

# **PUSAT PENELITIAN DAN EDIKASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM GEOTHERMAL DI TOMOHON**

## ***Zero Energy Building***

**Michelle B.V Rompis<sup>1</sup>, Octavianus H.A Rogi<sup>2</sup>, Ingerid L. Moniaga<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa PS S1 Arsitektur Unsrat, <sup>2,3</sup> Dosen PS S1 Arsitektur Unsrat

Email : [rompismichelle9@gmail.com](mailto:rompismichelle9@gmail.com)

### ***Abstrak***

*Tomohon adalah sebuah kota kecil yang terletak di provinsi Sulawesi Utara, Indonesia. Kota ini memiliki latar belakang geografis yang terletak di dataran tinggi, yang berjarak sekitar 25 km dari ibu kota provinsi Sulawesi Utara, Manado. Tomohon memiliki potensi geothermal cukup besar yang terletak di Kelurahan Lahendong, dengan akses yang mudah ke sumber daya geothermal karena wilayah ini terletak di dekat sumber panas bumi yang dapat dieksploitasi. Sebelum dieksploitasi sumber daya alam geothermal perlu dieksplorasi melalui penelitian, dan setelah itu dapat dikelola sebagai sumber energi terbarukan.*

*Pusat Penelitian dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal di Tomohon dirancang untuk menjadi wadah sebagai tempat kegiatan penelitian dan edukasi cara pengelolaan sumber daya alam geothermal. Pusat Penelitian dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal ini diharapkan dapat bermanfaat dalam proses eksplorasi untuk pengeksplotasian sumber daya alam geothermal yang ada di area Tomohon.*

*Pendekatan konsep Zero Energy Building, mampu mencapai kemandirian energi dan mengurangi konsumsi energi dari sumber-sumber konvensional. Konsep Zero Energy Building ini dapat menjadi contoh dalam membangun sistem energi yang berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi fosil yang terbatas dan berdampak negatif pada lingkungan.*

***Kata Kunci: Pusat Penelitian, Edukasi, Geothermal, Zero Energy Building***

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Geothermal dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya terbarukan salah satunya sebagai sumber energi listrik. Tomohon memiliki potensi geothermal yang cukup besar. Untuk mengeksploitasi geothermal, perlu adanya eksplorasi terlebih dahulu.

Keberadaan sumber daya geothermal yang terjangkau memudahkan pengambilan sampel, penelitian lapangan, dan eksplorasi potensi geothermal secara lebih efisien. Potensi ini menjadikan Tomohon sebagai tempat yang ideal untuk melakukan penelitian dan pengembangan teknologi geothermal. Selain itu dalam pengembangan sumber daya geothermal, keberadaan tenaga ahli yang kompeten sangat penting. Untuk mengeksploitasi geothermal, perlu adanya eksplorasi terlebih dahulu. Pusat penelitian dan edukasi geothermal dapat menjadi tempat yang dapat memudahkan para mahasiswa dan ahli geothermal dalam melakukan penelitian mengenai geothermal serta bertujuan untuk meningkatkan kapasitas manusia dalam bidang pengelolaan sumber daya alam geothermal. Melalui program pelatihan yang khusus, pusat ini akan menghasilkan tenaga ahli geothermal yang terampil dan berpengetahuan dalam pengembangan teknologi geothermal.

Perancangan Pusat Penelitian dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal bertujuan untuk mendorong pengembangan sumber daya energi terbarukan yang ramah lingkungan sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan. Konsep Zero energy building adalah jenis bangunan yang dirancang dan dioperasikan untuk menghasilkan jumlah energi bersih yang setara dengan total energi yang dikonsumsinya. Konsep ini bertujuan untuk mencapai keseimbangan antara konsumsi energi dan produksi energi terbarukan, sehingga tidak ada emisi bersih dari sumber energi non-terbarukan.

### **Maksud dan Tujuan**

- **Maksud**

Maksud perancangan Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal ini yaitu menciptakan sebuah objek yang dapat mewadahi kegiatan penelitian dan edukasi tentang geothermal. Dimana sebelum melakukan suatu eksploitasi geothermal untuk sumber energi terbarukan, perlu adanya eksplorasi terlebih dahulu. Sehingga objek ini dapat menjawab permasalahan tersebut.

- **Tujuan**

Tujuan perancangan Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal ini yaitu;

- Menghasilkan rancangan objek bangunan yang fungsional untuk memenuhi kebutuhan penelitian dan edukasi dalam pengelolaan sumber daya geothermal di Tomohon.
- Menghasilkan Pusat Penelitian dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal di Tomohon yang efisien energi.

### **Rumusan Masalah**

Rumusan Masalah perancangan Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal ini yaitu;

- Bagaimana proses merancang objek bangunan yang fungsional dan efisien energi untuk memenuhi kebutuhan penelitian dan edukasi dalam pengelolaan sumber daya geothermal di Tomohon?
- Bagaimana produk hasil rancangan bangunan Pusat Penelitian dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal di Tomohon yang fungsional dan efisien energi?

## **METODE PERANCANGAN**

### **Pendekatan Perancangan**

#### 1) Pendekatan Tipologi Objek

Pendekatan ini dilakukan dengan pengidentifikasian data, analisis dan studi literatur ataupun studi preseden. Tipologi bentuk yang dapat digunakan adalah bangunan berbentuk terintegrasi, yang menggabungkan berbagai fungsi dalam satu struktur. Desain bangunan dapat mencakup ruang laboratorium, ruang kelas, dan ruang konferensi yang terhubung secara sinergis, memungkinkan interaksi dan kolaborasi antara peneliti dan peserta edukasi.

#### 2) Pendekatan Lokasi Tapak dan Lingkungan Objek

Pendekatan ini dilakukan untuk memilih lokasi dan tapak sesuai dengan RTRW Kota Tomohon. Lokasi Tomohon sangatlah berpotensi untuk objek ini, dimana wilayah ini kaya akan potensi sumber daya geothermal dengan keberadaan aktivitas vulkanik dan pegunungan di sekitarnya memberikan peluang besar untuk pengembangan energi geothermal. Pendirian pusat penelitian dan edukasi di Tomohon memungkinkan akses yang mudah dan optimal terhadap sumber daya geothermal yang ada di sekitarnya. Pusat penelitian dan edukasi di Tomohon dapat mendukung pemahaman lebih lanjut tentang karakteristik geologi lokal dan pengembangan teknologi geothermal yang sesuai.

#### 3) Pendekatan Tematik

Tema yang diterapkan dalam perancangan ini adalah Zero Energy Building. Dimana Pendekatan Zero Energy Building merupakan suatu pendekatan yang bertujuan untuk menciptakan bangunan yang menggunakan sumber daya energi secara efisien dan meminimalkan penggunaan energi dari sumber energi konvensional.

Pendekatan Zero Energy Building bertujuan untuk mencapai efisiensi energi yang tinggi. Dalam konteks Pusat Penelitian dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal, bangunan tersebut dapat dirancang dengan sistem tata udara (HVAC) yang efisien, penggunaan sistem pencahayaan yang hemat energi, isolasi termal yang baik, dan penggunaan peralatan elektronik yang efisien. Hal ini akan membantu mengurangi konsumsi energi secara signifikan serta membantu mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh bangunan tersebut.

### **Proses Perancangan**

Proses perancangan pusat penelitian dan edukasi geothermal ini adalah metode perancangan Glass Box berciri argumentatif. Metode perancangan Glass Box ini dilakukan secara rasional dan logis oleh sang perancang terhadap karya yang dibuatnya. Model proses perancangan yang digunakan adalah model perancangan John Zeisel yaitu Image-Present-Test Cycle, dimana pada model ini perancang akan mengubah desain secara berlanjut pada konsep perancangan sebagai respon terhadap informasi baru atau lama. Dalam modelnya, John Zeisel menyatakan bahwa proses desain terdiri atas tiga aktivitas elementer yakni imajinasi, presentasi dan test. Informasi dalam proses desain berguna sebagai katalisator imajinasi dan sebagai referensi evaluasi. Perancang akan secara berlanjut merubah konsep desain sebagai respon terhadap informasi baru atau lama. Proses desain akan merupakan rangkaian perubahan konseptual (*conceptual shifts*) ataupun lompatan

kefektifitas. Perancang akan tertuju pada satu solusi responsif tertentu di antara sejumlah solusi alternatif. Perubahan konseptual terjadi sebagai akibat dari pergerakan yang berulang dalam hal tiga aktivitas elementer di atas.

## **KAJIAN OBJEK RANCANGAN**

### **Objek Rancangan**

Adapun Prospek dan Fisibilitas rancangan objek ini adalah sebagai berikut:

- **Prospek**

Tomohon terletak di wilayah yang memiliki potensi geothermal yang signifikan. Sehingga untuk memanfaatkan potensi geothermal yang ada di wilayah tersebut, masyarakat setempat, pelaku industri, dan pemerintah daerah memiliki kebutuhan untuk memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang sumber daya geothermal dan metode tentang cara pengelolaannya. Mengingat juga pengembangan sektor geothermal dapat memberikan dampak ekonomi positif bagi daerah, sehingga melalui pusat penelitian dan edukasi, masyarakat setempat dapat terlibat dalam kegiatan penelitian dan pengembangan, serta memiliki peluang untuk berpartisipasi dalam industri geothermal yang dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal, penciptaan lapangan kerja, dan pembangunan infrastruktur yang mendukung sektor geothermal.

- **Fisibilitas**

Objek Pusat Penelitian Dan Edukasi Pengelolaan Sumber Daya Alam Geothermal di Tomohon dapat difungsikan dan dimanfaatkan dengan baik, sebagai tempat penelitian dan edukasi mengenai Geothermal serta dapat menjadi pusat keunggulan dalam pengembangan dan pengelolaan sumber daya geothermal di wilayah tersebut. Dari segi lokasi, objek ini layak dihadirkan di Tomohon karena mengingat Tomohon memiliki SDA geothermal yang melimpah. Dari aspek ekonomi, dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam geothermal secara optimal, maka dapat meningkatkan penerimaan negara dari sektor energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Dari segi SDM, dengan penelitian dan edukasi yang diberikan pada objek ini, nantinya akan tersedianya tenaga ahli yang handal dan dapat membantu pemerintah dalam mengelola sumber daya alam geothermal secara berkelanjutan. Selain itu, objek ini juga didukung oleh lembaga yang mengembangkan energy panas bumi dari perusahaan nasional, yaitu PT Pertamina Geothermal Energy (PT PGE).

### **Lokasi dan Tapak**

Tapak berlokasi di area danau Linow, kelurahan Lahendong, kecamatan Tomohon Selatan, kota Tomohon. Lokasi merupakan lokasi yang terpilih untuk membangun pusat penelitian dan edukasi geothermal. Lokasi ini memiliki kelebihan dalam beberapa kriteria penilaian terutama area ini merupakan area yang memiliki potensi geothermal yang cukup besar. Selain itu terdapat juga beberapa kriteria penilaian pada tapak yang mendukung lokasi ini, termasuk kebisingan yang rendah, potensi pengunjung yang tinggi, tata guna lahan yang baik, infrastruktur yang memadai, dan view danau linow. Lokasi ini berjarak sekitar 4 km dari pusat kota Tomohon. Di area lokasi tapak ini terdapat juga beberapa titik geothermal untuk penelitian lapangan, serta terdapat juga beberapa sumur geothermal sebagai area untuk pengeksploitasian geothermal dan lokasi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).



Gambar 1. Tapak Terpilih  
*Sumber: google earth*

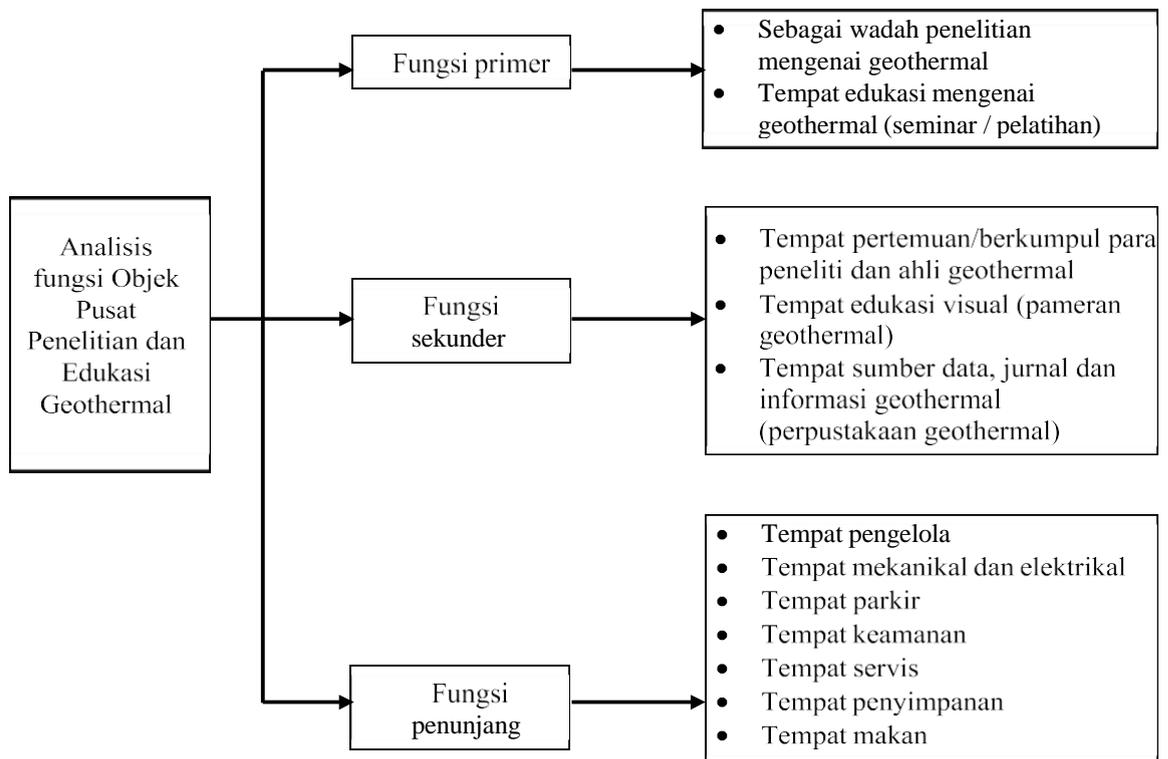
Berdasarkan Peraturan Daerah No 6 Tahun 2013 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tomohon Tahun 2013- 2033, maka untuk deleniiasi tapak adalah sebagai berikut:

- Luas tapak = 19.379 m<sup>2</sup>
- Lebar Jalan = 6 m
- KDB Max (40%) = 40% x 19.379 m<sup>2</sup>  
= 7.751 m<sup>2</sup>
- KLB Max (200%) = 200% x 19.379 m<sup>2</sup>  
= 39.478 m<sup>2</sup>
- Jumlah Lantai = 1 – 2 Lantai
- KDH Min = 20% x Luas tapak  
= 20% x 19.379 m<sup>2</sup>  
= 3.875 m<sup>2</sup>

### Program Fungsional

Program dasar fungsional pada objek rancangan ini dibagikan dalam beberapa kategori fungsi, yaitu fungsi primer, fungsi sekunder, dan fungsi penunjang, dimana 3 fungsi ini memiliki peran yang saling melengkapi untuk menunjang kebutuhan ruang dan aktivitas pada objek rancangan ini.

Tabel 1. Penjabaran Fungsi pada Objek  
Sumber: Analisis Penulis 2023



Berdasarkan perhitungan besaran ruang yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan rekapitulasi kebutuhan ruang sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Besaran Ruang  
*Sumber: Analisis Penulis 2023*

REKAPITULASI BESARAN RUANG			
KELOMPOK RUANG	KELOMPOK MASSA	TOTAL BESARAN RUANG	
RUANG DALAM	Area Penerimaan	439 m <sup>2</sup>	
	Area Penelitian	2318 m <sup>2</sup>	
	Area Edukasi	2535 m <sup>2</sup>	
	Area Pengelola	399 m <sup>2</sup>	
	Area Service	721 m <sup>2</sup>	
TOTAL		6412 m <sup>2</sup>	
RUANG LUAR	RTH	4781 m <sup>2</sup>	
	Parkiran Mobil	2743 m <sup>2</sup>	RTNH= 5940 m <sup>2</sup>
	Parkiran Motor	450 m <sup>2</sup>	
	Plaza	1582 m <sup>2</sup>	
	Area Geothermal	1.165 m <sup>2</sup>	
TOTAL		10721 m <sup>2</sup>	
TOTAL KESELURUHAN		17.133 m <sup>2</sup>	

## TEMA PERANCANGAN

### Kajian Tema

Secara harfiah Pendekatan Zero Energy Building diartikan sebagai "Bangunan Tanpa Energi". ZEB merupakan konsepsi bangunan yang dapat mencukupi kebutuhan energinya sendiri dari sumber energi terbarukan, seperti matahari, angin, air, bahan bakar nabati, biomassa, dan biogas.

Konsepsi ZEB lebih mengarah pada total energi yang dikonsumsi bangunan, antara tekor energi (energi yang dikonsumsi dari PLN dan generator minyak), dan surplus energy (energi yang dihasilkan perangkat pembangkit energi di bangunan: sel surya, baling-baling, dan biogas). Secara keseluruhan konsumsi energi bangunan harus nol atau bahkan surplus (menghasilkan energi lebih dari yang dikonsumsi).

## KONSEP PERANCANGAN

### Konsep Implementasi Tematik

Dalam Perancangan Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal, tema yang di implementasikan kedalam rancangan adalah Zero Energy Building. Dimana terdapat dua strategi utama dalam perancangan ini, strategi desain pasif dan strategi desain aktif. Strategi desain pasif yaitu tanpa energy listrik dan strategi desain aktif yaitu dengan energy listrik yang diproduksi sendiri. Berikut adalah ilustrasi penerapan atau implementasi prinsip tematik yang ada pada aspek rancangan.

Tabel 3. Implementasi Tema dalam Rancangan  
*Sumber: Analisis Penulis 2023*

Aspek Desain Prinsip Tema	Site development	Konfigurasi massa	Ruang Dalam	Struktur dan Utilitas	Selubung Bangunan	Ruang Luar
Meminimalkan Beban Bangunan	☐	☐	☐	-	-	☐
	Pengembangan tapak dilakukan dengan proses yang terintegrasi antara karakteristik lokasi dan desain bangunan	Tinggi massa bangunan disesuaikan dengan bangunan area tapak, tidak lebih dari 2 lantai	Ruang dalam disesuaikan dengan kebutuhan ruang yang dibutuhkan objek			Ruang luar didesain hanya untuk hal yang diperlukan pada objek
Memaksimalkan Efisiensi Energy	-	☐	☐	☐	☐	☐
		Orientasi bangunan disesuaikan untuk memperoleh bukaan pada arah angin utama	Pencahayaan efisien Penggunaan lampu neon pada ruang dalam yang memotong daya sebesar 26 persen	Menggunakan strategi desain pasif yaitu, Mirrors Duct, Light shelves, dan Pipa cahaya	Membuat bukaan seperti jendela dan ventilasi untuk penghawaan alami	Memfaatkan pepohonan serta taman dan lansekap sebagai peneduh pada bangunan
Memanfaatkan Produksi Tenaga Yang Dapat Diperbaharui Pada Site	-	☐	☐	☐	☐	☐
		Orientasi bangunan disesuaikan untuk memperoleh pencahayaan alami dari sinar matahari	Menggunakan system HVAC pada bangunan seperti Pendingin/AC hemat energy dan Lantai diffusers/pembaur dan Personalized Ventilation dengan energy listrik sel solar dari pemanfaatan energy matahari	Menggunakan strategi desain aktif	Menggunakan shading devices / perangkat peneduh	Green roof dan green wall, wind turbin, PV pada atap
Meminimalkan Konsumsi Energi Bangunan Dari Prilaku Manusia	-	-	✓	✓	-	-
			Mengurangi pemakaian energy berlebihan, edukasi kesadaran pengguna.	Titik stel pengontrolan pemakaian energy, pencahayaan, pemanasan / pendinginan		

## Konsep Pengembangan Tapak

Zonasi tapak dibuat berdasarkan analisa area kebisingan, view, dll. Pada bab sebelumnya. Tapak akan dibagi menjadi 4 zona, yakni, publik, semi publik, private, dan service dengan pembagian sebagai berikut :

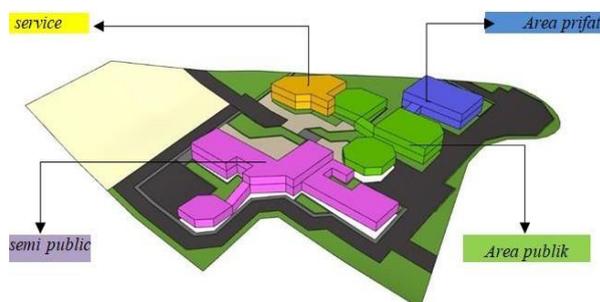
- Zona Publik terdapat area kegiatan penerimaan, taman, plaza, parkir, dan area outdoor yang mudah diakses dan view yang baik .
- Zona Semi Publik terdapat ruang untuk kegiatan penelitian, yang memiliki tingkat kebisingan rendah, dan view yang baik.
- Zona Private terdapat ruang untuk kegiatan edukasi, perpustakaan, dan ruang untuk pertemuan, memiliki tingkat kebisingan rendah.
- Zona Service terdapat area kegiatan service bangunan.



Gambar 2. Zonasi Pemanfaatan Lahan  
*Sumber: Analisis Penulis 2023*

## Konfigurasi Massa

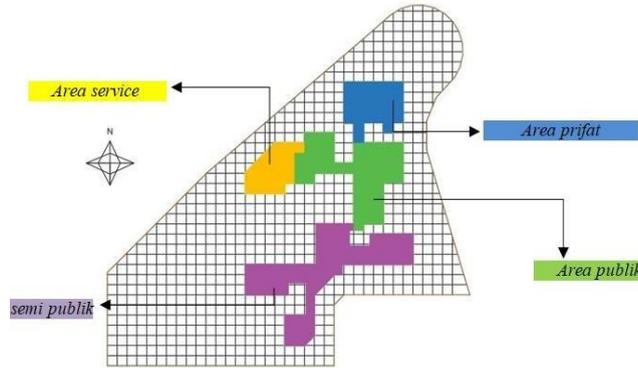
Orientasi massa bangunan disesuaikan dengan arah matahari untuk memperoleh pencahayaan alami yang dapat menerapkan efisiensi energy pada bangunan sesuai dengan tema Zero Energy Building. Massa bangunan dengan konsep yang cenderung memanjang merupakan strategi untuk memperoleh pencahayaan dan penghawaan alami pada siang hari, dengan demikian setiap ruangan yang ada, dapat memiliki bukaan.



Gambar 3. Konfigurasi Massa  
*Sumber: Analisis Penulis 2023*

### Perletakan Relatif Massa Bangunan dalam Tapak

Perletakan massa pada tapak ini memiliki berbagai jenis bentuk dan mengikuti pola dari bentuk tapak yang dipilih, perencanaan perletakan massa bangunan ini mengikuti alur yang bersifat linier. Penempatan zonasi pada tapak disesuaikan dengan fungsi masing-masing bangunan.



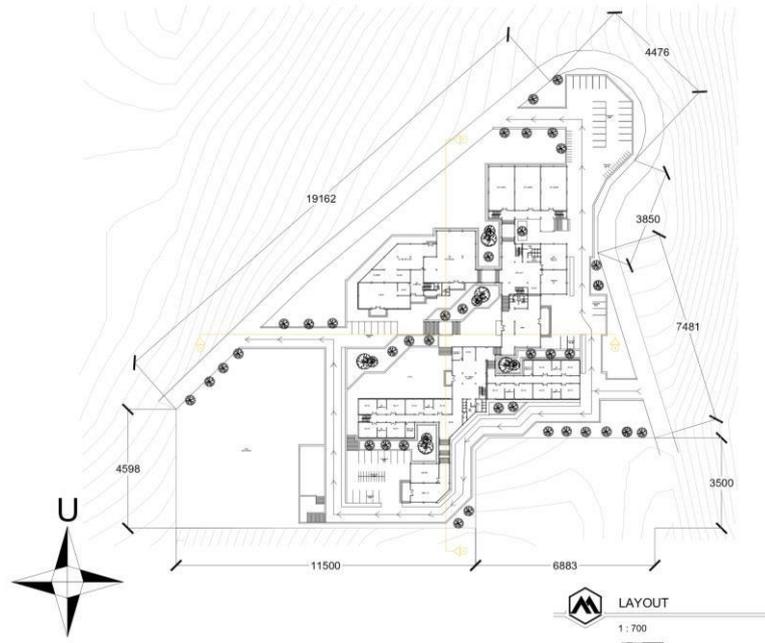
Gambar 4. Konsep Pengembangan Tapak  
*Sumber: Analisis Penulis2023*

### HASIL PERANCANGAN Tata Letak dan Tata Tapak

Tata letak massa bangunan pada tapak adalah bangunan tunggal yang didasarkan pada bentuk topografi tapak dan rencana pemanfaatan zonasi tapak yang telah dilakukan.



Gambar 5. Site Plan  
*Sumber: Penulis*



Gambar 6. Gambar Layout  
Sumber: Penulis

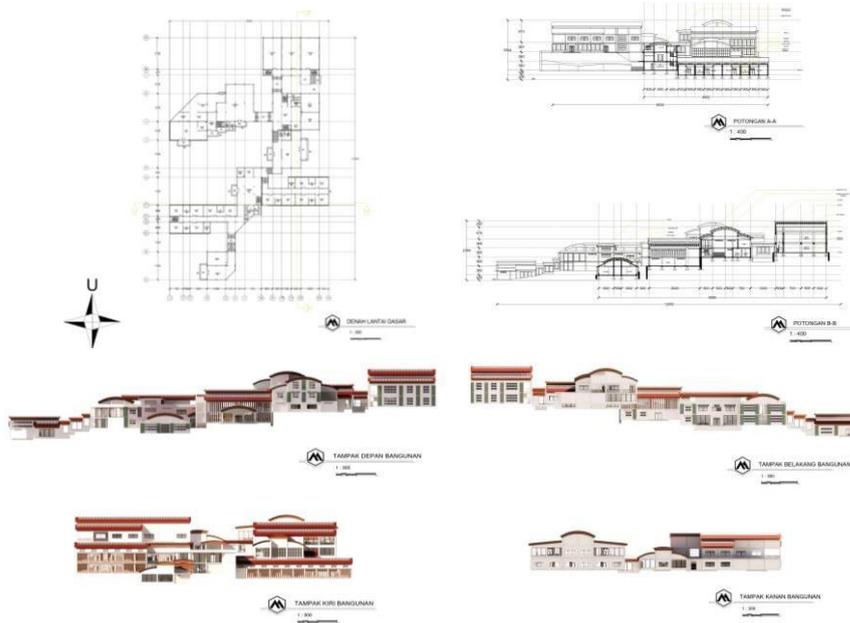


Gambar 7. Tampak Tapak  
Sumber: Penulis



Gambar 8. Potongan Tapak  
Sumber: Penulis

## Gubahan Bentuk Arsitektural



Gambar 9. Denah, Potongan, dan Tampak Bangunan  
*Sumber: Penulis*

## Gubahan Ruang Arsitektural

- Ruang Luar



Gambar 9. Denah, Potongan, dan Tampak Bangunan  
*Sumber: Penulis*

- Ruang Dalam



Gambar 9. Denah, Potongan, dan Tampak Bangunan  
*Sumber: Penulis*

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal dirancang untuk menjadi wadah bagi masyarakat yang ada di sekitar kota Tomohon bahkan masyarakat luar daerah sebagai fasilitas pendukung untuk pemanfaatan potensi geothermal yang ada. Dengan potensi geothermal yang cukup besar di daerah ini, diharapkan dapat dimanfaatkan dengan baik sebagai sumber energi terbarukan dimana salah satunya sebagai sumber energy listrik untuk keperluan masyarakat Tomohon bahkan sampai Sulawesi Utara. Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal dapat membantu para ahli geothermal dan masyarakat dalam pengeksploasian sumber daya geothermal serta pemanfaatannya dengan kegiatan penelitian dan edukasi yang ada pada objek ini . Lokasi perancangan Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal di Tomohon sebagai lokasi yang strategis untuk pemanfaatan geothermal karena potensinya, serta dengan penerapan tema Zero Energy Building, diharapkan objek Pusat Penelitian dan Edukasi Geothermal ini dapat menghasilkan energinya sendiri, dan menjadi contoh bangunan yang ramah lingkungan dan bangunan yang mandiri.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Alit Anastasya Hemu. *“Pengembangan Potensi Geothermal Sebagai Sumber Energi Alternatif”* (2021).

El Fandari, A., Daryanto, A., & Suprayitno, G. *“Pengembangan energi panas bumi yang berkelanjutan”*. Semesta Teknik. (2014).

O. H. A. Rogi *“Tinjauan Otoritas Arsitek Dalam Teori Proses Desain”* Volume 11, No.3, November, (2014).

Neufert, Ernest. *“Data Arsitek “* Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1996.

Neufert, Ernest. *“Data Arsitek”* Jilid 2. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1996.

O. H. A. Rogi., Magdalena. E. D., & Tondobala. L., *“Implementasi Konsep Zero Energy Building (Zeb) Dari Pendekatan Eco-Friendly Pada Rancangan Arsitektur”*. Media Matrasain. (2016).

Azhar, F. B. T., & Wismadi, A. *“Kajian Implementasi Pendekatan Nzeb (Nearly Zero-Energy Building) Sebagai Solusi Kelangkaan Energi Konvensional”* (2020).

Putri, S. T., & Nugroho, M. S. P. *“Konsep Zero Energy Building Bagi Islamic Boarding School Di Sragen”*. (2019).

BPS Kota Tomohon, *”Kota Tomohon dalam Angka 2023”*.

Peraturan Daerah No 6 Tahun 2013 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tomohon Tahun 2013- 2033