



HIMPUNAN
AHLI TEKNIK HIDRAULIK
INDONESIA



PROSIDING

Pertemuan Ilmiah Tahunan **PIT XXXIII** & KONGRES **XII** **HATHI**

Semarang, 25-27 November 2016

Tema :

**HATHI Menjawab
Tantangan Perubahan Iklim
untuk Mewujudkan
Ketahanan Air Nasional**

Jateng
gayeng



Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) HATHI XXXIII
Semarang, 25-27 November 2016

592 halaman, xii, 21cm x 30cm
2016

Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI),
Sekretariat HATHI, Gedung Direktorat Jenderal SDA Lantai 8
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Jl. Pattimura 20, Kebayoran Baru, Jakarta 12110 - Indonesia
Telepon/Fax. +62-21 7279 2263
<http://www.hathi-pusat.org> | email: hathi_pusat@yahoo.com

Tim Reviewer/Editor:

Prof. Dr. Ir. Sri Harto, Br., Dip., H., PU-SDA
Prof. Dr. Ir. Nadjadji Anwar, M.Sc., PU-SDA
Dr. Ir. Moch. Amron, M.Sc., PU-SDA
Prof. Dr. Ir. Suripin, M.Sc.,
Doddi Yudianto, S.T., M.Sc., Ph.D.

ISBN : 978-602-6289-11-7

SAMBUTAN



Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XXXIII HATHI dan Kongres XII HATHI dengan tema: **“HATHI Menjawab Tantangan Perubahan Iklim untuk Mewujudkan Ketahanan Air Nasional”** telah terselenggara dengan baik pada tanggal 25-27 November 2016 di Semarang, dan dihadiri oleh para ahli dan profesional dari seluruh Indonesia.

Diskusi dan presentasi Pertemuan Ilmiah Tahunan ini membahas dengan intensif tentang Mitigasi, Adaptasi, Pemantauan dan Evaluasi Perubahan Iklim; Peningkatan Profesionalisme dalam Bidang Sumber Daya Air; serta Konservasi, Pendayagunaan Sumber Daya Air dan Pengendalian Daya Rusak Air untuk Ketahanan Air.

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 mewujudkan ketahanan air nasional.

Kami ucapkan terimakasih kepada panitia, para penulis, senior dan semua anggota HATHI atas dukungannya dalam pelaksanaan PIT XXXIII HATHI dan Kongres XII HATHI tahun ini. Semoga Allah merahmati kita semua, Aamiin.

Semarang, Desember 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Mudjiadi', with a stylized flourish below it.

Ir. Mudjiadi, M.Sc., PU-SDA
Ketua Umum HATHI

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, Pengurus HATHI Cabang Jawa Tengah dan Panitia Pelaksana Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XXXIII HATHI dan Kongres XII HATHI Tahun 2016 menyampaikan selamat atas terbitnya Prosiding PIT XXXIII HATHI.

Publikasi karya ilmiah ini merupakan hasil dari kegiatan PIT XXXIII HATHI dengan tema: “HATHI Menjawab Tantangan Perubahan Iklim untuk Mewujudkan Ketahanan Air Nasional” yang diselenggarakan di Semarang, pada tanggal 25-27 November 2016.

Pertemuan Ilmiah Tahunan ini telah menjadi ajang pertemuan, pembahasan dan penyebar luasan ilmu pengetahuan dan wawasan guna meningkatkan profesionalisme bagi praktisi, akademisi, peneliti dan pengambil keputusan, khususnya anggota HATHI. Disamping menjadi dokumentasi karya ilmiah PIT XXXIII HATHI, prosiding ini diharapkan juga dapat bermanfaat sebagai referensi dalam pengembangan keilmuan dan profesionalisme di bidang Sumber Daya Air.

Kami merasa bahwa dalam hal penerbitan prosiding ini masih terdapat beberapa ketidak sempurnaan, oleh karena itu kami menyampaikan permohonan maaf dan mengharapkan masukan yang konstruktif dimana tentunya akan sangat membantu dalam rangka perbaikan penyusunan dan penulisan di kemudian hari.

Kami ucapkan selamat kepada para penulis atas karya ilmiahnya yang telah berhasil diterbitkan dalam prosiding ini.

Semarang, Desember 2016

HATHI Cabang Jawa Tengah

Ir. Ni Made Sumiarsih, M.Eng
Ketua HATHI Cabang Jawa Tengah

Dr. Ir. Sriyana, MS
Ketua Panitia Pelaksana PIT XXXIII

DAFTAR ISI

Sub Tema 1

Mitigasi, Adaptasi, Pemantauan dan Evaluasi Perubahan Iklim

1. Komparasi Model Hidrologi Runtun Waktu untuk Peramalan Debit Sungai Menggunakan ANN dan Transformasi Wavelet-ANN..... 1
– **Imam Suprayogi, Manyuk Fauzi**
2. Studi Pengaruh El-Nino dan La-Nina terhadap Hujan Harian Wilayah Pringsewu dengan Menggunakan Metode Spektral..... 11
– **Ahmad Zakaria, Susi Hariany, Firda Fiandra**
3. Kajian Indeks Kekeringan Kebasahan SPI terhadap Luas Persawahan Yang Terkena Dampak Banjir dan Kekeringan..... 19
– **Levina, Wanny Adidarma, dan Putty Adila**
4. Prediksi Hujan Andalan Berdasarkan Zona Musim untuk Rencana Alokasi Air Tahunan Wilayah Sungai Lombok..... 29
– **Anang M. Farriansyah**
5. Analisis Frekuensi Regional Hujan Maksimum DAS Ciujung dan DAS Cidurian Menggunakan Metode L-Moment, LQ-Moment, LH-Moment 39
– **Farullah Hasby**
6. Penerapan Metode Thornthwaite Mather untuk Prediksi Sebaran Kekeringan Wilayah 49
– **Donny Harisuseno, Ussy Andawayanti, dan Anggun Nimaztian Kafindo**
7. Pengaruh Anomali Cuaca Akibat Efek Perubahan Iklim pada Air Masuk Waduk Saguling 59
– **Reni Mayasari, Hendra Rachtono, Lina Agustini, Mouli De Rizka Dewantoro, Aldi Fadlillah Muslim**
8. Pengelolaan Sumber-sumber Air Menia untuk Menghadapi Perubahan Iklim dan Mewujudkan Ketahanan Air 65
– **Aprianus M. Y. Kale dan Martin Yanus Haning**
9. Kajian Pergeseran Tipe Iklim untuk Mendukung Terwujudnya Ketahanan Air di DAS Mahakam..... 71
– **Mislan, MZ. Ikhsan, Hj. Asniah, dan Hj. Suminah**
10. Extreme El-Nino Resilience: Sebuah Tantangan yang Harus Diselesaikan..... 81
– **Gatot Eko Susilo, Syafrudin, dan Susi Hariany**
11. Polder Semarang Timur 90
– **Suseno Darsono, Susilowati, dan Fitria Maya Lestari**

Sub Tema 2

Peningkatan Profesionalisme dalam Bidang Sumber Daya Air

12. Pemilihan Tipe Bangunan Pengaman Pantai dengan Memanfaatkan Kearifan Lokal di Pulau Bunaken 101
– **Stevanny H.B. Kumaat, Djidon Watania, Ellen Cumentas**
13. Restorasi Pantai Sriwulan Demak dengan Pegar Geobag Tiang Bambu 111
– **Soni Senjaya Efendi, Puty Mathilda, M. Reza Nugraha, Leo E. Sembiring, Dedi Junarsa, dan Dede M. Sulaiman**
14. Energi Terbarukan dari Pegar Bercelah..... 119
– **Dede M. Sulaiman dan Radianta Triatmadja**
15. Analisis Pemompaan Air Tanah dengan Metode Cooper-Jacob dan Metode Sunjoto 127
– **Runtu Kexia G.A., Sunjoto S., Hendrayana H.**
16. Reduksi Bakteri E. Coli dalam Filtrasi Filter Beton untuk Air Minum... 137
– **Rizaldi Maadji, Radianta Triatmadja, Fatchan Nurrochmad, dan Sunjoto**
17. Penerapan Model Sinus-Perkalian untuk Optimasi Operasi Lepas-an Waduk Pengga..... 147
– **Widandi Soetopo, Lily Montarcih Limantara, Suhardjono, Ussy Andawayanti, dan Rahmah Dara Lufira**
18. Teknik Evaluasi Perkiraan Hujan Radar terhadap Pengukuran Hujan Permukaan (*Ground Rainfall*) 157
– **Roby Hambali, Hanggar Ganara Mawanda, Rachmad Jayadi, dan Djoko Legono**
19. Pemanfaatan Sonar sebagai Alat Pantau Gerusan Lokal pada Pilar Jembatan 165
– **Tauvan Ari Praja, Asep Sulaeman, Ibnu Supriyanto**
20. Pengembangan Konsep Ketahanan Air Kota Pontianak 175
– **Jane E. Wuysang, Robertus Wahyudi Triweko dan Doddi Yudianto**
21. Debit Sedimen Suspensi pada Belokan Saluran Tampang Trapesium..... 184
– **Bambang Yulistiyanto, Bambang Agus Kironoto, Oggi Heicqal Ardian, dan Miskar Maini**
22. Model Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Bendungan Samboja 193
– **Rudi Yunanto, Andi Supriyatna, Imam Choedori dan Mislan**
23. Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Banjir Berbasis Android..... 201
– **Umboro Lasminto, Hera Widyastuti, Istas Pratomo, dan Elisa L**
24. Pengembangan Model Matematis Tanah Longsor pada Kolam Waduk dan Gelombang yang Dibangkitkannya Menggunakan Metode Karakteristik .. 212
– **Radianta Triatmadja, Nurul Azizah**

Sub Tema 3

Konservasi, Pendayagunaan Sumber Daya Air dan Pengendalian Daya Rusak Air untuk Ketahanan Air

25. Pengaturan Paras Air Tanah dalam Rangka Mengurangi Laju Penurunan Lahan Gambut..... 225
– **L. Budi Triadi**
26. Konservasi Mata Air Melalui Kearifan Lokal: Studi Kasus di Kawasan Mata Air Watutela, Kecamatan Mantikulore, Palu..... 235
– **Sukiman, dan Sukma Impian Riverningtyas**
27. Pelestarian Kawasan Situ Sebagai Sumber Air Baku di Balai Besar Wilayah Sungai Citarum..... 245
– **Winskayati, Chairunnissa Kania Dewi**
28. Evaluasi Kegiatan Konservasi di Daerah Tangkapan Air Waduk Sengguruh sebagai Upaya Menghadapi Perubahan Iklim 255
– **Tiar Ranu K, Astria Nugrahany, dan Hermien Indraswari**
29. Peran Pemeliharaan dalam Konservasi Daerah Irigasi Rawa, Studi Kasus Rawa Pitu..... 264
– **Andojo Wurjanto, Julfikhsan Ahmad Mukhti, Andri Iwan Pornomo**
30. Evaluasi Umur Layanan Waduk Sanggeh 273
– **Suseno Darsono, Risdiana Cholifatul Afifah, dan Ratih Pujiastuti**
31. Manajemen Spoilbank dalam Kegiatan Pengerukan Sedimen di Waduk Sengguruh..... 281
– **Sugik Edy Sartono, Dian Bagus Prasetyo, Aulia Arifalsafi**
32. Implementasi Teknologi Tipikal Desain Sabo Dam pada Bangunan Checkdam di Kali Konto 291
– **Sugik Edy Sartono, dan Gede Santika Dharma**
33. Studi Pemanfaatan Material Sedimen Bendungan Sengguruh untuk Material Media Tanam 301
– **Agus Santoso, Kurdianto Idi Rahman, dan Fahmi Hidayat**
34. Penentuan Jumlah Lubang Resapan Biopori untuk Menambah Cadangan Air Tanah di Kota Ambon Kecamatan Nusaniwe..... 310
– **M.E.E. Samson, Basten M. Matinahoruw, dan Markus Tahya**
35. Identifikasi Potensi Lokasi Sumur Resapan Sebagai Imbuhan Alami Air Tanah di Kawasan Perkotaan Jember 315
– **Sri Wahyuni, Gusfan Halik, Wiwik Yunarni**
36. Karakteristik Mineral Sedimen di Waduk Wlingi dan Implikasinya Terhadap Efisiensi Penggelontoran Sedimen 325
– **Dian Sisanggih, Sri Wahyuni, dan Fahmi Hidayat**
37. Prediksi Distribusi Sedimen pada Kasus Daerah Tangkapan Air Waduk PB. Sudirman 335
– **Muhammad Ramdhan Oliy, Bambang Agus Kironoto, Sunjoto and Bambang Yulistiyanto**

38.	Pengelolaan Sistem Irigasi Berkelanjutan pada Daerah Irigasi Bena Mewujudkan Ketahanan Air dan Kedaulatan Pangan	345
	– Melkior A. Lukas, Susilawati, Bambang Adiriyanto	
39.	Analisis Kualitas Air Tanah Dangkal Terhadap Kandungan Bakteri Coliform dan Escherichia Coli di Kecamatan Cikole, Sukabumi.....	355
	– Riyanto Haribowo, Emma Yuliani, Pramudita Dewi P.	
40.	Kajian Prioritas Zona Layanan Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Regional Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe sebagai Bentuk Mitigasi Bencana Kekeringan.....	363
	– Azmeri, Herman, dan Efendi	
41.	Pemanfaatan Air Sungai untuk Desain Sistem Jaringan dan Distribusi Air Bersih.....	373
	– Liany A. Hendratta, Sukarno, Hanny Tangkudung, dan Intan Abdulkarim	
42.	Permodelan Kualitas Air pada Inflow Tambak Udang	381
	– Lourina Evanale Orfa	
43.	Alokasi Air untuk Pengelolaan DAS	391
	– Agus Purwadi, Agus Surawan, dan Agung Suseno	
44.	Penyelamatan Danau Kaskade Mahakam untuk Mendukung Ketahanan Air di DAS Mahakam.....	401
	– Mislan, Arief Rachman, Sandy Eriyanto, dan Eko Wahyudi	
45.	Lesson Learnt Pengelolaan Daerah Sempadan Sungai Bengawan Solo Hulu dalam Menjaga Kelestarian dan Fungsi Sungai.....	413
	– Suharyanto, Supadi, Yunitta Chandra Sari	
46.	Optimalisasi Pemanfaatan Air Tanah Dangkal pada Penanggulangan Kekeringan Jaringan Irigasi	422
	– Mustafa, M. Hasbi, Taufan, Subandi, M.K. Nizam Lembah, Arnold. M. Ratu, dan Agus Hasanie	
47.	Pemanfaatan Peta Bahaya Banjir dan Peta Guna Lahan dalam Pengendalian Alih Fungsi Lahan	432
	– Happy Wahyuni dan Djoko Santoso Abi Suroso	
48.	Estimasi Laju Potensial Timbulan Limbah Padat pada Sub-DAS Sugutamu: Studi Kasus di Sub DAS Sugutamu, DAS Ciliwung Jawa Barat	441
	– Evi Anggraheni dan Dwita Sutjiningsih	
49.	Perencanaan Pintu Klep di Muara Batang Maransi, Salah Satu Upaya Pengendalian Banjir di Kawasan Air Pacah Kota Padang.....	451
	– Zahrul Umar, Bambang Istijono, Rifda Suryani, Syafril Daus	
50.	Peningkatan Retensi Debit dan Waktu Tinggal Sebagai Upaya Tanggap Darurat: Studi Kasus di Tambang KPC Sangatta.....	461
	– Agung Febrianto dan Santosa	

51.	Evaluasi Desain Hidrologi Waduk Sutami	469
	– Kamsiyah Windianita, Fahmi Hidayat, Djuharijono, dan Teguh Winari	
52.	Efektifitas Pengendalian Erosi dan Sedimen di DAS Manikin Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur	479
	– Ussy Andawayanti, Ery Suhartanto, Pitoyo Tri Juwuno, dan Arnoldus Nama	
53.	Rekayasa Perlintasan Sungai Bringin dan Jalan Tol Semarang-Batang..	489
	– Suseno Darsono, Ratih Pujiastuti, Lilis Suryani, dan Susilowati	
54.	Uji Model Hidraulik Fisik Pengendalian Banjir dengan Sistem Pemompaan	499
	– Indrawan, Isdiyana, Indah Sri Amini	
55.	Evaluasi dan Pengendalian Banjir di Kabupaten Trenggalek : Studi Kasus Banjir Agustus 2016	509
	– Kurdianto Idi Rahman, Fendri Ferdian, Fahmi Hidayat	
56.	Pengembangan Formula Decay - Mc.Cleland (2003) dalam Perhitungan Jumlah Risiko Kehilangan Jiwa Akibat Bencana Keruntuhan Bendungan di Indonesia.....	519
	– Anto Henrianto	
57.	Studi Interaksi Gelombang Tsunami Terhadap Struktur Mitigasi dan Pengaruhnya dalam Pembentukan Run-Up di Daratan Pantai	525
	– Benazir, Radianta Triatmadja, Adam Pamudji Rahardjo, dan Nur Yuwono	
58.	Mitigasi Banjir untuk Bangunan Mikrohidro	535
	– Bambang Yulistiyanto	
59.	Studi Pengaruh Aliran Debris Kayu Terhadap Kenaikan Muka Air di Pilar Jembatan	545
	– Farouk Maricar, M. Islamy Rusyda, Muhammad Farid Maricar, dan Haruyuki Hashimoto	
60.	Penanaman Rumput Vetiver pada Tangkis Rawan Longsor : Studi Kasus di Saluran Primer Bondoyudo Kabupaten Lumajang.....	555
	– Fachrudin, Anton Dharma	
61.	Analisis Pengaruh Pengembangan Kawasan Industri Candi Terhadap Banjir Sungai Bringin.....	563
	– Erlyanto Eko Kurniawan, Rifqi Aditya Halimawan, Dwi Kurniani, dan Suharyanto	
62.	Penerapan Prinsip Delta-Q Zero dalam Penanganan Dampak Pengembangan Kawasan Industri Candi Terhadap Sungai Kreo.....	573
	– Luluk Afidah, Nuring Nafisah, Hary Budienny, dan Suharyanto	
63.	Pengaruh Pembangunan Bendungan Keureuto pada Peredaman Puncak Banjir di Kabupaten Aceh Utara.....	583
	– Evi Anggraheni, Dwita Sutjiningsih, Muhammad Hafizh, dan Elroy Koyari	

PENGEMBANGAN KONSEP KETAHANAN AIR KOTA PONTIANAK

Jane E. Wuysang^{1, 2*}, Robertus Wahyudi Triweko², dan Doddi Yudianto²

¹ Program Doktor Teknik Sumber Daya Air, Universitas Katolik Parahyangan.
HATHI Kalimantan Barat

² Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan

* janeewuysang@gmail.com

Intisari

Kota Pontianak sebagai pusat kegiatan perekonomian, pemerintahan, industri, dan terkonsentrasinya penduduk mengalami pertumbuhan yang cukup pesat beberapa tahun belakangan ini. Pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri yang cukup masif diikuti dengan tingginya keperluan lahan untuk industri dan rumah tinggal, meningkatnya kebutuhan air, meningkatnya pencemaran lingkungan serta meningkatnya limpasan permukaan. Masalah-masalah yang muncul tersebut, harus dinyatakan dalam suatu konsep ketahanan air kota yang terukur, yang dapat menggambarkan respon suatu kota dalam menghadapi permasalahan air, yaitu suatu kota mempunyai kemampuan dalam menanggapi kebutuhan air, menjamin kesehatan lingkungan dan ekosistem, menjaga keberlangsungan air, mengatasi bencana dan kemandirian mengatasi kondisi ekstrim perubahan cuaca global. Untuk itu ditentukan kerangka teoritik ketahanan air kota yang terdiri dari beberapa dimensi utama, yang menjadi acuan dalam menentukan aspek yang berpengaruh signifikan pada permasalahan tata air suatu kota, yang dipilih dan dipertimbangkan, selanjutnya dari tiap dimensi akan dijabarkan beberapa indikator dan variabel. Hasil dari penelitian ini adalah Kerangka Teoritik Ketahanan Air Kota Pontianak, dengan dimensi-dimensi utama adalah ketahanan air terhadap kebutuhan dasar rumah tangga, ketahanan air lingkungan, ketahanan air ekonomi, ketahanan air akibat perubahan iklim/independensi, ketahanan air terhadap bencana akibat air, dan ketahanan air kelembagaan. Indikator dan variabel dari tiap dimensi utama disajikan dalam matrik Kerangka Teoritik Ketahanan Air Kota Pontianak.

Kata Kunci: ketahanan air, air perkotaan, dimensi, indikator, variabel

LATAR BELAKANG

Kota Pontianak merupakan salah satu kota di Indonesia yang mempunyai curah hujan tahunan cukup tinggi yaitu berkisar 3000-4000mm. namun kelangkaan air tetap kerap terjadi terutama pada musim kemarau dan kadar salinitas di Sungai Kapuas yang merupakan sumber air baku Kota Pontianak melebihi toleransi yang diijinkan. Pertumbuhan kota sebagai pusat perekonomian yang dapat dilihat dari pertumbuhan industri dari tahun ke tahun dan jumlah tenaga kerja yang meningkat (BPS Kota Pontianak, 2016), kecepatan pertumbuhan penduduk pada rentang waktu 1990-2000 0,7% dan meningkat untuk rentang waktu 2000-2010 yaitu 1,8% (BPS Kota Pontianak, 2016), urbanisasi dan perubahan tata guna lahan

menimbulkan eksese kebutuhan air dan tingkat pencemaran air yang mengalami peningkatan pula. Namun tidak seperti daerah-daerah lainnya di Indonesia, pemanfaatan air tanah sebagai sumber air baku tidak lazim digunakan. Hal ini mengingat kondisi lahan pada sebagian besar jenis tanah di Kota Pontianak adalah gambut dan air tanah yang memiliki kualitas kurang baik, sehingga penurunan muka tanah dan air tanah hanya memberi kontribusi yang kecil karena eksplorasi air tanah sangat sedikit sekali terjadi, bahkan dalam data dari Cipta Karya Kalimantan Barat (2016), menunjukkan nilai 0% untuk sumber air non perpipaan. Sumber air yang digunakan oleh masyarakat Kota Pontianak hanya mengandalkan tampungan air hujan, sumur-sumur dan Sungai Kapuas. Sungai Kapuas sangat memegang peranan penting dalam setiap segi kehidupan Masyarakat Kota Pontianak, sebagai sumber air baku PDAM, kegiatan mandi cuci dan transportasi air. Namun tingkat pemahaman akan sungai dan saluran bersih masih perlu ditingkatkan mengingat sebagian besar masyarakat membuang sampah baik limbah rumah tangga maupun limbah padat ke sungai dan saluran, hal ini dapat dilihat dari data Cipta Karya Kalimantan Barat (2016) yang menyebutkan bahwa hanya 2,64% dari total penduduk 598.097 jiwa yang telah memiliki septik tank mandiri maupun komunal dan hanya 17,86% yang terlayani oleh truk angkut sampah. Demikian pula yang terjadi pada industri-industri yang membuang limbahnya sembarangan dan tidak mempunyai pengolahan limbah sendiri, data dari BLH (2014), dari 50 perusahaan yang diawasi, 16 perusahaan dikenai sanksi karena melanggar aturan Perda no 35/2013 tentang Pengendalian Air. Untuk mengukur respon Kota Pontianak terhadap problem kebutuhan air, pencemaran air dan ketahanan terhadap bencana banjir dan pasang yang sering terjadi maka dikembangkan suatu konsep ketahanan air untuk skala kota. Pengembangan konsep ketahanan air kota dimaksudkan untuk mengukur tingkat ketahanan air Kota Pontianak dalam menanggapi kebutuhan air, menjamin kesehatan lingkungan dan ekosistem, menjaga keberlangsungan air, mengatasi bencana dan kemandirian mengatasi kondisi ekstrim perubahan cuaca global, sehingga dengan demikian dapat dilihat peningkatan ketahanan air dari tahun ke tahun dan dapat menjadi acuan bagi pemangku kepentingan untuk menentukan arah perbaikan yang diperlukan.

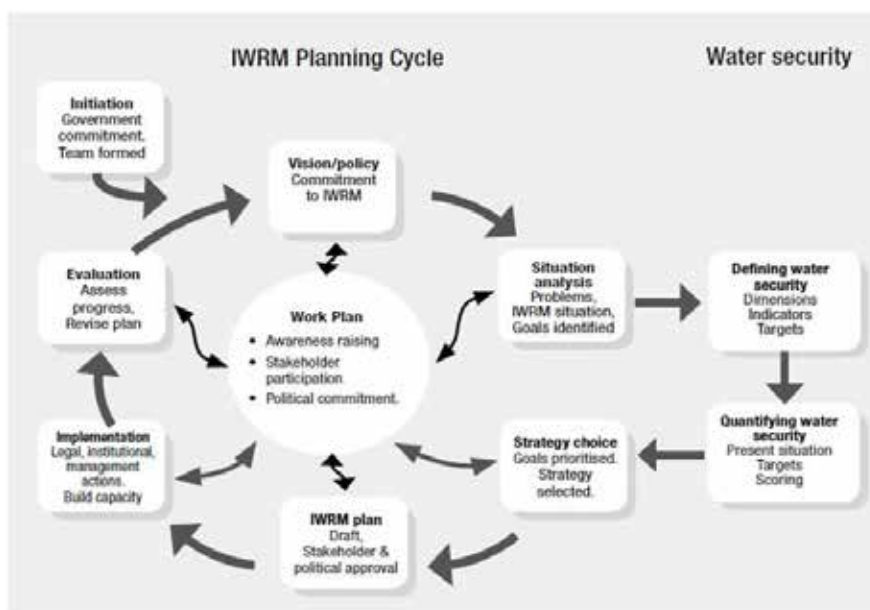
Ketahanan air, definisi dan dimensi. Menurut GWP (2014), ketahanan air adalah ketahanan pada tingkatan manapun dari rumah tangga hingga global, yang berarti bahwa setiap orang mempunyai akses pada air yang aman dalam jumlah yang mencukupi dengan harga yang terjangkau yang membawanya pada kehidupan yang bersih, sehat, dan produktif, dengan menjamin bahwa lingkungan alam dilindungi dan dikembangkan. Sedangkan Mason dan Calow (2012) berpendapat bahwa ketahanan air mempunyai arti, kecukupan air dalam kuantitas dan kualitas untuk kebutuhan dasar rumah manusia (kesehatan, rumahtangga dan kegiatan perekonomian) dan ekosistem, berimbangannya antara kapasitas untuk akses maupun penggunaannya, harga terjangkau, dan dapat mengatasi bencana alam terkait air yaitu banjir, kekeringan dan polusi. Demikian pula Cheng et al (2004) menyatakan bahwa ketahanan air adalah akses air bersih dengan harga terjangkau untuk kehidupan yang baik serta keberlangsungan produksi pangan dengan terjaganya lingkungan air dan mampu menghadapi bencana banjir akibat air seperti banjir dan kekeringan. Grey dan Sadoff (2007) berpendapat pula bahwa ketahanan air harus

difokuskan pada ketersediaan air baik secara kualitas dan kuantitas untuk kesehatan, mata pencaharian, ekosistem dan produksi yang dihubungkan untuk manusia, lingkungan dan ekonomi. Lautze and Manthrilake (2012) menyatakan bahwa konsep dari ketahanan air harus terdiri dari empat komponen, yaitu kebutuhan dasar, produksi pertanian, lingkungan dan manajemen resiko yang kemudian ditambahkan oleh Grey and Sadoff (2007) satu komponen yang menyinggung mengenai isu yang berhubungan dengan air untuk keamanan nasional atau berupa kemandirian negara terhadap ketahanan air. Berikutnya Kementerian Pekerjaan Umum (2012) menyatakan pula dimensi ketahanan air dikembangkan dari undang-undang sumber daya air yaitu konservasi sumber daya air, pemanfaatan sumber daya air dan mengontrol kerusakan akibat air dengan indikator mencakup pemanfaatan air (cukup, kritis dan kurang), manajemen banjir (tidak berpengaruh, masyarakat terkena dampak, pengaruh lalu lintas), erosi dan sedimentasi (rendah, sedang, tinggi) dan kualitas air (perbandingan kualitas air terhadap standar). Asian Water Development Outlook, (2013), mengembangkan sebuah kerangka ketahanan air nasional yang komprehensif. Hal ini dilakukan dengan pendekatan dan pengamatan yang komprehensif terhadap keamanan akan kebutuhan rumah tangga, ekonomi, kota, lingkungan dan ketahanan suatu komunitas. Kerangka ini terdiri dari lima dimensi utama yang saling berhubungan, bergantung dan tidak dapat dianalisa per dimensi. Mengukur ketahanan air dalam satu dimensi saja secara simultan akan meningkatkan atau menurunkan ketahanan dimensi yang lain dan berakibat pada semua dimensi. Asian Water Development Outlook, (2013) dan Mason & Calow (2012), mempunyai pendekatan yang sama terhadap lima dimensi ini, namun Mason & Calow (2012) menambahkan keterlibatan pemerintah dalam lima dimensi tersebut.

Ketahanan air dalam skala wilayah. Ketahanan air dalam perspektif manajemen sumber daya air yang berkelanjutan dalam berbagai skala, baik skala nasional, wilayah sungai, dan skala lokal, mencakup element efisiensi ekonomi, kesetaraan sosial dan lingkungan yang berkelanjutan. Sejauh ini skala ketahanan air dinyatakan dalam skala nasional, dengan memasukkan ketahanan air untuk pangan dan energi. Beberapa lainnya ketahanan air dikembangkan untuk skala negara, wilayah sungai, kota dan skala komunitas. Dalam beberapa kasus, ketahanan air dapat diterapkan untuk wilayah yang lebih spesifik, yaitu kota area metropolitan, delta atau kepulauan. Walaupun definisi ketahanan air dapat diterapkan untuk berbagai skala, namun tiap level tingkatan wilayah juga mempunyai isu-isu yang berbeda yang disesuaikan dengan kondisi pada suatu wilayah tersebut (Beek and Arriens, 2014).

Indikator dan variabel yang berpotensi untuk tiap dimensi utama ketahanan air. Indikator dan variabel yang akan dipilih harus mempunyai beberapa syarat yaitu relevan, data tersedia, kredibel, cakupan luas, dan independen secara statistik, demikian pula harus mempertimbangkan kuantitas dan kualitas air di saluran, pengaruh keadaan iklim dan aktifitas manusia, dan respon sosial. Setelah indikator-indikator tersebut terpilih maka harus dilakukan lagi analisis sensitifitas, proses validasi dengan berbagai skenario sebelum akhirnya dinyatakan bahwa indikator-indikator tersebut dapat diterima (Global Water Partnership, 2014).

Ketahanan air dan manajemen sumber daya air yang berkelanjutan. Ketahanan air dan manajemen sumber daya air yang berkelanjutan secara umum mempunyai obyek yang sama yaitu meningkatkan kondisi yang berhubungan dengan air untuk kehidupan manusia yang lebih baik. Manajemen sumber daya air yang berkelanjutan dan ketahanan air mempunyai hubungan simbiotik dan dapat dilihat pada siklus perencanaan manajemen sumber daya air yang berkelanjutan (Gambar 1). Ketahanan air mengukur tujuan-tujuan tersebut dengan mengidentifikasi dimensi-dimensi ketahanan air dan memilih indikator yang spesifik untuk mengukurnya (Beek dan Arriens, 2014). Selanjutnya Triweko (2016) menyatakan bahwa kota-kota di Indonesia yang menghadapi berbagai permasalahan air yang kompleks yaitu antara lain yang berhubungan dengan suplai kebutuhan air, polusi air, bencana akibat air, penurunan air tanah dan minimnya manajemen sampah setidaknya menerapkan manajemen air perkotaan yang berkelanjutan yang merupakan bagian dari manajemen sumber daya air yang berkelanjutan. Hubungan ini mengintegrasikan pelayanan suplai air, manajemen limbah, manajemen banjir, manajemen air tanah dan manajemen persampahan.



Gambar 1. Hubungan antara Manajemen Sumber Daya Air yang Berkelanjutan dan Ketahanan Air (Beek dan Arriens, 2014)

Dari definisi-definisi diatas maka ketahanan air merupakan suatu kondisi kemampuan suatu komunitas/wilayah merespon permasalahan keairan yang cukup kompleks yang melibatkan semua aspek dari segi teknologi infrastruktur, stabilitas sosial ekonomi, budaya, kelembagaan, dan geografis. Dalam konteks ketahanan air Kota Pontianak dapat dikatakan bahwa ketahanan air Kota Pontianak adalah kemampuan dalam menanggapi kebutuhan air, menjamin kesehatan lingkungan dan ekosistem, menjaga keberlangsungan air, mengatasi bencana dan kemandirian mengatasi kondisi ekstrim perubahan cuaca global dengan tetap memperhatikan perbedaan kepentingan dan kondisi sosial budaya Kota Pontianak. Namun sebelum tentukannya dimensi utama, indikator, dan variabel, dirumuskan terlebih dahulu

konsep ketahanan air kota yang menjadi filosofi dari penelitian ini. Dari konsep yang telah dirumuskan kemudian ditentukan arah pengembangan indikator, dan variabel dari dimensi-dimensi utama untuk Kerangka Pikir Teoritis Ketahanan Air Kota Pontianak. Indikator-indikator dan variabel-variabel yang dipilih berfungsi untuk menyederhanakan informasi-informasi yang relevan yang terjadi di Kota Pontianak, mengidentifikasi kecenderungan dan fenomena dan dapat dijelaskan dengan mudah kepada para pengguna dan para pengambil keputusan. Data-data yang akan digunakan harus tersedia, komprehensif, kredibel, relevan dan bersifat universal. Jumlah variabel yang akan digunakan dari indikator-indikator harus mencakup kompleksitas masalah atau proses, namun mudah dimengerti oleh para pengguna dan para pengambil keputusan.

METODOLOGI STUDI

Fokus dari studi ini adalah menentukan dimensi-dimensi yang memberi pengaruh besar terhadap ketahanan air kota khususnya Kota Pontianak. Dari studi literatur maka akan dikembangkan suatu kerangka teoritik ketahanan air kota yang terdiri dari beberapa dimensi utama, yang menjadi acuan dalam menentukan aspek yang berpengaruh signifikan pada permasalahan tata air kota.

Langkah pertama adalah mengembangkan kerangka teoritik ketahanan air kota yang terdiri dari beberapa dimensi utama yang dipilih. Langkah kedua adalah menentukan dimensi-dimensi yang relevan dengan ketahanan air kota, sebagai contoh dimensi ketahanan air rumah tangga, dimensi ketahanan air lingkungan dan dimensi ekonomi. Dimensi yang dipilih bergantung pada situasi dan subyektifitas. Langkah ketiga adalah memilih indikator dan variabel yang menggambarkan karakteristik dari tiap dimensi utama. Indikator yang dipilih setidaknya dapat merepresentasikan isu-isu yang berkembang, kepentingan kota dan dapat menjawab arah pengembangan penanganan permasalahan kota tersebut. Studi ini juga melibatkan penelitian pada berbagai indeks yang telah ada, yaitu *Water Poverty Index* (Lawrence et al, 2002; Sullivan, et al, 2003; Garriga dan Foguet, 2009), *Sustainability Index* (Attar dan Mojahedi, 2009; Carvalho et al, 2009; Sondoal-Solis et al, 2011; and Linhos and Ballweber, 2015), *Water Stress Index* (Falkenmark, 1989), *Human Development Index* (BPS, 2015), *Water Security Index* (Lautze and Mathrithilake, 2012; Asian Water Development Outlook, 2013). Sebagai contoh, untuk dimensi utama ketahanan air rumah tangga, salah satu indikator adalah akses air perpipaan dan variabel-variabelnya tidak ada akses, persentase terlayani dan konflik sumber air.

HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Dari kajian literatur, penelitian ini mengembangkan suatu konsep Ketahanan Air Kota Pontianak. Pada penelitian sebelumnya di Indonesia telah dikembangkan dimensi dan indikator yang sangat berperan dalam pengembangan model ini dalam skala pulau yaitu Pulau Jawa, namun penelitian ini belum dikembangkan untuk Pulau Kalimantan terutama Kota Pontianak dengan tipikal lahan gambut yang memiliki karakteristik unik, tipikal sumber air yang digunakan untuk memenuhi

kebutuhan air masyarakat dominan adalah air permukaan dan kecenderungan masyarakat dalam menyikapi pencemaran air. Kerangka teoritis Konsep Ketahanan Air Kota Pontianak yang dikembangkan ini terdiri dari 6 dimensi yaitu 1) Ketahanan air terhadap Kebutuhan Dasar Rumah Tangga, 2) Ketahanan Air Lingkungan, 3) Ketahanan Air Ekonomi, 4) Ketahanan Air terhadap Perubahan Iklim/Independensi, 5) Ketahanan Air terhadap Bencana, dan 6) Ketahanan Air terhadap Kelembagaan, sedangkan untuk indikator-indikator dan variabel-variabel yang dikembangkan akan disajikan dalam Gambar 2 dan Tabel 1.



Gambar 2. Kerangka Teoritik Ketahanan Air Kota

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa indikator dan variabel yang dikembangkan dari Kerangka Teoritik Ketahanan Air Kota mempunyai hubungan yang sangat kuat dengan level kota dan kondisi suatu kota sehingga indikator dan variabel untuk tiap kota akan sangat bervariasi yang disesuaikan dengan kondisi kota tersebut. Tiap dimensi, indikator dan variabel mempunyai hubungan satu sama lain dan bersinergi dalam kerangka ketahanan air. Dimensi, indikator dan variabel yang dipilih dianggap telah menggambarkan kondisi Kota Pontianak sebagai kota yang berada di hilir Sungai Kapuas, sebagai pusat perkonomian yang dinamis, pusat pemerintahan dan terpusatnya penduduk. Satu hal yang cukup signifikan berbeda adalah masyarakat Kota Pontianak tidak mengandalkan air dari air tanah sebagai sumber air baku sehingga tidak ada pengaruh penurunan muka air tanah di Kota Pontianak pada variabel yang dipilih.

Tabel 1. Dimensi Utama, Indikator dan Variabel Ketahanan Air Kota Pontianak

No	Dimensi Utama	Maksud	Indikator	Variabel				
1	Ketahanan Air Kebutuhan Dasar Rumah tangga	Akses air perpipaan, akses air non perpipaan dan akses sanitasi	Akses air perpipaan	- tidak ada akses				
				- persentase terlayani				
				- konflik sumber air				
			Akses air non perpipaan	- tidak ada akses				
				- persentase yang mengakses				
				- kualitas air				
			Akses sanitasi	- sanitasi individu				
				- akses sanitasi komunal				
				- air limbah rumah tangga				
				- drainase lingkungan				
2	Ketahanan Air Lingkungan	Pengolahan air limbah, sistem drainase, kesehatan saluran, termasuk tekanan/ancaman pada sistem saluran, kerentanan/daya tahan pada perubahan aliran alamiah	Akses limbah perkotaan	- tidak ada akses				
				- persentase terlayani				
				- akses Instalasi Pengolahan Limbah Terpusat				
			Sistem drainase perkotaan	- bangunan-bangunan drainase				
				- sistem jaringan drainase terkoneksi				
				- sistem jaringan drainase terbuka/tertutup				
				- intervensi bahan pencemar air				
			3	Ketahanan Air Ekonomi	Ekonomi produktif dalam industri, termasuk produktivitas air industri dikaitkan dengan tekanan penyediaan konsumsi air industri	Akses sumber air	- air perpipaan	
							- air non perpipaan	
							- kontinuitas sumber air	
- kualitas sumber air								
Akses sanitasi	- persentase tingkat konsumsi air							
	- konflik pemanfaatan air perpipaan							
	- akses pengolahan limbah mandiri							
4	Ketahanan Air Perubahan Iklim/Independensi	Penyimpanan air dalam menghadapi tekanan variabilitas curah hujan/musim yang berubah-ubah	Akses penyimpanan cadangan air pemerintah	- akses penyimpanan				
				- persentase yang mengakses				
			Akses penyimpanan cadangan air mandiri/ rumah tangga	- jangka waktu penyimpanan				
				- akses penyimpanan mandiri				
			Akses informasi kondisi cuaca terkini	- persentase kepemilikan penyimpanan				
				- jangka waktu penyimpanan				
				5	Ketahanan Air terhadap Bencana	Daya tahan berdasarkan jenis bencana (banjir, keke- ringan, angin badai, dan banjir rob); mengukur jang- kauan (kepadatan penduduk, laju pertumbuhan), kere- ntanan penduduk (tingkat kemiskinan, penggunaan lahan) dan kemampuan meng- atasi (tingkat perkem- bangan telekomunikasi)	Tingkat pemahaman teknologi	- akses data kondisi cuaca dari pihak berwenang
								- akses antisipasi kondisi cuaca terkini
			Kondisi masyarakat				- persentase pemahaman teknologi	
							- akses telekomunikasi	
- akses peringatan dini								
- kepadatan penduduk								
6	Ketahanan Air terhadap Kelem- bagaan	Daya tahan berdasarkan institusi dan regulasi yang berkenaan dengan variabel tertentu, tingkat kepatuhan masyarakat terhadap regulasi tersebut dan kerja sama antara lingkungan untuk menjaga regulasi tersebut diterapkan	Institusi	- laju pertumbuhan penduduk				
				- tingkat kondisi ekonomi penduduk				
				- pemanfaatan lahan				
				- tingkat pendidikan masyarakat				
			Regulasi	- institusi yang mengatur sumber air				
				- institusi yang mengatur drainase				
				- institusi yang mengatur lingkungan				
				- institusi yang mengatur sanitasi lingkungan				
				- aturan mengenai sumber air				
				- aturan mengenai drainase				
peran serta masyarakat	- aturan mengenai lingkungan							
	- aturan mengenai sanitasi							
	- persentase kepatuhan masyarakat							
	- kerjasama antara masyarakat dan pemerintah							
7	Ketahanan Air	Daya tahan berdasarkan regulasi yang berkenaan dengan variabel tertentu, tingkat kepatuhan masyarakat terhadap regulasi tersebut dan kerja sama antara lingkungan untuk menjaga regulasi tersebut diterapkan	peran serta masyarakat	- kebijakan & kearifan lokal masy. setempat				
				- persentase kepatuhan masyarakat				

Rekomendasi

Rekomendasi dari penelitian ini adalah melanjutkan penelitian dengan mengembangkan persamaan-persamaan yang akan digunakan untuk mengukur tiap dimensi, indikator dan variabel dengan sebelumnya memberikan persentase pemberat (*weight coefficient*) pada tiap dimensi, indikator dan variabel, sehingga dapat mengukur indeks ketahanan air Kota Pontianak

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Robertus Wahyudi Triweko dan Doddi Yudianto dari Departemen Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Bandung untuk dukungan dan masukan pada penelitian ini.

REFERENSI

- Asian Water Development Outlook, 2013. *Measuring Water Security in Asia and the Pacific*. Asia Development Bank. Manila.
- Attari, J., and Mojahedi, S.A., 2009. Water Sustainability Index: Application of CWSI for Ahwaz County. *World Environmental and Water Resources Congress 2009 ASCE Great Rivers*.
- Badan Pusat Statistik Indonesia, 2015. *Statistik Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Beek, Eelco van., and Arriens, Wouter L., 2014. *Water Security, Putting the Concept into Practice*. Tec Background Paper. Global Water Partnership, Stockholm
- Carvalho, SCP De., KJ Carden and NP Armitage, 2008. Application of a sustainability index for integrated urban water management in Southern African cities: Case study comparison – Maputo and Hermanus. *Water SA* Vol. 35 No. 2 (Special WISA 2008 edition) ISSN 0378-4738
- Cipta Karya Kalimantan Barat, 2016. *Standar Pelayanan Minimal*. Randal Cipta Karya, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Barat, Pontianak.
- Cheng, J., Yang, X., Wei, C., and Zhao, W., 2004. *Discussing water security*. China Water Resources 1: halaman 21–23.
- Cook, C. and K. Bakker, 2012. *Water Security: Debating an emerging paradigm*. Global Environmental Change 22: halaman 94-102.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2015. *Kebijakan Pembinaan dan Pengembangan Infrastruktur Permukiman*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta.
- Falkenmark, M. & Lundqvist, J., 1989. Toward Water Security; Political Determination and Human Adaptation Crucial. *Natural Resources Forum*, Vol 21, No. 1, Elsevier: halaman 37-51.

- Garriga, Ricard Giné. and Foguet, Agustí Pérez, 2010, *Improved Method to Calculate a Water Poverty Index at Local Scale*, *Journal Of Environmental Engineering ASCE* : halaman 1287-1298.
- Global Water Partnership, 2012. *Increasing Water Security, A Development Imperative*. Perspective Paper. Global Water Partnership, Stockholm.
- Global Water Partnership, 2014. *Assessing Water Security with Appropriate Indicators. Proceedings from the GWP Workshop*. Global Water Partnership, Stockholm.
- Grey, D. and Sadoff, C. W., 2007. Sink or Swim? Water Security for Growth and Development. *Water Policy*, 9 (6): halaman 545-571.
- Kementerian Pekerjaan Umum (DGWRD), 2012. *Java Water Resources Strategic Study*. Kementerian Pekerjaan Umum / Bappenas, Jakarta.
- Lautze, J. and Manthrilake, H, 2012. *Water security: old concepts, new package, what value?*, *Natural Resources Forum Volume 36 (2)*: halaman 76–87.
- Lawrence, Peter, Meigh, Jeremy, Caroline Sullivan, 2003. The Water Poverty Index: an International Comparison. *United Nations Journal*, Vol. 27(3), 2003; halaman 189-199.
- Mason, Nathaniel, dan Roger Calow, 2012. *Water Security: From Abstract Concept to Meaningful Metrics An Initial Overview of Options*. Discussion Paper 357, Overseas Development Institute, London UK.
- Sandoval-Solis, S., D. C. McKinney, M. ASCE, dan D. P. Loucks, M. ASCE, 2011. Sustainability Index for Water Resources Planning and Management, *Journal Of Water Resources Planning And Management*: halaman 381-390, September-October ASCE.
- Sullivan, CA., Meigh, JR., Giacomello, A.M., Fediw, T., Lawrence, P., Samad, M., Mlote, S., Hutton, C., Allan, J.A., Schulze, R.E., Dlamini, D.J.M., Cosgrove, W., Priscoli, Delli J., Gleick, P., Smout, I., Cobbing, J., Calow, R., Hunt, C., Hussain, A., Acreman, M.C., King, J., Malomo, S., Tate, E.L., O'Regan, D., Milner, S., and Steyl, I., 2003. The Water Poverty Index, Development and Application at the Community Scale. *Natural Resources Forum 27*: halaman 189-199.
- Triweko, R.W., 2016. Urban Water Security for Indonesian Cities. *Joint Seminar between Parahyangan Chatolic University and Hohai University*, 18 Juli 2016, Bandung.