumah per ha (standart WHO).		
C.	Pengembangan Waterfront city		
1	Pola dan model penataan bangunan di muara sungai dan pantai berbasis mitigasi bencana harus memasukan konsep <i>waterfront city</i> .	Bangunan sungai menghadap sungai	Bangunan menghadap sungai
2	Perumahan dan pemukiman harus menghadap kesungai dan pesisir pantai, guna menjadikan sungai dan pantai sebagai bagian depan bangunan, guna mengembangkan konsep <i>waterfront city</i> di lokasi penelitian.	Tanggul bantaran sungai dimanfaatkan sebagai jalur sirkulasi kendaraan sebagai magnet aktifitas untuk lingkungan sekitar.	Tanggul bantaran sungai dimanfaatkan sebagai jalur sirkulasi kendaraan untuk merubah image serta view masyarakat terhadap tepian sungai.



Gambar 3. Model prototype Aspek Perumahan Pemukiman

3. Di tinjau dari aspek Utilitas dan Prasarana lingkungan.

Konsep dan model aspek ini terbagi dalam beberapa bagian berikut ini :

a) Fasilitas lingkungan

- 1) Harus ada peta Lokasi pengungsian dan relokasi ketika terjadi bencana,

b) Listrik dan air bersih

- 1) Tiap jalan lingkungan harus memiliki penerangan berupa lampu jalan.

c) Jalan dan pedestrian

- 1) Membuka jalur sirkulasi tembusan dari pesisir pantai menuju kebantaran sungai.

- 2) Memanfaatkan letak tanggul pengaman sekaligus sebagai jalur sirkulasi bagi manusia dan kendaraan.

b. Drainase dan saluran air

- 1) Perlu adanya perbaikan dan pemeliharaan saluran drainase yang tertimbun dengan tanah.

- 2) Saluran – saluran air yang ada perlu ditutup dengan plat beton (faktor keamanan) namun perlu juga dibuat *main hole*.

- 3) Tiap rumah harus memiliki sumur resapan sendiri, guna mengurangi beban dari saluran drainase lingkungan.

c. Persampahan

- 1) Perlu dibuat TPS (tempat sampah sementara) lingkungan dan fasilitas sampah lainnya
 - 2) Perlu dibuat larangan yang ditempatkan di bantaran sungai dan pesisir pantai tentang larangan untuk tidak membuang sampah ke sungai dan pesisir pantai.
- d. Vegetasi
- 1) Model sirkulasi di bantaran sungai dan pesisir pantai harus menyisakan ruang untuk penghijauan dan daerah vegetasi minimal 1 meter.

Tabel 3. Matriks analisis model fasilitas lingkungan ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
A. Fasilitas Lingkungan			
1	Memanfaatkan lapangan dilokasi penelitian sebagai fasilitas mitigasi bencana (daerah relokasi dan pengungsian), disamping itu juga memaksimalkan fasilitas - fasilitas lingkungan yang ada sebagai unsur pendukung fasiitas mitigasi bencana.	Peta Lokasi pengungsian dan relokasi, dan memanfaatkan lapangan sebagai fasilitas mitigasi bencana.	Ada peta lokasi dan tempat pengungsian.
2	Perlu dibuat peta mitigasi bencana untuk memperkuat fungsi dan kedudukan dari fasilitas lingkungan (lapangan dan fasilitas kesehatan) sebagai bagian dari mitigasi bencana.	Pembangunan tempat-tempat evakuasi yang aman di sekitar daerah pemukiman. Tempat/bangunan ini harus cukup tinggi dan mudah diakses untuk menghindari ketinggian air banjir.	Lapangan sebagai daerah relokasi dan pengungsian.

Tabel 4. Matriks analisis model listrik dan air bersih ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
B. Listrik			
1	Menata dan menindak lanjuti rumah – rumah penduduk yang hanya menumpang listrik dari tetangga.	Jalan lingkungan memiliki lampu penerangan	Bantaran sungai memiliki lampu jalan
2	Pemberlakuan pola penerangan lingkungan secara swadaya di lokasi penelitian (minimal di depan rumah).	Pembangunan infrastruktur harus kedap air	
3	Daerah bantaran sungai diadakan penerangan lingkungan baik oleh pemerintah maupun secara swadaya.	Melakukan penilaian kerentanan terhadap bencana secara lebih terperinci pada infrastruktur dan jaringan utilitas	Bantaran sungai memiliki fasilitas penerangan.
4	Tiap jalan lingkungan		

	harus penerangan lampa jalan.	memiliki berupa	
C.	Air Bersih		
1	Peningkatan kualitas dan kuantitas pelayanan PDAM	PDAM perlu meningkatkan efisiensi dengan diberikannya wewenang penuh agar mampu membuat keputusan/kebijakan sendiri dalam penanganan permasalahan PDAM.	Masyarakat masih menggunakan air sumur.
2	Perlu dibuat aturan tentang pemanfaatan air dangkal untuk sumur dibantaran sungai (sumur dangkal di bantaran sungai), karena dapat menganggu struktur tanah .	Menjaga kandungan air, baik air permukaan maupun air tanah.	

Tabel 5. Matriks analisis model jalan ditinjau dari persepsi, model standart
dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
D.	Jalan		
1	Meningkatkan kualitas jalan utama dan lingkungan lewat perbaikan dan pemeliharaan yang lebih baik.	Jalan mulai diperhatikan untuk pejalan kaki dengan pemisahan yang jelas antara pejalan kaki dengan kendaraan.	Jalan dibantaran / tepian sungai untuk kendaraan dan pejalan kaki.
2	Membuka jalur sirkulasi tembusan dari pesisir pantai menuju kebantaran sungai, sebagai upaya untuk menjadikan daerah bantaran sungai sebagai daerah depan .	Jalan lokal sekunder, ruas jalan yang menghubungkan kawasan – kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga dan seterusnya.	Jalan dimanfaatkan sebagai usaha ekonomi masyarakat.
3	Manfaatkan letak tanggul pengaman sekaligus sebagai jalur sirkulasi manusia dan kendaraan.	Daerah sempadan sungai perlu dibuat jalur inspeksi.	Jalan bantaran sungai sebagai sirkulasi bagi manusia dan kendaraan.
4	Menata pola sirkulasi agar lebih teratur lagi sebagai sarana evakuasi ketika terjadi bencana.	Daerah Manfaat Jalan, ialah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman ruang tertentu yang diperuntukkan bagi median (jalur pemisah), perkerasan jalan, bahu jalan, jalur pemisah, trotoar, lereng, ambang pengamanan, dan saluran tepi jalan.	Bahan material jalan dari bahan <i>paving stone</i> (tidak menimbulkan panas).
		Daerah milik jalan, ialah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu yang dikuasai	

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
		oleh pembina jalan. Ada kemungkinan Daerah Milik Jalan lebih besar dari Daerah Manfaat Jalan, suatu keadaan dimana lebar jalan belum dibuka sepenuhnya dan masih memerlukan pelebaran dimasa yang akan datang.	
5	Bentuk dan desain jalan (menyediakan tempat parkir perahu) setidaknya dapat mengakomodasi kehidupan masyarakat yang masih memanfaatkan pantai sebagai sumber mata pencaharian (nelayan).	Daerah pengawasan jalan sering dijabarkan dalam peraturan garis sempadan bangunan, yaitu suatu garis dimana seseorang atau badan hukum dapat mendirikan bangunan sesuai dengan ketentuan izin membangun.	Jalur sungai dimanfaatkan sebagai alternatif sirkulasi.

Tabel 6. Matriks analisis model pedestrian ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
E	Trotoar dan pedestrian		
1	Meningkatkan kualitas dan akses jalan lingkungan dengan membangun trotoar dan pedestrian; memanfaatkan daerah bantaran sungai sebagai ruang publik dengan memasukkan unsur <i>city walk</i> guna menjadikan bantaran sungai dan pesisir pantai sebagai daerah depan.	Trotoar sebagai ruang publik dengan ruang yang lebar, aktifitas publik tercipta dengan suasana ruang seperti ini.	Jalur jalan di bantaran sungai, dimanfaatkan juga sebagai pedestrian.
2	Letak pedestrian akan dikombinasikan dengan melihat rencana penataan dan pengembangan jalur sirkulasi pinggiran sungai dan pesisir pantai (di atas tanggul pengaman); Membuat pola tekstur pada pedestrian, trotoar dan jalan bantaran sungai untuk meningkatkan kualitas pedestrian.	Dapat menumbuhkan aktivitas yang sehat sehingga mengurangi kerawanan kriminal, merangsang berbagai kegiatan ekonomi, merupakan daerah yang menarik untuk kegiatan sosial, perkembangan jiwa dan spiritual seperti rekreasi, tegur sapa, dll, meghadirkan suasana	Material pedestrian ialah paving stone, di tepian ada pembatas berwarna sendiri yang di pasang tegak lurus paving stone utama.

Tabel 7. Matriks analisis model drainase dan saluran air ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
	F. Drainase dan saluran air	Sistem jaringan drainase didalam wilayah kota umumnya dibagi atas 2 bagian yaitu drainase mayor dan drainase minor. Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran / badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (catchment area). Sistem ini biasanya menampung aliran air yang berskala besar dan luas. Pada dasarnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (major sistem) yang merupakan penghubung antara drainase dan pengendalian banjir. Drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan dimana sebagian besar didalam wilayah kota. Termasuk dengan sistem drainase mikro ialah : saluran sepanjang sisi jalan, saluran air hujan disekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya, dimana debit airnya tidak terlalu besar. Dari segi konstruksinya sistem saluran / drainase mikro dapat dibedakan atas dua bagian yaitu : sistem saluran tertutup dan sistem saluran terbuka.	Bentuk saluran drainase yang ada adalah segi empat.
1	Bentuk drainase segi empat, distribusi saluran drainase harus merata dan mencapai seluruh lokasi penelitian.		Saluran drainase yang ada konstruksinya ada yang terbuka dan tertutup, namun memiliki manhole sebagai kontrol apabila penuh / tersumbat.
2	Perlu adanya perbaikan dan pemeliharaan saluran drainase yang tertimbun dengan tanah.		
3	Tidak perlu ada perubahan volume saluran drainase karena telah cukup.	Bentuk dan model saluran tertutup ialah berbentuk : Lingkaran, bulat telur dan segi empat / persegi panjang. Bentuk dan model saluran terbuka ialah berbentuk : Trapesium, kombinasi trapesium dengan segi empat, kombinasi trapesium dengan setengah lingkaran, segi empat, kombinasi segi empat dengan setengah lingkaran	Bentuk saluran drainase yang ada adalah segi empat.

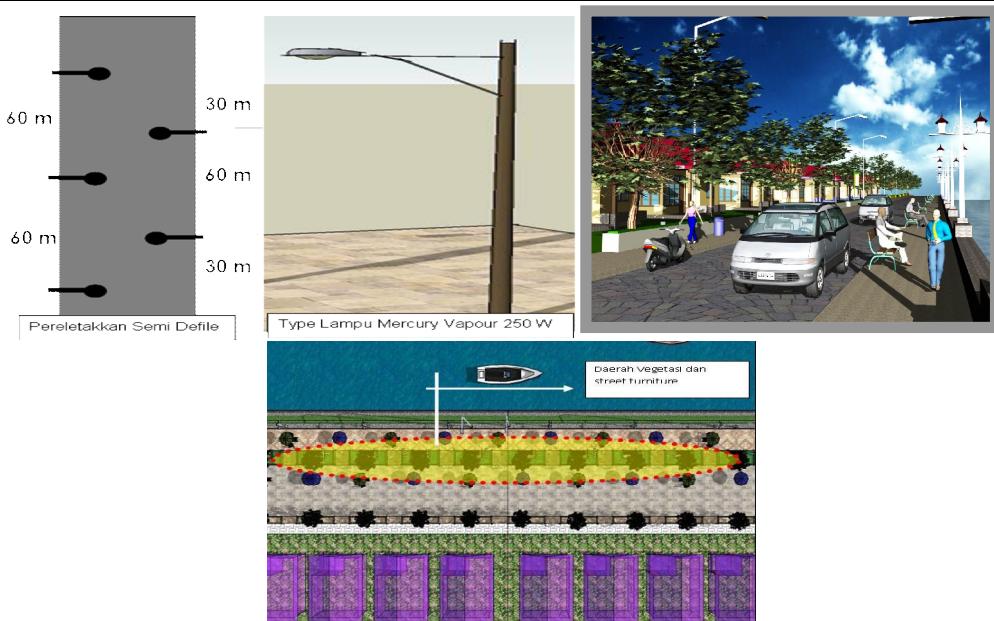
No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
4	Saluran – saluran air yang ada perlu ditutup dengan plat beton (faktor keamanan), namun perlu juga dibuat <i>main hole</i> , atau lubang kontrol pada tiap jarak beberapa meter, untuk memudahkan dalam pemeliharaan.	Pengerukan sungai, pembuatan sudutan sungai baik secara saluran terbuka maupun dengan pipa atau terowongan dapat membantu mengurangi resiko banjir	Arah saluran drainase di arahkan menuju ke sungai.
5	Tiap rumah harus memiliki sumur resapan sendiri, guna mengurangi beban dari saluran drainase lingkungan.	Pembangunan pembuatan saluran drainase dan tiap rumah harus memiliki sumur resapan sendiri	Tiap rumah belum memiliki resapan sendiri.

Tabel 8. Matriks analisis model fasilitas persampahan ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
G.	Fasilitas persampahan		
1	Perlu dibuat larangan yang ditempatkan di bantaran sungai dan pesisir pantai tentang larangan untuk tidak membuang sampah ke sungai dan pesisir pantai.	Kebutuhan bin/tong sampah : 1 rumah = (5 – 6) orang Produksi sampah = (2-3) lt/orang/hari 1 bin volume (40 – 60) lt melayani 2 rumah Operasional pengangkutan = 1 rit/hari	Dibantaran sungai diletakkan tempat sampah.
2	Perlu adanya dibuat TPS (tempat sampah sementara) lingkungan dan fasilitas sampah lainnya. Hal ini sependapat dengan pilihan responder, dapat dilihat pada tabel 125, sebanyak 23 orang (43,40%) responden memilih jawaban ini.	Kebutuhan gerobak : 1 gerobak volume 1 m ³ melayani 1000 orang, dengan kompaksi sampah 0,5 ton/m ³ . Operasional pengangkutan dilakukan (2 – 3) rit/hari	Adanya larangan untuk tidak membuang sampah kesungai.
3	Kinerja dari petugas kebersihan harus ditingkatkan.	Kebutuhan TPS : 1 TPS volume 6 m ³ melayani 400 jiwa. Operasional pengangkutan dilakukan (2 – 3) rit/hari.	
4	Kendaraan sampah harus bisa masuk sampai di lokasi penelitian (bantaran sungai dan pesisir pantai). Sependapat dengan harapan masyarakat terhadap tindakan untuk mengurangi masalah persampahan dalam tabel 125, sebanyak 25 orang (47,17%) responden memilih jawaban ini.	Kebutuhan Alat angkut : 1 dump truk volume 8 m ³ melayani 8000 orang dengan kompaksi sampah sampai dengan 0,5 ton/m ³	Kendaraan sampah masuk sampai daerah bantaran sungai.

Tabel 9. Matriks analisis model vegetasi ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
H.	<i>Vegetasi</i> Perlu adanya vegetasi pengarah dan pelindung (erosi dan banjir) di bantaran sungai, sebagai bagian dari mitigasi bencana dan konsep <i>waterfront city</i> . Memperbanyak pohon – pohon pelindung guna meminimalisir dampak erosi dan bair, disamping manfaatnya untuk mentralisir kondisi suhu, angin dan radiasi matahari yang mengakibatkan iklim menjadi panas.	Penghijauan dengan tanaman yang sistem perakarannya dalam	Disediakan tempat untuk vegetasi dalam
1			
2		Penanaman mangrove serta tanaman lainnya sepanjang garis pantai meredam gaya air pasang air laut	Penguatan tebing sungai dikombinasikan dengan pohon - pohon.
3	Model sirkulasi di bantaran sungai dan pesisir pantai harus menyisakan ruang untuk penghijauan dan daerah vegetasi.		



Gambar 4. Model prototype Aspek Utilitas dan Prasarana lingkungan.

4. Di tinjau dari aspek Manajemen *mitigasi* bencana.
 Konsep dan model penataan aspek ini ialah :
 a) Periodik banjir
 - (1) Harus ada peta rawan bencana, berdasarkan periodik banjir (tiap 1 tahun dan jangka panjang 25 – 30 tahun).
 - (2) Dibuat tanggul pemecah ombak, di pesisir pantai untuk mengurangi bencana akibat pasang air laut.

- b) Pemahaman mitigasi bencana
 - (1) Perlu adanya Sosialisasi tentang *mitigasi* bencana
 - c) Manajemen *mitigasi* bencana
 - (1) Sosialisasi dan pelatihan mitigasi bencana wajib dilakukan.
 - (2) Informasi peringatan dini ketika akan terjadi bencana.
 - (3) Harus ada penunjuk arah menuju lokasi pengungsian.
 - d) Fasilitas *mitigasi* bencana
 - (1) Harus dibuat peta *mitigasi* bencana (jalur evakuasi)
 - (2) Perlu dibuat tanggul pengaman di bantaran sungai dan pemecah ombak di pesisir pantai.
 - (3) Harus dibuat pintu pengontrol muka air sungai
 - (4) Perlu adanya pos / menara pemantau banjir
5. Di tinjau dari aspek Hukum dan pengelolaan pembangunan kawasan.
Konsep dan model aspek ini diuraikan sebagai berikut :
- a) Sempadan sungai
 - 1) Penerapan sempadan sungai dalam perkotaan 3 – 5 meter dari titik terluar tanggul dan pada pesisir pantai diambil 10 – 15 meter dari titik terluar tanggul / area parkir perahu.
 - 2) Sosialisasi dalam bentuk Signage dengan himbauan kalimat yang mudah dipahami.
 - b) Pola penertiban dan produk kebijakan peraturan pemerintah
 - 1) Pengendalian pembangunan melalui intensitas pemanfaatan lahan : KDB = 50 - 60%, KDH = 10 – 30% dan KLB = 1 - 2 lantai.
 - 2) Perlu dibuatkan aturan khusus berupa PERDA pemanfaatan muara sungai. Sebagai pengendali pembangunan muara sungai berupa pranata - pranata hukum (tegas dan konsisten).

Tabel 10. Matriks analisis model periodik banjir dan pemahaman mitigasi bencana ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
A. Periodik Banjir			
1	Peta rawan bencana, berdasarkan periodik banjir.	Pengawasan penggunaan lahan dan perencanaan lokasi untuk menempatkan fasilitas vital yang rentan terhadap banjir pada daerah yang aman.	
2	Konsep penanggulangan mitigasi bencana ketika terjadi banjir tahunan (tiap satu tahun). Berupa peta mitigasi bencana periodik satu tahun.	Memberikan laporan sesegera mungkin jika mengetahui tanda-tanda akan terjadinya banjir dan pasang air laut.	
3	Konsep pengelolaan preventif untuk mengantisipasi periodik banjir jangka panjang (25 – 30 tahun) berupa peta mitigasi bencana tiap periodik tersebut.	Tingkat kerawanan diketahui secara dini, dapat dilakukan antisipasi jika sewaktu-waktu terjadi bencana, akan memudahkan penyelamatan.	
4	Konsep preventif mitigasi bencana pada daerah hulu sungai.	Pemantauan di daerah vital dan strategik secara jasa dan ekonomi dilakukan di beberapa kawasan rawan bencana.	
5	Dibuat tanggul pemecah ombak, di pesisir pantai untuk mengurangi bencana akibat pasang air laut.		Ada peta rawan bencana banjir, namun tidak terbagi periodik banjir.

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
	B. Pemahaman tentang mitigasi bencana		
1	Sosialisasi tentang mitigasi bencana wajib untuk dilakukan.	Penyebaran informasi dilakukan dengan cara: memberikan poster dan leaflet kepada Pemerintah Kabupaten/Kota dan Propinsi yang rawan bencana.	Masyarakat mengetahui tentang mitigasi bencana
2	Harus ada publikasi oleh pemerintah Kecamatan dan Kelurahan tentang mitigasi bencana di lokasi penelitian.	Memberikan informasi ke media cetak dan elektronik tentang kebencanaan adalah salah satu cara penyebaran informasi.	

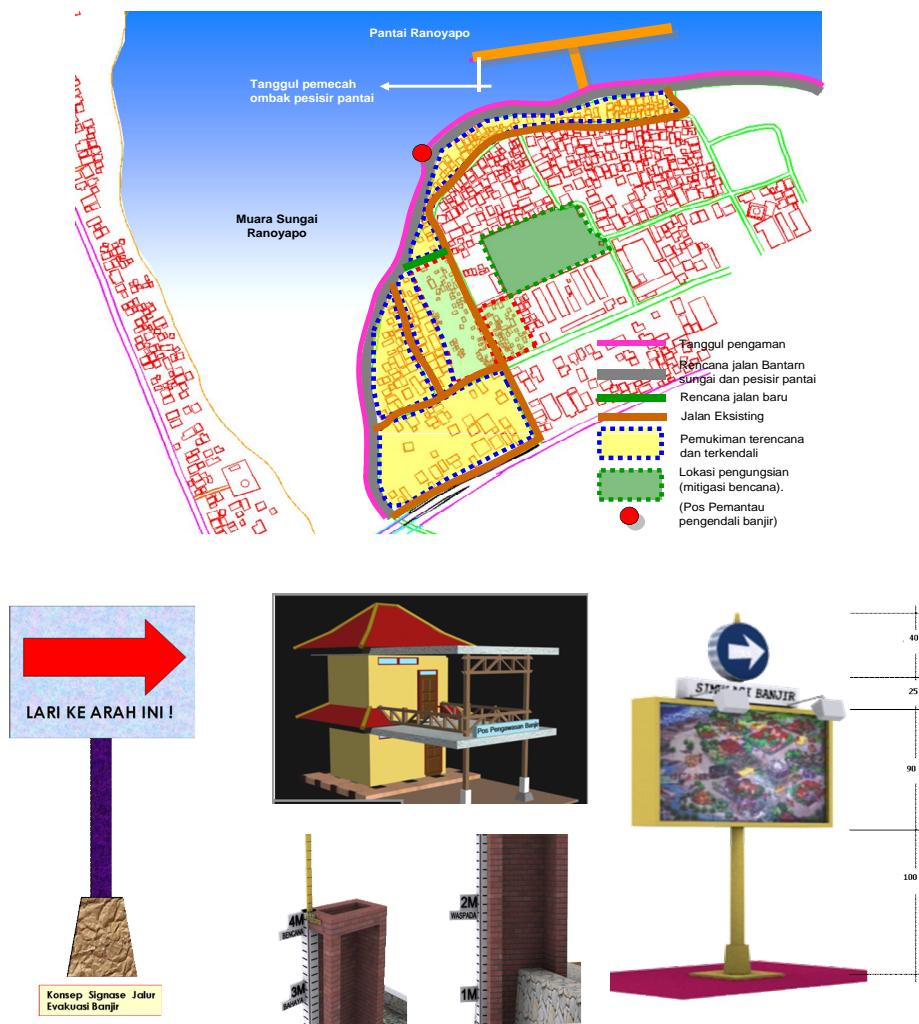
Tabel 11. Matriks analisis model manajemen mitigasi bencana ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
	C. Manajemen mitigasi bencana		
1	Informasi peringatan dini ketika akan terjadi bencana dalam bentuk sirene, pengeras suara, lonceng gereja, bedug mesjid dan tetengkoran (alat bunyi tradisional yang dibunyikan).	Peringatan dini dimaksudkan untuk memberitahukan tingkat kegiatan hasil pengamatan secara kontinyu di suatu daerah rawan dengan tujuan agar persiapan secara dini dapat dilakukan.	
2	Harus ada penunjuk arah menuju lokasi pengungsian berupa tanda penunjuk arah (tanda – tanda jalan / signse) yang mengarahkan ke lokasi relokasi / pengungsian (lapangan kosong). Daerah pengungsian perlu dilengkapi dengan bangunan fasilitas mitigasi bencana sebagai fasilitas utama (kesehatan, dapur umum, dsb).	Peringatan dini disosialisasikan kepada masyarakat melalui pemerintah daerah dengan tujuan memberikan kesadaran masyarakat dalam menghindarkan diri dari bencana. Peringatan dini dan hasil pemantauan daerah rawan bencana berupa saran teknis dapat berupa antara lain pengalihan jalur jalan (sementara atau seterusnya), pengungsian dan atau relokasi, dan saran penanganan lainnya.	Ada peringatan dini berupa sirene dan pengeras suara
3	Jalur sirkulasi ketika bencana lebih di perjelas kedudukannya oleh pemerintah melalui informasi peta mitigasi, menetralalkan jalur tersebut terhadap bangunan atau benda – benda yang bisa menghambat jalur evakuasi.	Sosialisasi dan penyuluhan tentang segala aspek kebencanaan kepada SATKORLAK PB, SATLAK PB, dan masyarakat bertujuan meningkatkan kewaspadaan dan kesiapan menghadapi bencana jika sewaktu-waktu terjadi.	Ada peringatan dini berupa sirene dan pengeras suara
4	Sosialisasi dan pelatihan mitigasi bencana wajib dilakukan.	Pelatihan difokuskan kepada tata cara pengungsian dan penyelamatan jika terjadi bencana. Tujuan latihan lebih ditekankan pada alur	Sering dilakukan sosialisasi dan pelatihan mitigasi bencana.

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
5	Fasilitas – fasilitas mitigasi yang ada tersebut harus disosialisasikan dan dibuat pelatihan, supaya masyarakat menjadi terbiasa.	<p>informasi dan petugas lapangan serta masyarakat sampai ke tingkat pengungsian dan penyelamatan korban bencana.</p> <p>Pembangunan tembok penahanan dan tanggul di sepanjang sungai, tembok laut sepanjang pantai yang rawan bencana akan sangat membantu untuk mengurangi bencana banjir.</p>	Sering dilakukan sosialisasi dan pelatihan mitigasi bencana.

Tabel 12. Matriks analisis model fasilitas mitigasi bencana ditinjau dari persepsi, model standart dan studi kasus

No.	Model berdasarkan persepsi	Teori model standart	Model berdasarkan studi kasus
1	D. Fasilitas mitigasi bencana Harus dibuat peta mitigasi bencana. Sistem informasi peringatan dini harus jelas dan diadakan di lokasi penelitian, berupa sirene, pengeras suara ditambah dengan bunyi lonceng gereja, bedug mesjid dan tetengkoran.	Langkah pertama dalam strategi mitigasi ialah melakukan pemetaan daerah rawan bencana. Peta rawan bencana tersebut sangat berguna bagi pengambil keputusan terutama dalam antisipasi kejadian bencana alam.	Ada peta mitigasi bencana
2	Media penyampaian informasi dini dapat memaksimalkan media modern (sirene dan pengeras suara) dan juga media tradisional (lonceng gereja, tetengkoran, dsb).	Pembangunan Sistem Peringatan Dini banjir.	Ada sistem informasi peringatan dini berupa sirene dan pengeras suara.
3	Perlu dibuat tanggul pengaman di bantaran sungai dan pemecah ombak di pesisir pantai.	Bentuk peringatan dini berupa : sirene dan pengeras suara.	Ada tanggul pengaman bantaran sungai berupa bronjong.
4	Harus dibuat pintu pengontrol muka air sungai, untuk mengontrol posisi muka air dan status banjir dilokasi penelitian.	Pembuatan tembok penahan dan tembok pemecah ombak untuk mengurangi energi ombak jika terjadi badai atau padang air laut untuk daerah pantai.	Ada pintu pengontrol muka air sungai
5	Perlu adanya pos / menara pemantau banjir di lokasi penelitian	Menara dan pos pemantau banjir sebagai pusat informasi bencana.	Ada Pos/menara pemantau banjir



Gambar 57. Model Prototype Aspek Mitigasi Bencana

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Aspek – aspek perancangan kota meliputi aspek fisik dasar kawasan, perumahan dan permukiman, utilitas dan prasarana lingkungan, manajemen *mitigasi* bencana dan hukum serta pengelolaan pembangunan kawasan secara keseluruhan masih merupakan potensi yang belum dikembangkan sebagai satu kesatuan dalam usaha meningkatkan kualitas lingkungan muara sungai dan pesisir pantai, serta dapat meminimalisir bencana (*mitigasi* bencana) sekaligus sebagai komoditi yang menunjang wisata kota.
2. Peran serta dan partisipasi masyarakat sangat besar manfaat dan peranannya dalam mengidentifikasi karakteristik kondisi eksisting kawasan muara sungai. Hasil identifikasi melalui kuisioner merupakan data primer yang sangat penting untuk dapat menganalisis potensi, permasalahan, peluang pengembangan dan kendala yang dihadapi dalam pembentukan konsep, model dan strategi penataan muara sungai berbasis mitigasi bencana.
3. Model yang harus di buat dalam penataan muara sungai perkotaan berbasis mitigasi bencana sekaligus sebagai model prototype penataan kawasan

sejenis (lihat gambar 1) ialah :

- a. Tanggul pengaman bantaran sungai
- b. Jalur sirkulasi / jalan bantaran sungai
- c. Konstruksi bangunan minimal 1 – 2 lantai
- d. Peta mitigasi bencana dan penanda arah evakuasi
- e. Menara pemantau banjir
- f. Pintu air pengendali banjir
- g. Menjadikan sungai sebagai bagian depan Rumah / bangunan

B. Saran

Saran yang bersifat rekomendasi dalam penataan dan pengembangan kawasan muara sungai sebagai bagian dari *mitigasi bencana* dan *waterfront city* di antaranya:

- 1. Penataan muara sungai berbasis mitigasi bencana harus didukung dengan *action plan* pembangunan dan penataan kawasan
- 2. Penataan kawasan muara sungai perkotaan dan pesisir pantai harus dijadikan prioritas utama dalam pembagunan infrastruktur kawasan.
- 3. Perlu melibatkan masyarakat dalam usulan rencana pengembangan dan penataan pembangunan ke depan. Pengembangan kawasan dititik-beratkan pada pengembangan sosio ekonomi masyarakat kota serta peningkatan kualitas lingkungan fisik kawasan muara sungai Ranoyapo dan pesisir pantai.
- 4. Pengembangan infrastruktur harus ada keserasian penanganan secara spasial, sektoral, dan antar pemangku kepentingan (publik, swasta, dan masyarakat).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 1990. Keputusan Presiden No. 32 Tahun 1990 tentang pengelolaan Kawasan Lindung.
-, 1993. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 63/PRT/ tahun 1993 tentang Garis Sempadan Sungai.
-, 2007. Undang – undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan bencana.
-, 2007. Undang – undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
- Budihardjo, E. 1997. *Pendekatan Sistem dalam Tata Ruang dan Pembangunan Daerah untuk meningkatkan Ketahanan Nasional*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ichsan. 1993. *Pembangunan Kawasan Perairan Pantai Berwawasan Lingkungan*. Majalah Imarta Sketsa, Jakarta, volume 1, halaman 24.
- Miles, M. B.; and Huberman, M. A. 1984, *Qualitative Data Analysis; A Sourcebook of New Methods*; Sage Publications, Beverly Hills, London.
- Patilima, H. 2007. *Metode Penelitian Kualitatif*. Alfabeta, Bandung.
- Salfira, A. 1995. *Feel Of the Land Part Two Urban Design Elements, A point of view*.
- Shirvani, H, 1985. *Urban Design Process*. Penerbit Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Torre, H. 1989. *Waterfront Development*. Van Nostrand Reinhold, New York.

PERANAN ARSITEK DALAM MENYELAMATKAN BUMI DENGAN KONSEP ECO-FRIENDLY ARCHITECTURE

Olivia Moningka
Politeknik Negeri Manado

ABSTRAK

Banyak cara yang sudah dilakukan orang untuk mereduksi pemanasan global demi menyelamatkan bumi dari kepunahan. Berbagai masalah akibat pemanasan global memang menjadi ancaman menakutkan dewasa ini. Kekurangan pangan, penurunan kesehatan akibat penyakit pernapasan dan penyakit mental, kekurangan gizi, punahnya biodiversitas, kelangkaan energi dan perubahan iklim yang tidak teratur adalah contoh masalah yang ditimbulkan. Diluar negeri, gerakan yang sadar akan dampak pemanasan global bagi bumi, memberi investasi dalam teknologi hijau seperti di Amerika Utara, Eropa, Cina, dan India. Di Indonesia sejak tahun 80-an para arsitek Indonesia sudah bergelut dengan topik "Arsitektur Tropis". Berkembang kemudian yaitu konsep Arsitektur ramah lingkungan (*eco-friendly architecture*) yang mengandung makna keselarasan hidup manusia dengan alam. Arsitek mempunyai peran yang strategis untuk mengaplikasikan konsep ini demi menyelamatkan bumi dari pemanasan global

Kata kunci : Eco-Friendly, Arsitektur, Global warming

PENDAHULUAN

Suka atau tidak suka, terima atau tidak terima, kenyataan yang terjadi saat ini, bumi sementara dalam pemanasan global. Komunitas Intelijen Amerika Serikat menganggap serius akan ancaman keamanan karena pemanasan global ini. Analis intelijen terkenal AS Thomas Fingar mengatakan bahwa banjir dan kekeringan akan segera menyebabkan migrasi massal dan kegelisahan di berbagai belahan dunia. Sungai-sungai di dunia sedang berada dalam "kondisi krisis" pada skala global. Hampir sepertiga dari sumber air terancam akibat kehilangan keanekaragaman hayati. Persediaan air untuk hampir 80% dari populasi dunia sedang sangat terancam.

Berbagai masalah akibat pemanasan global memang menjadi ancaman menakutkan dewasa ini. Kekurangan pangan, penurunan kesehatan akibat penyakit pernapasan dan penyakit mental, kekurangan gizi, punahnya biodiversitas, kelangkaan energi dan perubahan iklim yang tidak teratur adalah contoh masalah yang ditimbulkan akibat pemanasan global.

Environmentally conscious movement

Menyadari pemanasan global bukan hal yang dianggap remeh, berbagai cara telah dilakukan untuk mengatasinya. Para arsitek Foster & Partners, perencana master dari Kota Masdar Abu Dhabi di Uni Emirat Arab, menerapkan konsep penyegukan struktur dari kota-kota Arab kuno dalam konstruksi mereka untuk Masdar. Dimana mereka merencanakan menyediakan perumahan karbon nol bagi 50.000 orang. Masdar dirancang sebagai kota mandiri, nol-karbon, dibangun di sekitar pendidikan dan lembaga penelitian dengan fokus pada energi alternatif. Dengan dukungan keuangan dari Perusahaan Energi Abu Dhabi Masa Depan milik pemerintah, setiap aspek kota itu direkayasa untuk energi dan efisiensi pembuangan, menggabungkan teknologi terbaru dan teknik desain, penggunaan panel surya serta menciptakan listrik dari limbah.

Michael Reynolds, seorang arsitek Amerika, pendiri Biotecture Earthship di New Mexico, Amerika Serikat, menawarkan desain yang ramah lingkungan bagi orang-orang Haiti yang tidak memiliki rumah sejak gempa dahsyat Januari 2010. Di Port-au-Prince, dengan tim termasuk 40 warga Haiti lokal, Reynolds membangun sebuah "Earthship" dari bahan daur ulang. Kelompok ini membangun 120-kaki persegi model bangunan dengan berbagai barang yang diselamatkan dari gempa seperti botol, ban, dan styrofoam dari

daerah tersebut. Puing-puing digunakan untuk membantu membuat lantai dan dinding. Struktur yang mempromosikan penggunaan energi rendah ini diciptakan untuk tahan terhadap gempa bumi dan badai.

Karnataka Vikas Grameena Bank (KVGB) di India telah membantu mendanai panel surya yang dipasang pada sekitar 150 rumah tangga di Desa Devagiri dan Lalagatti dari Dharwad Distrik. KVGB berencana untuk mengaktifkan 80 desa dengan tenaga surya, 18 di antaranya telah selesai.

Berikutnya gerakan yang sadar akan dampak pemanasan global bagi bumi, memberi investasi dalam teknologi hijau di Amerika Utara, Eropa, Cina, dan India. Anggaran yang digunakan untuk teknologi ini mencapai total US \$ 2.570.000.000, meningkat 13% dari kuartal pertama 2010. Sebagian besar pendanaan ini dari Januari hingga Maret 2011 telah diinvestasikan dalam perusahaan surya.

Selanjutnya *Green Building Conference* telah dilaksanakan di New York untuk membahas bagaimana penerapan protokol Tokyo untuk mengurangi emisi karbon global dalam perencanaan dan pembangunan Green Building.

Sementara di Indonesia, sebenarnya sejak tahun 80-an para arsitek Indonesia sudah bergelut dengan topik "Arsitektur Tropis" yang notabene bertujuan memanfaatkan sebesar mungkin keuntungan geografis Indonesia di daerah tropis guna mengurangi pemakaian energi di dalam bangunan. Sekarang ini orang mengenal "*Green Architecture*" ataupun "*Sustainable Architecture*" yang pada dasarnya adalah pengembangan prinsip-prinsip dasar "Arsitektur Tropis" dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dalam pergerakan arsitektur global.

Pada skala yang lebih luas, dalam hubungan dengan perencanaan kota di Indonesia, banyak studi yang dilakukan berkaitan dengan perubahan iklim dan pemanasan global. Hal ini secara langsung berdampak pada kemungkinan perubahan perencanaan kota di kemudian hari dan merupakan hal penting yang perlu diantisipasi oleh para arsitek perencana kota.

Terlepas dari berhasil atau tidaknya para arsitek melakukan sesuatu untuk menjawab masalah pemanasan global, seorang arsitek memiliki peran yang strategis untuk menyelamatkan bumi. Peran serta arsitek dalam usaha menyelamatkan bumi dengan konsep eco-friendly yang dibahas disini dibatasi pada bangunan dan lingkungannya.

PEMBAHASAN

The concept of eco-friendly architecture

Arsitektur ramah lingkungan mengandung makna keselarasan hidup manusia dengan alam. Konsep ini tengah didengungkan dalam kehidupan manusia modern. Arsitektur ramah lingkungan pada dasarnya adalah salah satu tujuan pokok dari arsitektur hijau. Dimana arsitektur hijau adalah suatu pendekatan pada Arsitektur Bangunan yang dapat meminimalisasi berbagai pengaruh membahayakan pada kesehatan manusia dan lingkungan. Arsitektur hijau bukan hanya terbatas pada sebuah bangunan akan tetapi menyangkut lingkungan yang berkelanjutan.

Untuk mendukung terciptanya *Green Building* maupun *Sustainable Architecture*, disadari pentingnya pendekatan yang terintegrasi antar bidang studi, melihat kemungkinan akibat dari pemanasan global terhadap pendekatan desain di daerah kepulauan seperti Indonesia ini. Selain itu sangat perlu memikirkan kondisi lingkungan lokal.

Arsitektur memang terkait dengan berbagai aspek dalam perencanaan dan pengembangan lingkungan binaan manusia. Sudah waktunya Arsitek Indonesia menyadari perannya menjadi motor penggerak kesadaran pentingnya gerakan hemat energi dalam konteks memperbaiki kualitas hidup bersama.

Pemanasan global masih menjadi wacana utama di pelbagai bidang, terlebih arsitektur. Tak dapat disangkal bahwa konstruksi arsitektur adalah salah satu penyumbang kerusakan alam. Selayaknya kita belajar pada masyarakat tradisional. Mereka hidup sederhana dengan memanfaatkan sumber daya alam tanpa eksploitasi dan membangun rumah dengan bergotong-royong dan menggunakan material lokal. Misalnya Suku Dayak, hidup di hulu sungai dengan sederhana. Mereka pergi berladang dan berburu di hutan dengan berjalan kaki serta menyeberang sungai dengan sampan. Tidak ada karbon yang dihasilkan. Disini sungai memiliki peranan penting. Sungai yang lebar, berliuk-liuk dan dalam menjadi daya tarik sendiri. Sungai juga menjadi *water front* rumah-rumah tradisional Kalimantan. Kesederhanaan hidup masyarakat tradisional Suku Dayak hendaknya memberikan nilai-nilai dasar dalam kita menyesuaikan dengan perkembangan teknologi yang pesat serta menjadi inovasi dalam pembentukan arsitektur berkelanjutan.

Seorang arsitek atau desainer "Green Architect" perlu berusaha untuk menjaga udara, air, dan bumi dengan memilih bahan bangunan dan praktek konstruksi yang ramah lingkungan. Alam, sosial, dan budaya suatu daerah yang sudah ada pada kenyataannya mempermudah arsitek dalam merancang bangunan. Bukan semata-mata hanya berestetika secara visual, tetapi juga kenyamanan bagi penghuni. Dalam hal ini si arsitek hanya membantu penghuni untuk menciptakan 'huni'. Dan sang arsitek tersebut secara tidak langsung juga telah menyumbang karya yang *sustainable* karena telah mengurangi pemanasan dalam produksi sampai konsumsi.

Dalam praktek yang sederhana pada bangunan, konsep arsitektur hijau dilakukan dengan cara meningkatkan efisiensi pemakaian energi, air, dan bahan-bahan, mereduksi dampak bangunan terhadap kesehatan melalui tata letak, konstruksi, operasi, dan pemeliharaan bangunan.

Bentuk arsitektur bangunan harus berempati, tanggap, dan memberikan solusi. Salah satunya yaitu memadukan bangunan yang hemat energi dan ramah lingkungan. Desain bangunan (*green building*) hemat energi, membatasi lahan terbangun, layout sederhana, ruang mengalir, kualitas bangunan bermutu, efisiensi bahan, dan material ramah lingkungan (*green product*).

Arsitektur ramah lingkungan seharusnya melihat bangunan sebagai bagian dari ekologi yang lebih besar dari planet dan bangunan sebagai bagian dari habitat hidup. Ini kontras dengan gagasan yang lebih umum dari sebagian arsitek yang hanya melihat bangunan sebagai karya seni atau produk yang terlepas dari lingkungan atau kualitas. UU Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung mendorong pembangunan bangunan berarsitektur lokal. Hal ini tentunya terasa lebih ramah lingkungan dan selaras dengan lingkungan asal.

Arsitektur hijau yang ramah lingkungan memiliki banyak karakteristik, diantaranya yaitu :

Ventilation system

Arsitek berperan dalam merancang sistem ventilasi untuk pemanasan dan pendinginan yang efisien. Pemanfaatan sirkulasi udara di dalam ruang menjadi salah satu hal penting dalam mensiasati iklim tropis di Indonesia. Mengoptimalkan sirkulasi udara alami terutama berkaitan dengan kemampuannya mereduksi pemakaian energi di dalam bangunan. Setidaknya cukup sederhana dengan mempergunakan ventilasi yang optimal dapat mengurangi emisi cahaya dan udara buatan.

Energy-efficient lighting and appliances

Konsep arsitektur hijau sangat mendukung program penghematan energi. Rumah tropis dengan banyak bukaan, dibentuk untuk mengurangi pemakaian AC yang merupakan elemen kunci pencipta pemanasan global. Sebaliknya pada lingkungan yang dingin cukup dengan menggunakan perapian untuk mengurangi penggunaan pemanas ruangan.

Salah satu potensi terbesar dalam mengatasi pemanasan global memang harus datang dari arsitek. Misalnya bagaimana merancang rumah yang bisa memanfaatkan

angin tanpa harus memasang AC. Juga bagaimana memanfaatkan cahaya matahari yang melimpah sehingga di siang hari penghuni rumah tak harus menyalakan lampu.

Cahaya matahari di negara tropis seperti Indonesia mestinya bisa dimanfaatkan secara optimal. Selain berfungsi sebagai penerangan, sinar matahari juga dapat dimanfaatkan sebagai pembentuk estetika pada sebuah ruang. Dengan demikian penggunaan lampu setidaknya dapat diminimalisasikan. Lampu hemat energi menjadi pilihan dalam merancang pencahayaan.

Landscapes planning with passive solar energy

Indonesia berada dalam zona katulistiwa. Hal ini membuat Indonesia mampu disinari matahari hingga 2.000 jam pertahunnya, dengan total intensitas penyinaran perhari mencapai 4.500 watt hour/m². Sebuah potensi baik yang dapat dimanfaatkan sebagai energi arsitektur alternatif. Pemanfaatan energi matahari dalam arsitektur secara pasif (tanpa proses konversi) melalui kompromi bangunan terhadap posisi matahari (berhulu di timur dan berhilir di barat) merupakan cara yang tepat dalam pemanfaatan tenaga matahari.

Minimize harm to natural habitats

"The best friend on earth of man is the tree. When we use the tree respectfully and economically, we have one of the greatest resources of the earth". (**Arsitek Frank Lloyd Wright**).

Banyak cara dapat kita lakukan untuk menyelamatkan bumi. Salah satunya dengan menanam pohon, sang primadona penyelamat lingkungan. Selalu ada alternatif penyelesaian cerdas tanpa harus menebangi pohon jika kita mau berpikir panjang. Pohon-pohon yang ditanam di halaman rumah sekecil apa pun halamannya, sudah pasti akan berperan untuk menetralkan CO₂ di udara sekaligus menyegarkan dan menyehatkan kita.

Alternative power sources like solar or wind power

Potensi Indonesia dengan kekayaan sinar matahari sepanjang tahun bisa menjadi potensi untuk mengembangkan solar architecture. Pemanfaatan energi matahari dalam arsitektur secara aktif (melalui proses konversi) yaitu menggunakan alat yang dikenal dengan nama panel surya. Panel surya adalah sebuah sel yang dapat menangkap sinar matahari, kemudian mengkonversikannya menjadi energy listrik. Panel tersebut dapat diaplikasikan pada atap atau dinding bahkan lantai dalam sebuah bangunan.

Kincir angin merupakan juga energi alternatif yang ramah lingkungan. Angin menggerakan bilah kincir yang kemudian menghasilkan energi dari sebuah generator. Energi itulah yang akan menghasilkan listrik untuk keperluan rumah tangga.

Non-synthetic, non-toxic materials

Penghijauan lingkungan dan penggunaan bahan serta barang yang ramah lingkungan (*eco friendly products*), penting diterapkan untuk membantu menyelamatkan lingkungan dan Bumi yang harus selalu kita sayangi. Material finishing bangunan perlu dicermati agar tidak membuat polusi dalam bangunan dan lingkungannya.

Local materials from the forest

Jenis pohon tertentu dapat menjadi alternatif sebagai pohon penyelamatan (*escape trees*) yang ditanam di sepanjang jalur evakuasi bencana (*escape route*) menuju taman atau bangunan penyelamatan (*escape building*) lainnya di permukiman. Penanaman pohon besar di sepanjang jalur hijau jalan, jalur pedestrian, bantaran rel kereta api, jalur tegangan tinggi, serta jalur tepian air bantaran kali, situ, waduk, tepi pantai, dan rawa-rawa akan membentuk infrastruktur hijau raksasa yang berfungsi ekologis.

Kreativitas desain sangat dibutuhkan untuk menghasilkan bangunan berbahan lokal menjadi lebih menarik, keunikan khas lokal, dan mudah diganti dan diperoleh dari tempat sekitar. Perpaduan material batu kali atau batu bata untuk fondasi dan dinding, dinding dari kayu atau gedeg modern (bambu), atap genteng, dan lantai teraso tidak kalah bagus dengan bangunan berdinding beton dan kaca, rangka dan atap baja, serta lantai

keramik, marmer, atau granit. Motif dan ornamen lokal pada dekoratif bangunan juga memberikan nilai tambah tersendiri.

Utilization of building materials (Reuse)

Istilah *reuse* bisa bisa dilakukan dari mulai yang berskala kecil sampai ke skala besar. Hal yang sederhana bisa dimulai dengan penggunaan kembali keramik bekas untuk finishing. Pemanfaatan material bekas atau sisa untuk bahan renovasi bangunan juga dapat menghasilkan bangunan yang indah dan fungsional. Kusen, daun pintu atau jendela, kaca, teraso, hingga tangga dan pagar besi bekas masih bisa dirapikan, diberi sentuhan baru, dan dipakai ulang yang dapat memberikan suasana baru pada bangunan. Lebih murah dan tetap kuat.

Utilization of recycled materials

Sebuah perenovasian atau didaur ulang (*recycle*) diantaranya yaitu melalui proses dekonstruksi bangunan yang akan dihancurkan. Misalnya, untuk beton, baja, dan kayu dapat didaur ulang.

Efficient use of space

Perancang harus cermat dalam pemanfaatan ruang, baik eksterior maupun interior, bahkan pemanfaatan perabot/furnitur. Kegunaan fungsi ganda di sebagian ruang bangunan bisa menjadi cara alternatif supaya lahan dapat berfungsi efektif. Volume bangunan dijaga agar biaya pembangunan, pengoperasian, dan pemeliharaan terkendali dan lebih hemat.

Aesthetic form

Dalam hal estetika, arsitektur ramah lingkungan terletak pada filosofi merancang bangunan yang harmonis dengan sifat-sifat dan sumber alam yang ada di sekelilingnya. Begitu pula dengan penggunaan bahan bangunan yang dikembangkan dari bahan alam dan bahan bangunan yang dapat diperbarui.

Green roofs, Green wall

Atap hijau adalah atap sebuah bangunan yang sebagian atau seluruhnya ditutupi dengan vegetasi dan tanah, atau sedang tumbuh, ditanam di atas Waterproofing membran. Ini tidak mengacu pada atap yang hanya berwarna. Istilah atap hijau juga dapat digunakan untuk menunjukkan atap yang menggunakan beberapa bentuk "hijau" teknologi, seperti atap dingin, atap dengan kolektor panas matahari atau modul fotovoltaik. Atap hijau juga disebut sebagai eco-atap, oikosteges, tumbuhan atap, tinggal atap, dan green roofs.

Atap-atap bangunan dikembangkan menjadi taman atap (roof garden) dan dinding dijalari tanaman rambat (green wall) agar suhu udara di luar dan dalam turun, pencemaran berkurang, dan ruang hijau bertambah.

Penggunaan *double fasad* juga menjadi salah satu cara untuk "meramahkan" konstruksi. Menjadikan atap atau dinding ramah lingkungan setidaknya dapat mengembalikan lahan hijau yang diambil dari alam.



Gambar 1. Green roofs



Gambar 2. Di Islandia, arsitek merancang Turf House sebagai pilihan yang menarik untuk bangunan hijau.

Utilitas.

Tersedianya jaringan utilitas yang baik. Terlebih sistem sanitasi dan drainase. Jarak aman antara sumur dan septiktang adalah 10 m. Air hujan sebaiknya bisa diserap ke dalam tanah sebesar 30 persen. Dengan banyaknya bangunan beton, jalan aspal, dan minim ruang terbuka hijau, kota hanya mampu menyerap 9 persen air hujan. Maka, saat musim hujan kebanjiran, musim panas kekeringan.

Bangunan harus mulai mengurangi pemakaian air (reduce), penggunaan kembali air untuk berbagai keperluan sekaligus (reuse), mendaur ulang buangan air bersih (recycle), dan mengisi kembali air tanah (recharge) dengan sumur resapan air ($1 \times 1 \times 2$ meter) dan/atau lubang resapan biopori (10 sentimeter x 1 meter).

Biopori merupakan solusi untuk melestarikan keanekaragaman hayati organisme yang ada di bawah tanah, dan sekitar Biopori. Biopori pun bisa menjadi salah satu pemersatu rantai makanan yang putus. Selain itu dengan menggunakan Biopori bisa mengatasi banjir karena air akan teresap oleh Biopori. Biopori bisa dikatakan sebagai sumur resapan yang sangat berguna untuk kelestarian lingkungan.

Ruang Terbuka Hijau

Skala bangunan dan proporsi ruang terbuka harus memperhatikan koefisien dasar bangunan (KDB) dan koefisien dasar hijau (KDH) yang berkisar 40-70 persen ruang terbangun berbanding 30-60 persen untuk ruang hijau untuk bernapas dan menyerap air. Keseluruhan atau sebagian atap bangunan dikembalikan sebagai ruang hijau pengganti lahan yang dipakai massa bangunan di bagian bawahnya.

Jika memiliki lahan yang cukup besar, setidaknya pergunakan garis sempadan rumah sebagai area terbuka hijau. Selain untuk estetika visual ke dalam rumah, lahan hijau juga menyuplai hawa sejuk untuk rumah anda. Area terbuka hijau juga dapat digunakan sebagai tanah resapan yang dapat menyimpan cadangan air yang sudah dijelaskan pada syarat sebelumnya. Seberapa kecil lahan hijau dalam sebuah rumah setidaknya menjadi hal dalam melestarikan ekosistem yang diambil untuk keperluan konstruksi.

PENUTUP

Seorang arsitek memiliki peran yang strategis dalam penerapan *Eco-Friendly Architecture*, sebagai salah satu cara untuk menyelamatkan bumi dari pemanasan global. Mengapa? Karena arsitek dikatakan seorang yang mampu mewujudkan dan membentuk

sebuah lingkungan binaan. Arsitek dengan pemikirannya dapat merencanakan atau mendesain sebuah bentuk bangunan dan lingkungannya. Seorang arsitek dapat memutuskan apakah dia akan menerapkan eco-friendly dalam rancangannya atau tidak. Tidak dapat dipungkiri bahwa arsitektur menyumbang dalam "membakar bumi", dalam skala kecil bahkan sampai besar. Karena itu penting untuk menggugah kesadaran seorang arsitek agar menyadari peran serta mereka dalam menghadapi pemanasan global.

Arsitek dapat mencampur kebijaksanaan, menguasai pembangunan, pengetahuan baru akan bahan dan teknologi untuk menciptakan *eco-buildings* serta meminimalkan dampak lingkungan dari bangunan. Pastinya, dunia memerlukan arsitek untuk menyelamatkan bumi dari pemanasan global dengan konsep *eco-friendly architecture*.

DAFTAR PUSTAKA

AFP (2010, September 29). 'River crisis' worsens threat of water scarcity - study. France 24. Retrieved January 11, 2011

Climate Change and Public Health (2009, December 14). US Centers for Disease Control and Prevention [CDC]. Retrieved January 11, 2011

David de Rothschild, (2007) The Live Earth Global Warming Survival Handbook: 77 Essential Skills To Stop Climate Change

Devitt, T. (2010, September 29). Report casts world's rivers in 'crisis state'. Physorg.com. Retrieved January 11, 2011

Imelda Akmal, Rumah Mungil Yang Sehat, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 2003

Nirwono Joga, Harian kompas, Jumat 25 April 2008.

Romm, J. (2010, November 11). Veterans Day, 2030. Climate Progress blog. Retrieved January 11, 2011

Sohn, E. (2010, December 10). Mental Health to Decline With Climate Change. Discovery News. Retrieved January 11, 2011

Sue Roaf, Manuel Fuentes, Stephanie Thomas, ECOHOUSE: A DESIGN GUIDE' Architectural Press, An imprint of Butterworth-Heinemann, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, 225 Wildwood Avenue, Woburn, MA 01801-2041, A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd,2001

Warrick, J. and Pincus, W. (2008, September 10). Reduced Dominance Is Predicted for U.S. The Washington Post. January 11, 2011

MEMAHAMI MAKNA RUANG DALAM ARSITEKTUR

Wahyudi Siswanto
Staf Pengajar Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik
Universitas Sam Ratulangi

Abstract.

The culture of our modern architecture, in feet moves slowly. It can be said, because the spatial ideas, which has been developed so revolutionary, are still difficult to grow normally in this country, despite of the eclecticism and vernacularism that always interfere our architectural development which is entering the era of postmodernism today. Space, which is immaterial is always be understood just as a volum (room), which is a functional meaning, and is always be opposed to the form or mass configuration that is material. This is why the art of space is still difficult to be appreciated in our architectural mean. In order to face this new era, the effort to review the real meaning of space is something necessary as the base of the transition to this post modernism era.

Keywords:Modern Architecture, Spatial Idea, Post modernism.

PENDAHULUAN

Setiap pembahasan tentang arsitektur, dari dahulu hingga kapanpun kiranya, tidak akan lepas dari pemaknaan akan ruang. Makna tersebut ternyata merupakan multi konsep yang bisa berbeda di setiap konteks pembahasan, walaupun diwakili dengan istilah yang sama yaitu "ruang" atau space. Hal ini dapat kita cermati secara jelas dan luas melalui tulisan Cornelis van de Ven (1987): *Space in Architecture*, atau dalam edisi bahasa Indonesianya: Ruang dalam Arsitektur. Layaknya suatu kalimat yang memuat istilah penting didalamnya, apabila istilah tersebut dimaknai secara berbeda, maka akan bertendensi timbulnya bias pemahaman bahkan mungkin bertentangan. Fenomena ini dapat berlangsung secara meluas dan berkelanjutan hingga melahirkan krisis informasi ilmiah. Bahkan pemahaman yang salah pun akan dapat dianggap menjadi benar apabila umum dilakukan.

PEMBAHASAN

Tak dipungkiri eksplorasi Van de Ven tentang ide ruang telah mampu mengelaborasi pemaknaan kita akan ruang. Dengan demikian kita dapat menentukan sikap kritis manakala berinteraksi dalam pembahasan ruang arsitektur. Walaupun demikian bukanlah hal yang mudah untuk mengarahkan kepada suatu persepsi tertentu tentang ruang dikarenakan beragamnya konsepsi ruang tersebut. Konsepsi ruang ini telah dikembangkan setidaknya mulai dari Abad ke-6 sebelum masehi (SM) oleh Lau Tzu, kemudian oleh Plato pada Abad

ke-4 SM, dan Aristoteles pada Abad ke-2 SM, hingga Kant pada Abad ke-18 dan Hegel pada pertengahan Abad ke-19, disusul Reigl pada awal Abad ke-20.

Sebagai upaya untuk mempersempit bias pemaknaan tersebut adalah dengan memisahkan dua polarisasi pemaknaan ruang. Yang pertama adalah pemaknaan ruang secara substansional. Dapat disebut demikian karena pada tingkatan ini ruang dipahami sebagaimana substansinya yaitu kekosongan. Paham ini pada mulanya justru berasal dari filosofi Timur 550 tahun sebelum masehi, walaupun baru kemudian dikagumi dalam pemikiran Barat pada abad ke-19. Lao Tzu filsuf tua yang legendaris itu telah meletakkan dasar-dasar estetika kontemporer dalam bukunya *Tao Teh Ching*. Inti dari filosofi ini ialah *Tao*, yang didefinisikan sebagai *The Way of Becoming*. Prinsip-prinsip yang terkandung didalamnya banyak ditafsirkan dalam konsep-konsep estetika arsitektur modern diantaranya:

- Kesatuan antara Yang Ada (*Being*) dan Yang Tiada (*Non-Being*).
- Tidak ada *statika* kenyataan duniawi yang abadi, segalanya serba berubah (melawan konsep Confusius filsuf sejamannya).
- Ruang tidak nyata yang terkandung dalam kenyataan materi adalah merupakan hakekat yang esensial. (eksistensi ruang menjadi esensi dari arsitektur, atau ruang lebih penting dari massa)
- Ruang dapat tercipta dengan membuat rongga dari suatu padatan (Gotfried Semper menyebutnya ruang stereotomik), atau terangkai oleh rusuk-rusuk menjadi satu (yang dikenal dengan ruang tektonik).
- Kenyataan adanya ruang yang terbingkai oleh pintu dan jendela (dikenal dengan ruang transisi yang membatasi antara ruang interior dan eksterior).

Pandangan Lao Tzu ini ternyata berlawanan dengan filosofi Plato hampir dua abad sesudahnya yang menjadi sumber pemikiran Barat selama berabad-abad yang menyatakan: "Yang benar-benar ada hanyalah yang benar-benar terlihat dan teraba".

Tak urung pencampuran metafisika Timur dan Barat semakin menyuburkan pemikiran-pemikiran baru tentang arsitektur. Terlebih setelah munculnya teori estetika Hegel, yang menilai bahwa; Bentuk merupakan ekspresi dari isi dan seni merupakan presentasi dari suatu ide. Dipahaminya pula secara transcendental bahwa bahwa; Ruang yang kasat mata oleh bentuk konkret yang melingkupinya menjadi persemayaman bagi roh. Maka sebelum akhir abad itu pada tahun 1893, Hildebrand sang pematung memperkenalkan "Ide Ruang" yang segera disambut oleh Agust Schmarsow dengan "Perasaan akan ruang". Menurutnya pula Ide Ruang (*Spatial Idea*) berbeda dengan "Bentuk Meruangan" (*Spatial Form*), dimana bentuk meruangan adalah merupakan presentasi dari ide ruang.

Dalam pemaknaan ruang secara substansional, pembatas ruang merupakan presentasi yang utama dari ide ruang, dimana bentuk meruang diciptakan olehnya. Tepatnya ada dua persoalan mendasar dalam hal ini yaitu:

- Penciptaan ruang yang terlingkup oleh pembatasnya..
- Penciptaan batas-batas pelingkupnya.

Menurut Schmarsow bentuk meruang yang paling sederhana adalah yang diekspresikan dengan “keempat dinding yang melingkupinya” . Ini dapat dipahami bahwa dinding merupakan pembatas ruang yang utama, tidak demikian dengan atapnya. Dengan demikian dalam mengembangkan pendefinisan terhadap bentuk meruang kita harus pula keluar dari pemahaman sepihak terhadap ruang sebagai sekedar “volume” atau “ruangan” yang dibatasi secara jelas oleh pelingkupnya (sepaham dengan teori Berlage dan Loos) , dan membuka pandangan pada pemahaman “ruang” sebagai “space” yang pelingkupnya tidak secara jelas (sepaham dengan Sitte dan Schmarsow terutama dalam konsepnya “Perasaan akan ruang” atau *Raumgefühl*).

Hal ini mengantar kita pada polarisasi pemaknaan ke dua tentang ruang yakni secara abstraktional, atau absurd. Pandangan ini muncul didasari oleh teori “Hasrat Artistik” Imanuel Kant yang diantaranya menyatakan: “Ruang merupakan suatu idea apriori, bukan suatu obyek empirik; Ruang bukan pula nosi umum dari sesuatu dan tidak juga didasarkan atas sesuatu informasi yang ditangkap melalui indera, namun secara eksklusif termasuk dalam wilayah dunia pemikiran”.

Abstraksi pada bentuk meruang yang paling sederhana adalah melalui konsep dematerisasi atau ‘peniadaan’ materi. Ketidak jelasan pelingkup memiliki arti penting dalam konsepsi ini, dimana pembatas ruang harus diminimalisir, dengan mengeliminir unsur-unsur yang tidak perlu, sehingga menghasilkan ruang yang benar-benar terasa tidak hanya secara internal tetapi terlebih secara eksternal. Bentuk yang dihasilkannya pun lebih bersifat abstraktif dan komposisional, menggesampingkan figurasi yang diagungkan dalam arsitektur klasik dan ekletis, bahkan juga ruang fungsional yang diagungkan kelompok rasionalisme modern. Kriteria inilah yang rupanya disadari betul para arsitek kontemporer terutama pendukung De Stijl, dan Kubisme dan para arsitek eksperimental lain seperti Wrigt dan Rohe.

Ketika materi tidak lagi menjadi perhatian utama dalam arsitektur, maka para seniman dan teoritis arsitektur lari kepada konsep ruang dan waktu, hampir tanpa kritik yang berarti. Kelompok konstruktivisme Rusia yang diwakili Gabo dan Pevsner (1920) malah merumuskan Manivesto Realistiknya: “Bagi kita telah lahir kembali ruang dan waktu hari ini. Ruang dan waktu merupakan satu-satunya bentuk dimana kehidupan dibangun, dan dari sini pulalah seni harus didirikan. Realisasi dari persepsi-persepsi kita atas dunia ini dalam bentuk ruang dan waktu merupakan satu-satunya tujuan dari seni plastic dan pictorial kita.

Secara faktual ruang dan waktu, bahkan materi tidaklah mungkin dihancurkan dalam realisasi bentuk arsitektur, sebab ruang merupakan sarana yang mengabdi pada ide waktu, dan materi merupakan sarana yang mengabdi pada ide ruang. Lebih jauh termasuk dalam kategori ide ruang ini adalah segala ide apriori dan dunia pemikiran menurut teori Kant, sepertinya sulit dimungkinkan adanya konsepsi bentuk yang mampu keluar dari ide ruang.

Namun maraknya pencarian terhadap gagasan-gagasan seni baru tetap tak terbendung sejak peralihan abad ke-19, menjajagi segala konsep-konsep eksistensi hingga yang paling jauh, seolah hendak keluar dari ide ruang. Bagaimana bila perhatian terhadap ruang dan waktu benar-benar mulai ditinggalkan, seperti pernyataan Marinetti, bapak spiritual Futurisme Itali dalam Manifesto Futuris-nya: "Ruang dan waktu telah mati kemarin, sekarang kita telah hidup dalam yang mutlak karena kita telah menciptakan kecepatan yang abadi dan hadir di mana saja". Gerakan pencarian ini sesungguhnya adalah hendak membuktikan adanya pokok perhatian lain dari pada ruang dan waktu. Suatu pergulatan cita-cita yang kompleks untuk memenuhi tuntutan zaman yang sedang berubah dalam berbagai cirinya, antara lain futural, ekspresional, irasional, utopian, mesianik, monumental dan sebagainya.

Barangkali inilah dimensi-dimensi setelah ruang dan waktu yang sempat ditakutkan oleh Malevich sebelumnya (1910): "Saya peringatkan akan adanya bahaya; nalar telah memenjarakan seni dalam sebuah kubus berdimensi bujur sangkar. Karena telah terlebih dahulu melihat adanya bahaya dari dimensi kelima dan keenam, saya-pun lari, karena dimensi kelima dan keenam membentuk suatu kubus dimana seni tercekik didalamnya".

Sebenarnya dimensi setelah ruang dan waktu memang ada yaitu "Dimensi Persoalan" atau *matter*, yang dalam seni perancangan adalah pokok permasalahan, atau tema-tema rancangan yang akan dipecahkan dalam desain. Karenanya cukup beralasankah untuk ditakuti, atau justru dikehendaki dalam konsepsi rancangan.

PENUTUP

Tanpa bermaksud mengabaikan kekayaan akan ide ruang yang telah jauh berkembang, setidaknya pandangan-pandangan baru akan ruang tersebut telah menuntun kita pada dualisme pemaknaan ruang arsitektur secara mendasar.

- Pemaknaan ruang secara substansial yang mengkonsepsikan ruang secara obyektif sebagai kekosongan yang bermakna dari secara fungsional hingga secara spiritual. Paham ini diantaranya diwakili oleh Lau Tzu, Hegel hingga Schmarsow. Sebagai seni ruang, kedudukan arsitektur merupakan seni agung (*Ars Magne*). Ruang menurut definisinya merupakan yang paling imateriil dari segala ekspresi artistic, maka keindahan dari bentuk arsitektur harus didefinisikan oleh tingkat imaterialitas dalam pengekspresiannya.

Sebaliknya perhatian yang berlebih terhadap olahan materi akan menempatkan arsitektur pada hierarki yang lebih rendah.

- Pemaknaan ruang secara absurd yang memandang perhatian terhadap konsep immaterial, tidak semata-mata secara substansial saja; sebab ruang dan waktu dipahami secara lebih jauh sebagai ide apriori yang ada pada dunia pemikiran. Paham ini diantaranya diwakili oleh Plato, Kant hingga Gabo dan Pevsner, yang mendorong pemaknaan akan ruang kepada ideom-ideom estetik yang lebih luas bahkan kepada persoalan tematik yang tak terbatas oleh ruang dan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoniades, Anthony C, 1990, *Poetic of Architecture*
- Catanese & Snyder, 1980, Pengantar Arsitektur, Erlangga, Jakarta.
- Sumalyo, Yulianto, 1997, Arsitektur Modern, Gajah Mada UniversityPress, Yogyakarta.
- Van de Ven, Cornelis, 1991, Ruang dalam Arsitektur, PT. Gramedia, Jakarta.

KAPASITAS, DERAJAT KEJENUHAN DAN TINGKAT PELAYANAN RUAS JALAN SAM RATULANGI MANADO PADA KONDISI SATU ARAH (ONE WAY TRAFFIC)

James A. Timboeleng
*Dosen Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sam Ratulangi*

ABSTRAK

Jalan Sam Ratulangi merupakan jalan arteri primer di kota Manado yang hampir setiap hari memiliki volume kendaraan yang cukup tinggi. Ruas jalan Piere Tendeau dan sebagian jalan Sam Ratulangi merupakan jalan yang diberlakukan penerapan jalur satu arah dengan pergerakan kendaraan dan kepadatan arus lalu lintas cukup tinggi. Penelitian dilakukan untuk mendapatkan kapasitas, derajat kejemuhan dan tingkat pelayanan ruas Jalan Sam Ratulangi Manado pada kondisi satu arah (one way traffic).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey. Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisa berdasarkan pengelompokan data menurut kelompok data yang diambil dengan menggunakan persamaan - persamaan Model Linier Greenshields dan Model Logaritmik Greenberg. Secara umum, data yang diperoleh dari hasil survei dilapangan diolah, berdasarkan model matematis yang digunakan. Dan dibahas sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing model. Kemudian dicari Kapasitas, derajat kejemuhan dan tingkat pelayanan dari ruas jalan tersebut.

Kapasitas ruas Jalan Sam Ratulangi didapatkan sebesar 3485 smp/jam dan derajat kejemuhan pada ruas jalan ini yaitu $D_s = 0,877$ sehingga didapatkan tingkat pelayanan untuk ruas ini adalah LOS E.

Kata kunci : Derajat Kejemuhan, Kapasitas, Tingkat Pelayanan

PENDAHULUAN

Peningkatan volume lalu lintas akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas pada suatu ruas jalan. Peningkatan volume lalu lintas setiap tahunnya tidak diikuti dengan pertambahan panjang jalan maupun peningkatan kapasitas jalan lama. Karena itu perlu adanya sistem manajemen transportasi, dalam hal ini menyangkut studi mengenai perilaku arus lalu lintas. Salah satu cara pendekatan untuk memahami perilaku lalu lintas tersebut adalah dengan menjabarkan dalam bentuk matematis dan grafis. Berdasarkan ilmu rekayasa lalu lintas yang telah dipahami untuk mempelajari suatu perilaku arus lalu lintas terdapat tiga variabel utama yang sangat menentukan yaitu Volume (*flow*), Kecepatan (*Speed*), serta Kepadatan (*density*) dan secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara ketiga variabel tersebut. Selanjutnya ketiga variabel karakteristik arus lalu lintas ini dianalisis tentang bagaimana model hubungan yang terjadi diantara mereka. Dari hubungan tersebut dapat diketahui arus lalu lintas maksimum atau dengan kata lain kapasitas ruas jalan tersebut.

Jalan Sam Ratulangi merupakan jalan arteri primer di kota Manado yang memiliki volume kendaraan yang cukup tinggi, hampir di setiap hari. Dimana ruas jalan ini tidak pernah sepi dari kendaraan yang setiap harinya beroperasi. Ruas jalan Sam Ratulangi merupakan jalan yang diberlakukan

penerapan jalur satu arah dengan pergerakan kendaraan dan kepadatan arus lalu lintas cukup tinggi .

Berdasarkan konteks uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan studi penelitian dalam hal menganalisis kapasitas ruas jalan dengan menggunakan model hubungan antara karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Sam Ratulangi Manado.

Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini permasalahannya dibatasi pada hal berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Sam Ratulangi Manado, dan hanya ditinjau pada satu titik peninjauan yaitu ruas jalan antara pertigaan Rike – Pertigaan Srisolo serta tidak meninjau arus lalu lintas yang melalui persimpangan.
2. Analisis hubungan antara volume (*flow*), kecepatan (*speed*) dan kepadatan (*density*) lalu lintas dengan menggunakan model pendekatan yaitu model linier *Greenshields* dan model Logaritmik *Greenberg*
3. Analisa kapasitas ruas jalan Sam Ratulangi hanya menggunakan persamaan yang mempunyai koefisien korelasi dan koefisien determinasi yang terbesar.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah :

1. Mencari kapasitas ruas jalan yang diteliti dengan menggunakan model hubungan matematis antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan.
2. Mencari Derajat kejemuhan dan tingkat pelayanan dari lokasi penelitian

TINJAUAN PUSTAKA

Survey Lalu Lintas

Teknik lalu lintas telah berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi pada saat ini. Begitu pula dalam hal pengumpulan data-data lalu lintas. Data mengenai lalu lintas diperlukan untuk berbagai kebutuhan perencanaan transportasi. Untuk dapat melakukan survey secara efisien maka maksud dan tujuan survey harus jelas terlebih dahulu. Dan biasanya metoda survey ditetapkan sesuai dengan tujuan survey, waktu, dana, dan peralatan yang tersedia.

1. Survey Volume

Survey volume dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjau dan interval waktu tertentu dijalani untuk masing-masing jenis kendaraan. Metode survey volume lalu lintas yang dipakai pada penelitian ini adalah metode survey manual. Metode survey manual adalah adalah pencatatan jumlah kendaraan dengan tenaga manusia. Cara ini adalah paling sederhana. Pencatatan dilakukan pada kertas formulir, tiap kali sebuah kendaraan yang lewat dicatat pada kertas formulir.

2. Survey Kecepatan

Survey kecepatan yang digunakan adalah spoot speed, yaitu kecepatan setempat dimana kecepatan kendaraan pada suatu saat diukur dari suatu tempat yang ditentukan dengan pengukuran tak langsung metode dua pengamat.

Pengukuran kecepatan setempat diperlukan untuk mengetahui interval waktu dalam detik antara keadaan-keadaan yang berurutan dalam arus lalu lintas yang merupakan ukuran penting yang dipakai dalam penentuan kapasitas jalan.

Pada umumnya survey kecepatan yang dilakukan terbagi atas dua, yaitu :

1. Spoot speed dapat dilakukan dengan beberapa metode lain, yaitu :
 - a. Pengukuran Tak Langsung, terbagi atas dua yaitu Metode Dua Pengamat dan Enoscope
 - b. Pengukuran Langsung, yaitu dengan gun speed meters.
2. Metode Pengamat Bergerak, yang terbagi atas dua pula yaitu :
 - a. Metode Kendaraan Contoh
 - b. Metode Kendaraan Bergerak

Kecepatan merupakan parameter utama kedua yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Kecepatan dapat didefinisikan sebagai gerak dari kendaraan dalam jarak per satuan waktu dengan bentuk persamaan sebagai berikut ;

$$s = \frac{d}{t} \quad (1)$$

dimana :

- S = kecepatan (km/Jam, m/det)
d = Jarak waktu tempuh (km, m)
t = Waktu tempuh kendaraan (Jam, det)

dalam setiap penelitian menyangkut variabel kecepatan perlu diingat bahwa, kecepatan kendaraan pada suatu bagian jalan, akan berubah-ubah menurut waktu dan besarnya arus lalu lintas.

Komposisi Lalu Lintas

Pada kenyataan di lapangan arus lalu lintas yang terjadi tidaklah homogen sejumlah kendaraan dengan berbagai jenis, ukuran dan sifatnya membentuk suatu arus lalu lintas. Keseragaman ini membentuk karakteristik lalu lintas yang berbeda untuk setiap komposisi dan berpengaruh terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan.

Satuan mobil penumpang (smp) merupakan sebuah besaran yang menyatakan ekivalensi pengaruh setiap jenis kendaraan. Yang dibandingkan terhadap jenis kendaraan penumpang. Dengan besaran ini diharapkan dapat dinilai setiap komposisi lalu lintas. Untuk pemakaian praktis harga-harga

satuan mobil penumpang (smp) dari setiap jenis kendaraan dipergunakan harga koefisien standar sebagai nilai pembanding. Nilai pembanding itu dinyatakan dalam ekivalensi mobil penumpang (emp). Dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 : Faktor konversi ekivalensi mobil penumpang (emp)

No	Jenis Kendaraan	Emp
1	Sepeda Motor	0,50
2	Kendaraan Ringan	1,00
3	Kendaraan Berat	1,80

Sumber : MKJI 1997

Hubungan Matematis Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Menurut Tamin karakteristik ini dapat dipelajari dengan suatu hubungan matematik di antara ketiga parameter di atas yaitu kecepatan, arus dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan.

Hubungan matematis tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$V = D \cdot S \quad (2)$$

dimana:

V = volume

D = kepadatan

S = kecepatan

Penurunan Model yang dapat menyatakan atau merepresentasikan hubungan antara Volume, kecepatan, dan Kepadatan ada 3 yaitu :

1. Model Linier *Greenshield*
2. Model Logaritmik *Greenberg*
3. Model Eksponensial *Underwood*

Namun dalam penelitian ini dipakai 2 model saja, yaitu Model Linier Greenshields dan Model Logaritmik Greenberg.

Analisa Persamaan Regresi Linier

Analisis yang umum dipakai untuk mengolah volume lalu lintas guna menentukan karakteristik kecepatan dan kepadatan adalah analisis regresi linier. Analisis ini dilakukan dengan meminimalkan total nilai perbedaan kuadratis antara nilai observasi dan nilai perkiraan dari variabel yang tidak bebas (dependent). Bila variabel tidak bebas linier terhadap variabel bebas, maka kedua hubungan dari variabel ini dikenal dengan analisis regresi linier. Bila hubungan tidak bebas y dan variabel bebas mempunyai hubungan linier maka fungsi regresinya adalah :

$$Y = A + Bx \quad (3)$$

dimana ;

Y = peubah tidak bebas

X = peubah bebas

A = intersep atau konstanta regresi

B = koefisien regresi

Konstanta A dan B dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (4)$$

$$A = \frac{\sum y - B \cdot \sum x}{n} \quad (5)$$

Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi (r) ini digunakan untuk menentukan korelasi antara peubah tidak bebas dengan peubah bebas atau antar sesama peubah. Koefisien korelasi (r) untuk persamaan regresi linier tunggal dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (6)$$

dimana :

Y_i = peubah tidak bebas

X_i = peubah bebas

n = jumlah data

nilai $r = 1$ berarti bahwa korelasi antara peubah y dan x adalah positif (meningkatnya nilai x akan mengakibatkan meningkatnya nilai y). sebaliknya, jika nilai $r = -1$, berarti korelasi antara peubah x dan y adalah negatif (meningkatnya nilai x akan mengakibatkan menurunnya nilai y). nilai $r = 0$ menyatakan tidak ada korelasi antar peubah. Kriteria penilaian koefisien korelasi sebagai berikut :

- $0 - 0,25$: Korelasi sangat lemah
- $0,25 - 0,5$: Korelasi cukup
- $0,5 - 0,75$: Korelasi kuat
- $> 0,75$: Korelasi sangat kuat

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (r^2) ini disebut juga dengan koefisien penentu sampel artinya menyatakan proporsi variasi dalam nilai y (peubah tidak bebas) yang disebabkan oleh hubungan linear dengan x (peubah bebas) berdasarkan persamaan (model matematis) regresi yang didapat. Koefisien determinasi (r^2) pada persamaan regresi tunggal menilai keterkaitan antara peubah tidak bebas (y) dengan peubah bebas (y). pengukuran untuk mengetahui sejauh mana ketepatan fungsi regresi adalah dengan melihat nilai koefisien determinasi (r^2) yang didapat dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi (r).

$$r^2 = \frac{(n \sum xy - \sum x \cdot \sum y)^2}{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)} \quad (7)$$

Kapasitas

Kapasitas didefinisikan sebagai arus atau volume lalu lintas maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Kapasitas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang per jam (smp/jam). Nilai kapasitas dapat ditentukan dengan melihat model hubungan antara Volume, Kecepatan dan kepadatan.

Untuk metode Greenshield Kapasitas didapatkan dengan menggunakan persamaan (8)

$$V_M = \frac{D_j \times S_{ff}}{4} \quad (8)$$

dimana :

V_M = Kapasitas (smp/jam)

D_j = kepadatan pada kondisi volume lalu lintas macet total (smp/km)

S_{ff} = kecepatan arus bebas (km/jam).

Untuk metode Greenberg, kondisi arus maksimum (V_M) dapat menggunakan model hubungan volume-kecepatan pada saat kecepatan $S = S_M$. Nilai $S = S_M$ bisa didapat melalui persamaan (9) dan V_M didapatkan dengan menggunakan rumus (10)

$$S_M = -\frac{1}{b} \quad (9)$$

$$V_M = S \cdot C \cdot e^{bS} \quad (10)$$

dimana :

V_M = kapasitas (smp/jam)

S_M = kecepatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (km/jam)

C, b = Konstanta greenberg

e = 2,71828

Derajat Kejenuhan (Ds)

Derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas (smp/jam) terhadap kapasitas (smp/jam) pada bagian jalan tertentu.

Derajat kejenuhan didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut

$$Ds = \frac{Q}{C} \quad (11)$$

dimana :

Ds = Derajat Kejenuhan

Q = Arus Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas Jalan (smp/jam)

Tingkat Pelayanan

Untuk mengukur kualitas pelayanan dari ruas jalan adalah dengan menggunakan tingkat pelayanan dimana parameter kualitas ruas jalan tersebut antara lain adalah :

- Kecepatan
- V/C ratio (derajat kejenuhan)
- Tingkat Pelayanan

Tabel 2 : Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	V/C ratio
A	< 0,2
B	0,2 – 0,44
C	0,45 – 0,74
D	0,75 – 0,84
E	0,85 – 1,00
F	>1,00

Sumber : *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan yang Tertib*

Tingkat Pelayanan A

Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan

Tingkat Pelayanan B :

Arus stabil tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan

Tingkat Pelayanan C :

Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.

Tingkat Pelayanan D :

Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, V/C masih dapat ditolerir.

Tingkat Pelayanan E :

Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan kadang terhenti.

Tingkat Pelayanan F :

Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, arus kedatangan melebihi kapasitas, antrian panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan survey di lapangan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan.

Survey Awal di Lokasi Studi

Survey awal dilakukan untuk mengetahui dan mendapatkan gambaran umum mengenai kondisi ruas jalan yang dijadikan lokasi penelitian . Survey awal ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

- a) Pengamatan sistem operasional kendaraan pada ruas jalan.
- b) Pengamatan perilaku kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut.

Periode Survey dan Penyediaan Peralatan Survey

Adapun periode survey dilakukan selama 3 hari yaitu pada hari kamis, jumat dan sabtu. Survey dilakukan mulai pukul 06.00 sampai pukul 22.00. Pencatatan jenis kendaraan serta kecepatan dilakukan setiap 15 menit. Adapun peralatan yang akan digunakan antara lain :

1. Satu buah meter atau pita ukur untuk mengukur panjang dan lebar jalan yang akan diamati.
2. Hand Tally Counter untuk menghitung arus lalu lintas.
3. Dua buah stopwatch serta senter sebagai penerang.
4. Formulir survey. Yang terdiri dari formulir survey volume dan survey kecepatan.
5. Alat tulis-menulis.

Teknik Analisa Data

Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisa berdasarkan pengelompokan data menurut kelompok data yang diambil dengan menggunakan persamaan - persamaan :

- Model Linier Greenshields.
- Model Logaritmik Greenberg.

Secara umum, data yang diperoleh dari hasil survey dilapangan diolah, berdasarkan model matematis yang digunakan. Dan dibahas sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing model. Setelah pembahasan, pada akhirnya ditarik kesimpulan terhadap hasil dari penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Untuk analisis hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas diambil hari dimana jumlah volume kendaraan cukup tinggi

1. Model Linier Greenshields.

Greenshields mengemukakan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan adalah bentuk fungsi linear dengan persamaan berikut.

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \times D \quad (12)$$

dimana :

- | | |
|-----------------|---|
| S | = Kecepatan Arus Lalu Lintas |
| S _{ff} | = Kecepatan pada kondisi arus bebas |
| D _j | = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total |
| D | = Kepadatan Lalu Lintas |

Dengan menggunakan nilai S_{ff} dan nilai D_j, maka dapat ditentukan hubungan matematis antarparameter sebagai berikut :

- Hubungan Kecepatan dan Kepadatan

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \times D$$

$$S = 18,05686 - 0,02909.D$$

- Hubungan Volume dan Kepadatan

$$V = D \cdot S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \times D^2$$

$$V = 18,05686.D - 0,02909.D^2$$

- Hubungan Volume dan Kecepatan

$$V = D_j \times S - \frac{D_j}{S_{ff}} \times S^2$$

$$V = 680,7880.S - 34,3796.S^2$$

2. Model Logaritmik Greenberg

Greenberg mengansumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan merupakan fungsi eksponensial. Persamaan dasar model Greenberg dinyatakan melalui persamaan (12) :

$$D = C * e^{bS} \quad (13)$$

dimana :

- D = Kepadatan Lalu Lintas
- e = Eksponensial
- S = Kecepatan Lalu Lintas
- C dan b = Konstanta

Dari hasil analisa didapatkan :

- Hubungan Kecepatan dan Kepadatan

$$S = \frac{L_n D}{b} - \frac{L_n C}{b}$$

$$S = 41,78079 - 5,62378 \cdot \ln D$$

- Hubungan Volume dan Kepadatan

$$V = \frac{D \cdot \ln D}{b} - \frac{D \cdot \ln C}{b}$$

$$V = 41,78079.D - 5,62378.D \cdot \ln D$$

- Hubungan Volume dan Kecepatan

$$V = S \cdot C \cdot e^{bS}$$

$$V = 1684,64106.S.e^{-0,17781.S}$$

Pemilihan Model Yang Sesuai

Sebelumnya telah dihitung dan dianalisis model-model hubungan volume, kecepatan, dan kepadatan arus lalu lintas pada ruas jalan. Dan telah di dapatkan data-data parameter statistiknya. Dalam hal pemilihan model yang sesuai untuk mewakili karakteristik model hubungan antara Volume (V), Kecepatan (S), dan Kepadatan (D) yang paling sesuai dengan ruas Jalan Sam Ratulangi berdasarkan nilai parameter koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R^2).

Tabel 3 : Koefisien Determinasi dan koefisien Korelasi

Greenshields		Greenberg	
r	R^2	r	R^2
- 0,9467	0,8962	-0,9614	0,9242

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari nilai koefisien korelasi yang dihasilkan pada masing-masing model hubungan nilai koefisien korelasi terbesar adalah Model Logaritmik Greenberg pada, hal ini ditunjukkan dengan nilai parameter statistik r yang terbesar yaitu -0,9614. Ini menunjukkan bahwa dengan nilai koefisien korelasi yang besar hampir mendekat -1, keeratan hubungan dari ketiga variabel karakteristik arus lalu lintas, yaitu volume, kecepatan, dan kepadatan sangat erat, dan saling mempengaruhi satu sama lain.

Koefisien determinasi (R^2) yang sekaligus menjadi kunci pemilihan model terbaik yang sesuai dengan karakteristik arus lalu lintas pada ruas jalan Sam Rarulangi adalah model Logaritmik Greenberg dengan nilai parameter statistik R^2 yang terbesar yaitu 0,9242. Ini mengartikan bahwa 92,42% dipengaruhi oleh faktor hubungan volume, kecepatan dan kepadatan Sisanya diisi oleh kontribusi dari faktor luar, seperti kondisi geometrik jalan, situasi lingkungan, dan lain-lain.

Analisa Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas dari ruas Jalan Sam Ratulangi didapatkan dengan melihat model hubungan yang mempunyai koefisien determinasi dan koefisien korelasi yang terbesar. Dari hasil penelitian ini didapatkan koefisien determinasi dan koefisien korelasi terbesar dengan menggunakan metode Greenberg. Kapasitas didapatkan dengan melihat hubungan karakteristik antara Volume – Kepadatan atau Hubungan antara Volume – Kecepatan. Kapasitas dinyatakan dalam satuan smp/jam.

Kepadatan maksimum :

$$D_m = e^{LnC-1} = e^{Ln434,0218-1}$$

$$D_m = 1683,6 \text{ smp/jam}$$

Kecepatan maksimum pada saat volume maksimum yaitu :

$$Sm = \frac{-1}{b} = -\frac{1}{-0,17782}$$

$$Sm = 5,62378 \text{ km/jam}$$

Volume maksimum didapat memasukkan nilai SM ke persamaan hubungan antara Volume dan Kecepatan.

$$V = S \cdot C \cdot e^{bS}$$

$$\begin{aligned} V &= 5,62378 \times 1684,64106 \times e^{-0,17781 \times 5,62378} \\ &= 3485,31 \approx 3485 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan kapasitas ruas jalan Sam Ratulangi adalah sebesar 3485 smp/jam

Analisa Derajat Kejenuhan (Ds) dan Tingkat Pelayanan

Dari hasil survey didapatkan arus lalu lintas (Q) untuk ruas jalan Sam Ratulangi adalah sebesar 3098 smp/jam sehingga derajat kejenuhan didapatkan yaitu :

$$Ds = \frac{Q}{C}$$

$$Ds = \frac{3098}{3485}$$

$$Ds = 0,877$$

Dari tabel (2) untuk Derajat kejenuhan $Ds = 0,877$ didapatkan tingkat pelayanan termasuk pada kategori LOS E.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah penulis mengadakan survey penelitian di lapangan selama 3 hari pada lokasi ruas jalan Sam Ratulangi Manado dengan kondisi jalan satu arah, maka terdapat kesimpulan yang diperoleh, antara lain sebagai berikut:

1. Kapasitas ruas Jalan Sam Ratulangi didapatkan bedasarkan persamaan diatas yaitu sebesar 3485 smp/jam
2. Derajat kejenuhan didapatkan sebesar $Ds = 0,877$ dan Tingkat pelayanan Ruas Jalan Sam Ratulangi adalah E yang berarti Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan kadang terhenti.

Saran

Dikarenakan pada ruas jalan tersebut terdapat Pertokoan, Hotel dan Rumah Makan, sehingga perlu dilakukan manajemen lalu lintas oleh pemerintah daerah setempat. Manajemen lalu lintas yang dapat dilakukan misalnya; agar lebar jalan efektif tidak terganggu, dan arus lalu lintas lebih lancar lagi, maka ada baiknya perlu dipasang tanda dilarang parkir. Dengan

demikian diharapkan dapat mengurangi tingkat kemacetan yang terjadi pada ruas jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimus. 1997. **Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)**. Direktorat Jendral Bina Marga Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan. Bandung.
2. _____. 1995. **Menuju Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Yang Tertib** Direktorat Jendral Perhubungan Darat. PT. Bukit Mayana. Jakarta.
3. Dixon, Wilfd J and Mossey, Frank. 1997. **Pengantar Analisis Statistik**. Edisi keempat, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
4. Hobbs, F. D. 1999. **Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas**. Gajah Mada University Press.
5. Oglesby H, Clarkson dan Hicks Gary, R. 1988. **Teknik Jalan Raya**. Edisi Keempat, Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
6. Pline L, James. 2001. **Traffic Engineering HandBook**. Fourth Edition. Institute of Transportation Engineering, Prencie Hall, Englewood Cliffs. New Jersey 07632.
7. Tamin, Ofyar Z. 2003. **Perencanaan Dan Pemodelan Transportasi ; contoh soal dan aplikasi**. ITB. Bandung

PEMODELAN DAN ANALISA TUNAK-DINAMIK SISTEM PENETRALAN ASAM KUAT DAN BASA KUAT BERVALENSI SATU

Kartika Harlesi Tanudjaja
*Dosen Fakultas Teknik
Universitas Sam Ratulangi
Manado*

Abstrak

Dalam industri kimia, harga pH memegang peranan penting, dan umumnya harga pH harus dipertahankan dalam suatu rentang harga tertentu. Sistem pH ini bersifat nonlinier (sedikit perubahan salah satu laju alir larutan proses menghasilkan perubahan pH yang berbeda-beda) sehingga pengendalian harga pH ini cukup rumit dan sulit. Tujuan penelitian ini adalah membangun suatu model matematis sistem netralisasi asam kuat bervalensi satu dengan basa kuat bervalensi satu yang valid, mempelajari respon tunak sistem pH terhadap perubahan gangguan (laju alir larutan asam kuat bervalensi satu dan basa kuat bervalensi satu) dalam sistem netralisasi, dan mempelajari respon dinamik sistem pH terhadap perubahan gangguan (laju alir larutan asam kuat bervalensi satu) dalam sistem netralisasi. Tahapan awal penelitian ini adalah pembuatan model matematika sistem penetralan asam kuat bervalensi satu dan basa kuat bervalensi satu. Model tersebut dinyatakan dalam program Matlab. Model kemudian divalidasi dengan data literatur. Penelitian dilakukan dengan mengevaluasi keadaan tunak dan dinamik model yang telah divalidasi. Analisa keadaan tunak menunjukkan bahwa pH merupakan sistem nonlinier dan sangat sensitif di sekitar harga 7. Dinamika proses dengan harga pH awal 7 menunjukkan hubungan yang simetris antara kenaikan dan penurunan laju alir asam kuat bervalensi satu terhadap pH sistem dengan hubungan yang tidak linier. Dinamika proses dengan harga pH awal 4 dan 10 menunjukkan hubungan yang tidak simetris antara kenaikan dan penurunan laju alir asam kuat bervalensi satu terhadap pH sistem dengan hubungan yang tidak linier. Dari analisa tersebut, dapat diprediksi bahwa pengendali konvensional P, PI, atau PID kurang sesuai digunakan untuk mengendalikan sistem penetralan asam kuat bervalensi satu dan basa kuat bervalensi satu dikarenakan sifatnya yang sangat nonlinier.

Kata kunci : pemodelan sistem pH, pH control, disturbance rejection, analisa keadaan tunak, dinamika sistem.

1. Pendahuluan

Sistem kontrol dalam dunia industri, dilakukan dengan menggunakan instrumen untuk mengendalikan jalannya operasi secara otomatis. Salah satu variabel yang harus dikontrol dalam berbagai proses adalah pH. Harga pH larutan menunjukkan derajat keasamannya (*aciditas*) atau kebasaan (*alkalinitas*). Harga pH bernilai 0 sampai 14 dengan semakin rendah nilainya

semakin asam dan semakin tinggi semakin basa serta netral pada harga 7. Pengontrolan pH perlu dilakukan dalam berbagai proses, misalnya proses pengolahan limbah (harga limbah tidak boleh terlalu asam maupun terlalu basa), proses bioteknologi (mikroba hanya dapat hidup dan beraktivitas optimal pada rentang harga pH tertentu), proses kimia, proses elektrolisis, 'metal finishing operation' dan farmasi.

Aplikasi pengendalian pH dalam proses industri umum dilakukan untuk menekan efek gangguan laju alir asam atau basa agar sistem berada dalam rentang harga pH yang selalu tetap. Pengendalian pH kurang umum terjadi kasus perubahan *set point* pH atau *set point tracking*. Maka, penelitian ini hanya ditekankan pada kasus *disturbance rejection*.

Pengendalian pH merupakan suatu proses yang sulit karena merupakan sistem nonlinier. Hal ini dikarenakan besaran pH berhubungan langsung dengan konsentrasi ion H⁺ dalam larutan menurut fungsi logaritmik, sehingga persamaannya tidak linear. Dengan demikian, peningkatan atau penurunan konsentrasi ion H⁺ dalam reaktor tidak mempengaruhi pH secara linier.

Pada penelitian ini, variabel yang dikontrol (*controlled variable*) adalah pH larutan, dengan *manipulated variable* laju alir larutan basa kuat. Model disimulasikan pada Matlab, yang dapat digunakan untuk simulasi dinamik dari sistem pH, termasuk *closed loop* dengan konfigurasi *feedback controller*. Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh parameter *controller* untuk PID yang dapat mnekan efek gangguan dan mengikuti perubahan *set point* dengan metode *gain scheduling adaptive control*.

Pada penelitian ini, variabel yang dikontrol (*controlled variable*) adalah pH larutan, dengan *disturbance* laju alir asam kuat dan *manipulated variable* laju alir larutan basa kuat. Model diperoleh dari persamaan neraca massa total dan neraca massa komponen dengan menggunakan persamaan - persamaan kesetimbangan ion dan hubungan konsentrasi ion terhadap pH.

Simulasi dilakukan menggunakan program matlab, dengan kondisi operasi pada harga nominalnya adalah:

- » Laju alir asam kuat (F₁) : 500 L/menit.
- » Laju alir basa kuat (F₂) : 50 L/menit.
- » Konsentrasi asam kuat (C₁) : 0,01 N.
- » Konsentrasi basa kuat (C₂) : 0,1 N.
- » Volume reaktor : 2000 Liter.
- » Temperatur : 25°C (K_W=1.10⁻¹⁴).
- » Harga pH : 7

2. Fundamental

2.1. Konsep pH dan Reaksi Asam-Basa

Sebelum para ahli menjelaskan sifat asam dan basa berdasarkan penguraian elektrolit, orang telah berusaha mendefinisikan sifat asam dan basa. Rasa masam dan pengaruh zat tersebut terhadap zat warna tumbuh-tumbuhan merupakan sifat asam, sedangkan sifat yang dimiliki sabun sebagai sifat alkali (disebut juga basa). Sifat basa lalu didefinisikan sebagai zat yang dapat bereaksi dengan asam membentuk garam.

Menurut Chang, R. (1998) perbedaan sifat asam dan basa secara umum tampak dalam **Tabel 1**. Namun, perbedaan seperti ini sulit dijadikan acuan. Setelah para ahli dapat menjelaskan berbagai teori, pengertian asam

dan basa pun berkembang. Terdapat tiga teori asam-basa dengan perbandingannya yang dapat dilihat pada **Tabel 2.**(Achmad, Hiskia, 2001)

Air murni dan beberapa larutan bersifat netral. Harga pH senyawa netral pada suhu 25°C adalah 7. Larutan asam memiliki harga pH kurang dari 7 sedangkan larutan basa memiliki harga pH lebih dari 7. Harga pH berada pada rentang 0 sampai 14. (Brady & Holum, 1996)

Tabel 1. Perbandingan sifat asam dan basa.

Sifat-sifat asam	Sifat-sifat basa
Memiliki rasa masam.	Memiliki rasa pahit.
Menyebabkan perubahan warna pada ekstrak tumbuhan.	Terasa licin (misalnya sabun).
Bereaksi dengan beberapa logam tertentu menghasilkan gas hidrogen.	Menyebabkan perubahan warna pada ekstrak tumbuhan.
Bereaksi dengan karbonat / bikarbonat menghasilkan gas karbon dioksida.	Larutan basa dapat menghantarkan listrik
Larutan asam dapat menghantarkan listrik	

Tabel 2. Berbagai teori asam-basa.

Teori	Arrhenius (Teori Air-Ion)	Brönsted-Lowry (Teori Proton)	Lewis (Teori Elektron)
Definisi Asam	Menghasilkan ion H^+ dalam air	Penderma proton	Penerima pasangan elektron
Definisi Basa	Menghasilkan ion OH^- dalam air	Penerima proton	Penderma pasangan elektron
Definisi Penetralan	Pembentukan air	Perpindahan proton	Pembentukan ikatan kovalen koordinasi
Reaksi	$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$	$HA + B \rightarrow BH^- + A^+$	$A + B \rightarrow A : B$
Batasan	Hanya untuk larutan dalam air	Hanya untuk reaksi perpindahan proton	Teori yang lebih umum digunakan

Sifat asam dan basa pun memiliki kekuatan berbeda-beda untuk jenis zat yang berbeda. Karenanya, asam dapat dibagi menjadi asam kuat dan asam lemah, basa juga dibagi dalam basa kuat dan basa lemah. Asam kuat dan basa kuat merupakan elektrolit kuat yang diasumsikan terionisasi sempurna dalam air. Sedangkan asam lemah dan basa lemah merupakan elektrolit lemah dan hanya terionisasi sebagian di dalam air, sehingga pada saat kesetimbangan larutan asam lemah terdiri atas campuran molekul asam yang tidak terionisasi, ion H_3O^+ , dan basa konjugat, sedangkan basa lemah terdiri atas campuran molekul basa yang tidak terionisasi, ion OH^- , dan asam konjugat. (Chang, Raymond, 1998)

Reaksi antara larutan asam dan basa merupakan reaksi penetralan yang menghasilkan garam dan air. Reaksi penetralan asam-basa terbagi menjadi empat, yaitu: asam kuat dan basa kuat, asam kuat dan basa lemah, asam lemah dan basa kuat, asam lemah dan basa lemah. Reaksi penetralan yang dibahas adalah reaksi asam kuat dan basa kuat.

Asam kuat dan basa kuat terionisasi sempurna dalam air berdasarkan jenisnya. Asam kuat bervalensi satu terionisasi menjadi satu ion H_3O^+ , dan satu ion basa konjugatnya, sedangkan basa kuat bervalensi satu terionisasi menjadi satu ion OH^- , dan satu ion asam konjugatnya. Asam kuat bervalensi dua terionisasi menjadi dua ion H_3O^+ , dan satu ion basa konjugatnya,

sedangkan basa kuat bervalensi dua terionisasi menjadi dua ion OH^- , dan satu ion asam konjugatnya. Demikian juga, asam kuat bervalensi tiga terionisasi menjadi tiga ion H_3O^+ , dan satu ion basa konjugatnya, sedangkan basa kuat bervalensi tiga terionisasi menjadi tiga ion OH^- , dan satu ion asam konjugatnya. Perbedaan valensi ini menyebabkan perbedaan harga konsentrasi ion H_3O^+ atau ion OH^- (dan akibatnya perbedaan harga pH) larutan dengan konsentrasi yang sama.

2.2. Pengendalian Proses

2.2.1. Variabel Proses

Dalam proses kimia terdapat banyak variabel yang dapat dikategorikan dapat dua kelompok, yaitu *input variables* dan *output variables*. Variabel *input* merupakan efek dari lingkungan (segala sesuatu diluar sistem, dalam hal ini diluar reaktor) yang mempengaruhi proses di dalam sistem. Variabel *output* merupakan efek dari proses di dalam sistem yang keluar ke lingkungan.

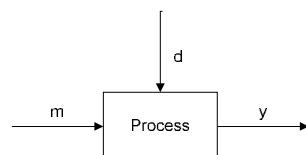
Variabel *input* dapat dibedakan atas : *manipulated (adjustable) variables* dan *disturbances*. Suatu variabel tergolong *manipulated variables* jika harganya dapat diubah secara bebas oleh operator ataupun mekanisme kontrol, sedangkan harga variabel *disturbances* bukan merupakan hasil perubahan oleh operator atau sistem kontrol.

Variabel *output* dapat dibedakan atas : *measured output variables* dan *unmeasured output variables*. Variabel yang harganya dapat langsung diketahui dengan mengukurnya melalui sensor termasuk *measured output variables*, sedangkan variabel yang tidak dapat diukur langsung harganya tergolong *unmeasured output variables*. Dari beberapa variabel *output* ini, terdapat variabel yang ingin dikontrol harganya agar berada pada (rentang) harga tertentu yang disebut *controlled variables*. (Stephanopoulos, 1984)

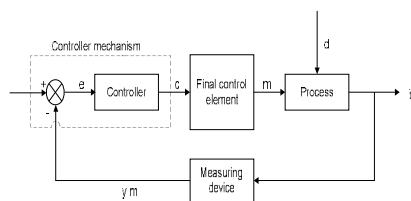
Variabel yang dikontrol (*controlled variable*) pada percobaan ini adalah pH larutan, sedangkan *manipulated variable* adalah laju alir larutan basa kuat dan *disturbance* adalah laju alir larutan asam kuat.

2.2.2. Sistem Open loop dan Close loop.

Secara sederhana, proses kontrol dapat dinyatakan dalam diagram pada **Gambar 1**. Sistem ini disebut sistem *open-loop* dan berbeda dengan sistem *close-loop* pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Proses Sistem Open-loop



Gambar 2. Proses Sistem Close-loop.

Dari sistem *open-loop* tersebut hanya teramatinya dalam proses terdapat *manipulated variable* m , *disturbance* d yang dapat berubah dan tujuan proses kontrol adalah untuk menjaga *output* y berada pada harga tertentu yang diinginkan. Dalam proses *close-loop system* (dengan konfigurasi kontrol *feedback*), pengendalian dilakukan dengan melakukan pengukuran harga output y_m , membandingkan harga y_m dengan harga yang diinginkan atau *set point* y_{sp} , dan *controller* memutuskan tindakan yang akan diambil untuk merubah harga *manipulated variable* m . (Stephanopoulos, 1984)

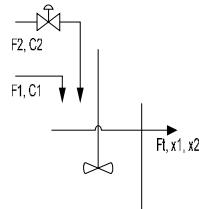
3. Metodologi

Penelitian dilakukan dengan melakukan tahapan-tahapan, antara lain : pemodelan proses, validasi model, analisa keadaan tunak dan analisa dinamika proses.

4. Hasil dan pembahasan

Model Proses

Pada percobaan ini, proses penetralan (asam kuat – basa kuat) berlangsung dalam sebuah RTIK di mana larutan asam kuat (HNO_3) direaksikan dengan basa kuat (NaOH). Sistem pH ini dapat diamati pada **Gambar 3**. Reaksi penetralan berlangsung sangat cepat (seketika) dan diasumsikan pencampurannya juga terjadi seketika. Asumsi lainnya yang digunakan adalah temperatur dan densitas larutan konstan.



Gambar 3 Proses Netralisasi pH.

Model proses diperoleh dari persamaan neraca massa total dan neraca massa komponen dengan menggunakan persamaan - persamaan kesetimbangan ion dan hubungan konsentrasi ion terhadap pH.

Neraca massa total :

$$F_T = F_1 + F_2 \quad (1)$$

Neraca massa komponen :

$$\frac{dx_1}{dt} = \frac{(F_1 C_1 - F_T x_1)}{V} \quad (2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = \frac{(F_2 C_2 - F_T x_2)}{V} \quad (3)$$

Saat setimbang :

$$C_H C_{OH} = K_W = 1 \cdot 10^{-14} \text{ } (25^\circ\text{C}) \quad (4)$$

Kesetimbangan ion (electroneutrality) terjadi saat :

$$C_H - C_{OH} = x_1 - x_2 \quad (5)$$

Hubungan pH dengan C_H adalah :

$$pH = -\log_{10} C_H \quad (6)$$

dengan :

F_1 (*process stream*) : laju alir larutan asam kuat.

F_2 (*manipulated input*): laju alir larutan basa kuat.

x_1 : konsentrasi anion asam kuat dalam effluent.

x_2 : konsentrasi kation basa kuat dalam effluent.

C_1 : konsentrasi larutan asam kuat.

C_2 : konsentrasi larutan basa kuat.

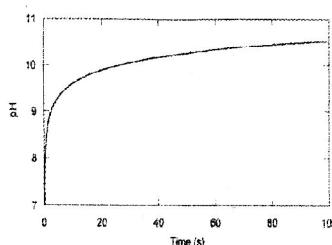
V : volume reaktor (2000 Liter).

Harga x_1 dan x_2 setiap waktu dapat diketahui dengan menyelesaikan persamaan (1), (2), dan (3). Dengan demikian harga C_H setiap waktu dapat dihitung dari persamaan (4) dan (5), sehingga dinamika harga pH dapat dihitung dari persamaan (6). (Hu, Qiuping dan G. P. Rangaiah, 1999)

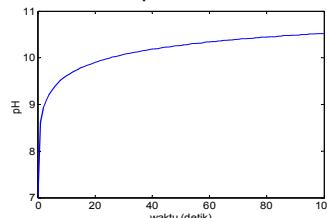
Validasi Model

Model detail (persamaan (1) – (6)) divalidasi agar model ini dapat diyakini sesuai untuk proses netralisasi asam-basa. Validasi dilakukan dengan membandingkan data yang diperoleh dari simulasi model matematika proses dengan data literatur. Validasi dilakukan berdasarkan dua kriteria, yaitu : kedekatan data (harga pH awal dan akhir) dan kecenderungan hasil simulasi dengan data literatur.

Dari data literatur, dilakukan perubahan fungsi step sebesar +10% terhadap laju alir basa, F_2 , pada waktu 0 detik. Keadaan tunak awal (pada $t = 0$ detik) dikondisikan pada kondisi nominal ($F_1 = 500$ L/menit dan $F_2 = 50$ L/menit). Kenaikan +10% F_2 berarti kenaikan laju alir basa menjadi 55 L/menit. Perbandingan grafik dari literatur dan dari model matematis dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4 Grafik dari data literatur (Sumber : Hu, Q & G.P.Rangaiah, 1999).



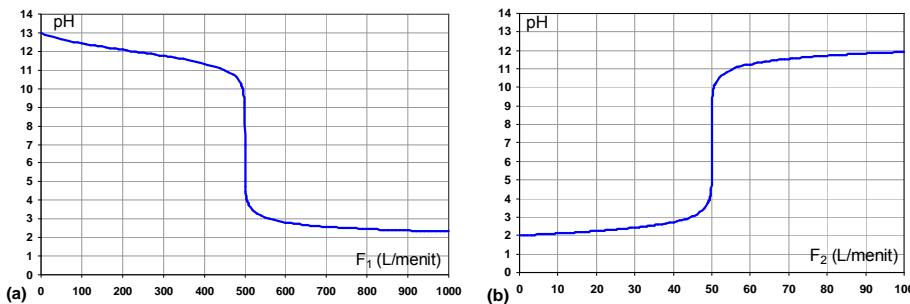
Gambar 5 Grafik validasi dari model matematis.

Dari kedua gambar grafik respon pH tersebut, dapat dinyatakan bahwa model proses yang diturunkan dari persamaan fundamental (peneracaan ion) tersebut valid digunakan dalam proses neutralisasi asam-basa. Dasar dari validasi ini adalah karena kedua grafik memiliki kemiripan bentuk grafik dengan kecenderungan yang sama. Selain itu, dapat diamati bahwa kenaikan kedua grafik memiliki bentuk yang serupa serta harga pH awal (netral, pH = 7) dan pH akhir pada waktu 100 detik (pH sekitar 10.5) kedua grafik bernilai sama. Dengan validnya model proses yang digunakan, analisa dinamika proses dapat dilakukan menggunakan model tersebut.

Analisa Keadaan Tunak (Steady-state)

Dari model proses, dilakukan analisa keadaan tunak untuk sistem reaksi asam kuat bervalensi satu dan basa kuat bervalensi satu pada kondisi nominal yang telah ditentukan. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui harga pH untuk perubahan laju alir asam, F_1 , (dengan laju alir basa, F_2 , tetap) seperti pada **Gambar 6.(a)** dan harga pH untuk perubahan laju alir basa, F_2 , (laju alir asam, F_1 , tetap) seperti pada **Gambar 6.(b)**.

Gambar tersebut menunjukkan bahwa untuk harga pH lebih dari 10 dan kurang dari 4 akan berbentuk grafik landai, sedangkan kemiringan grafik sangat curam di sekitar harga pH = 7. Dengan kata lain, perubahan kecil laju alir akan mengubah harga pH dengan sangat signifikan di sekitar pH = 7 (sistem sangat sensitif terhadap perubahan variabel input). Sedangkan pada daerah yang landai, perubahan laju alir asam dan basa tidak berdampak besar terhadap harga output (pH). Hal ini menunjukkan sistem pH yang bersifat sangat nonlinier.



Gambar 6.(a) Grafik pH vs F_1 ; (b) Grafik pH vs F_2 .

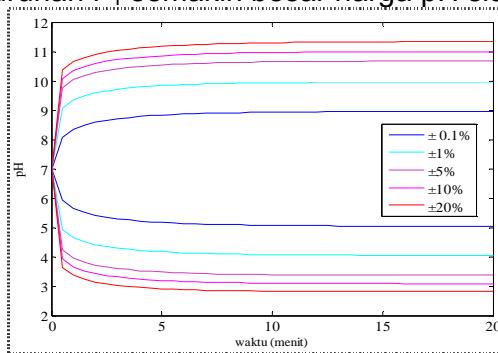
Simulasi Dinamika Proses

Simulasi ini dilakukan untuk mempelajari kelakuan proses asam-basa sebagai *open-loop system* (sistem tanpa adanya pengendali). Simulasi dilakukan dengan mengubah harga *disturbance* (laju alir asam kuat, F_1) dengan harga *manipulated variable* (laju alir basa kuat, F_2) bernilai konstan 50 L/menit, dengan kondisi nominal awal $F_1 = 500$ L/menit. Laju alir asam kuat berubah mengikuti fungsi step pada waktu 0 menit, sebesar $\pm 0.1\%$, $\pm 1\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, dan $\pm 20\%$.

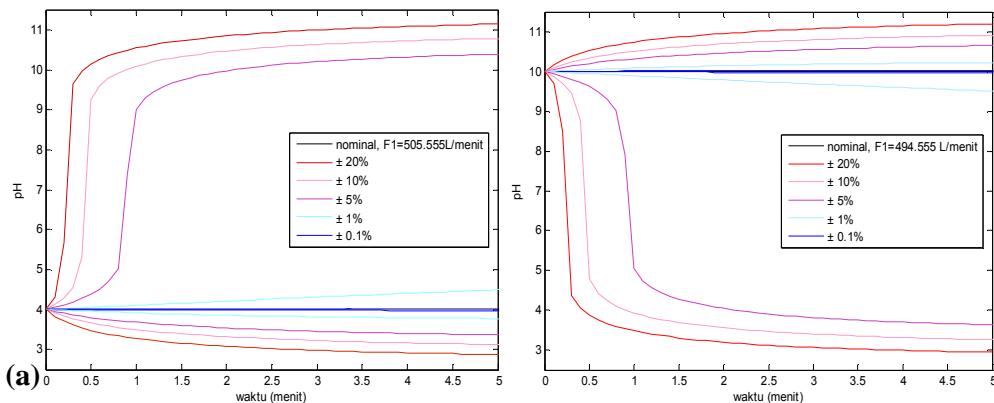
Simulasi ini dilakukan hingga diperoleh data sampai 20 menit. Dari hasil yang diperoleh, terlihat bahwa respon pH telah mengalami keadaan tunaknya

(dapat dikatakan tidak lagi terjadi perubahan harga pH). Grafik respon pH pada proses ini dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Dari grafik tersebut, terlihat bahwa perubahan pH yang signifikan terjadi pada rentang waktu 0 menit hingga menit ke – 5. Setelah mencapai waktu 5 menit, perubahan pH seiring berjalananya waktu tidak begitu besar. Hal ini menunjukkan sistem ini sensitif karena dapat dengan cepat merespon perubahan variabel inputnya. Selain itu, dapat diamati bahwa semakin besar kenaikan F_1 semakin kecil harga pH sistem (bersifat asam), dan sebaliknya, semakin besar penurunan F_1 semakin besar harga pH sistem (bersifat basa).



Gambar 7 Respon keadaan dinamik pH untuk perubahan laju alir asam.



Gambar 8 (a) Respon keadaan dinamik pH kondisi nominal pH=4; **(b)** Respon keadaan dinamik pH kondisi nominal pH=10.

Dari **Gambar 7** juga dapat diamati bahwa kenaikan maupun penurunan grafik respon pH tersebut menunjukkan suatu kecenderungan. Kecenderungan tersebut terlihat pada kemiringan grafik yang semakin curam untuk perubahan laju alir yang semakin besar.

Dinamika proses juga dapat diamati dengan perubahan kondisi nominal awal F_1 . Kondisi nominal yang digunakan adalah kondisi nominal pada harga pH = 4 ($F_1 = 505.555$ L/menit, $F_2 = 50$ L/menit) dan harga pH = 10 ($F_1 = 494.555$ L/menit, $F_2 = 50$ L/menit). Laju alir asam kuat lalu diubah dari kondisi nominal ini mengikuti fungsi step pada waktu 0 menit, sebesar $\pm 0.1\%$, $\pm 1\%$, $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, dan $\pm 20\%$. Grafik respon keadaan dinamik pH untuk kondisi nominal pH = 4 dapat dilihat pada **Gambar 8 (a)**, dan grafik respon keadaan dinamik pH untuk kondisi nominal pH = 10 dapat dilihat pada **Gambar 8 (b)**.

Gambar 8 (a) dan (b) menunjukkan sifat nonlinier sistem ini. Perubahan naik dan turun F_1 dari nominalnya menghasilkan grafik yang tidak

simetris. Untuk kondisi nominal $pH = 4$ pada **Gambar 8 (a)** terlihat kecenderungan bahwa penurunan F_1 menghasilkan kenaikan pH yang lebih besar dibandingkan kenaikan F_1 dengan besar yang sama. Hal sebaliknya terjadi pada kondisi nominal $pH = 10$ pada **Gambar 8 (b)**, terdapat kecenderungan bahwa penurunan F_1 menghasilkan kenaikan pH yang lebih kecil dibandingkan kenaikan F_1 dengan besar yang sama.

Pengendalian sistem penetralan asam kuat dan basa kuat bervalensi satu kurang efektif jika menggunakan pengendali konvensional P, PI, atau PID. Hal ini dikarenakan pengendali konvensional P, PI, atau PID dapat berfungsi dengan baik apabila digunakan untuk sistem linier dan kurang dapat mengatasi sistem yang sangat non linier seperti ini.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, antara lain:

1. Model penetralan sistem asam kuat bervalensi satu dan basa kuat bervalensi satu diturunkan dari neraca massa total, neraca massa komponen, dengan menggunakan persamaan - persamaan kesetimbangan ion dan hubungan konsentrasi ion terhadap pH.
2. Di sekitar $pH = 7$ sistem sangat sensitif terhadap perubahan variabel input, sedangkan untuk pH kurang dari 4 dan lebih dari 10 perubahan laju alir asam dan basa tidak berdampak besar terhadap harga pH.
3. Sistem penetralan asam kuat dan basa kuat bervalensi satu dapat dengan cepat merespon perubahan variabel inputnya.
4. Kemiringan grafik respon dinamik sistem semakin curam untuk perubahan laju alir yang semakin besar.
5. Pada kondisi nominal asam, penurunan laju alir larutan asam kuat bervalensi satu menghasilkan kenaikan pH yang lebih besar dibandingkan penurunan harga pH akibat peningkatan laju alir larutan asam kuat bervalensi satu dengan besar yang sama.
6. Pada kondisi nominal basa, penurunan laju alir larutan asam kuat bervalensi satu menghasilkan kenaikan pH yang lebih kecil dibandingkan penurunan harga pH akibat peningkatan laju alir larutan asam kuat bervalensi satu dengan besar yang sama.
7. Sistem penetralan asam kuat dan basa kuat bervalensi satu sangat nonlinier.
8. Pengendalian sistem penetralan asam kuat dan basa kuat bervalensi satu kurang efektif jika menggunakan pengendali konvensional P, PI, atau PID.

Daftar pustaka

1. Achmad, Hiskia, Drs., (2001), "Kimia Larutan", PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
2. Brady, James E., & Jahn R. Holm, (1996), "Chemistry : The Study of Matter and Its Changes 2nd edition", John Wiley & Sons, Inc.

3. Chang, Raymond, (1998), "*Chemistry 6th edition*", McGraw-Hill Publishing Company, International Edition.
4. Harsono, Iwan, (2005), "*One-Step Inverse Predictive Control for pH Processes*".
5. Hu, Qiuping, & Gade Pandu Rangaiah, (1999), "Strategies for Enhancing Nonlinear Internal Model Control of pH Processes".
6. Kim, Ki-Saeng, Tae-In Kwon, & Yeong-Koo Yeo, (2000), "*Experimental Evaluation of Bilinear Model Predictive Control for pH Neutralization Processes*".
7. Levenspiel, Octave, (1972), "*Chemical Reaction Engineering*", John Wiley & Sons, Inc.
8. Morris, Julian, (2003), "*New Horizons for Process Control in Chemical and Process Engineering*", <http://www.ingentaselect.com>.
9. Seborg, D.E., T.F. Edgar & D.A. Mellichamp, (1989), "*Process Dynamics and Control*", John Wiley & Sons, Inc.
10. Stephanopoulos, George, (1984), "*Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice*", Prentice-Hall International Editions.

ROADSIDE ENVIRONMENTAL EVALUATION SYSTEM

Freddy Jansen

Faculty of Engineering, Sam Ratulangi University, Manado

Abstract

Air pollution and noise pollution from vehicles is a factor included in the assessment of the environmental impact of road. In order to carry out this assessment it is necessary to have a method to know the environmental condition of the road. In the relation to the roadside environmental problems, the planner should be know the environmental condition of each road section or road side, such as which roadside have bad environmental condition. This is very useful for planning and improving purpose. This paper describes the method of evaluating the environmental condition of road through the comparison of each roadside. To support this evaluating works, the preference analysis method were developed is used to find the designated output. Through this evaluation method, the ranking of roadside in relation to the environmental condition is proposed. The ranking is presented from the roadside with bad environmental condition this micro level presentation is then practicable and enormously useful for further inspire in roadside environmental evaluation.

Key words : roadside environmental, preference analysis method, ranking of roadside.

1. Introduction

Consideration to environment must be made as an important factor in planning of urban road network in present days. The environment and particularly the effects of man's activity on it have recently become a major focus of attention and conflict. Transportation sources make up a large percentage of environmental pollution generated by human activities in the urban areas. The influence of a rapid increase in traffic volume, a change into large sized motor vehicles and inharmony between the road and land use along the roadside, environmental problems arising from road traffic have become a matter of social concern.

The criteria on which environmental impact can be related to peoples's annoyance such as noise and air pollution from road traffic are considered. Noise and air pollution from vehicles is a factor included in the assessment of the environmental impact of road traffic. Environmental impact analysis, however, is still of major concern to the transportation planner. Consequently, in the preparation of any plan it is necessary to examine the noise and air pollution in relation to the environmental condition of road.

For this study, a system in order to carry out this assessment it is necessary to have a method of evaluating the environmental condition of road for various roadway configuration and traffic flows. This research is to evaluate the environmental condition of road through the comparison of roadside pair for the priority ranking of urban roads.

2. Formulation of the problem

2.1. Preference analysis method approaches

This method is used for the identification of attribute utility functions and to the priority rating of urban roads. In relation to the roadside environmental problems, the evaluation characteristic of roadside environment system as an attributes in this model.

To identify the utility function of that each attributes, comparison of alternatives is required. Through the comparisons of alternatives, the orders of examined attributes and the preferences of decision maker are gathered. With respect to the roadside environment, the comparison of roadside pairs and the alternatives is required. The alternatives are selected such as which roadside have bad environmental condition and the other hand which roadside have not bad environmental condition. To select one of that alternatives are based on the evaluation characteristic value and decision making.

After the preferences of decision maker are recorded, this data are analized and the derivation of the utility function is formulated as a linear programming problem. As for this research our purpose is to find the values of the characteristic of the each roadsides, and based on these values, the priority ranking condition of each roadsides are provided. To find those values, the comparison of roadside pair are required and by means of the preference analysis method, the values of the characteristic of each roadside are found.

2.2. Identification of utility function

To identify the utility function, evaluation structure of the decision maker are supposed by the attributes. To evaluate the environmental condition of each roadsides, preference analysis method of identification of attributes utility function is used. From the analysis of preference record, the type of utility function are evaluated may be expressed such as the following :

1. In the case of attributes are continuous variate (traffic volume, noise value etc.), the parameter of utility function are provided.
2. In the case of attributes are rank or category (number of lane, zoning code, road structure code etc.), the utility value of each rank or category are provided.
3. The weight coefficient of each attributes.

2.3. The decision model

In order to proceed with the decision making analysis, then, we require a numerical assessment by the decision maker of his preferences among there outcomes. To consider about the utility value of the substitution idea, superior or unsuperior decision is expressed by decision maker. To decide the alternative condition of the substitution idea, the decision are based on the value of each attributes. Number of he attributes are examined depend on the preference of the decision maker.

Let us assume that comparison between substitution idea p and substitution idea r , and would prefer substitution idea p is selected. The preference relation of those condition is expressed such in following.

$$\sum_{i \in I} w_i \{ U_i(x_{pi}) - U_i(x_{ri}) \} - \sum_{j \notin I} w_j \geq 0 \quad (1)$$

Where,

x_{pi} = value of attribute i of substitution idea p

U_i = utility function of attribute i

w_i = weight coefficient for attribute i

w_j = weight coefficient for attribute j

I = set of attribute on the occasion of comparing

Furthermore, one times only the preference attribute decision are made for selecting one of the pair of the substitution idea, in the example above would prefer to select the substitution idea p than the substitution idea r . for the next attribute, need or not to investigate, the preference decision is depend on the decision maker. In the case of substitution idea p is could not decided, the formula is expressed in the following.

$$\sum_{i \in I} w_i \{ U_i(x_{pi}) - U_i(x_{ri}) \} - \sum_{j \notin I} w_j \leq 0 \quad (2)$$

2.4. Estimation of weight coefficient

By the comparison pairs, the large number of preference relation should be obtained. The value of weight coefficient is depend on the ranking of the evaluation standards of decision maker. Evaluation standards are the preference attributes is selected by decision maker in relation to decide the alternatives of the substitution idea. The problem in relation to obtain the weight coefficient can be proposed such as linear programming problem, and the problem is formulated as follows.

$$\min Z = \sum_m n_m y_m \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I_m} w_i U_i^m - \sum_{j \notin I_m} w_j + y_m \geq 0 \quad (m \in P_p) \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I_m} w_i U_i^m - \sum_{j \notin I_m} w_j - y_m \leq 0 \quad (m \in R_p) \quad (5)$$

$$\sum_{i \in N} w_i = 1 \quad (6)$$

$$y_m, w_i \geq 0 \quad (7)$$

Where,

n_m = number of comparison belonging to decision pattern m

y_m = different in the decision pattern m

U_i^m = utility function of attribute i on decision pattern m

P_p = set of decision pattern of substitution idea was decided

R_p = set of decision pattern of substitution idea was not decided

N = set of all attributes

Formula (3) indicates that the objective function is to minimize the preference relation of substitution idea and the utility function. Formula (4) and (5) represents the preferences relation of each decision pattern.

For the decision belonging to the same pattern, coefficient for the attributes are investigated, can be expressed such as formula (8).

$$U_i^m = \frac{1}{n_m} \sum_{k \in K_m} \left\{ U_i(X_{pi}^k) - U_i(X_{ri}^k) \right\} \quad (8)$$

Where,

U_i^m = utility function of attribute i on decision pattern m

K_m = set of comparison belonging to decision pattern m

X_{pi}^k = value of attribute i of the preference substitution idea p on comparison k

2.5. Identification process

To identify the attributes utility function, basically as same to evaluate the weight coefficient. The attributes are classified into 3 kind such as :

1. Attributes value are devided into rank.
2. Attributes value are classified by category.
3. Attributes value are expressed as continuous variate.

1. Attributes value are devided into rank

The attribute h is devided into L_h items of rank. Utility value of rank 1 is 1, utility value of rank L_h is 0, and the rank is higher than rank L_h , the utility value of that rank should be bigger than 0. the decision model is same with the model to evaluate the weight coefficient. Identification problem to identify the utility function of attribute is presented as follows.

$$\min Z = \sum_k y_k \quad (9)$$

$$w_h \left\{ U_h(X_{ph}^k) - U_h(X_{rh}^k) \right\} + y_k \geq - \sum_{i \neq h} w_i \left\{ U_i(X_{pi}^k) - U_i(X_{ri}^k) \right\} + \sum_{j \notin I_k} w_j \quad (k \in p) \quad (10)$$

$$w_h \left\{ U_h(X_{ph}^k) - U_h(X_{rh}^k) \right\} - y_k \leq - \sum_{i \neq h} w_i \left\{ U_i(X_{pi}^k) - U_i(X_{ri}^k) \right\} + \sum_{j \notin I_k} w_j \quad (k \in R) \quad (11)$$

$$U_h(1) = 1 \quad (12)$$

$$U_h(r) - U_h(r+1) \geq 0 \quad (r = 1, \dots, L_h - 1) \quad (13)$$

$$U_h(L_h) = 0 \quad (14)$$

$$y_k, U_h(r) \geq 0 \quad (15)$$

Where,

y_k = different in the comparison k

P = set of comparison of substitution idea is decided

R = set of comparison of substitution idea is not decided

W_h = weight coefficient for attribute h

U_h = utility function of attribute h

x_{ph}^k = value of attribute h of the preference substitution idea p on comparison k

Formula (9) indicates that the objective function is to minimize the preference relation. Formula (10) is set of attributes are investigated including the attribute h , in the case of decision of substitution idea is decided. Formula (11) is set of attributes are investigated including the attribute h , in the case of decision of substitution idea is not decided.

2. Attributes value are classified by category

Formula (12) (14) are put and may exchange into formula (16).

$$U_h(r) \leq 1 (r = 1, \dots, L_h) \quad (16)$$

3. Attributes value are expressed as continuous variate

In this case, the parameter of utility function are provided. The value of utility function is depend on the value of attribute.

3. Evaluation of roadside environment of road network

In the present, the large influence to the roadside environment came from the increase of road traffic, noise pollution and air pollution. To evaluate the roadside environmental condition, measures were taken at each road section or roadside. Local countermeasure is not sufficient. To evaluate all of road section or roadside countermeasure should be considered on a network scale is required. The roadside environment have a large number of evaluation characteristic and database. In order to find the evaluation characteristic of each roadside, prediction of environmental characteristic such as noise and air pollution is required.

As for this research, the evaluation characteristic is used for evaluating the environmental conditions of each roadsides through the comparison of roadside pairs. To consider of all evaluation characteristics, we can decided the road section or roadside environmental condition such as which road have bad environmental condition. For the roadside environmental problem, this is more useful for the planner to know the environmental condition of each road for improving purpose. Furthermore, from the preference record of road network planner, and from environmental evaluation function of each characteristic, to suppose the ranking of environmental condition of each roadside. With respect to the preference analysis method, is used to evaluate the roadside environment, and by this system to indicate the case study is proposed.

3.1. Evaluation characteristic

From the database and the prediction of environmental characteristic such as prediction of noise and air pollution, we find the evaluation characteristic. In this case the noise and air pollution are produced by vehicles. In the occasion of comparing of roadside, the evaluation characteristic conforming 97 items corresponding to the roadside environmental are used in this evaluation.

3.2. Comparison of roadside

The comparison of roadside pair, are based on the evaluation characteristic. To select one of the roadside for example which roadside are bad environmental condition are based on the decision making of the planner. This comparison of the roadside are collected and based on the preference of decision maker, are used for evaluating of environmental condition of roadside.

The comparison of roadside pairs, for example one pair of roadside are extracted from the set of roadside by the decision maker, and decision are made for determining one of the roadside pair based on the alternatives condition through the decision making. The alternatives condition such as which roadside are bad or not bad environmental condition.

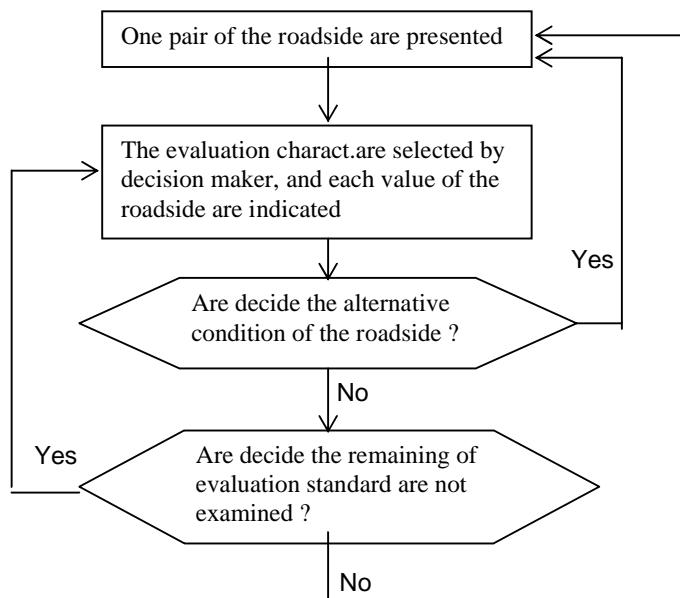


Fig. 1 Procedure step of preference record by Comparison of roadside pair

Decision making are based on experience can sometimes suggest the relative frequency with which a particular action succeeds in a given situation. When day to day choices are made under similar condition, such experience can from the basis for decision making. One may not know with absolute certainty whether a particular decision will result in success or failure. But the concept of expected value can often tell us which among some alternatives has the most to offer when many successes. The procedure of comparison of roadside pair are presented such as below :

1. One pair of the roadside are presented (for example, roadside A and B).
2. The evaluation characteristic are indicated and the preference of evaluation characteristic are selected by decision maker, each value of roadside A and B are shown by that each evaluation characteristic.
3. Which of roadside a or B is selected by superior decision are depend on decision maker and based on the value of evaluation characteristic of each roadside.
4. After decision is done, the next of roadside pair (roadside C and D) are presented again, and do over again to select one of those roadside with same procedure above.

3.3 Evaluation method

After the comparison of roadside, the comparison record are collected. To find the output, with respect to the preference analysis method, the comparison record are used for calculating the evaluation function of each evaluation characteristic. From the total of each evaluation function, we find the evaluation value of each roadside. In generally route which have bad environmental condition have big evaluation value. To show the result of this evaluation system, the total evaluation characteristic of roadside environment are used for example in the case study for evaluating the environmental condition of road system.

4. Structure of roadside environmental evaluation system

In order to evaluate the environmental condition of each road side, the evaluation characteristic are required. The evaluation characteristic are found from the database and the prediction of environmental characterisric such as prediction of noise level and air pollution concentration. To find the environmental characteristic of each roadside, the structure of this system are devided into :

1. Prediction of environmental characteristic, in relation to the noise level and air pollution concentration.
2. Evaluation of each roadside.
3. Evaluation of the sets of roadside.

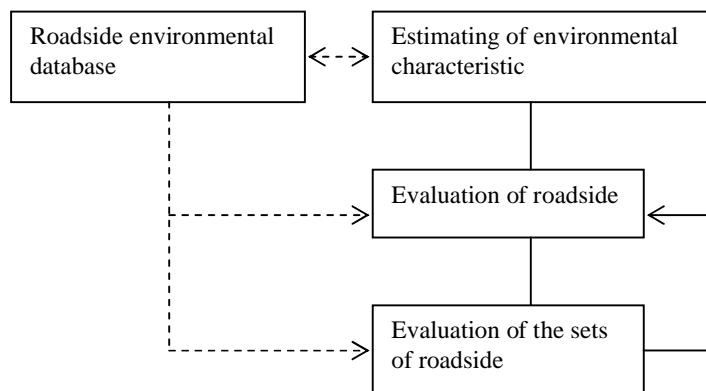


Fig. 2 Scheme of activity to support the roadside Environmental evaluation process

In relation to the case study of road system, this system have been developed, but the purpose of this research is to find of all evaluation characteristic and the evaluation value of each roadside. Through the comparison of each roadside and based on that evaluation characteristic, the evaluation of environmental condition of each roadside such as which roadside have bad environmental condition are found.

4.1. Database

To support and to find the evaluation characteristic, the database and the prediction of environmental characteristic is required. The kind of database are devided into such as below :

1. Segment data
2. Roadside data
3. Weather data

4.2 Environmental characteristic

The kind of environmental characteristic such as :

1. Noise level
2. More than standard environment
3. More than standard demand
4. Noise damage area, more than standard environment
5. Noise damage population, more than standard environment
6. Noise damage area, more than standard demand
7. Noise damage population, more than standard demand
8. NO₂ density
9. NO₂ damage area, lower limit of standard environment
- 10.NO₂ damage population, lower limit of standard environment
- 11.NO₂ damage area, upper limit of standard environment
- 12.NO₂ damage population, upper limit of standard environment

5. Application to the road network

The system developed in the above is applied to the road network. In order to collect the record of decision maker, comprising 400 numbers of roadside are considered, and from the comparison of 200 pairs of roadsides the record are collected. In the occasion of comparing of roadside, the evaluation characteristic conforming 97 items corresponding to the roadside environmental evaluating system.

With respect to the preference analysis method, the weight coefficient of evaluation characteristic are shown in table 2. The other evaluation characteristic are not shown in that table, the weight coefficient of those evaluation characteristic is 0, that mean those evaluation characteristic are not used in the occasion of decision making on the comparison pairs. Moreover, table 2 shows that weight of evaluation characteristic (51. More than noise standard) is bigger than the others. In other words, in the comparison pairs that evaluation characteristic is used continually to find the decision result. Table 3 shows the evaluation function of evaluation characteristic.

From the results of the comparison pairs, the result of decision and evaluation value, the validity of that result is 95 %, from comparison of 200

pairs, 190 pairs are conforming. In generally, route which have bad roadside environmental condition have big evaluation value. The evaluation value is found from the total of each evaluation function. For one route of roadside set on the each district, the average value of evaluation value is presented. The evaluation of roadside environmental are devided into each district, are very useful for planning purpose. Fig. 5 – Fig. 11 shows the noise value and NO₂ density.

Comparison of roadside pairs

The comparison of roadside pairs, for example one pair of roadside are extracted from the set of roadside by the decision maker, and decision are made for determining one of the roadside pair based on the alternative condition through the decision making. The alternatives condition such us which roadside are bad or not bad environmental condition. In this case study, comprising 400 numbers of roadsides are considered, and from the comparison 200 pairs of roadside the record are collected. The comparison of the roadside pair are collected and based on the preference of decision maker, are used for evaluating of environmental condition of each roadside. Table 1 shown the example of comparison of roadside pair in relation to the evaluating characteristic.

Table 1. Example of comparison of the roadside pair
In relation to the evaluation characteristic

Evaluation Characteristic	Roadside		Unit
	Roadside A	Roadside B	
1. Elevated road	10	0	m
2. Number of lanes	4	4	lane
3. Control speed	60	40	km/h
4. Road width	180	270	0.1 m
5. Roadway width	170	200	0.1 m
.....
95. Zoning Code	Industrial	Residential	%
96. Plant trees code	Non	Exist	%
97. Road structure code	Level	Elevated	%
Select one of the next condition :			
1. Roadside A is bad environment condition than B			
2. Roadside B is bad environment condition than A			

Table 2. Evaluation characteristic and weight coefficient

Evaluation characteristic	Weight coefficient
12. NO ₂ background density	2.578×10^{-2} (0.061)
50. More than noise standard (standard envir. morning)	4.231×10^{-1} (1.000)
51. More than noise standard (standard demand morning)	2.437×10^{-1} (0.576)
74. More than noise standard (standard envir. night)	7.685×10^{-2} (0.182)
75. More than noise standard (standard demand night)	7.685×10^{-2} (0.182)
76. Noise damage population (standard envir. night)	7.685×10^{-2} (0.182)
85. NO ₂ damage population (standard envir. night)	7.685×10^{-2} (0.182)

Table 3. The evaluation function of the evaluation characteristic

Evaluation characteristic	Evaluation function
12. NO ₂ background density (ppm)	$U = 1.005 (x - 0.0046)$
50. More than noise standard (standard envir, morning) (dBA)	$U = 0 (x < 1.0604)$ $U = 1 (x > 1.0818)$
51. More than noise standard (standard demand, morning) (dBA)	$U = 1.041 (x)^{1.392}$
74. More than noise standard (standard envir, night) (dBA)	$U = 0 (x < 9.5383)$ $U = 1 (x > 10.0003)$
75. More than noise standard (standard demand, night) (dBA)	$U = 1.032 (x)^{1.847}$
76. Noise damage population (standard envir, night) (person/100m)	$U = 0 (x < 56.0762)$ $U = 1 (x > 57.8037)$
85. NO ₂ damage population (standard envir, night) (person/100m)	$U = 1.814 (x)^{0.565}$

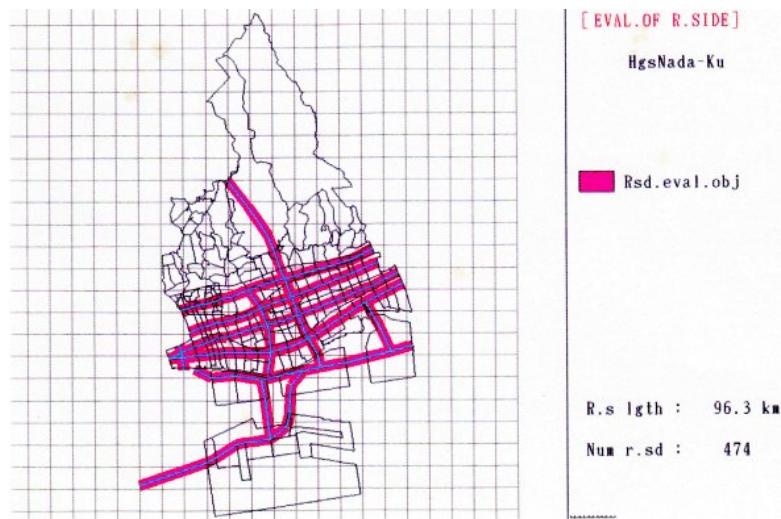


Fig. 3 Display of network of roadside object

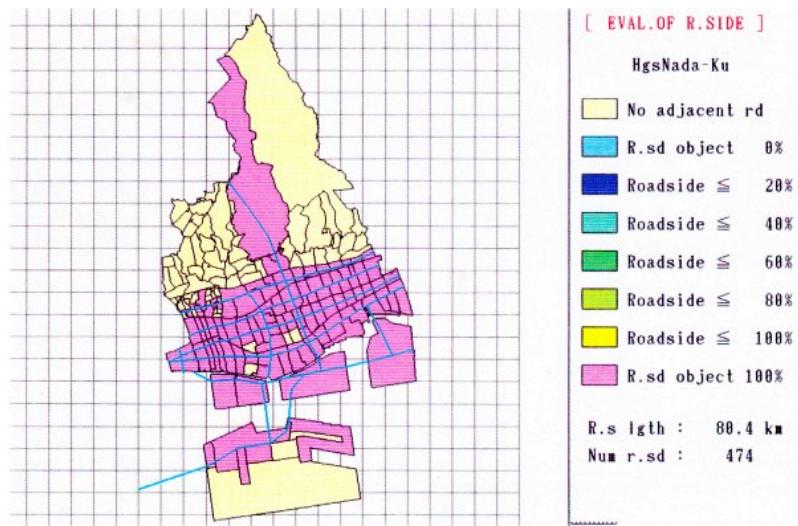


Fig. 4. Display of town block with the roadside object

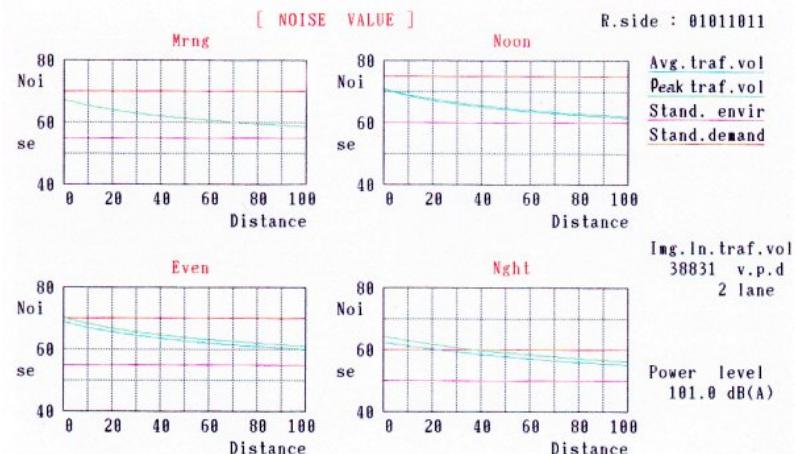


Fig. 5. Display of outline graph of noise value

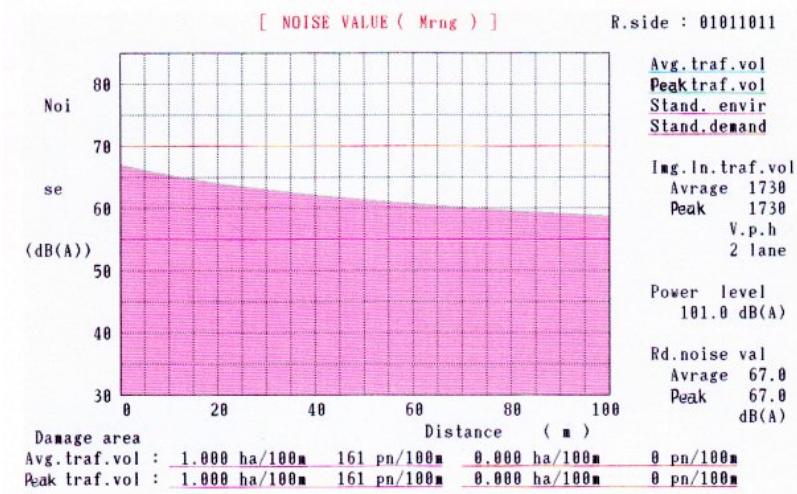


Fig. 6. Display of morning noise value graph

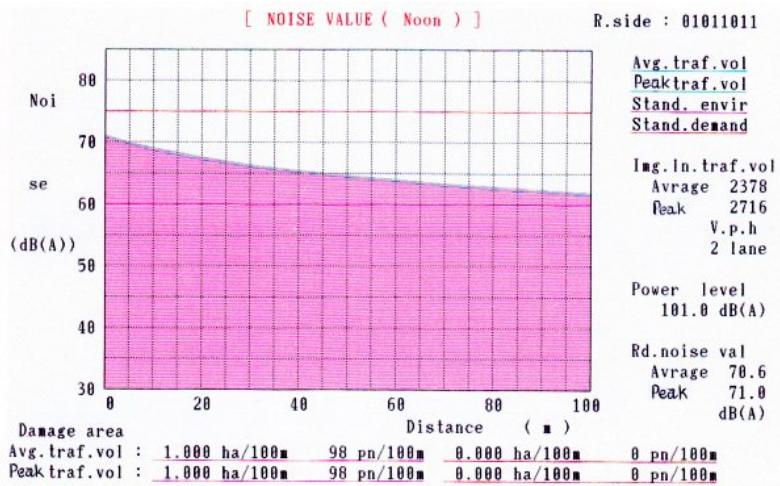


Fig. 7. Display of noon noise value graph

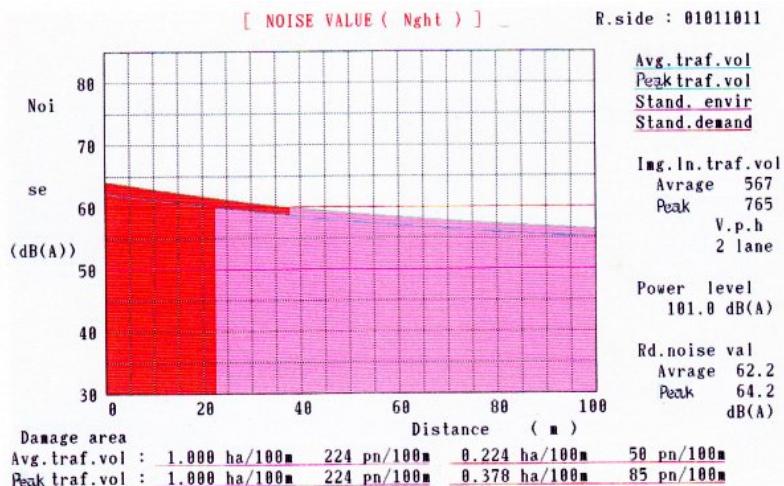


Fig. 8. Display of night noise value graph

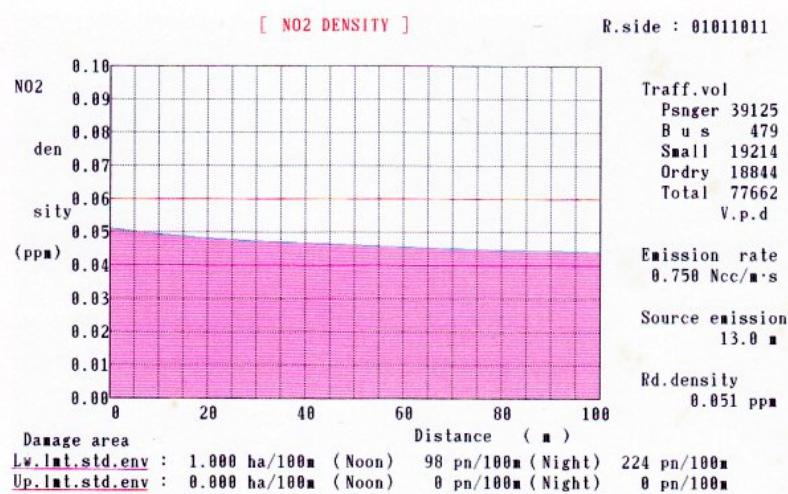


Fig.9. Display of NO2 density graph



Fig. 10. Display of roadside noise value

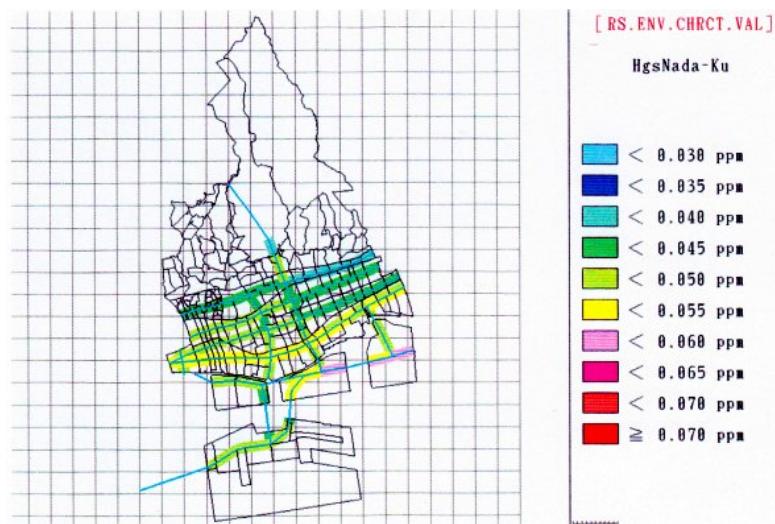


Fig. 11. Display of roadside NO2 density

4. Conclusion

The roadside environmental will be around as long as the automobile persists as a major transportation mode. The question is how can effective decision making be achieved for actions that affect complex environmental problem. To find the best solution, its will do much to decrease the computational difficulty associated with large scale of roadside environmental problem. With the evaluating of roadside environmental conditions procedures, the potential utility of this kind of design system will be an essential part of the development of the environmental planning process. Before continuing with process establishing of its data structure must be held to provide for each road segment, and also for conveniency in managements of data is necessary. The preference analysis method is used to support the evaluating system to find the environmental condition of each roadside. It can be thought that the method as a high level real practicality and its scope of application is also very large. Environmental evaluation function can be indicated by intention of the planner, from that evaluation function, the ranking of roadside with bad environmental condition can be decided. The roadside environmental condition can be decided in more detail for each district.

References

1. Edamura,T., Moritsu, H.: *Algorithms for exact solutions and approximate solution on the optimal transportation network with an application*, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kobe University, 1997, pp.626-647
2. Edamura, T., Moritsu, H., Tanaka, M., Fujitani, K.: *A System for the Optimum Highway Network Design with Consideration on Effects to Environment*, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kobe University, 1999, pp.61-79
3. Henry, C. Perkins , *Air pollution*, first edition, McGraw-Hill,Inc.1974
4. Karl, D. Kryter, *The effects of noise on man*, Academic Press,Inc.1985
5. Leblanc, L. J. : *An algorithm for discrete network design problem*, Transportation Science Vol.9, No.3, 1975, pp. 188-199.
6. Richard, A. Wadden, *Indoor air pollution, Characterization, Prediction and Control*, Jhon Willey & Sons, Inc. 1983
- 7 Scott, A. J. : *The optimal network problem, some computational procedures*, Transp. Res., Vol.3, 1989, pp. 201-210

THE ECO-FRIENDLY HIGHWAY, A4

P.P. Knook
G.L.S. van der Salm

*Delft University of Technology, Department of Hydraulic Engineering ,
Building 23, Stevinweg 1, 2628 CN Delft, The Netherlands*

L.W. Schadee

*Delft University of Technology, Department of Geo-Engineering , Building 23,
Stevinweg 1, 2628 CN Delft, The Netherlands*

A.R. Kemur

Water Resources Engineer at Ministry of Public Works

ABSTRACT

This paper gives an overview of the development of an highway in the Netherlands. This socalled A4 has a extreme delay, which is more than half a century. During the delay new standards were applied and in the end the highway had to be implemented in its surrounding. By doing so, the highway has to cooperate very close with nature.

For their bachelor thesis, Mister van der Salm and Mister Schadee have done researched an eco-friendly alternative of the highway design. Although this alternative didn't make it, the research was very convenient for the designers. During his summer-internship Mister Knook did some calculations for the final design of the A4. The experience of these three engineers are combined in this paper, with an eco-friendly subject in the back of their mind.

1 INTRODUCTION

The Netherlands has a large infrastructure. It's infrastructure consists of three types of roads. There are little roads within villages and farmland. Somewhat bigger are the roads which are used and maintained by the provinces. Last but not least there are the highways. They connect the major cities and form the backbone of the Dutch infrastructure. Nowadays the government is trying to build a brand new highway. This highway, the A4, was already foreseen more than 50 years ago. Due to great resistance of environmental activists and some political flaws the delay could become this big. For Dutch standards a delay of over 50 years is very big, there can be always some delay but they are not more than 10% of this specific delay. Although there is still some resistance from small groups, the road will be build, starting next year. The need for the A4 is very big. Daily traffic jams are not only annoying, but also give damage to the environment and the economy. With help of local municipalities the government of the Netherlands made a design which combines the interests of the users and the people who disagree with the highway construction. It can be said that the final design is and eco-friendly highway, which can't be seen, smelled or heard. How did one come up with such a design? What processes have been used?

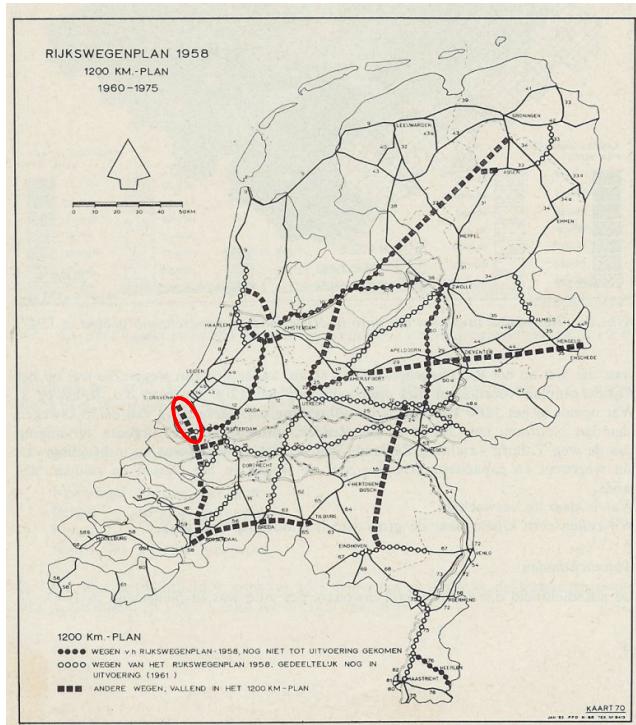


Figure 1: Map of the plan with the A4 included (see the circle),
source www.wegenwiki.nl

1 THE HISTORY

Back in the nineteen fifties there were no highways in the Netherlands. The government of that time made the first infrastructural plan of the Netherlands. About 1200 kilometers of highway were drawn including the A4. An infrastructural plan of the Netherlands was needed to give the country a good accessibility and a firm base for economical development. Because of the large overall costs of the project, the government decided to postpone the A4 project. After this decision the project is put on hold.

In 1965 many of the projects are finished. At that time the government decides to make a second infrastructural plan of The Netherlands. This plan consists of an evaluation of the current highways and which future development is needed to improve mobility. During the evaluation the A4 came forward as an important highway connection between the cities Delft and Rotterdam.

It takes until the seventies to start the actual construction. At first there is an embankment constructed to preload the trace of the highway. During construction of this embankment the resistance against the A4 grew again. The main subject is the expected noise pollution and the damage to the nature which is caused by construction and use of the highway. Local society is the biggest opponent of the A4 and eventually they convinced the government to stop the construction in 1976.

Until 1989 the construction of the A4 is still on hold. In this year (1989) a new structural plan is made and the necessity of the highway is drawn again. By new European regulation there is a thorough investigation needed before one can start any building activity. The investigation takes about

another 10 years. In this investigation the need for the highway is looked after. Also the demands by local government needs to be taken into account. A short description is that the new highway cannot be seen, smelled or heard. These demands force the designers to come-up with a design, which cooperates with nature. The design has to be eco-friendly so to say.

2 POSSIBLE SOLUTIONS.

Looking at this great problem of wanting the highway for economical and traffic reasons on one side and not wanting this road for environmental reasons on the other, two of the undersigned (Leon and Guido) have made a possible preliminary design for an eco-friendly solution as final thesis for their Bachelor. In the following something will be told about the design of the construction and also about the extraordinary way of construction.

2.1 *The Design*

Nowadays the part of the A4 highway between Delft and Schiedam is a big piece of nature that, like environmentalists say, has to be protected and has to stay only nature without buildings and/or transportation systems. But what if we can combine the two different needs of the two parties. Combine the road and the 'undisturbed' nature. How?

By creating a tunnel. There is only a small problem with that, especially in the area of the new to be build A4 highway, and that is the subsoil. The area between Delft and Schiedam mainly consist of peat, a very watery type of soil (about 85% water), that has almost no bearing capacity, certainly not enough to withstand the weight of a conventional tunnel. That's why the design contains a floating tunnel, a tunnel that wants to float to the surface because of its minimal weight. The principle of such a construction is also called the Archimedes Bridge, based on the principle a Archimedes that submerged object have a buoyancy force equal to the weight of the replaced water.

Such a tunnel does not need any bearing capacity of the wet surrounding soil. The only thing it does need are anchors to keep it at the desired level of submergence. This could be an ideal solution in the wet, peaty soil we are dealing with.

Both parties can benefit from this solution, the economy and traffic can use the highway, and the environmentalists in the end still have their nature.

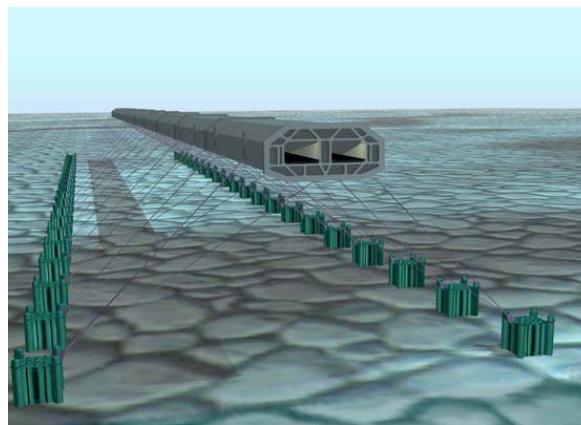


Figure 2: Principle of the Archimedes Bridge, source
www.pontedearchimede.com

During the construction of course there will be some hindrance to the surrounding, but finally there will be no highway visible in the landscape between Delft and Schiedam.

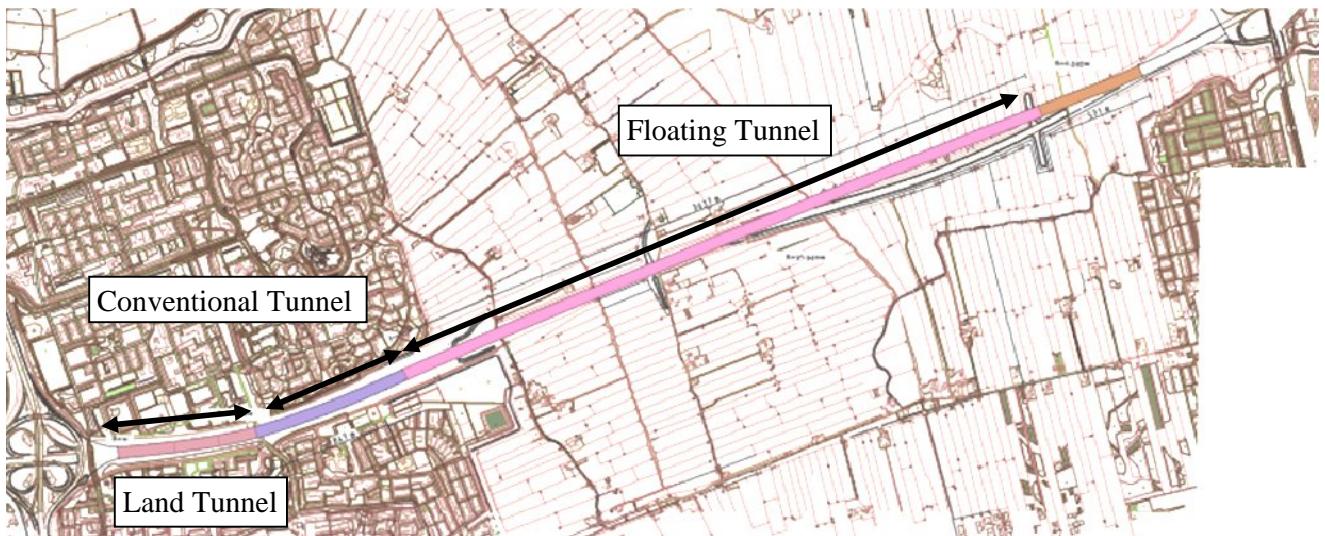


Figure 3 Overview optional design.

2.2 The construction

Finally the tunnel will consist of three different parts, looking at the type of construction. The first part, in the south of the trace, connects at ground level with a land tunnel to the existing highway, and goes as steep as allowed by law down to the desired tunnel depth. The second part, between the houses of Vlaardingen and Schiedam, will be a land based tunnel, created from ground level. So far quite regular. But the challenge compared with the normal construction methods of these kind of tunnels are the houses close by the construction site – approximately 50-100m – Because of the people living close by, the construction needs to be as noise free as possible. This requires



Figure 4: Alternative solution as highway design

special equipment and methods, for instance to place sheet pile walls and excavation. Besides this fact there must be as little hindrance as possible to the normal living and recreational spaces of the surrounding population. This means special attention to storage yards for construction materials and also to the delivery of that materials – when can and when can't trucks arrive –.

The final part of the tunnel is also the biggest part and contains the 'floating' part of the tunnel. This one is made in one piece at one small location at the connection on the side of Delft. The general idea of this method is to create a construction dock of about 100 meters with on one side a giant 'door'. In this dock the tunnel is created in sections of 25 meter in several stages. All the segments are connected to each other to prevent the use of dilatation joints. After completing the final stage of the first segments the complete tunnel is pushed forward 'through' the door. Behind the door there will be a channel that has to be created. After each time there is a segment of 25 meters ready the complete tunnel is pushed forward until the complete 2000m segments is floating in the channel. Finally by precise ballasting the complete tunnel is sunken to its desired depth and with anchors fixed to the very deep laying sand layer. After this fixation the tunnel is pumped dry, the anchors reach their working tension and the tunnel will be in its final position.

3 THE FINAL SOLUTION

3.1 *Final design*

The final design is overall the best solution taking into account finances, environment, feasibility, stakeholders etc. Although it is stated that this final design is not the 'most' eco-friendly solution, it actually is quite eco-friendly comparing to similar projects. Aspects like for instance the eco-duct, land tunnel and implementation in the environment are a big issue. First the eco-friendly final design will be elaborated and subsequently the construction methods.



Figure 5: Final impression viewed from the south entrance.

The A4 highway between Schiedam and Delft consists of 3 major parts, which have an uneven level. At ground level the route of the A4 connects to 2 crossroads. Three lanes are directed to Delft and only two lanes towards Schiedam. The reason for this is to keep the traffic intensity low in

Rotterdam. Letting a larger amount of cars driving outwards Rotterdam instead of towards Rotterdam, additional traffic problems will thereby be prevented. This is also one of the main ideas behind the construction of the A4, decreasing the traffic intensity in the area of Rotterdam.

The different parts of the route between Delft and Schiedam consists of a sub-deepened part, a deepened part and a land tunnel constructed on ground level. The sub-deepened part lies approximately 2.5 meters below the existing ground level. Along the route a ground wall is made so the cars driving on the road are not visible to the surrounding area. This fits well in the nature reserve the A4 is going through. This fact contributes to an eco-friendly solution.

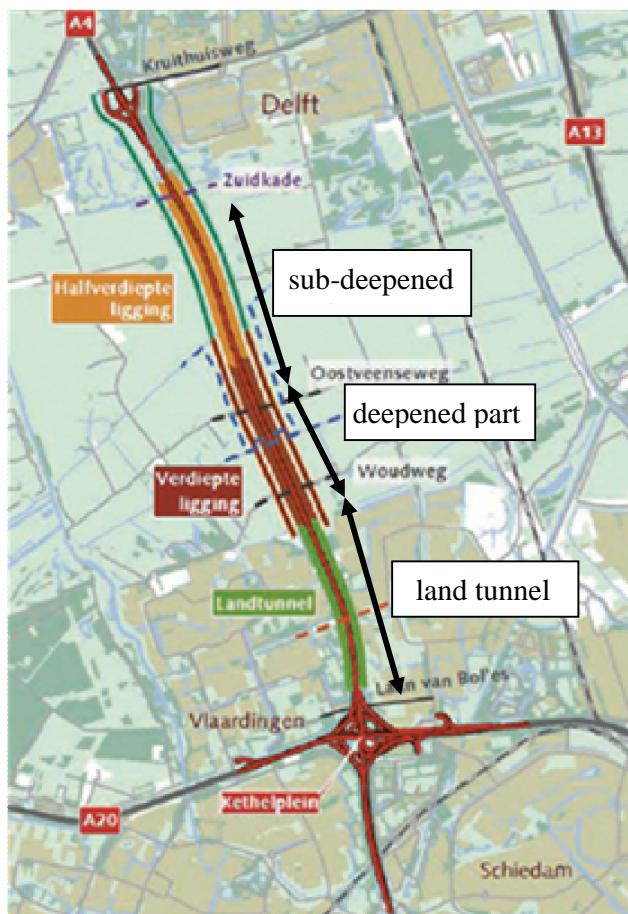


Figure 6: Trace design

The whole route of the A4 could have been made sub-deepened, however there were some demands from a number of stakeholders. These demands made the project more eco-friendly. After the sub-deepened part, the road descends to the deepened part of the highway. One of the demands was letting the ditch called 'De Zweth' pass through the A4 highway without changing the existing position. Therefore the highway has to descend to a deeper position, by which an eco-duct could be created to guide the ditch passing the highway. The entire eco-duct consist of several ditches and crossings for existing nature area.

After the deepened part, the highway ascends back to ground level, at where it immediately transfers into a land tunnel. The transfer from open road to tunnel is already at the border of the city Schiedam and aspects like sound and air pollution and landscape pollution are a big issue. This is the main motivation for choosing a land tunnel. Another reason for using a land tunnel instead of a regular underground tunnel

are the costs. To make the land tunnel eco-friendly, the decision is made to cover the entire tunnel with soil. A vegetation layer will be applied to make it even more eco-friendly.

So a lot of soil with vegetation layers are applied instead of concrete walls to implement the highway as good as possible into the natural environment. Some existing ditches are guided over the highway and kept unaffected. Other crossings, for instance some walking bridges, are made for people living in the area or who are visiting the area to enjoy the nature.

3.2 Construction method

It is not only important to make the design as eco-friendly as possible, but also the construction methods should be made as eco-friendly as possible. For instance using eco-friendly equipment, re-usage of materials and making the construction as optimized as possible.

In the first stage some ditches have to be dredged and cleaned, because the sediment is contaminated. This contaminated material will be reused in the noise walls made of soil and protected by a geotextile. The geotextile prevents the contamination in the soil to penetrate into the existing soil.

As discussed before, materials are being reused. Not only contaminated soil, but also the available soil in the ground layers of the A4 highway. In Dutch this is said to be "Making work with work". The excavated sand will be reused as a foundation underneath the road.

A final application of eco-friendly engineering is using reinforced soil alongside the land tunnel. When applying reinforced soil alongside of a tunnel, the concrete wall can be executed less heavy or thick. This type of construction saves a lot of concrete, thus the production of concrete. Less production means less pollution and saving a lot of money.

Materials and equipment are being used cautiously. For instance less rigorous solutions are used instead of a complete diaphragm wall or sheet pile wall, this saves a lot of material. Of course some additional adjustments have to be done, but eventually it saves a lot of material. The equipment that are being used are efficient and economical, the exhausting fumes are being reduced considerably.

So this project is really eco-friendly, especially comparing with similar projects. Besides the eco-friendly design the construction methods are generally eco-friendly as well.

THE POROSITY OF SANDS AND THE INFLUENCE OF BIOCLOGGING ON IT

J.G. Bol

L.W. Schadee

Delft University of Technology, Department of Geo-Engineering , Building 23,
Stevinweg 1, 2628 CN Delft, The Netherlands

P. K. B. Assa

Lecturer at Civil Engineering Departement, Engineering Faculty,
Sam Ratulangi University, Indonesia

ABSTRACT

The goal of our experiments is to inspect the phenomenon of Bioclogging. This means that we will do a constant head permeability test, in which nutrition is added to stimulate bacteria. More specific we will be looking at the effect of Bioclogging on the porosity of a sand sample in time.

The experiment consisted of setting up a test, which was already a vital part of the research. You will have to know what to measure, and how you can measure this. By using a constant head permeability test set up it would be possible to measure the variables we wanted to know. During the test several measurements were done, and samples were taken. We kept an eye on the surcharge through the sand, but also on the different levels of the head throughout the sand column. When the test phase was finished, we still had samples which needed to be tested. Like samples of the water, from which the amount of nutrition could be measured. The sand sample is retrieved in different layers. From this we were able to determine the amount of calcium carbonate that was formed at certain depths in the test sample. The calcium carbonate reduces the porosity and thereby lowering the overall permeability of the sample.

The conclusion from this experiment is that sand will become almost impermeable when bacteria are stimulated. The time it took to come to this was around two weeks. The influence depth of the bacteria is not really deep. Because the top layer will become clogged up first, the deeper parts of the sample gets less nutrition. So the process will decrease in the deeper layers. Proof for this is also the amount of calcium carbonate in the different layers of the sand sample. In the top layers more calcium carbonate is found compared to the deeper layers.

1 INTRODUCTION

1.1 General Introduction

In nature bacteria can change certain soil parameters by their presence and activities. Parameters such as porosity, elasticity and strength can be proven by bioclogging. Due to our interest in this topic and a course assign-

ment for an course of the Technical University of Delft, Holland, we have investigated this phenomenon. The influence and manipulation of bacteria in the subsoil is already investigated intensively by different companies. *Leon A. van Paassen* has done his PhD research project on this topic and has helped in making this test possible. *Deltares*, where we have also done some tests, named the application of this phenomenon *Smart Soils®*. Applications can be found in closing leaks in impermeable layers or the strengthening of weak spots for instance.

1.2 Research Question

Before an investigation can be started the research question has to be formulated. This question contains the *specific goal* of the investigation or test. From this question the test set up can be made, because now can be stated which *parameters* need to measured and how these can be measured.

The test which is done, focuses on *the effect of bioclogging in a sand sample in time*. Bioclogging is the process which causes the block up of the pores inside a soil by bacteria activities.

1.3 Background

Bacteria are everywhere around us. They are also already present when the sample was prepared and in the water which is used in the test. By heating the sample or the water over the 100 °C it is possible to kill those bacteria, which can be needed to investigate individual bacteria that are added after sterilization. By adding *nutrition* to the water, which continuously flushes the sand sample, the bacteria will be more active and cause the bioclogging process. This bioclogging process will be discussed later in the report.

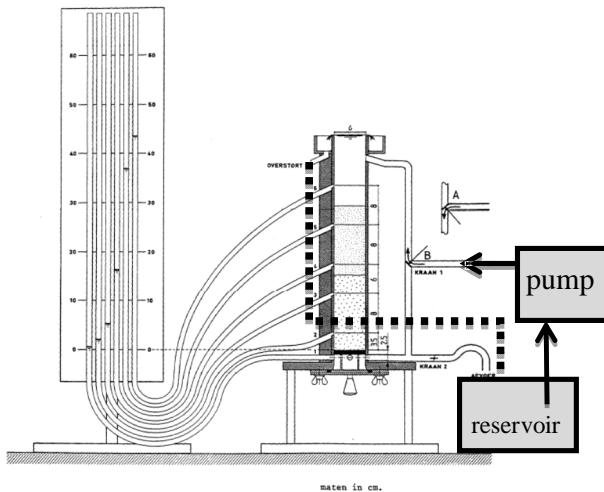
Bioclogging is a *natural phenomenon*. Like sandstone for instance, which is sand "glued" together by chalk or carbons. This "glue" is a discharge of bacteria, which are naturally present in the soil. The process is *very slow* and it takes ages to form sandstone. By giving the bacteria enough, not too much, nutrition the bioclogging effects are *speeded up* compared to the effects in nature. This is because of the lack of nutrition in their natural surroundings.

The substance which bacteria *produce* and which are involved in bioclogging are:

- *Calcium carbonate* (CaCO_3)
This mineral strengthens the grain skeleton of soils and contributes to the decrease in porosity.
- *Carbon dioxide* (CO_2)
The gas carbon dioxide is a "waste" product due to the growth of the bacteria.
- *Natrium Chloride* (NaCl)
This is actually not a real product of the bacteria, but is a combination of the bacteria's waste products and nutrition.
- *Biomass*
During the test a sticky substance forms at several places in the test set up. This mass contains both, the bacteria and their food reserves which are also produced during their activities.

2 TEST SET UP

To do this test several components are needed. A constant head permeability test set up, this we need to fill with a sand sample. To feed the bacteria nutrition is used, which consists of calcium acetate and calcium nitrate. Finally a



pump is needed to create flowing water, so the bacteria can reach the sand sample.

Figure 1. Test set up

2.1 Constant head test set up

This test will be performed with a constant head test set up. In this test the head forced upon the sample will stay constant. This is done by means of an overtopping, so the water that does not flow through the sand sample will overtop. A set up can be found in *Figure 1. Test set up*.

The constant head setup was borrowed from the geo-engineering section of the Technical University of Delft. It was an old setup that was not being used by the section anymore, but still fulfilled the requirements to do this test.

A difference compared to a "normal" permeability test is that the water will be recycled. This will be done by connecting the overtopping of the set up to a reservoir by means of a tube. The water that does flows through the sample and is drained though the lower crane will also be guided back into the reservoir. The dashed line in *Figure 1. Test set up* shows the tube connecting the overtopping and the reservoir. Also the bottom crane can be seen leaking into the reservoir.

The pump will take the water out of the reservoir, and pump it back into the set up. *Figure 1. Test set up*. shows how the water is circulated throughout the set up.

By circulating the water a closed set up is realized. The advantage of this is that at the start the nutrition can be added, and during the research it is

not needed to add extra nutrition. It can also be monitored how much nutrition is used by the bacteria, and how much calcium carbonate is created with the nutrition used.

2.2 Sand sample

The sample that would be tested had to consist of a granular material. Water will have to be able to flow through it so the bacteria can reach the grains. A sample of sand was the best choice for us to research. Sand is present in large parts of the Netherlands and in this way the research would be applicable in the field.

In a Graph 1; Sieve curve sieve curve of the sand sample is added. It can be seen that the sample is uniformly distributed course sand, which is representative for the sandy parts of the Netherlands.

2.3 Nutrition

The nutrition is used to feed the bacteria, and makes sure they will be able to grow and produce calcium carbonate. The amount of nutrition is based on the total amount of water. Since the test has a closed water cycle, the total amount of water stays the same. There will be some evaporation, but the nutrition will remain in the water. If too much water evaporates there will be some water added. The total amount of water in the test will be kept at around 6 liters.

The nutrition consists of different components, all of which will fulfill another roll in the process. The components added to the water are:

– Calcium Nitrate (0,15 mol)

$$0,15 \text{ mol} * 6000 \text{ ml} = 900 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} 236,15 \frac{\text{g}}{1} &= 1 \frac{\text{mol}}{1} \\ \rightarrow 212,54\text{g} &\text{ for } 0,91. \end{aligned} \tag{1}$$

According to equation (1) it is needed to add 212,54 grams of calcium nitrate to 6 liters of water to get a mixture with a 0,15 mol concentration.

– Calcium Acetate (0,10 mol)

$$0,10 \text{ mol} * 6000 \text{ ml} = 600 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} 158,17 \frac{\text{g}}{1} &= 1 \frac{\text{mol}}{1} \\ \rightarrow 94,90\text{g} &\text{ for } 0,61. \end{aligned} \tag{2}$$

According to equation (2) it is needed to add 94,90 grams of calcium acetate to 6 liters of water to get a mixture with a 0,10 mol concentration.

The concentrations in which the components have been added are based on a report by *van Paasen, Leon A. 2009. Potential soil reinforcement*

by biological denitrification. Concentrations can vary, because of evaporation. But the ratio between the concentration of calcium acetate and calcium nitrate is fixed at 1:1,5.

2.4 Pump

An aquarium pump was used, with a capacity of 200 l/h. This should be sufficient to maintain a constant head even with the sand in its most permeable state. Because the sand is expected to be most permeable at the start of the research, it can be tested if the pump is sufficed.

The pressure height of the pump could was only 40 cm, a bit less than the sample height. The reservoir was placed on a higher level to make sure that the pump could bring the water back into the set up.

2.5 Setting up the test

With all the components gathered, the test can be started. First the column is filled with water, than the sand is added. The pump had a sufficient discharge to keep a constant head on top of the sand.

Figure 1 shows the set up before adding the sand sample. This was to test the closed circuit. The white bucket on the right-hand side represents the reservoir used in this test set up.

Figure 2 shows the set up during testing. On top of the sand sample a weight can be seen. This weight has been put there because CO₂ is formed by the bacteria, and prevent the sand column to be pushed upward. The bottom surcharge is connected to a tube, which surcharges in a measuring glass on this picture. Normally it would surcharge into the reservoir.

3 RESULTS

3.1. MEASURED VALUE'S

The first and most important measurments are the *piezometric head* and *flow rate* over the sand sample. In *Graph 2; Head vs. Flow rate* the measurements are presented. In the graph the flow rate is represented by the black line. Between the 4th February and the 7th of February a *gap in the data* can be spotted. At the 5th of February the top layer of 10 cm was removed. There was a suspicion that only the top layer of the sample was blocked by bioclogging, therefore it was removed.



Figure 1

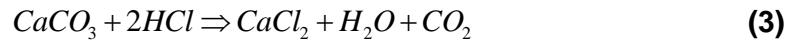


Figure 2

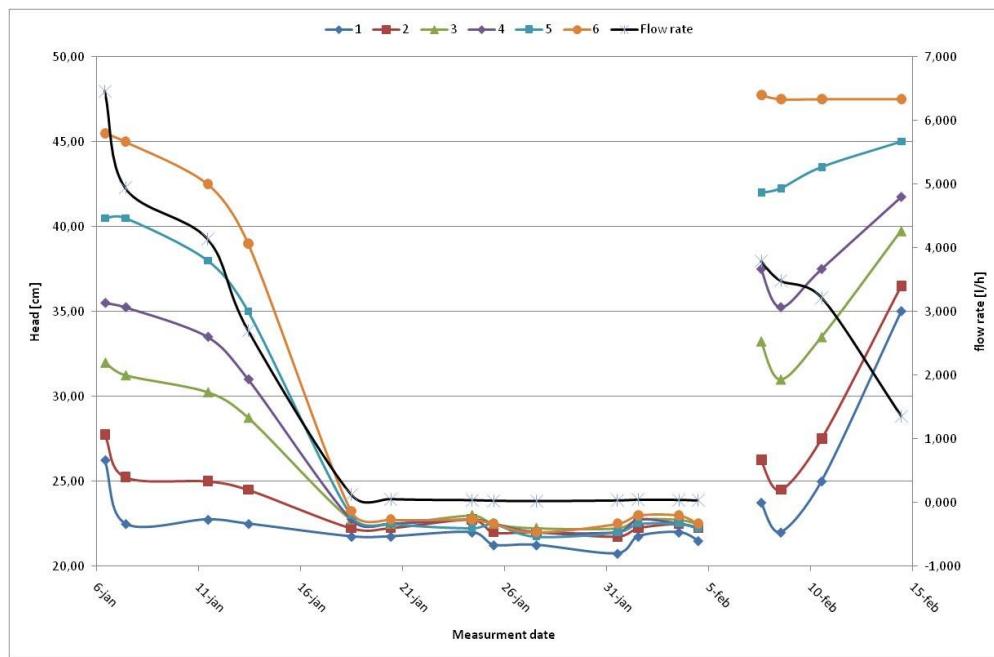
3.2 Test afterwards

During the test several water samples are taken to indicate the consumed nutrition. This is done by measuring the conductivity. In Graph 3; Conductivity the results are plotted. The parameter mS stands for milliSiemens, S=1/Ω, the greater S the lower the resistance and thereby the more nutrition is consumed.

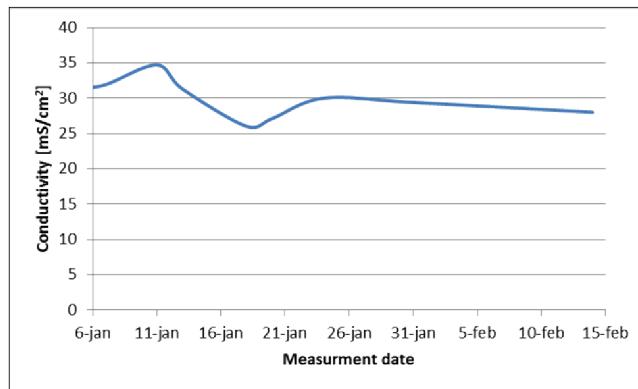
Besides the consumed nutrition is measured, also the *amount of chalk* inside the different sample layers is measured. This is done by adding acid (HCl) to a small amount of sand, which reacts with the calcium carbonate (CaCO_3). During this reaction (equation (3)) carbon dioxide (CO_2) appears. This gas is measured and with the ideal gas law (equation (4)) the amount of CaCO_3 is calculated.



$$pV = nRT \quad (4)$$



Graph 2; Head vs. Flow rate



Graph 3; Conductivity

With only the V varying and n unknown equation (4) can be solved. The fact that $1 \text{ mol CO}_2 = 1 \text{ mol CaCO}_3$ gives the amount of calcium carbonate present in the sample. The sample is divided in 4 layers, from top to bottom each 10 cm in height are tested separately. The results can be found in Table 1; Amount of Calcium Carbonate.

Table 1; Amount of Calcium Carbonate

Layer [cm]	weight [g]	Gas [ml]	Concentration CaCO ₃ [g]	CaCO ₃ [%]
0-10	2,72	2,8	0,0116	0,43
10-20	4,24	2,5	0,0104	0,25
20-30	2,62	1,0	0,0042	0,16
30-40	2,25	0,6	0,0025	0,11

3.3 Observations

The water which circulated through the set up evaporates, which is caused by the climate control present in the test room. Due to this evaporation, water had to be added at a regular basis. This way the total amount of water in the test set up was kept at around 6 l.

During execution the following observations were made:

- In the beginning the test set up showed some leakage at the bottom, which stopped after a few days.
- After a while the biomass started to develop on top of the sand sample.
- Inside and on top of the test set up dried salt occurred.
- When excavating the top layer of the sample the water level, above the sample, suddenly dropped. This occurred at a depth of 7 cm from the top of the sample.
- After excavations the leakage again occurred at the same spot, and also stopped again after a few days.
- The biomass not only grew on top of the sample, but also in the reservoir and tubes. This was noticed when the set up was cleared away.

4. CONCLUSIONS

4.1 Measurements

In *Graph 2; Head vs. Flow rate* the relation of flow rate and head drop can be seen. This occurs simultaneously in the first phase, between the 6th of January and the 4th of February. This relation is also not surprising, because if watched to the equations for the head;

$$Q = -T \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{L} \quad (5)$$

In equation (5) Q is the flow rate, T is the transmissivity, φ the head and L the travel distance. Only the head φ changes over time, so the flow rate Q is positively and directly *related to the head*.

In the second phase, between the 5th of February and the 15th of February, the flow rate Q decreases although the head φ increases. This can be explained by the biomass inside the tube from the bottom crane to the reservoir, which was found during the clear up. Inside the draining *the water was blocked* by biomass, this lead to a rise of head φ and a decrease in flow rate Q.

4.2 Test afterwards

The conductivity *Graph 3; Conductivity* shows an overall increase in resistance. This is due to the fact of the bacteria consuming the nutrition and thereby decreasing the amount of salt in the flushing water. On *Graph 3; Conductivity* also some irregularities are shown, these can be caused by the sampling technique. The water samples were mostly taken before the evaporated

water was added. In this way the concentration of nutrition could be varying, because the amount of water was varying below the 6 liters.

The increase around 11th of January can be explained by the mixing of water and the initial nutrition, which lead to a better spread. *Table 1; Amount of Calcium Carbonate* gives the amount of CaCO₃ present in the different layers. As noticed before, the most top layer (0-10 cm) contains the most CaCO₃. This indicates the bacteria were most active in the top 10 cm of the sand sample. Between the second (10-20 cm) and third layer (20-30 cm) the difference in amount of CaCO₃ is much larger than between the third and fourth layer (30-40 cm). An explanation for this is that the distance from the top layer is smaller. Another explanations is the second phase of the test. In this phase the second layer becomes the top layer and is thereby more exposed to bacterial activities.

4.3 Observations

Chapter 0 is a summation of the remarks which are observed. Most of these remarks have simple explanations. By this reason these remarks are evaluated in this section.

- Development of *biomass* is a side product of the bacteria activities. The biomass indicates the process is active.
- The *dried salt* is a product of the evaporation of flush water. The presence is linked to the nutrition inside the water, so there is still nutrition in the flush water.
- *Waterlevel drop* during excavation at 7 cm depth indicates the breaking of the impermeable layer. Over a time of one month the impermeable layer reaches a depth of 7 cm. Considering the sample height of 50 cm, the bioclogging occurs locally and at a specific location. Because the top layer is the first in contact with the nutrition, bacteria will be more active. If the water seepages to a lower layer, the water contains less nutrition and the bacteria are less active. Thereby the soil becomes less impermeable compared to the top layer.
- *Biomass* in the *drain tube* is logical, because the bacteria are also inside the flush water. Bacteria are not only in the sample, but spreaded throughout the sample.

5 DISCUSSION

5.1 Improvements

As with every experiment, the test set up has to be evaluated. In general the test went well. What was supposed to happen, the clogging up of the sand, did happen. The porosity of the sand sample decreased over time, due to bioclogging. The overall verdict is okay, but, as with all tests, there are some remarks. These remarks are improvements, which can be made if the test is done for a second time. The remarks are;

- The *sampling of the water*; Taking a sample of the water, to measure the amount of nutrition still in there, has to be done after the evaporated water is added. This way the total amount of water is 6 liters, and can be com-

pared to the initial readings. Because this is not done consequently in this experiment, there is a fluctuation of the concentration of nutrition.

- *Startup of the test* has to be done faster; After we constructed the sand sample it was vacation. Due to this 2 weeks of absence the sample was dried out completely and had to be saturated again. By drying out the sample was more consolidated, thus less loosely packed, influencing the porosity on beforehand.
- *Making the solutions* of the calcium nitrate and calcium acetate could be more accurate. Now the amounts of calcium nitrate (or calcium acetate) is calculated and then the prescribed amount of water is added. This will result in a higher volume of the total sample, and a less concentrated solution.

For example it is calculated that 212,54 grams of calcium nitrate is needed to make 900 milliliters of 1 mol solution. If the 212,54 grams are put in a measuring glass, and 900 ml of water is added, the total volume of the solution is more than 900 ml.

This is compensated by adding the different solutions, and then adding it up to make a total of 6 liters.

6 REFERENCES

Van Paasen, L.A., et al., 2009. Potential soil reinforcement by biological denitrification. Ecol. Eng. (2009)

OPEN DESIGN & CONSTRUCTION MANAGEMENT

THE DEPOLDERING NOORDWAARD

"An operations research approach"

R. V. Slijk

P. D. Notenboom

Delft University of Technology

Faculty of Civil Engineering and Geosciences
Construction Management and Engineering
Stevinweg 1, 2628 CN Delft; The Netherlands

Paula Lumentut Runtuwene

Professor of Universitas Negeri Manado (UNIMA)

ABSTRACT

The process assessment has revealed some bottlenecks, especially in the field of the decision-making process with the various stakeholders involved in the Depoldering of the Noordwaard case. The tools that are used to analyze the process are the management analysis, preferences measurements and planning analysis. The future strategies to upgrade the process are described in the conclusion of this report. The advice for the process is to adopt a more stakeholder oriented approach in order to satisfy all involved parties.

Keywords: Depoldering of the Noordwaard, PI and PII management style,
Stakeholder oriented approach

1. INTRODUCTION

1.1 CASE DESCRIPTION

ROOM FOR THE RIVER

The "Room for the River" plan (*Ruimte voor de rivier*) is an integral plan which is initiated by the government and will be executed by the Ministry of Infrastructure and Water ways. The government approved the Room for the River plan (*Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier*) in 2007.

The residents in the river Rhine region were confronted anxious times in 1993 and 1995. The water levels were extremely high and the dikes just managed to hold. A quarter of a million people had to be evacuated. Extremely high river discharges will occur more frequently in the future and for this reason it was decided to ensure that the rivers were able to discharge the forecasted greater volumes of water without flooding the surrounding area. That is the reason for initiating the Room for the River Plan.

The Room for the River Plan has three objectives:

- In 2015 the branches of the Rhine will cope with a discharge capacity of 16,000 cubic metres (m³) of water per second without flooding;
- The measures implemented to increase safety will also improve the overall environmental quality of the river region;
- The rivers will need extra room in the coming decades to cope with higher discharges due to the forecasted climate changes, this will remain permanently available.

A range of measures is being implemented along the area of the IJssel, Rhine, Lek, Meuse and Waal rivers to create more room for the river and reduce high water levels, such as lowering the floodplains, relocating dikes further inland, lowering groynes in the rivers and deepening the summer beds. Strengthening dikes is a measure that will be implemented only when the alternatives are too expensive or inadequate.

The process already started in 2007 and will be completed around 2015. The plan consist of 39 projects, among others the depoldering of Overdiep Polder, lowering of groynes in the River Waal, water storage at the Volkerak-Zoommeer, Veessen-Wapenveld high-water channel, dike relocation at Lent, hondsbroeksche Pleij, excavation of the Scheller en Oldeneler floodplain and the depoldering of the Noordwaard. The depoldering of the Noordwaard project will be the subject of research of which the results are documented in this report. [1]

POLDERING NOORDWAARD

This research concerns the “Depoldering of the Noordwaard” polder which is located in the Province of Noord Brabant, right next to the nature reservation area of the Biesbosch. The polder is located between the Merwede (Waal) and Meuse, west to the village of Werkendam.



FIGURE 1: MAP OF THE AREA

The water level in the Noordwaard polder is influenced by tidal variations of the sea and by variations in discharge levels of the river. Depoldering of the Noordwaard is necessary to increase the discharge capacity of the river at high water levels and avoid flooding.

This measure will make by far the greatest contribution to the necessary reduction 30 centimetres (cm) of the water level at Gorinchem 40 kilometres (km) east of Rotterdam. One of the main reasons for the selection of this measure was that it constitutes the first and most important step in the implementation of a long-term solution for the future. Even larger volumes of water will have to be discharged by the rivers. [1]

The measure entails the partial lowering of the dikes to create inlets and outlets. The objective is to divert part of the water at high water levels as far as possible upstream from the Nieuwe Merwede and to discharge this water as far as possible to the west in the direction of the Hollandsch Diep. This is referred to as a 'through-flow area' will be under water several times a year, especially in the winter months. This flooding will be much less frequent in the other parts of the Noordwaard that are enclosed by dikes. These additional areas will accommodate some of the water at high water levels which are occurring once every 100 to 1000 years. [1]

The through-flow area will no longer be suitable for the current form of agriculture, although the other areas in the Noordwaard can continue to be used. The measure will be implemented on the basis of the principle that the current inhabitants of the Noordwaard can continue to live in the polder. This means that some houses will have to be adapted, while others will be removed and rebuilt. The project will start in 2011 and will be completed around 2015, as final stage of the Room for the River project.

1.2 METHODOLOGY

The process for the analysis of the depoldering of the Noordwaard case will comprise three different analysis. The first analysis is based on the PI and PII approach, as will be further explained in the 2nd chapter of this report. It consists an analysis of the current management approach of the project. The management approach will be divided into the two different types, as can be formulated as the earlier mentioned PI and PII approach. Based on this analysis, an indication will be obtained of the current status of the management approach. If necessary an advice can be formulated to optimize the management approach. The results of this analysis will be mentioned in the conclusion of the following chapter.

Finally a conclusion and advice will be given at the end of this report. This advice and recommendations will be given to optimize the total process of the depoldering of the Noordwaard case.

2. PROJECT MANAGEMENT ANALYSIS

In this chapter different management techniques are described, that will be used to analyse the management approach of the depoldering of the Noordwaard project. The analysis of the current techniques, will give an indication of the current state of the management approach. Based on this indication an evaluation can be conducted. Based on this evaluation, an advice can be given if the approach miss specific items in the approach.

To indicate and evaluate this management techniques, it is first important to know what types of management can be formulated in this specific analysis. Therefor the types will be explained in the next section of this chapter. This will be used to indicate and evaluate the management approach of the depoldering of the Noordwaard project.

2.1 MANAGEMENT TECHNIQUES

The most common management techniques are describes as the PI and PII management styles. The main difference between these two major management techniques is the method that says something about how to deal with stakeholders and their constantly changing interests. [2] To get a clear view of what the differences are, first the two approaches will be explained in the following sections.

PI MANAGEMENT

The first approach that can be interpreted as the management style that focus on how to avoid overruns in time and money. By setting and determine goals in the beginning of the project and not changing them during the process, this management style is attractive for projects where the scope is clear and simple. This means for instance that it is less attractive for innovative projects, where a lot of complexity dominates and future goals and determinations are difficult to predict. The principle of an PI approach is that a design will start from an arbitrarily chosen first design. Adjustments will be achieved during the process by the trial-and-error principle. [2] Standardization could be applied as it could reduce complexity. These standardizations will be implemented by the principal.

To be in control of all the aspects that are related to the project, the planning is fixed and authorised by the principal and is therefore leading in the project. Additional interests and demands will end up in a delay and extra costs. For this reason, the management style has a hierachal organisation, where the project manager steer and decide in the project. It means that in difficult and conflicting situations, the most powerful stakeholders in the hierarchical top will decide and compromise the solutions for it.

For the communication and persuasion of players in the project, it means that everyone has to keep informed about the design status, approved changes and planning. This will mostly be done by presentations to convince players who have to accept compromises.

For the planning it means that this style will divide process into small steps with identifiable milestones against deadlines.

PII MANAGEMENT

The second approach can be interpreted as the management style that focus on projects with an high complexity rate. It is an management style where nothing is fixed in advance, so it is prepared to adjust goals when circumstances change and so insight can be improved. Instead of the hierachal organisation in the PI approach, the PII approach has a more network related approach. This means that the stakeholders interests are centralized and will function as the leading system in the decision-making process. This network related process means that it is dynamic and

closed to hierarchical signals. [3] Another important aspect of PII management is the Eco Friendly part of it. Next to the social part of management, nature also needs to be reconsidered in order to help the environment in their existing.

To create this network-oriented and nature improvement mind-set, it is important that actors have to think in roles rather than tasks. This means that there has to be worked with broad job descriptions, which lead to innovative and out of the box thinking. In the PII management principle it is important to create a climate for mutual adjustment of tasks.

ECO FRIENDLY MANAGEMENT

In the last couple of years the demand for eco-friendly engineering from the consumers rises every day. Companies who want to stay in front of the line should develop any form of sustainable, CO₂ neutral or cradle to cradle production to keep the benefit of their position. This hype started in 1997 after the Kyoto Protocol was lunched. Governments pulled out their wallet and came up with extra funding to promote the reduce of CO₂, carbon dioxide. Every factory or company who is building in such a method, which will reduce the emission will be rewarded. These rewards can be a financial one or in most cases it gives them the right to be the only company with a "green" label. An award which eventually put the company on a high standard with a substantial benefit.

After a couple years of sustainable thoughts the companies who wears a "green" label are not so special anymore. The total business industry experienced the benefits which led to a overflow of factories who claimed to be CO₂ neutral. But are they really deserve the "green" label or did they bought it?

Together with the grow of Eco Friendly Engineering, new departments were developed in companies. The so-called Eco-managers are trained come up with innovative solutions to make the best benefit out of all new laws and regulations according to the Kyoto-protocol.

The Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) is the EU voluntary instrument which acknowledges organizations that improve their environmental performance on a continuous basis. The scheme has been available for participation by companies since 1995 and was originally restricted to companies in industrial sectors. Since 2001 EMAS has been open to all economic sectors including public and private services. [4]

PI VERSUS PII MANAGEMENT

To get a clear view of the differences of the two approaches, a table is set up with the different aspects of the styles. These aspects will be explained shortly in the specific column. These differences are illustrated in table 1 next page.

Based on these two techniques, the management of the depoldering of the Noorwaard can be analyzed. This will be executed in the next paragraph.

Aspect	PI - Management Practice	PII - Management Practice
Goal Setting	Before awarding contract design should be frozen and not be unfrozen before commissioning	Nothing is fixed in advance, be prepared to adjust goals when circumstances change and insight improves
Leadership	Leadership provided by the project manager	Leadership aimed at defending relevant stakeholders interests
Conflict resolution	Focus on powerful stakeholders and compromise between them	Choice aimed at satisfaction of stakeholders concerned
Design Process	From preliminary design to detailed design	From ideal constraints to alleviated constraints to achieve solution at all
Communication	Keep everyone involved informed on design status, approved changes and planning	Respond to information needs and demands of decision-makers
Persuasion of players	Make presentations to convince players who have to accept compromises	Persuade by supplying valid and relevant information
Progress Control	Divide process into small steps with identifiable milestones against deadlines	Pay attention to both "hard" and "soft" information on progress
Divisions of tasks	Define division of tasks and responsibilities in job and function descriptions	Think in roles rather than tasks, using broad job descriptions
Integration & Coordination of tasks	Integration & Coordination of tasks is a prime responsibility of the project manager	Create a climate for mutual adjustment of tasks
Standardization	Standardization where possible as it reduces complexity	Standardization only where functional and genuinely accepted by stakeholders

TABLE 1: THE PI AND PII MANAGEMENT STYLES

2.2 CONTRADICTIONS IN ECO FRIENDLY MANAGEMENT

Besides these initiatives that will eventually help the environment, a lot of examples are known as contradictions in the Eco Friendly Engineering. In this paragraph some beneficial and quasi-beneficial initiatives are stated in order to form your own opinion about the main question.

Happy Shrimp

The method used by Happy Shrimp Farm is an example of the innovation chain. The company draws heat from a pipeline from the combustion process at the energy plant of E.ON Maasvlakte. This residual heat the 24 breeding pools were the tropical shrimp can grow. The company can thus offer fresh prawns in a cold environment like Holland. The shrimp are distributed by Schmidt Zeevis Rotterdam to 40 local restaurants. The Happy Shrimp Farm is targeting an annual production of thirty tons of shrimp.



This great experiment started in 2006 gives the company of Happy Shrimp the green label. All other companies that buys shrimps from them can automatically receive financial benefit as well as a good image to the consumers. Besides these companies also the energy plant received the label of being a Eco Friendly organization, because they are willing to help the surrounding area. In other words,

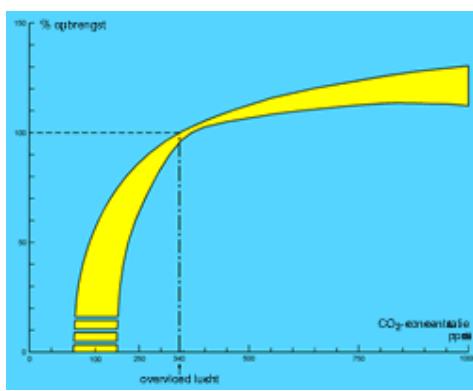
they collect an image boost by doing nothing that has something to do with Eco Friendly Engineering. [5]

CARBON CAPTURE AND STORAGE

Carbon Capture and Storage or CCS is an solution to the growing problem of carbon dioxide emissions and as a direct consequence the Global Warming of the earth. The idea is very simple in its theory, you extract the carbon dioxide from somewhere in the production chain and store it somewhere safe. In practise coal powered power stations have the best opportunity for such an installation, because there exhaust fumes are "clean" from other pollution as is not the case in for example a garbage disposal oven. The technology itself can establish extraction rates up to 95% with specially designed filters and optimized extraction processes. The technology is developed thus enough to present a reasonable cost/benefit for companies to implement this. The real problem lays in the storage part of the Carbon Dioxide.

For a long time now experts and companies are trying to find suitable places for storing this gas, that in low concentrations doesn't do any harm to life or nature. In the storage phase however the isn't the ideal condition to store the gas, higher concentration thus are preferred. This represent a problem because high enough concentrations can kill humans and animals alike.

CO₂ is needed to grow plants and the general rule is the more sunlight the plant gets, for instance in summer, to more CO₂ it uses. Also heat is essential to keep plants to give the plants optimum growing conditions. For both this parts the greenhouses depend on a gas fuelled heating system, it produces heat and CO₂ as a after burn product. In summer the temperature in the greenhouses is naturally keep high enough for plants to grow quick so it not necessary to burn gas to produce heat, the also means there is no production of CO₂, growers tried to resupply this with imported liquefied CO₂ but this is an expensive way of getting the extra CO₂ dosage in the greenhouse.



In this part of the article we see a good example of Eco-Management. Instead of buying more rights on carbon emissions (a system that only applies to some countries) the Management of several companies in the Bottelk started to think about less expensive ways to get rid of the extra CO₂. The rights on carbon emissions are very expensive to buy and take a considerable part of the profit away. These rights have to be paid even when the emissions is 100% re-used. By looking for different methods in taking care of CO₂ emission, they came up with an idea to even makes a profit out of CO₂ gas emissions. And compensates well for the expensive carbon rights. [6]

It is also an eco-friendly way of dealing with a problem, because the gas otherwise just exhausted into the air is now used and recycled in the cultivation sector. By pricing the gas well below the alternatives that rest for the greenhouse

owners it became far out the most economic way for farmers to get their CO₂ during the summer months. And the petroleum companies also found an way to pay for their expenses on carbon rights.

DANONE

The largest supplier of drinking water in Indonesia came up with a new and challenging innovative, be CO₂ neutral. When all the margins for directly reducing the carbon footprint have been exhausted, a CO₂ balance remains that cannot be reduced. In that case, compensation entails actuating levers so that the carbon can be absorbed naturally by the planet. This is why Danone, in partnership with Ramsar and the IUCN, created the Danone Fund for Nature in October 2008 to restore wetlands, which play an important role in the absorption of manmade greenhouse gases.

2009 was a landmark year as it witnessed the first significant achievement financed by this Fund : "Plant your tree !", a mangrove swamps restoration programme in the regions of Casamance and Saloum (Senegal) in collaboration with the IUCN and the NGO Oceanium. The mobilization of several villages enabled 34 million mangroves to be planted over a surface area of 2,000 ha. This action should sequester the equivalent of 150 kt of CO₂ over a 10-year period.

2.3 CONCLUSIONS

This paragraph contains the conclusion of a grounded analysis whether the depoldering of the Noordwaard project is managed with a PI or PII management style by the contractor. The management style will be checked according to the ten aspects from the table as mentioned in table 1, with the help of all documents handed over by Boskalis [7].

The total depoldering of the Noordwaard project is such an immense project that it can be split-up in several smaller projects. According to the supplied literature [2] the ideal way of managing such a project is to apply an appropriate mixture of the application of PI and PII best practice, depending on the situation at hand, straightforward and predictable or complex and unpredictable. This requires a combination of PII management style for the overall project, and for the smaller sub-projects PI management style.

The conclusion of the management analysis is first of all positive, because of the two different approaches that are implemented in the organization. A good mixture of the approaches creates quality in the process. Many process related aspects in the project are stakeholder oriented, while the more technical and organisational aspects are related to the PI related approach.

An important remarkable aspect in the analysis is the leadership in the project. As mentioned in the section about the leadership, this aspect is categorized as an hierarchical and so to an PI related approach. Based on the scale of the project and the many stakeholders that are involved, it would be wise to implement a more stakeholder oriented approach. This means that the organisation might change the hierarchical setting to a more network oriented setting with more collaboration and quality in the process. An important focus point in this approach is the control of

Aspect	PI - Management Practice	PII - Management Practice
Goal Setting		
Leadership		
Conflict resolution		
Design Process		
Communication		
Persuasion of players		
Progress Control		
Divisions of tasks		
Integration & Coordination of tasks		
Standardization		

the stakeholders and the monitoring of the fair playground in the network organization.

As can be read in the contradictions of the previous paragraph all innovative actions of different companies can be distinguished into two groups, the ones who are trying to protect the environment and the ones who are trying to improve the nature.

Both groups are qualified for the label sustainable and green. The first group comes up with new technologies and innovative solutions to reduce the amount of CO2 emission, protect the flora and fauna of the surrounding area or ... Every chain in their production scheme is investigated and improved by the standards of being Eco Friendly. This time and money demanding process made them a company that tries to protect nature. On the other hand you have companies that also tries to convince the people to be Eco Friendly by buying sustainable products or improve the environment. As stated above there are various ways to improve nature, and in addition receive a green label.

5. RECOMMENDATIONS

The process assessment has revealed some bottlenecks, especially in the field of the decision-making process with the various stakeholders involved. This chapter evaluate these aspects and try to give recommendations to optimize the process of the project depoldering of the Noordwaard.

5.1 EVALUATION OF THE ANALYSIS

MANAGEMENT ANALYSIS

As can be concluded in the management analysis, the project is set up with a good variance of the two different PI and PII approaches that are used as management tools. This good mixture of the approaches creates quality in the process. Many process related aspects in the project are stakeholder oriented, while the more technical and organisational aspects are related to the PI related approach. This creates a good balance between the two different styles, with the focus on their quality advantages.

One remarkable aspect in the project organisation, is the PI oriented approach in the context of leadership. Based on the scale of the project, the many

stakeholders that are involved and the goal setting that is approached in a PII related manner, a more stakeholder oriented approach would be expected in this aspect of leadership. This means that in this matter, it would be wise to implement a more stakeholder oriented approach. This concrete means the organisation might change the hierarchical setting to a more network oriented setting with more collaboration and quality in the process. An important focus point in this approach is the control of the stakeholders and the monitoring of the fair playground in the network organization.

5.2 STRATEGIES TO IMPROVE THE MANAGEMENT PROCESS

After analyzing the different aspects of the project, some very important conclusions were found. Based on the evaluation mentioned at the previous page in this report, some very important recommendations can be given to optimize the process of the work. The following recommendations can be formulated to contribute to this optimization [8];

- It is advised to implement a more stakeholder oriented approach. This concrete means the organisation should change the hierarchical setting in leadership, to a more network oriented setting with more collaboration in the process. An important focus point in this approach is the control of the stakeholders and the monitoring of the fair playground in the network organization;
- It is advised to involve the stakeholders in a more equivalent manner during decision making processes. It means that stakeholders with less power should also be heard at the same level as the powerful stakeholder of the project. This stakeholder oriented approach create more involvement and participation of the stakeholders, what will benefit the final solution of the decision making process;

6. REFERENCES

- [1] Programme directorate Room for the River; Safety for four million Dutch citizens, Room for the River;
- [2] Van Gunsteren, A., Binnenkamp, R., De Graaf, R.P., (2011); Stakeholder-oriented Project Management;
- [3] De Bruijn, H., Ten Heuvelhof, E., (2008); Management in Networks, On multi-actor decision making;
- [4] European Parliament and of the Council (2009); Regulation (EC) No 1221/2009
- [5] SenterNovem (2007); Sustainable entrepreneurship;
- [6] OPAC (2010); CO2 transport in Barendrecht;
- [7] Boskalis; EMVI Tender proposal;
- [8] Doratli, N., Onal Hoskara, S. & Fasli, M. (2004); An analytical methodology for revitalization strategies in historic urban quarters: a case study of the Walled City of Nicosia, North Cyprus. Cities, Vol.21, No.4;

SI HOUSING SYSTEM AN APPROACH OF ADAPTABLE BUILDING

A comparative study on the Interior Adaptations of Multi Storey Housing in Indonesia, South Korea and Japan

Fela Warouw

Dosen Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRACT

The study on interior adaptability at multi storey housing can use to determine different level of housing component industrialization. This research is conducted a series of survey at public rumah susun in Indonesia, private apartment in South Korea and public housing in Japan. The findings is show that low quality used finishing alike mediocre surfaces and standard fixtures are significantly enabling resident in public rumah susun held self maintenance and private customizing on individual and common part. While building system called SI housing system in Japan and reform guideline in South Korea are authorizing that self maintenance and private customizing. It can be conclude that the rumah susun building system will emerge to development of housing component industry for Indonesia.

1. Introduction

Multi storey housing in Indonesia has been developed since 1974 with some characteristic such as conventional and Pre cast construction (Fig.1) with numerous sizes of dwelling unit types (Fig.2) (1). The modular coordination has not developed in floor plan system and also on building component customization. Yet, interior adaptation is occurs in uncertain rules and conventional works. This condition triggers a building obsolescence and shortened the building service life.

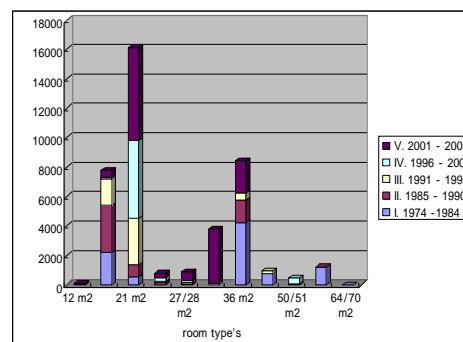
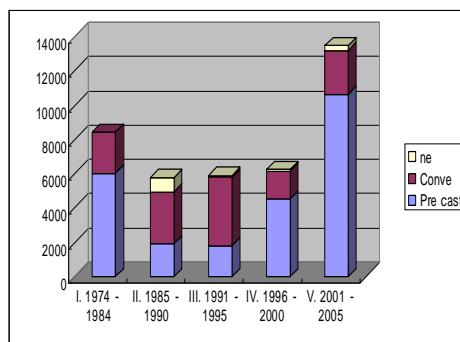


Fig.1 Construction Method in 'Rumah Susun' Fig.2 Type of room in 'Rumah Susun'

As for South Korea which is advance as an industrial nation has develop high rise multi storey housing since 1960's and constantly enhance

their building system to adjust with residents needs. The initiation of residential open building in Japan is start since 1970's with many efforts on housing industrialization and modular coordination system. This concept is gradually developed until the Skeleton Infill (SI) Housing system is well known and widely used in multi storey housing.

This study is mainly based on observation of multi storey housing, to collect information about floor plan system and transformation of interior component, particularly on dwelling unit that had been inhabited since 1980's. Investigate on various type of dwelling room also important to describe the characteristic of building component standard which have a role in adaptation process. There are total of 24 study case from Indonesia, South Korea and Japan. (Table 1)

Table.1 Object of Study Case

Country	Indonesia	South Korea	Japan
Object(n)	6 rusun, 6 apartment	6 apartment	6 apartment
Type	Studio, 2DK,2LDK,3LDK	2LDK,3LDK,4LDK,5LDK	3 LDK, family and single room
Method	Observation	Observation	Study Literature



Adaptability as a key of adaptation can be defined as the capacity of a building to absorb minor and major changes (2). There are two stage of adaptability namely pre occupancy adaptability and post occupancy adaptability (3). By separation of housing into two complementary sets of hierarchically organized subsystems, each of which is physically independent, will be contributing a main factor on development of adaptable housing. Open Building principles is divide building system into two system, namely Support and Infill (Fig.3) (4)



Fig.3 Open Building Principles

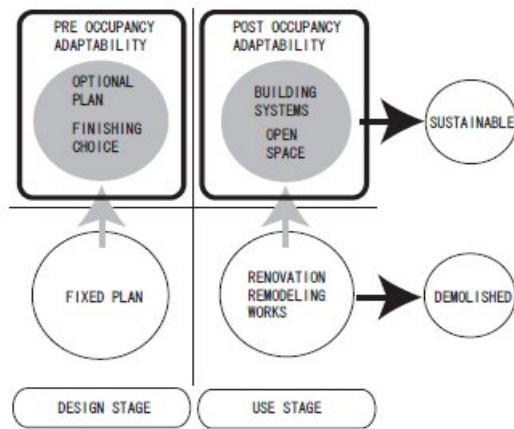


Fig.4 Research position on Adaptability concept

Figure 4 explain the position of research objects in the concept of adaptability. Fixed plan is commonly used in Indonesia, South Korea offering optional plan and SI Housing building system in Japan. Skeleton means the framework of building with enhanced durability as structural body and can be used for more than 100 years. Infill refers to the floor plans or room arrangement and interior finishing or equipment which can be flexibly changed according to lives of residents.(5)

2. Multi Storey Housing in Indonesia

As it mention above, the initiation of flat housing development was started on 1974 with construction system adopted from Building Research Establishment, UK. When National Urban Development Corporation 'Perum Perumnas' was established on the same period, due to National Housing programme to overcome housing need in urban area, the constructed of low cost flat housing at once began on 1980. This walk up flat housing was located on Jakarta, the capital city of Indonesia, and also others big cities which faced the problems of urbanization. Legalization of flat housing is come afterward, at time that the Government of Indonesia established the Law No. 16 about Rumah Susun on 1985, and other supplement on Government Regulation No.4 on 1988. From that time until now, Government of Indonesia is constantly use those legal rule without any revision to develop a building system on rumah susun (Table 2)

Table.2 Building Component of Rumah Susun

Table. Rumah Susun Building Component

Component	Use	Examples
Set of rumah susun	private	interior of unit room including balcony
Shared Equities	community	common space, stairs, corridor, elevator, structural part (foundation, beam, pile, wall), roof, main entrance door, fire exit door
Assets	community	running water and gas, electrical and phone line, drainage and service plumbing, central equipment service, ducting ac, others installation
Land	community	yard, parking lot, open space area surrounding building

source: Law No. 16/1985 'Rumah Susun'; Government Regulation No.4/1988 'Rumah Susun'

The terms of 'rumah susun' was widely used after this law is established and change the former term of flat housing. According to segment market and ownership type, there is some characteristic of terms used (Table 3)

There are four stakeholders who involved in flat housing development, namely: UNDC, National Government (Ministry of National Housing, Ministry of Public Works), Local Government (Provincial, Municipal) and Private Enterprise (Stated owned, Local owned, others). Segment target of public housing is low to middle class for instance; ex squatter resettlement, labourer,

worker and public. As for private housing is targeted on worker, businessman and also expatriates who need short and medium term accommodation.

Commonly, public housing will provide a typical size of dwelling unit on each block in one complex of rumah susun (Table 4, Fig.5). Where as unit room in apartment have variation of size as a current choice (Table 5, Fig.6). Although the adaptation works is occurs in every type of multi storey housing, but the customization regulation is not properly meet the need of residents because of the lack on building system development (Table 6)

Table.3 Indonesia Multi Storey Housing Terms

Terms	Apartments	Rumah Susun
Type Segment Market	Strata Titled Leased and Serviced High-Middle Class	Rusunawa – For Rent Rusunami – For Buy Low-Middle Class




Table.4 Low Cost Rumah Susun Room Types

Table. Low Cost Rumah Susun Room Type		
Type	Size M2	Developer
Studio, Toilet/Kitchen outside	18M2	UNDC, Local Government
Studio, Toilet/Kitchen inside	18M2, 21M2, 24M2, 27M2	UNDC, Local Government, BUMN, BUMD, Menpora, Kimpraswil, PU
2DK	30M2, 36M2	UNDC, Local Government, Private Estate
2LDK/3DK	42M2, 45M2, 64M2	UNDC, Local Government, Private Estate
3LDK	54M2	UNDC, Local Government, Private Estate

Source: Pemetaan Penyelenggaraan Rusuna di Indonesia Tahun 1974–2005

Fig.5 Floor plan

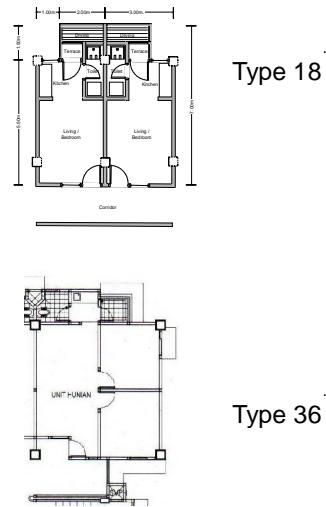


Table.5 High Cost Rumah Susun Room Types

Type of room	Size/M2	Price (IDR)
Studio	30M2 – 40M2	300.000.000–400.000.000
2LDK*	55M2 – 80M2	500.000.000–600.000.000
3LDK*	80M2 – 110M2	600.000.000–700.000.000
4LDK/ Penthouse*	>110M2	>700.000.000

* plus maid room and service area

Source: Spesial Home Series: Apartment

Fig.6 Floor Plan



Table.6 Customization Regulation

Table. Customization Regulation

Type	Regulation		Building component	
	occupancy	customization	prohibited	under permission
Ambasador Apt.	have	renovation rule	structural part, window bar on outside of unit room	facade (shape, material, color), lay out plan, partition, finishing surface on wet area (balcony, toilet, kitchen, pantry), ME installation
Mediterranean Boulevard Apt	have	fit out/ renovation rule	structural part, shared equities, assets and land; balcony area such as bar and hanging cloth; shape and color of sash and door that facing corridor or outside	not stated clear
Rusunami	have	unclear	not mention	adding component
Rusunawa	have	no	all component on unit room	not mention

3. Flat and Apartment Investigation

Investigation of multi storey housing is categorized on three period of time, namely period of 1980-1989, 1990-1999 and 2000 until now. Observation was focus on floor plan system, including the building component, such as kitchen, toilet and bathroom, partition wall, floor, sash, storage cabinet, balcony, utility shaft and structural part. The standard condition and method of production/installation of component is determined and put on table of characteristic of building component. Further, the transformation that found on each component is categorize as adaptation works and also put on table of characteristic of adaptation works. Based on those outline content, then it will consider the characteristic of interior adaptation works in Indonesia:

(1). Fix plan - Unfinished component - On site works

Fixed plan means that the entire component including partition wall, kitchen and toilet is installed before user moving in. According to table below, building component condition has a different characteristic on finishing and fitted sub components (Table 7). On site works is a conventional method of component production/installation, which can be categorized on two types, namely order made type and craftsman or self made type (Table 8). Most of building components is renovated on surfaces or sub component and some modification of shape. Renovation of different type of standard condition is just similar in works. The modifying shape, that including of structural part remodel, is commonly by conventional methods. Unfortunately without customization guideline those works is occurs beyond the boundary of unit room. As for sub component customization, such as toilet/bathroom and kitchen have differences depend on standard of component (Table 9).

Table.7 Building Component Condition

Categories	Uninstalled Component	Unfinished Surface	Unfitted Part
component condition	partition wall	plastered wall and floor, concrete kitchen	kitchen set, cabinet, tub basin
			
			
Apartment Rusun	X V	X V	V V
Production	Conventional	Conventional	Conventional/Built in

Table.8 Production Method

Tabel. Production Method of Building Component

Categories	Built in	Conventional: Order Made	Conventional: Self Made
Location	Apartment	✓	✓
	Rusun	✓	✓
Produce	Conventional	✓	✓
	Manufacturing	✓	✓
Assembly	On site works	✓	✓
	Off site works	✓	
Components	Kitchen	✓	✓
	Toilet/ Bathroom	✓	✓
	Exterior Wall	✓	✓
	Partition Wall	✓	✓
	Floor	✓	✓
	Window/ Door	✓	✓
	Balcony	✓	
	Storage Cabinet	✓	✓

Table.9 Renovation and Remodelling Works

Component	Renovation: finished and fitted parts	Remodelling: modify surface and parts	Remodelling: modify shape & installing parts
Wall & Floor	tiling, painting, covering vinyl 	retiling, repainting, wallpaper, covering parquet 	Remove or rebuild new wall or floor
Bathroom & Toilet	tub basin 	retiling, new fixtures 	remove & rebuilt new bathroom 
Kitchen & Balcony	tiling, painting, fitted cabinet 	retiling, repainting, new cabinet, new sash 	remove & rebuilt concrete counter, new kitchen set, expanded to balcony 
Sash & Storage cabinet	new sash, new fixtures	repainting, new fixtures	

(2). Growth-Division-Unification of Space

Narrow balcony is a growth area on public housing but in apartment this space is unused. Small room size with some room space will be growth and divide. On the other side plenty of room space on wider size will be unified as one room.

Those characteristic is triggered to low manufacturing of building component while user participation was occurs on post occupancy adaptability with many types of renovation works (Fig.7)

4. South Korea Apartment Investigation

Observation on South Korea was held on high rise building, which in Indonesia can be categorising as high to middle class apartment. Similar

categorised is used and based on those outline content, it will consider the characteristic of interior adaptation works in South Korea:

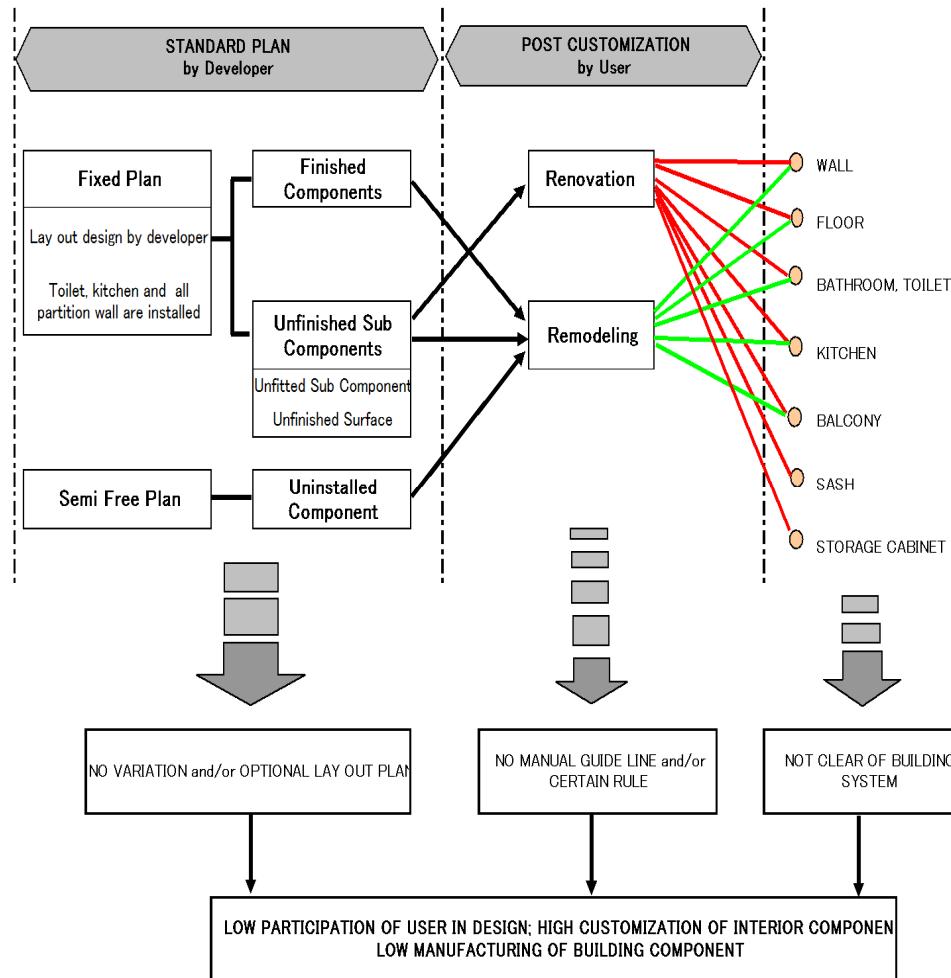


Figure.7 Summary of Interior Adaptation

(1). Optional plan - Finished component – Built in/on site work

Floor plan is arranged in similar pattern as can be defined through 3 LDK type on different building and period of construction. On recently apartment design, developer is prepared an optional plan for remodel on balcony space.

Most of building component is categorised as finished component and the production/ installation process is equal between built in and on site works, for example the kitchen set and bathroom set. Table 10 is shown remodelling works which similar to Indonesian renovation works.

(2). Growth Space – Balcony

Remodelling on balcony is allowed and supported by developer since the design stage. Most of semi closed balcony is covering by sliding glass door both from outside and inside of dwelling unit. This light weight sash is easy to remove and enhance a greater flexibility of room space.

Table.10 Remodelling Works

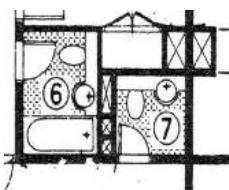
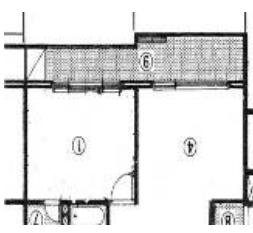
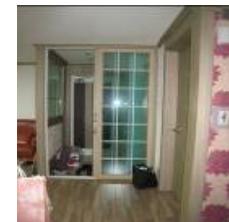
Component	Modify: finishing surface	Modify parts	Modify shape/function
Wall & Floor	retiling, repainting, wallpaper, parquet	decorative wall	new wall
			
Bathroom & Toilet	retiling	fixtures	
			
Kitchen & Balcony		new kitchen set	expanded to balcony
			
Sash & Storage cabinet		fixtures	
			



Figure.8 Optional Plan to Remodelling Balcony

5. SI Housing System in Japan

Industrializing of interior components for instance bathrooms, kitchen set, demountable partition wall and also storage cabinet are playing a role in Infill development. Together with module space coordination, standard subsystem for housing is developed. Separated between support or skeleton which have long term service life with interior or infill that have short term service depend on individual need will enhanced adaptability of building both on pre occupancy and post occupancy. Study literature is chose in order to grasp the characteristic of building system, such as support, infill, floor plan system, standard condition and remodelling process.

(1) Free Plan, Semi Free Plan-Fixed Location, Optional Plan

Free plan system has means that before moving in, residents are free to arrange all of interior components which not yet installed. On semi free plan system, the limited part of infill components already installed or not yet installed but location is fixed by developer, then resident still free to arrange other components. Fixed plan system can meet the user need by develop some optional plan. The variation of interior arrangement can be offering to residents before moving in and by using a demountable infill, they can remodel room arrangement during their occupancy (Fig.9)

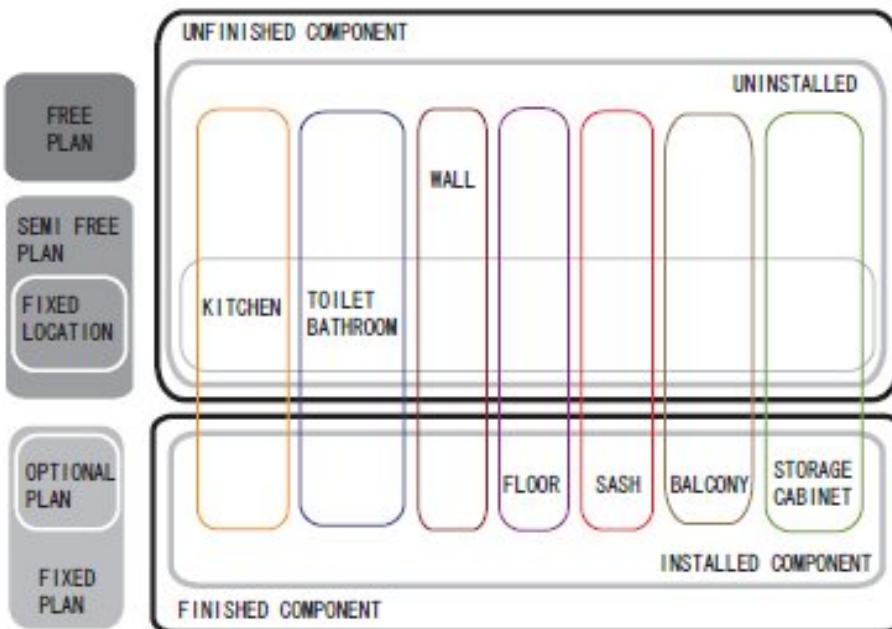


Figure 9. Floor Plan system

(2) Unfinished Component and Built-in

Uninstalled interior component can provide a great opportunity for resident to participating on design process. The manufacturing of interior is easy to use on each system start of free plan until fixed plan system. Obviously, developer has to support with infill provision or prepare a guide line for conventional infill arrangement. Manufacturing of components have to

develop by considering the building sub system. Mass customization of component is also important to meet the user need (Fig.10)



Figure 10. Characteristic of Infill

6. Conclusion

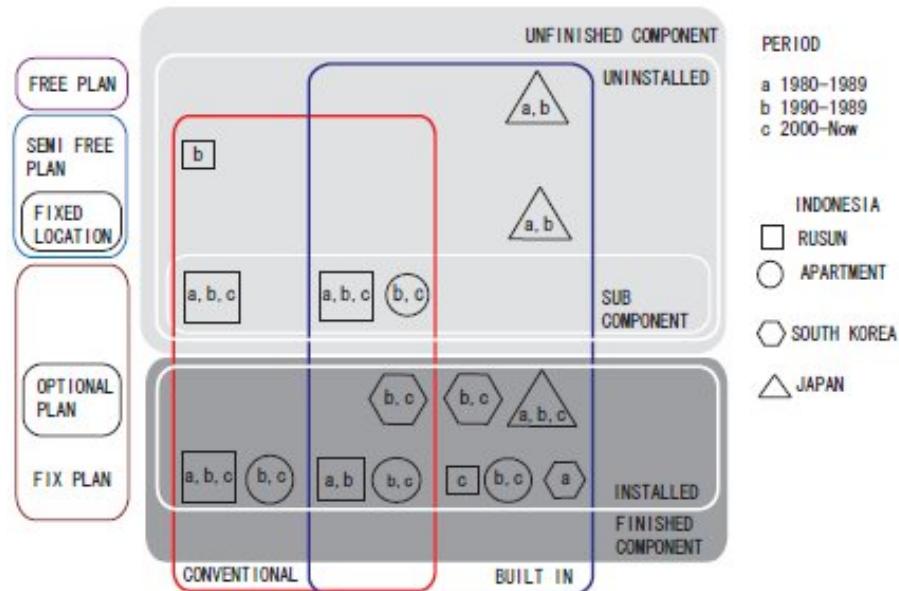


Figure.11 A Comparative Study on Building Component Standard

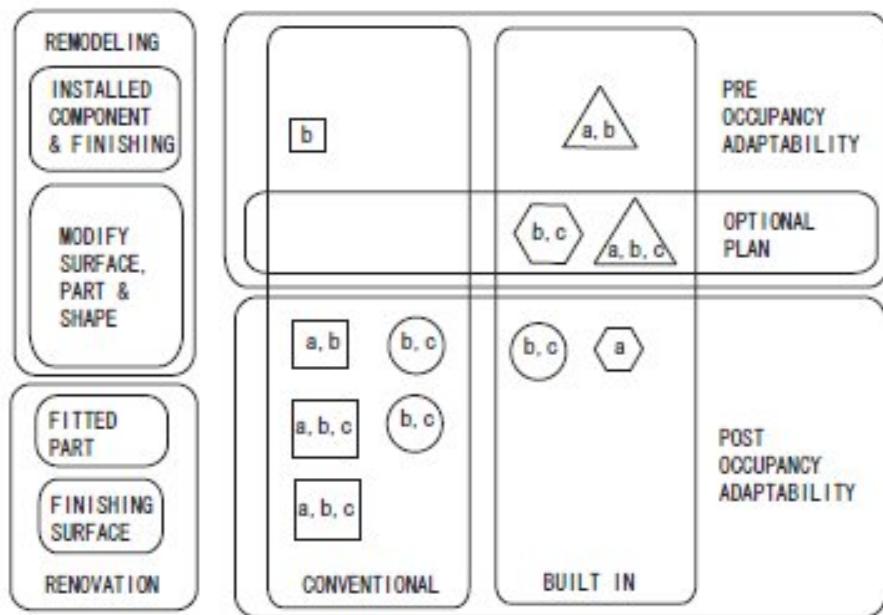


Figure.12 A Comparative of Interior Adaptations

- (1). According to table of standard condition on each period of time, the comparative study is described on figure 11. Although, most of Indonesia component is conventional or mixed with built-in type but the distinctive of unfinished condition on rumah susun give an advantage for resident to do many types of adaptation works such as described on figure 12.
- (2). Optional plan on South Korea system give an opportunity for user to do adaptation works and also for building manufactured to develop.
- (3) Also optional plan and fixed location on SI housing system is an important process for enhance the adaptability on each stage, both post occupancy or post occupancy. Of course it will be need more efforts on design stage to preparing a system that allowed user participation on room design. But most important thing is adaptability of room will develop a sustainable on building used.

7. References

1. Kementerian Negara Perumahan Rakyat Kedeputian Perumahan Formal, *Laporan Kajian Pemetaan (Mapping) Penyelenggaraan Rumah Susun Sederhana (Rusuna/Flat) di Indonesia*, Jakarta, Mei 2006.
2. Douglas James, *Building Adaptation Second Edition*, Elsevier, 2006
3. Friedman Avi, *The Adaptable House, Designing Homes for Change*. The McGraw-Hill Companies, Inc, 2002
4. Kendall, Stephen, *Residential Open Building*, E & FN Spon, London and New York, 2000.