



HIMPUNAN
AHLI TEKNIK HIDRAULIK
INDONESIA

PIT ke 36
HATHI 2019
Kupang, 22-24 November 2019



Prosiding

Pertemuan Ilmiah Tahunan **HATHI XXXVI**

Tema :

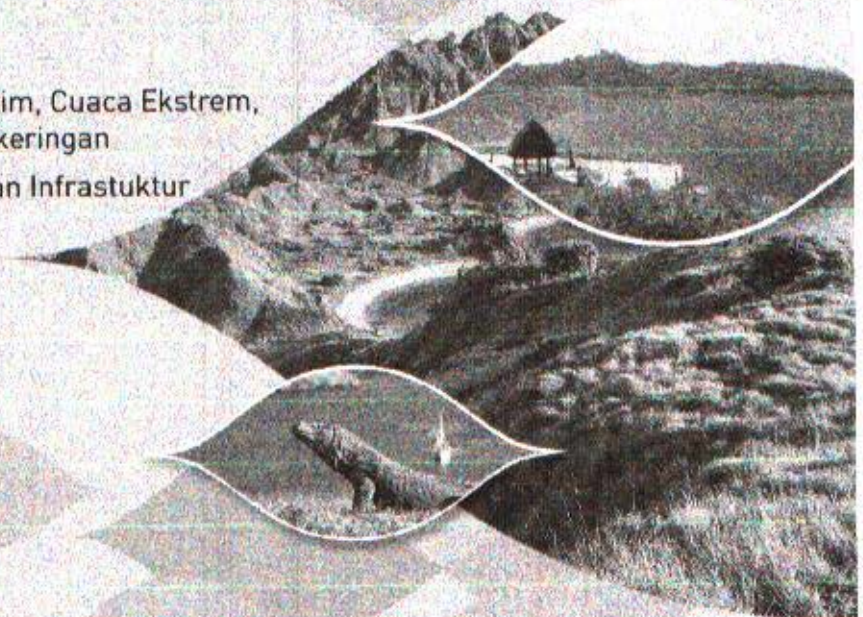
**“Pengelolaan Sumber Daya Air
pada Daerah Semi Kering Kepulauan :
Hambatan, Tantangan dan Peluang”**

Kupang, NTT, 22-24 November 2019

Jilid 1

Sub Tema 1: Perubahan Iklim, Cuaca Ekstrem,
Banjir dan Kekeringan

Sub Tema 2: Pengembangan Infrastruktur



SAMBUTAN




Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) HATHI ke-36 dengan tema: **“Pengelolaan Sumber Daya Air pada Daerah Semi Kering Kepulauan: Hambatan, Tantangan, dan Peluang”** telah terselenggara dengan baik pada tanggal 22-24 November 2019 di Kupang, dan dihadiri oleh para ahli dan profesional dari seluruh Indonesia.

Diskusi dan presentasi Pertemuan Ilmiah Tahunan ini membahas dengan intensif tentang Perubahan Iklim, Cuaca Ekstrem, Banjir dan Kekeringan; Pengembangan Infrastruktur; Pengelolaan Daerah Aliran Sungai; Hukum, Kelembagaan, dan Pemberdayaan Masyarakat.

Saya berharap, seluruh presentasi dan diskusi Pertemuan Ilmiah Tahunan ini dapat memberikan kontribusi dalam bentuk konsep, strategi, pembelajaran, dan berbagi pengalaman mengenai pengelolaan sumber daya air, terutama dalam pengelolaan sumberdaya air pada daerah semi kering kepulauan.

Kami ucapkan terimakasih kepada panitia, reviewers, para penulis, senior dan semua anggota HATHI atas dukungannya dalam pelaksanaan PIT HATHI ke-36 tahun ini. Semoga Allah merahmati kita semua, Aamiin.

Kupang, November 2019



Dr. Ir. Imam Santoso, M.Sc., PU-SDA
Ketua Umum HATHI

DAFTAR ISI

Sub Tema 1 : Perubahan Iklim, Cuaca Ekstrem, Banjir dan Kekeringan

1. Studi Perbandingan Metode Analisis Debit Banjir Rencana Kraeng Seunagan - Aceh.....	1
– Alfiansyah Yulianur, dan Andi Rinaldi	
2. Pengaruh Hujan terhadap Operasi Pintu Pengambilan Bendung Cokrobedog dan Ciamping	11
– Indita Prima Ari Pratiwi, Fatchan Nurrochmad, Joko Sujono, Rachmad Jayadi, dan Karlina	
3. Studi Eksperimental Rumah Amfibi (Amphibious House) untuk Adaptasi Banjir	21
– M. Baitullah Al Amin, M. Ikman Aulia Aidil Aji, dan Febrinusti Alia	
4. Identifikasi Perubahan Iklim di Balikpapan Berdasarkan Data Hujan Observasi	31
– Mislan, Kulpin Noor, Zulfi Fakhroni, Nellawaty dan Henry Sulistiyo	
5. Pemodelan Infrastruktur Pengendali Banjir Sungai Way Galih di Kabupaten Lampung Selatan	41
– Aprizal, Moh. Fauzan Tsani	
6. Penyusunan Peta Multi Rawan Kekeringan di Wilayah Sungai Cimanuk- Cisanggarung	49
– Dwi Agus Kuncoro, Maulana Hidayat, Ali Assegaf	
7. Kualitas Air Tanah Setelah Bencana Likuifaksi di Petobo dan Balaroa Kota Palu	57
– Januar, Taty Yuniarti dan Nur Fizzli Kifli	
8. Pengaruh Karakteristik DAS Terhadap Debit Banjir Rancangan pada DAS Temef Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS)	65
– Karolina Villa Delfia Ihut, Lodoviko O. Gustav, Denik S. Krisnayanti, Tri M. W. Sir, Judi K. Nasjono	
9. Pengendalian Banjir Balang Suliti dan Batang Bangko Kabupaten Solok Provinsi Sumatera Barat	75
– Martius, Ana Nurganah Chaidar, dan Roni Farhan	
10. Pemodelan Spasial dan Indeks Kehandalan Pengendalian Banjir Sungai Tanggul	85
– Giyanto	
11. Hidrogral Satuan Terukur Sungai Code	95
– Titiek Widayarsi dan Septri Farhani	

12. Penentuan Indeks dan Penyebaran Daerah kekeringan pada DAS Rondoningu di Kabupaten Probolinggo	105
- <i>Ari Murdhianti, Sri Wahyu Kusumastuti, Rani Asmaranto</i>	
13. Metode Palmer Drought Severity Index (PDSI) untuk Menentukan Sebaran Kekeringan di Sub DAS Babak Kah, Lombok Tengah Provinsi NTB	115
- <i>Hussy Andawayanti, Donny Harisuseno, Rini Febriyanti</i>	
14. Kajian dan Konsep Penanggulangan Kekeringan di Kabupaten Banyuwangi	125
- <i>Irawati, Moh. Lutji Ariwibawa</i>	
15. Mitigasi Risiko Banjir, Kekeringan dan Bencana Kehakaran di Wilayah Sungai Kampar Kabupaten Kampar Provinsi Riau	135
- <i>Hendrianto Alamsyah M, Aisha Sri Masputri</i>	
16. Tinjauan Kritis Terhadap Metode Analisis Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan	145
- <i>Isri Ronald Mangangka, Novi Maxi Ilat, Eddy Kendo, A.K.T. Dundu, dan Angella Soehyantoro</i>	
17. Simulasi Model Banjir Dua Dimensi NAYS2D Flood-IRIC pada Hilir DAS Jeneberang	152
- <i>Mukhsan Putra Halta, Ayako Saleh Pallu, Tai Akira, Muh. Saleh Pallu, Muhammad Firdaus, Andang Suryana Soma, Naoto Toda, dan Tomoya Kikuta</i>	
18. Memanen dan Mengolah Air Hujan Menjadi Air Alkali Siap Minum	161
- <i>Tri Budi Utama</i>	
19. Hubungan Kekeringan Meteorologis Daerah Aliran Sungai Bergawan Solo Terhadap El Nino Southern Oscillation	169
- <i>Sapratista Dain Fakhriyanto, Antonius Suryana, Ratih Nilam Sari, Idham Riyando Moe</i>	
20. Kajian Potensi Teknik Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting) Sebagai Alternatif Penanganan Krisis Air di Tarakan	178
- <i>Adi K., Andrean R. J., Rabindra J.A, Hadiranti, dan Dian S</i>	

Sub Tema 2 : Pengembangan Infrastruktur

21. Instalasi Pengolahan Sanitasi Air Limbah Tinja pada Pemukiman Masyarakat Sempadan Sungai Maros Provinsi Sulawesi Selatan.....	189
- <i>Harun Effendy, Muhammad Hasbi, Andi Muh. Ratniadi, Muhammad Firdaus</i>	
22. Evaluasi Penyediaan Air Minum Ipa Glee Dagang di Kabupaten Aceh Utara	199
- <i>Ziana, Amir Fauzi, Maimun Rizalibudi, Rivaul Muzammit</i>	

23. Evaluasi Kondisi Prasarana Fisik 15 Daerah Irigasi di Sulawesi Tengah untuk Mendukung Pengambilan Keputusan Prioritas Rehabilitasi	209
– <i>Christian P., Fatchan Nurrochmad, Rachmad Jayadi, Endita Prima Ari Pratiwi, Djoko Legono</i>	
24. Alternatif Solusi Pemenuhan Kebutuhan Air Baku Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhoksemawe Melalui Bendungan Keureuto	217
– <i>Adi Rusman, Variadi, dan Fajarullah Mufti</i>	
25. Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Upaya Pengelolaan Sumberdaya Air di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta	226
– <i>Gatut Bayuadji, Fernita Dwi Kurnia</i>	
26. Analisa Mengurangi Genangan Air Hujan Dengan Sumur Resapan, Studi Kasus Jalan Khatib Sulaiman Kota Padang	235
– <i>Bambang Istijono, Abdul Hakam, Maryadi Utama, Rainul Penaungan, MilaYelmita dan Aprisal</i>	
27. Pemanfaatan Air Hujan untuk Air Minum Melalui Sistem elektrolisis pada Daerah Semi Kering-Kering (Studi Kasus Air Cimanuk)	245
– <i>Happy Mulya, Nuring Nafisah, Dwi Agus Kuncoro</i>	
28. Pengaruh Pembangunan Kolam Retensi Sempaja Terhadap Banjir di Simpang Sempaja Kota Samarinda Kalimantan Timur	251
– <i>Sandy Erryanto, Irhamsyah, Arief Rachman, Pamungkas A., Imam Choedori, Nely Mulyaningsih, SSN. Banjarsanti</i>	
29. Penanganan Kehilangan Air Embung Sidorejo di Kabupaten Boyolali	261
– <i>Moh Fuad Bustomi Zen, Rusdiantoro, Nur Hidayat</i>	
30. Bendungan Sepaku Semoi Sebagai Alternatif Penyediaan Air Baku Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Paser Utara	271
– <i>Runandar, Indrasto Dwicahyo, Nely Mulyaningsih, Lina Ewi Damayanti, dan Herman</i>	
31. Efektifitas Retarding Basin Dalam Usaha Pengendalian Genangan Banjir Kota Kendari	279
– <i>Rachmat Deby, Haeruddin C. Maddi, Arif Sidik, Iping Mariandana A, dan Kasim Sarewo</i>	
32. Uji Model Fisik Pelimpah Bendungan Pidckso Kabupaten Wonogiri	287
– <i>Indrawan, Ery Suryo Kusumo, Asep Sulaeman, Anton Tri Asmoro</i>	
33. Permodelan Genangan Banjir pada DAS Air Majunto Provinsi Bengkulu	297
– <i>Robi Fernando, Idham Riyando Moe, Liza Riani</i>	
34. Analisis Perhitungan Volume Inflow Waduk Rotiklot di Kabupaten Belu	307
– <i>Anang G. A. D. Mangu, Denik S. Krisnayanti, Andi H. Rizal, dan D Noorvy Khaerudin</i>	

35. Analisa Hidraulika Model Tangga Ikan (Fishway) untuk Mengurangi Kecepatan Aliran	315
– <i>Linda Prasetyorini, Dyan Eka Nurhayati, Nadjodji Anwar, dan Wasis Wardoyo</i>	
36. Analisis Penerapan Sumur Renteng Terhadap Peningkatan Intensitas Tanam Dengan Mempertahankan Pola Pemberian Air Eksisting	325
– <i>Ahmad Efendi</i>	
37. Penerapan Metode Georadar untuk Investigasi Kondisi Bawah Permukaan Bendungan Lempake Samarinda – Kalimantan Timur.....	336
– <i>Sandi Erryanto, Agus Ari Wibowo, dan Ivan A. Sofyan</i>	
38. Pendugaan Akuifer Air Tanah Berdasarkan Data Geolistrik Dalam Upaya Antisipasi Kekeringan di Kabupaten Gunung Kidul.....	345
– <i>Dian Insani, Fajar Ariandy, M.Fahrurazi, Yan Aditya Wesda Wardhana</i>	
39. Studi Pemodelan Airtanah di Hamparan Oesao Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur	354
– <i>Ghozali Mahmud</i>	
40. Pemetaan Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik di Kabupaten Muna Barat Provinsi Sulawesi Tenggara	363
– <i>Ryan Rizaldi Demar, Arif Sidik, Haeruddin C. Maddi, Catur Nilawardani, Riwin Andono, dan Kasim Surewo</i>	
41. Kajian Potensi Air Tanah di Kabupaten Pasuruan untuk Pengembangan Irigasi Skala Kecil	372
– <i>Moh. Sholichin, Tri Budi Provogo, Shatirah Akib</i>	
42. Pemanfaatan Sungai Bawah Tanah untuk Pemenuhan Air Baku Kepulauan Wakatobi	381
– <i>Agung Permata, Jodan Panretta Diwani, dan Haeruddin C. Maddi</i>	
43. Interpretasi Karakteristik Akuifer Airtanah Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger Studi Kasus di Kecamatan Lewa, Kabupaten Sumba Timur	391
– <i>Muhammad Iyfa'udin, Fery Moun Heppy, Yohanes Jony Fernandez</i>	
44. Penerapan Sistem Pompa dengan Memanfaatkan Saluran Tersier di Danda Jaya, Kalimantan Selatan.....	401
– <i>Indra Setya Putra, M. Faizal Emnadin, Ahmad Taruna Rasyidi, Nurliq Sadikin</i>	
45. Pengelolaan Sumber Daya Air Kepulauan Semi Kering Dengan Pembangunan Bendungan Multipurpose (Studi Kasus: Bendungan Raknamo).....	410
– <i>Aris Rinaldi, Bastari, Joko Mulyono</i>	
46. Sistem Operasi dan Pemeliharaan Irigasi untuk Tanaman Bawang pada Lahan Basah.....	415
– <i>Susilawati Cicilia Laurentia dan Budiono Joko Nugroho</i>	

47. Sistem Operasi dan Pemeliharaan Irigasi untuk Tanaman Bawang pada Daerah Semi Kering 425
 – *Susilawati Cicilia Laurentia dan Budinno Joko Nugroho*
48. Simulasi Pola Tanam pada Daerah Irigasi Fatukoa di Kota Kupang 435
 – *Ayu P. Paramitha, Denik S. Krisnayanti, Rosmiyati A. Bella, Robinson S. Keo, I Made Udiana*
49. Pola Pemberian Air Dengan Metode Irigasi Tetes Berdasarkan Efisiensi Pemakaian Air pada Tanaman Kedelai Edamame (*Vegetable Soybean*) 443
 – *Rini Wahyu Sayekti, Dian Chondrasasi, Retno Astarti Wasito*
50. Aplikasi Sikring untuk Penanganan Kekeringan Terintegrasi 453
 – *Dwi Agus Kuncoro, Ali Assegaf*
51. Simulasi Pemberian Air Irigasi pada DI Pacal di BBWS Bengawan Solo 463
 – *Antonius Suryono, Saessy Sriwidjanto, Rintis Hadiani, Farid Islam Zen*
52. Irigasi Hemat Air Mendukung Pengembangan Lahan Pertanian di Pulau-Pulau Kecil 475
 – *Dadan Rohmandani, Hayatuddin Tuasikal, Hanhan A. S. Abid Hendri Indarta*
53. Optimasi Operasi Irigasi Darurat pada DI Gumbasa Akibat Dampak Bencana Gempa 487
 – *Haryo Istianto, Hanhan Ahmad Sofiyuddin*
54. Analisis Efisiensi Air Irigasi di Saluran Induk dan Sekunder: Studi Kasus pada Daerah Irigasi Pamukkulu Kab. Takalar 497
 – *Andi Mustakim Makkarumpa dan Ratna Musa*
55. Desain Rehabilitasi Saluran Tambak di Desa Pantai Sederhana dan Pantai Mekar Kec. Muara Gembong Kabupaten Bekasi 505
 – *Feriyanto Powenrusi, Najlawati Latifah Syazwani, Cecep Muhtaj Munajat*

DAFTAR ISI

JILID 2

Sub Tema 3 : Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

56. Analisis Neraca Air di DAS Cisangkuy menggunakan Software Modsim..... 513
– *Mirwan Rofiq Ginanjar dan Asep Ferdiansyah*
57. Nilai Koefisien Limpasan Permukaan pada Embung Kecil Tersebar di Pulau Timor dan Pulau Rote 522
– *Denik S. Krisnayanti, Heny J. Otto, John H. Frans, Alvine C. Damayanti, Marthinus Talle*
58. Ketahanan Air pada Musim Kemarau di Pulau Bangka..... 531
– *Birendrajana, Medya Ramdhan, Nenny Rochaenita, Daddy Meidiansyah, Nadjamuddin*
59. Konsep Pengelola Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam Bentuk BUMN, BUMD Propinsi, BUMD Kabupaten/Kota & BUMDesa 539
– *Trimaifon*
60. Simulasi Fluktuasi Debit Andalan Berdasarkan Skenario Perubahan Proporsi Luas Daerah Resapan Air (DRA) pada WS Lasolo-Konaweha..... 548
– *Dede Rohmat, Haikal M Ihsan, Arif Sidik, Haerudin C. Maddi, Kasim Sorewa*
61. Teknologi Konservasi Air pada Daerah Semi Kering Melalui Rice Ratoon 557
– *Ery Suryo Kusumo, Abdullah*
62. Analisis Spasial Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Laju Erosi Daerah Tangkapan Air Waduk Lempake 567
– *Diyat Susrini Widayanti, Kumarul Zaman, Suminah, Chamalia Adhiani, Noor Syaidah*
63. Studi Perbaikan Kualitas Air Sungai Donan untuk Mendukung Pengelolaan DAS Secara Terpadu..... 577
– *Arief Satria Marsudi, Sugik Edy Sartono*
64. Analisis Neraca Air Daerah Irigasi Raknamo di Kabupaten Kupang 585
– *Maria D. A. Lurgan, Mario J. M. Wangge, Judi K. Nasjono, Denik S. Krisnayanti, dan Dolly W. Kurels*
65. Studi Karakteristik Daerah Tangkapan Waduk Sei Pulai di Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau..... 595
– *Ismail Widadi, Tharina Nursulika Adhyati, Muhammad Arby, dan Anzilirrohmu Litsaniyah*
66. Analisis Potensi Erosi DAS Dakaino Kecamatan Wasile Timur 603
– *Zulkurnain K. Mishah, Nani Nagu, Muhammad Taufiq Y. S., Ibnu Salman*

67. Penempatan Groundsill Sebagai Perlindungan Abutment Talang Daerah Irigasi Langkemme	613
– <i>Andi Muhammad Ratuniadi, Muh. Saleh Pallu, dan Rita Tahir Lopa</i>	
68. Pengukuran Debit dan Kapasitas Tampung Sungai Semangus di Kabupaten Musi Rawas.....	619
– <i>Yunan Hamdani, Reini S Hmiaty, Birendrajana, dan Henari</i>	
69. Perkuatan Tebing Sungai pada Tikungan Sungai Bagian Luar Studi Kasus: Bengawan Solo di Kabupaten Tuban.....	627
– <i>Galih Habsoro Sundoro, Andri Rachmanto Wibowo, dan Asep Sulaeman</i>	
70. Analisis Penyebab Kekeruhan Air Danau Maninjau dan Upaya Pengendaliannya	637
– <i>Daniel Blesson, Maryadi Utama, Zahrul Umar, Librina Sabri</i>	
71. Pasangan Batu Kosong Sebagai Alternatif Stabilisasi Tebing Sungai Konaweha, Kecamatan Wonggeduku, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara.....	647
– <i>Fajar Baskoro Wicaksono, Hannah Nuril Layaliya, Arbor Reseda, dan Haeruddin C. Maddi</i>	
72. Dampak Perilaku Aliran Terhadap Pemukiman di Daerah Sempadan Sungai.....	657
– <i>Farouk Maricar, Rita Tahir Lopa, Mukhsan P. Hatta, dan Muhammad Farid Maricar</i>	
73. Analisa Kerentanan dan Strategi Pengelolaan Banjir pada DAS Bogowonto	665
– <i>Hudzaifah Ali Adhawiyah, Devi Listiasari, dan Yurista Dian Respati</i>	
74. Restorasi Sungai Perkotaan.....	673
– <i>Iwan J. Sulomo, Asep Sulaeman, Indah Sri Amini, Septiani Retno Wustuti</i>	
75. Studi Penentuan Status Mutu Air Sungai Saddang untuk Kebutuhan Air Bersih.....	683
– <i>Reni Oktaviani Tarra, Wa Ode Zulia Prihartini, Nur Grace Anggreani, Jacob Bokko</i>	
76. Studi Restorasi Sungai Tiban Lama di Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau.....	691
– <i>Ismail Widadi, Shafur Bachtiar, Tharina Nursulika Adhyati Muaz Haris</i>	
77. Kajian Perubahan Sempadan Sungai Banjaran Terhadap Puncak Banjir Menggunakan Inderaja dan EPA-SWMM Tahun 2005-2018.....	701
– <i>Irawadi, Moh. Lutfi Ariwibowo</i>	
78. Studi Kapasitas Drainase di BTN Hamzy Kota Makassar.....	711
– <i>A. M. Ayrton Senna C., Ratna Musa</i>	
79. Simulasi Numerik Perubahan Morfologi Pantai Akibat Pembangunan Konstruksi Jetty Muara Kuala Bubon Aceh Barat.....	721
– <i>Ariefiansyah, Eldina Fatimah, Nailul Authar</i>	

80. Evaluasi Proses Sedimentasi dan Penurunan Struktur Pegar di Pantai Sigandu Batang Jawa Tengah.....	731
– <i>Dede M. Sulaiman, Rian M. Azhar, Rio G. Jufri, Putu Hartawan, Daniel Fernando, Sugiatno</i>	
81. Rencana Berkelanjutan Penanganan Banjir Rob Sebagai Dampak Perubahan Iklim Dengan Sistem Polder di Kawasan Kaligawe Semarang .	739
– <i>S. Imam Wahyudi, Ruhban Ruzlyanto, Henny Pratiwi Adi</i>	
82. Revitalisasi Daerah Rawa Paparan Banjir Sebagai Antisipasi Perubahan Iklim dan Trend Perubahan Lahan.....	749
– <i>M.Z.Ikhsan, Riz Anugerah, Rustiningsih, Rudi Yunanta, Eko Wahyudi</i>	
83. Kenaikan Muka Air Banjir	759
– <i>Liany Hendratta, H. Tangkudung, Maria Raco, I. Makasaehe dan S. Welliang</i>	
84. Analisis Stabilitas Struktur Tembok Laut (Seawall) Pantai Lanosangia Kabupaten Buton Utara.....	765
– <i>Arif Sidik, Hidayat Wisnuaji, Haeruddin C. Maddi, Rachmat Deby, Wagiyu, Arifuddin</i>	
85. Analisa Gelombang dan Bangunan Pengaman Pantai pada PLTMG Manokwari 20 MW Papua.....	775
– <i>Rahmah Dura Lufira, Suwanto Marsudi</i>	
86. Evaluasi Kinerja Lapangan Teknologi Revetmen 3B dan Bergigi di Pantai Tukad Mungga, Bali.....	785
– <i>M. Hendro Setiawan, Cahyo Nur Rahmat Nugroho, Suprpto, Adi Prasetya, dan Leo Eliusta Sembiring</i>	
87. Pengaruh Pasang Air Laut dan Aliran Sungai Bersedimen Terhadap Rekomendasi Teknis Perbaikan Kinerja Ipal Ternak	794
– <i>Taty Yuniarti, Yuliyah Mahdolena Hidayat, Yashouni Setiatin, dan Yuyu Sofya</i>	
88. Kajian Ancaman Abrasi Pantai di Wilayah Pesisir Kabupaten Halmahera Tengah – Maluku Utara.....	801
– <i>Mohammad Ridwan Lessy, Nurhalis Wahiddin, Jefry Bemba, Roamy M Abdullah, dan Mustafa</i>	
89. Penilaian Integritas Struktur Jembatan Baja Multispan Yang Bertumpu pada Bangunan Bersejarah Bendung Cikeusik.....	813
– <i>Herryan Kendri, Altha Sagara, Ersadi Wiguna dan Benny G. Hung</i>	
90. Estimasi Rembesan pada Bendungan Urugan Batu Zona Inti Tegak (Studi Kasus pada Bendungan Jatibarang, Semarang).....	823
– <i>Siswanto, Suprpto, Sri Sangkawati Sachro, Sriyana</i>	
91. Water As Leverage: Sistem Tata Air untuk Peningkatan Kualitas Kehidupan.....	833
– <i>Muhammad R. Rasyid, Dedi Waryono, dan Sawarendro</i>	

STUDI PENELITIAN

**TINJAUAN KRITIS TERHADAP METODE ANALISIS
CURAH HUJAN HARIAN MAKSIMUM TAHUNAN**

Isri Ronald Mangangka^{1*}, A.K.T. Dundu¹, Eddy Kenda², Novi Maxi Ilat², Fredy Simboh², dan Angella Soebyantoro²

¹Jurusan Teknik Sipil,
Universitas Sam Ratulangi

²Balai Wilayah Sungai Sulawesi I

*isri.mangangka@unsrat.ac.id

Intisari

Analisis curah hujan harian maksimum merupakan analisis statistik yang dilakukan terhadap rekaman data curah hujan harian yang diukur menggunakan alat ukur curah hujan manual. Di negara-negara berkembang, termasuk di stasiun-stasiun curah hujan di berbagai wilayah di Indonesia, penggunaan alat ukur curah hujan manual masih dominan akibat terbatasnya ketersediaan alat ukur/pencatat hujan otomatis. Terdapat kesalahan pada metode analisis curah hujan harian maksimum karena pembatasan interval pembacaan data curah hujan harian yang kaku yakni setiap 24 jam, padahal curah hujan bisa terus berlangsung melewati batas interval ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya peluang kesalahan dari sumber data yang digunakan pada metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan. Kesalahan tersebut dihitung berdasarkan analisis statistik yang didasarkan pada teori kemungkinan/ *probability analysis*.

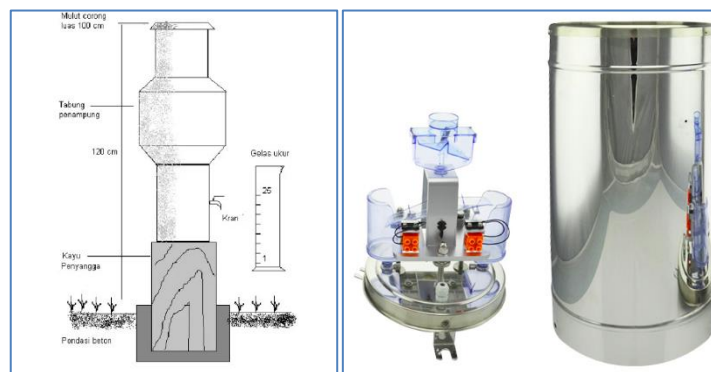
Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa besarnya kesalahan yang terjadi berbanding lurus dengan durasi hujan, semakin lama durasi hujan, maka kesalahan akan semakin besar. Untuk durasi hujan 1 jam, peluang kesalahan dalam sehari adalah 1,04% dan untuk durasi hujan 24 jam peluang kesalahan meningkat menjadi 25%. Penelitian ini merekomendasikan solusi untuk mengatasi kekurangan metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan, yaitu dengan melakukan analisis terhadap data curah hujan sesional bukan data curah hujan harian.

Kata Kunci: penakar hujan manual, hujan harian maksimum tahunan,

LATAR BELAKANG

Dalam analisis-analisis hidrologi, analisis-analisis curah hujan harus dilakukan sebelum dilakukannya analisis-analisis debit banjir. Analisis curah hujan bertujuan untuk mendapatkan tinggi curah hujan maksimum yang berpeluang terjadi selama periode ulang tertentu. Kesalahan yang terjadi dalam analisis curah hujan, akan berakibat pada kesalahan dalam menentukan debit banjir maksimum rencana. Untuk melakukan analisis curah hujan, berbagai metode analisis tersedia, mulai dari analisis yang sederhana hingga analisis yang menggunakan teknik *routing* yang harus menggunakan perangkat komputer.

Ketersediaan data curah hujan merupakan faktor utama untuk menetapkan metode analisis curah hujan yang tepat. Ketersediaan data curah hujan tergantung dari peralatan untuk merekam curah hujan yang ada di stasiun hidrologi. Alat untuk merekam data curah hujan (*rain gauge*) terdiri dari penakar hujan manual dan penakar hujan otomatis. Penakar hujan otomatis dapat memberikan data curah hujan sesuai dengan interval waktu yang diinginkan; setiap beberapa detik, dalam menit atau jam-jaman, sedangkan penakar hujan manual hanya dapat menyediakan data tinggi curah dalam selang waktu tertentu, biasanya data tinggi curah hujan harian.



Gambar 1. Alat takar hujan manual dan otomatis

Di antara metode analisis curah hujan yang tersedia, analisis curah hujan harian maksimum tahunan adalah merupakan analisis yang paling sederhana, karena hanya membutuhkan data curah hujan harian. Analisis curah hujan harian maksimum adalah analisis frekuensi probabilitas curah hujan untuk perioda ulang tertentu – biasanya sampai dengan 100 tahun – yang dengan metode statistik, data curah hujan harian maksimum selama minimal 10 tahun diekstrapolasi.

Analisis curah hujan harian maksimum merupakan analisis statistik yang dilakukan terhadap rekaman data curah hujan harian. Data curah hujan harian adalah data bersarnya/tingginya curah hujan (dalam mm) yang diukur setiap hari pada jam tertentu, misalnya setiap pukul 07.00 pagi. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan alat ukur curah hujan manual. Di negara-negara berkembang, termasuk di stasiun-stasiun curah hujan di berbagai wilayah di Indonesia, penggunaan alat ukur curah hujan manual masih dominan akibat terbatasnya ketersediaan alat ukur/pencatat hujan otomatis. Dengan keterbatasan ini, maka metode yang dapat digunakan untuk menganalisis data curah hujan adalah analisis curah hujan harian maksimum tahunan.

Metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan sebenarnya sangat tidak akurat karena adanya kesalahan dalam analisis ini. Kesalahan yang ditimbulkan setidaknya disebabkan oleh dua alasan. Pertama, pencatatan curah hujan harian dilakukan dalam interval waktu yang kaku dalam 24 jam. Di Indonesia misalnya dari Pukul 07:00 hari ini hingga pukul 07:00 esok harinya (BMG, 2006),

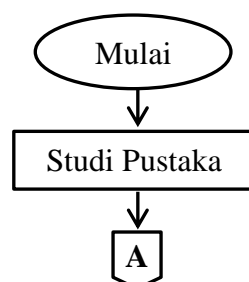
sedangkan di Australia setiap pukul 09:00 pagi (BOM Australia, 2019). Padahal suatu peristiwa hujan adalah suatu kejadian utuh yang tidak bisa dibagi. Hasil analisis limpasan permukaan terhadap hasil analisis curah hujan harian maksimum tahunan inipun adalah merupakan peristiwa banjir yang utuh yang dapat digambarkan dalam bentuk satu hidrograf banjir dengan sisi naik dan sisi turun. Alasan kedua, metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan ini secara logika tidak mungkin digunakan untuk durasi hujan lebih dari 24 jam, padahal dalam beberapa keperluan analisis seperti analisis tampungan (*storage*) dibutuhkan analisis terhadap durasi hujan hingga 72 jam. Hasil analisis dengan durasi yang panjang juga dibutuhkan untuk menganalisis sungai-sungai yang sangat panjang yang terletak pada daerah tangkapan dengan waktu konsentrasi lebih dari 24 jam.

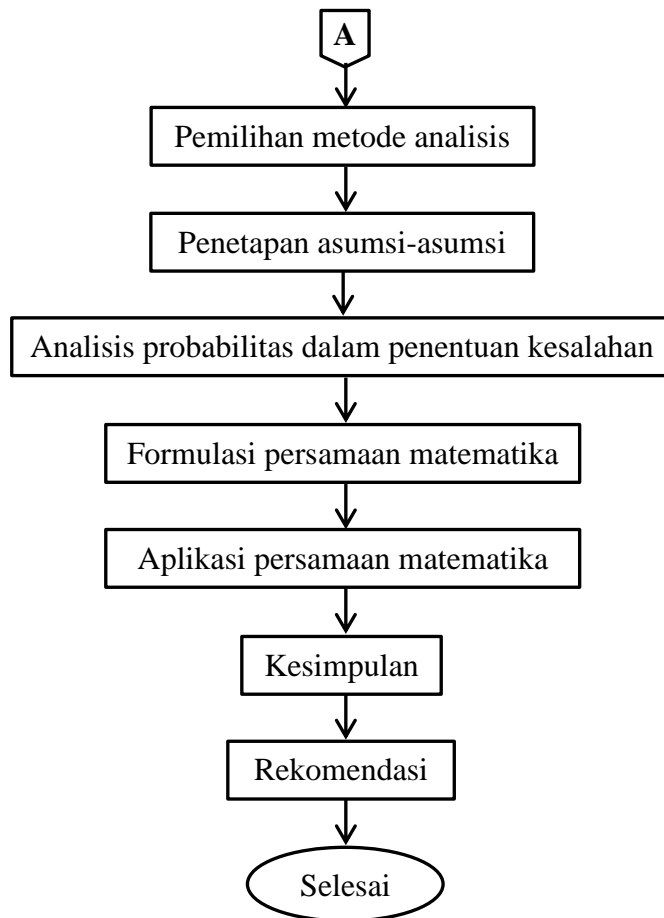
Meskipun metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan secara logika memiliki kekurangan tadi, namun di dunia masih banyak penelitian-penelitian yang menggunakan metode ini, misalnya penelitian-penelitian yang dilakukan oleh Ben-Gai dkk. di Israel (Ben-Gai, 1998), Garcia-Marin dkk. di Spanyol (Garcia-Marin 2011), Villarini di Ukraine, Moldova, dan Romania (Villarini 2012), Westra, Alexander dan Zwiers di Australia (Westra, 2013), dan oleh Hasan, Chowdhury dan Ahmed di Bangladesh (Hasan, 2014). Di Indonesia, metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan tidak hanya dilakukan pada berbagai penelitian dan pekerjaan-pekerjaan perencanaan, tetapi di tingkat regulasipun penggunaan metode ini masih disyaratkan, seperti misalnya pada Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan sebagaimana tertuang dalam Kriteria Perencanaan Hidrologi; Hujan Rencana (PermenPU 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kesalahan pada metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan. Kesalahan tersebut akan dihasilkan dari analisis statistik yang didasarkan pada teori peluang. Berdasarkan hasil analisis kesalahan tersebut, maka diharapkan penelitian ini menghasilkan metode alternatif yang dapat memberikan solusi yang dapat mengatasi kekurangan analisis curah hujan harian maksimum, yaitu pembatasan waktu (interval) pembacaan besaran/tinggi curah hujan harian.

METODOLOGI STUDI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kesalahan yang ditimbulkan pada metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan. Untuk mencapai tujuan itu, kami melaksanakan penelitian ini berdasarkan langkah-langkah seperti pada diagram alir berikut (Gambar 2).





Gambar 2. Langkah-langkah penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka, untuk mendapatkan landasan teori yang mendukung penelitian ini. Berdasarkan studi pustaka, metode analisis yang akan digunakan ditetapkan. Sebelum analisis dilakukan, perlu ditetapkan asumsi-asumsi. Besarnya kesalahan pada metode analisis curah hujan harian maksimum tahunan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis statistik yang didasarkan pada teori kemungkinan/ *probability analysis*. Kesalahan dalam analisis ini dipresentasikan dalam persentase (%), dan karena curah hujan memiliki durasi yang berbeda-beda, maka besarnya kesalahan dianalisis untuk masing-masing durasi hujan. Hasil analisis probabilitas selanjutnya diformulasikan untuk mendapatkan hubungan matematis antara durasi hujan dan besarnya kesalahan. Kemudian persamaan matematika ini diterapkan dalam menentukan besarnya kesalahan untuk semua durasi hujan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam sehari, hujan dapat turun kapan saja, entah subuh, pagi, siang, sore atau malam. Suatu peristiwa hujan haruslah dipandang sebagai suatu peristiwa yang utuh, kecuali hujan turun dalam durasi yang pendek dan bisa turun beberapa kali

sehari sebagai sesi hujan yang berbeda. Berikut ini akan dianalisis besarnya kesalahan yang terjadi untuk hujan yang mulai turun di sekitaran jam 07:00. Untuk memudahkan pemahaman, beberapa asumsi diberlakukan sebagai berikut:

1. Pembacaan data curah hujan harian dilakukan setiap jam 07:00 pagi.
2. Analisis curah hujan dilakukan terhadap peristiwa hujan dengan durasi berbeda-beda, dan durasi terpendek diambil 2 jam dengan anggapan bahwa hujan yang berkontribusi terhadap hujan harian maksimum dalam satu tahun berjalan adalah curah hujan yang tinggi, yang dihasilkan dari peristiwa hujan yang berdurasi minimum 2 jam.
3. Distribusi hujan dianggap merata (*uniform*)
4. Distribusi hujan dibagi menjadi hujan jam-jaman

Berdasarkan asumsi di atas, maka kesalahan pembacaan tinggi hujan harian dilakukan sebagaimana diberikan pada Gambar 3. Seperti terlihat pada Gambar 3, analisis dilakukan terhadap curah hujan dengan durasi 2 jam, 3 jam dan 4 jam sebagai contoh. Distribusi hujan dibagi menjadi hujan jam-jaman dengan tinggi curah hujan tiap jam seragam.

Durasi hujan	Awal peristiwa hujan pada jam								peluang kesalahan	peluang kesalahan harian	total kesalahan harian
	3	4	5	6	7	8	9	10			
2 jam									50,00%	2,08%	2,08%
3 jam									33,33%	1,39%	2,78%
									33,33%	1,39%	
4 jam									25,00%	1,04%	4,17%
									50,00%	2,08%	
									25,00%	1,04%	

Catatan : Di bagian ini, hujan akan dibaca hari ini
 Di bagian ini, hujan akan dibaca esok harinya
 Bagian yang diarsir adalah bagian hujan yang tidak terbaca (kesalahan)

Gambar 3. Perhitungan kesalahan

Sebagaimana terlihat pada Gambar 3, bahwa untuk curah hujan dengan durasi 2 jam, curah hujan dapat dimulai pada jam 06:00, atau dimulai di luar jam tersebut. Jika hujan dimulai pada jam 06:00 maka kesalahan yang terjadi adalah sebesar 50%, yaitu yang nanti akan dicatat besok harinya. Dalam waktu 24 jam, peluang terjadinya hujan yang dimulai jam 06:00 terhadap seluruh peluang hujan yang dapat terjadi dimulai selain jam 06:00 adalah 1/24, dengan demikian peluang

kesalahan yang dapat terjadi dalam sehari adalah $1/24 \times 50\% = 2,08\%$. Sebagai contoh perhitungan berikut adalah untuk hujan berdurasi 4 jam. Kemungkinan pertama hujan dimulai pada jam 04:00 yang memberikan kesalahan sebesar 25%, yaitu besarnya hujan selama 1 jam yang nanti akan dibaca besok harinya (area yang diarsir). Kemungkinan kedua adalah hujan dimulai pada pukul 05:00 yang memberikan kesalahan sebesar 50% karena curah hujan terbagi menjadi 2, 2 jam untuk pembacaan hari ini dan 2 jam lainnya untuk pembacaan besok harinya. Kemungkinan ketiga adalah curah hujan dimulai pada jam 06:00 yang memberikan kesalahan sebesar 25%, yaitu curah hujan selama 1 jam dari 4 jam durasi hujan yang terbaca pada hari sebelumnya. Sisa kemungkinan adalah curah hujan yang jatuh dimulai tidak pada jam 04:00 atau 05:00 atau jam 06:00 yang tidak menghasilkan kesalahan karena curah hujan akan terbaca penuh pada hari yang sama. Dengan demikian total peluang kesalahan yang terjadi untuk curah hujan berdurasi 4 jam adalah seluruh kesalahan dibagi 24 jam = $1/24 \times (25\% + 50\% + 25\%) = 4,17\%$. Demikian hal ini dilakukan untuk curah hujan untuk durasi yang lain, dan berdasarkan hasil analisis, maka peluang kesalahan yang dihasilkan akan mengikuti persamaan:

$$e = \frac{d/4}{24 \text{ jam}} \tag{1}$$

dengan:

e : Peluang kesalahan pembacaan pada data curah hujan harian

d : durasi hujan (jam)

Tabel 1. Durasi hujan dan peluang kesalahan

Durasi hujan (jam)	Peluang kesalahan dalam sehari	Durasi hujan (jam)	Peluang kesalahan dalam sehari
1	1,04%	13	13,54%
2	2,08%	14	14,58%
3	3,13%	15	15,63%
4	4,17%	16	16,67%
5	5,21%	17	17,71%
6	6,25%	18	18,75%
7	7,29%	19	19,79%
8	8,33%	20	20,83%
9	9,38%	21	21,88%
10	10,42%	22	22,92%
11	11,46%	23	23,96%
12	12,50%	24	25,00%

Persamaan (1) menghasilkan besarnya peluang kesalahan pembacaan curah hujan harian berbeda-beda, tergantung dari lamanya durasi hujan yang terjadi. Besarnya peluang kesalahan untuk curah hujan dengan durasi 5 jam adalah 5,21%

sedangkan untuk durasi curah hujan 24 jam adalah sebesar 25%. Besarnya peluang kesalahan untuk semua durasi hujan yang dihitung dengan persamaan (1), diberikan pada Tabel 1.

Solusi yang Ditawarkan

Berdasarkan pembahasan di atas, bahwa kesalahan itu terjadi karena adanya pembacaan data curah hujan mengikuti interval waktu yang kaku yaitu setiap 24 jam (setiap jam 07:00 pagi). Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah melihat data curah hujan bukan berdasarkan curah hujan harian, tetapi memandang bahwa curah hujan yang terjadi merupakan satu kejadian yang utuh yang tidak dapat dipisahkan, sehingga pembacaan harus dilakukan sepanjang durasi hujan itu berlangsung. Dalam hal ini pembacaan besarnya curah hujan bukan curah hujan harian tetapi curah hujan sesional. Caranya adalah pada jam 07:00, apabila curah hujan masih berlangsung, maka belum dilakukan pembacaan, tetapi pembacaan dilakukan hanya pada saat peristiwa hujan sudah benar-benar sudah berhenti. Untuk hal ini, maka perlu dibuatkan standar operasi dan prosedur (SOP) pembacaan data curah hujan pada stasiun hujan manual yang baru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis curah hujan harian maksimum sebagai analisis frekuensi curah hujan yang didasarkan pada data curah hujan harian ternyata memberikan kesalahan akibat pembacaan tinggi curah hujan yang terpotong interval waktu pembacaan yang kaku. Besarnya kesalahan yang terjadi berbanding lurus dengan durasi hujan, semakin lama durasi hujan, maka kesalahan akan semakin besar. Hal ini berarti bahwa untuk menganalisis curah hujan untuk DAS yang semakin besar maka kesalahan akan semakin besar pula. Sebagaimana diuraikan pada seksi Solusi yang Ditawarkan, analisis curah hujan sebaiknya dirobah menjadi analisis curah hujan sesional maksimum tahunan (*annual maximum sessional rainfall analysis*), dengan metode pengambilan data curah hujan sebagaimana diuraikan pada seksi tersebut.

Analisis peluang kesalahan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi bersifat merata (*uniform*). Untuk menghasilkan besaran peluang kesalahan yang lebih akurat, maka penelitian lanjut dapat dilakukan dengan memasukkan data pola hujan (*rainfall hyetograph*) yang sebenarnya untuk setiap tempat/wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P. dan Rubin, S., 1998. Spatial and Temporal Changes in Rainfall Frequency Distribution Patterns in Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol.61: 177-190.
- BMG, 2006. *Keputusan Kepala BMG No.SK.37/KT.104/KB/BMG-2006 tentang Petunjuk pencatatan data hujan dan klimatologi*
- BOM Australia, 2007. *Observation of rainfall*. <http://www.bom.gov.au/climate/cdo/about/rain-measure.shtml> [diakses pada tanggal 10 September 2019].

- Garcia-Marin, A. P., Ayuso-Muñoz, J. L., Taguas-Ruiz, E. V., dan Estevez, J., 2011. Regional analysis of the annual maximum daily rainfall in the province of Malaga (southern Spain) using the principal component analysis. *Water and Environment Journal*, Vol. 25: 522–531.
- Hasan, G.M.J., Chowdhury, M.A.S., dan Ahmed, S., 2014. Analysis of the statistical behavior of daily maximum and monthly average rainfall along with rainy days variation in Sylhet, Bangladesh. *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol.9(5): 559-578.
- PermenPU 12/2014., 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, halaman 11.
- Villarini, G., 2012. Analyses of annual and seasonal maximum daily rainfall accumulations for Ukraine, Moldova, and Romania. *International Journal of Climatology*, Vol. 32(14): 2213-2226.
- Westra, S., Alexander, L.V. dan Zwiers, F.W., 2013. Global increasing trends in annual maximum daily rainfall precipitation. *Journal of Climate*, Vol.26: 3904-3918.