



SEMNAS TSDA 2015

# **BUKU PROSIDING**

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SUMBER DAYA AIR 2015

## **PENGELOLAAN TERPADU UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN AIR BERKELANJUTAN DI KAWASAN PERKOTAAN**

### **PENYELENGGARA**



**DBAMP**  
TUGAS  
SANGGAM

**SABTU, 12 SEPTEMBER 2015  
BALE DAYANG SUMBI (GSG) ITENAS  
JL. PHH MUSTOPHA NO. 23 BANDUNG**



**Perpustakaan Nasional Republik Indonesia**

Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2014, Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Perkotaan :

12 September 2015 : prosiding. Universitas Katolik Parahyangan : Jurusan Teknik Sipil,  
2015

xiv, 299 halaman; 21 x 29,7 cm

**ISBN 978-602-71432-2-7**

1. Sumber Daya Air – Seminar 1. Judul

Reviewer

1. Doddi Yudianto, Ph.D
2. Olga Catherina Pattipawaej, Ph.D
3. Drs. Waluyo Hatmoko, M.Sc., PU-SDA
4. Dr. Ir. Ariani Budi Safarina, M.T.
5. Stephen Sanjaya, S.T.

*The statements and opinion expressed in the papers are those of the authors themselves and do not necessarily reflect the opinion of the editors and organizers. Any mention of company or trade name does not imply endorsement by organizers*

**ISBN 978-602-71432-2-7**

Copyright 2015, Jurusan Teknik Sipil Itenas Bandung

Not to be commercially reproduced by any means without written permission

Printed in Bandung, Indonesia, September 2015

Penerbit : Jurusan Teknik Sipil Itenas Bandung

## PRATAKA

---

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas segala ridhoNya Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air dapat kita selenggarakan bersama pada hari Sabtu, 12 September 2015 di Bale Dayang Sumbi (GSG) Institut Teknologi Nasional Bandung. Seminar ini pada dasarnya merupakan kegiatan hasil kerjasama antara 12 instansi yaitu: Jurusan Teknik Sipil Unjani, Program Studi Teknik Sipil Unpar, Program Studi Teknik dan Pengelolaan Sumber Daya Air ITB, Jurusan Teknik Sipil Unla, Jurusan Teknik Sipil Itenas, Program Teknik Sipil UK Maranatha, Departemen Teknik Sipil Polban, Pusat Litbang Sumber Daya Air (Pusair), Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI) Cabang Jawa Barat, Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (DPSDA) Provinsi Jawa Barat, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum dan Dinas Bina Marga dan Pengairan (DBMP) Kota Bandung.

Sebagaimana kita sadari bahwa permasalahan terkait sumber daya air di wilayah perkotaan yang kian semakin kompleks seiring dengan pesatnya tingkat urbanisasi yang mengakibatkan meningkatnya berbagai aktivitas sosial-ekonomi perkotaan, penggelontoran saluran, pemeliharaan sungai dan sebagainya. Selain itu seiring dengan pesatnya pertumbuhan teknologi termasuk di bidang informasi dan komunikasi, pengelolaan sumber daya air di kawasan perkotaan juga dihadapkan pada tuntutan layanan yang lebih tinggi tidak hanya secara kuantitas melainkan secara kualitas dan keberlanjutannya.

Untuk itu melalui seminar yang bertemakan Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Perkotaan ini diharapkan dapat menjadi media bagi para akademisi, peneliti, praktisi, pengamat lingkungan, dan masyarakat untuk memperoleh dan bertukar informasi serta pengalaman dalam rangka mendukung tercapainya pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Tentu informasi yang disampaikan dalam seminar ini masih jauh dari sempurna, namun demikian besar harapan bahwa kegiatan ini dapat memberikan kontribusi pemikiran atau gagasan bagi pengembangan keilmuan dan penyelenggaraan praktis pengelolaan sumber daya air khususnya untuk wilayah perkotaan. Sesuai dengan tema seminar, buku panduan ini telah disusun sedemikian rupa memuat seluruh abstrak dari makalah yang disajikan dalam seminar dengan 4 (empat) sub tema yaitu konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, pengendalian daya rusak air, serta pemberdayaan masyarakat dan penguatan hukum dan kelembagaan.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini. Semoga seminar ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua demi terwujudnya pengelolaan sumber daya air yang lebih baik di kemudian hari.

Bandung, September 2015

PANITIA

**DAFTAR ISI**

PRATAKA .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
SAMBUTAN KETUA PANITIA .....	v
SAMBUTAN REKTOR ITENAS .....	vi
KEYNOTE SPEECH I (Dr. Ir. Arie Setiadi - Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Kementerian PUPR).....	vii
SEKILAS TENTANG SEMNAS .....	x
Latar Belakang .....	x
Tujuan .....	x
Tema .....	x
Sub Tema .....	x
Peserta .....	xi
Sekretariat .....	xi
Tim Reviewer .....	xi
SUSUNAN KEPANITIAAN .....	xii
A. Pengarah .....	xii
B. Panitia Pelaksana .....	xii
SUSUNAN ACARA SEMINAR .....	xiv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	xiv

**SUB TEMA 1: KONSERVASI SUMBER DAYA AIR**

IMPLEMENTASI MODEL XINANJIANG YANG BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM ANALISIS NERACA AIR DAS JIANGWAN (Steven Reinaldo Rusli, Jin Tao Liu, Doddi Yudianto).....	1
STUDI EVALUASI KUALITAS AIR SITU GEDE KOTA TANGERANG (Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati, dan Indra) .....	16
KORELASI ANTARA SUBSIDEN – AIR TANAH – EMISI KARBON LAHAN RAWA GAMBUT (L. Budi Triadi, Maruddin F. Marpaung).....	30
KAJIAN TERHADAP KETEPATAN PEMETAAN KERENTANAN PENCEMARAN AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE DRASTIC PADA KONDISI DATA AKIFER TERBATAS (Elly Kusumawati B).....	41

**SUB TEMA 2: PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR**

PEMODELAN PERAMALAN CURAH HUJAN PADA DAS PAMARAYAN DENGAN METODE ESIM (Stephen Sanjaya, Bambang Adi Riyanto, Andreas Franskie Van Roy).....	60
--	----

APLIKASI PENGINDERAAN JAUH UNTUK MENDETEKSI KEKERINGAN LAHAN DI KABUPATEN KUPANG (Basori).....	68
APLIKASI TEKNOLOGI MEMBRAN PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DI RSUD LEBONG BENGKULU DALAM RANGKA PEMANFAATAN AIR RE-USE (Mohammad Imamuddin).....	78
STUDI EVALUASI OPTIMASI TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO DESA PUSAKA JAYA, KABUPATEN CIANJUR (Steven Sergij Salim, Bambang Adi Riyanto).....	93
TANTANGAN DAN PERBAIKAN SISTEM BENDUNG SUNGAI GESEK DALAM PENYEDIAAN AIR BAKU DI PULAU BINTAN (Slamet Lestari).....	100
POLA PERGERAKAN ALIRAN DI MUARA SUNGAI MUSI DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MIKE-21 FLOW MODEL (Achmad Syarifudin, Eka Puji Agustini).....	111

### **SUB TEMA 3: PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR**

PERENCANAAN PENGENDALIAN BANJIR DI JAKARTA (Tri Hardhono, Beny Syahputra).....	118
ANALISIS SISTEM CLUSTER SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN LIMPASAN PERMUKAAN PADA KAWASAN INDUSTRI (Obaja Triputera Wijaya, Doddi Yudianto, GUAN Yiqing).....	123
SISTEM PENGENDALIAN EROSI UNTUK MEMPERTAHANKAN LAPISAN TANAH SUBUR PADA LAHAN PERTANIAN PRODUKTIF STUDI KASUS: DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) CITARUM HULU (Dede Sumarna, H. Bakhtiar. AB).....	132
PENGENDALIAN BANJIR PADA KAWASAN TAMBANG TIMAH DI KABUPATEN BANGKA (Parindra A. Wardhana, Meru Condro Wiguno, Yudi Wachyudiana).....	145
EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERMUKIMAN MANDIRI BERWAWASAN PENDIDIKAN (Sandy Sella Fajar, Doddi Yudianto) .....	155
EVALUASI DAMPAK PEMBANGUNAN GEDUNG TERHADAP KINERJA SISTEM DRAINASE KAMPUS (Arnold Saputra, Doddi Yudianto).....	163
EVALUASI KINERJA SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN PEMUKIMAN DI BANDUNG TIMUR (Mesta Saktina, Doddi Yudianto).....	176
UPAYA PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI CICADAS KOTA BANDUNG (Dwi Aryani Semadhi, Winskayati).....	188
PENGUNAAN BIOPORI SEBAGAI ALTERNATIF MENGURANGI GENANGAN BANJIR DAERAH PERKOTAAN (Achmad Syarifudin, Hendri, Mega Yunanda) .....	196

OPTIMASI SISTEM PERKUATAN TANGGUL BANJIR SUNGAI TEMBUKU DALAM MENANGGULANGI POTENSI BANJIR KOTA JAMBI (Slamet Lestari).....	200
PENANGANAN EROSI PANTAI DI DESA PUSAKA JAYA UTARA SAMPAI DENGAN MUARA BUNTU KABUPATEN KARAWANG (Yati Muliati, Yunus Purwanto, Ahmad Luthfi).....	214
<b>SUB TEMA 4: PEMBERDAYAAN MASYARAKAT, PENGUATAN HUKUM, DAN KELEMBAGAAN</b>	
PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR TERPADU DALAM RANGKA PENYEDIAAN AIR BERSIH BERBASIS MASYARAKAT DI KABUPATEN LAMONGAN (Feril Hariati).....	225
PERAN MASYARAKAT DALAM PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR DI KABUPATEN BOGOR (Widya Nasarita Fitriz, Parindra Ardi Wardhana, Meru Condro Wiguno).....	236
EVALUASI TINGKAT KEPEKAAN SISWA TERHADAP PELESTARIAN SUMBER DAYA AIR (Anastasia Septya Wardaningrum dan Tidani Sillo Hines Aluhnia Zebua).....	248
ANALISIS RISIKO KEMITRAAN PEMERINTAH SWASTA (KPS) PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTMH) (Ririn Rimawan).....	258
PERLINDUNGAN KAWASAN PENYANGGA MATA AIR SEBAGAI UPAYA KONSERVASI MELALUI KKN-PPM (Restu Wigati, Soelarso).....	291

## SAMBUTAN KETUA PANITIA

---

Assalamu'alaikum. Wr. Wb. Salam sejahtera bagi kita semua.



Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT, kami bersyukur pada hari ini Sabtu, 12 September 2015 kita dapat berkumpul pada Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air di Bale Dayang Sumbi (Gedung Serba Guna) Iteas Bandung dalam keadaan sehat wal afiat.

Penyelenggaraan seminar ini merupakan kelanjutan dari rangkaian seminar tahun 2006-2010 atas kerjasama 5 instansi dan seminar 20 September 2014 di Unpar, yang sejak tahun 2014 terlaksana atas kerjasama yang baik antara 12 instansi, yaitu: Jurusan Teknik Sipil Iteas, Jurusan Teknik Sipil Unjani, Program Studi Teknik Sipil Unpar, Program Studi Teknik dan Pengelolaan Sumber Daya Air ITB, Jurusan Teknik Sipil UK Maranatha, Jurusan Teknik Sipil Unla, Departemen Teknik Sipil Polban, DPSDA Provinsi Jawa Barat, Puslitbang Sumber Daya Air, HATHI Cabang Jabar, BBWS Citarum dan DBMP Kota Bandung.

“Pengelolaan Terpadu untuk Mendukung Ketahanan Air Berkelanjutan di Kawasan Perkotaan” adalah tema seminar yang dipilih atas beberapa pertimbangan antara lain permasalahan ketersediaan, pemanfaatan, pengembangan dan pengelolaan air bagi wilayah perkotaan. Seiring dengan pesatnya tingkat urbanisasi, ketahanan air di kawasan perkotaan merupakan faktor kunci terkait kemampuan masyarakat perkotaan untuk dapat menyediakan akses dalam rangka pemenuhan kebutuhan air sehari-hari yang merupakan hak azasi setiap manusia. Selain itu, air dibutuhkan kawasan perkotaan untuk menopang berbagai aktivitas sosial-ekonomi perkotaan, penggelontoran saluran, pemeliharaan sungai dan sebagainya. Tidak hanya secara kuantitas, pemenuhan kebutuhan air tetap harus menyertakan ketahanan kualitas air sesuai dengan baku mutunya. Dengan memanfaatkan berbagai teknologi pintar atau *smart technology* yang tersedia, pengelolaan sumber daya air diupayakan untuk dapat diimplementasikan secara lebih efisien dan efektif serta berkelanjutan.

Memperhatikan berbagai permasalahan tersebut di atas, peran serta pemerintah bersama masyarakat menjadi langkah penting untuk dapat menyelenggarakan pengelolaan air secara terpadu untuk wilayah perkotaan dengan mengintegrasikan kepentingan berbagai sektor, wilayah, dan para pemilik kepentingan dalam bidang sumber daya air. Tidak terlepas dari itu, perguruan tinggi sebagai lembaga pendidikan memiliki peran kunci untuk mendukung penyelesaian masalah dan penerapan konsep pembangunan yang berkelanjutan khususnya untuk wilayah perkotaan.

Pada kesempatan ini kami ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada para pemakalah yang telah bersedia hadir dan berbagi ilmu sehingga dapat menambah wawasan para peserta seminar.

Akhir kata ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para anggota panitia Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air atas kerjasamanya selama ini dan kesediaannya untuk mencurahkan segenap pikiran, waktu dan sebagian finansialnya dalam mempersiapkan acara ini. Kami mohon maaf jika terjadi kekurangan dalam penyelenggaraan seminar ini. Semoga segala amal baik Ibu, Bapak, dan Saudara sekalian mendapatkan imbalan dari Allah SWT.

Selamat Berseminar dan Terima kasih.

Wabillahi Taufik Walhidayah.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Panitia Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2015

Ketua,

Yati Muliati

Bandung, 12 September 2015

## SAMBUTAN REKTOR ITENAS

---



Segala puji bagi Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karena berkat rahmat dan anugerahNya maka Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2015 dengan tema Pengelolaan Terpadu untuk Mendukung Ketahanan Air Berkelanjutan di Kawasan Perkotaan dapat dilaksanakan dengan baik. Seminar nasional ini terwujud atas kerjasama antara Institut Teknologi Nasional Bandung (Itenas) dengan konsorsium enam perguruan tinggi Institut Teknologi Bandung (ITB), Universitas Katolik Parahyangan, Universitas Kristen Maranatha, Universitas Jenderal Achmad Yani, Politeknik Negeri Bandung (Polban), Universitas Lalangbuana, HATHI cabang Bandung, Pusair, Balai Besar Wilayah Sungai Citarum, DPSDA Provinsi Jawa Barat dan DBMP kota Bandung. Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air ini dilaksanakan tiap tahun yang merupakan wadah pertukaran ilmu, ide serta pengalaman dalam mengembangkan dan mengaplikasikan ilmu sumber daya air, sekaligus juga merupakan ajang sambung rasa oleh segenap peserta seminar khususnya anggota HATHI.

Tema Pengelolaan Terpadu untuk Mendukung Ketahanan Air Berkelanjutan di Kawasan Perkotaan sangat relevan dan menarik untuk didiskusikan saat ini, hal ini dikarenakan permasalahan dan tantangan pemenuhan kebutuhan air bersih dan berkualitas secara berkesinambungan dan merata bagi penduduk di kawasan perkotaan makin sulit dan kompleks. Permasalahan dan tantangan yang dihadapi dalam pemenuhan air bersih dan berkualitas di masa depan khususnya di kawasan perkotaan adalah pertumbuhan penduduk di kawasan perkotaan terus meningkat tajam akibat urbanisasi, ruang terbuka hijau sangat terbatas akibat pengendalian penggunaan lahan dan pembangunan yang belum baik, kebutuhan air terus meningkat sehingga pengambilan air tanah yang tidak terkendali, infrastruktur sistem drainase yang belum tercukupi, menurunnya kualitas air akibat pertumbuhan sampah dan limbah yang cenderung naik, koordinasi lembaga terkait belum optimal, dan persepsi pemangku kepentingan tentang permasalahan utama air yang belum selaras, peran serta masyarakat dalam menjaga lingkungan yang belum baik, serta potensi dampak perubahan iklim yang ekstrim akibat pemanasan global.

Sehubungan dengan itu, air sebagai sumber daya alam strategis perlu dikelola secara baik, sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan bermasyarakat yang pada akhirnya akan mengganggu pembangunan nasional. Dengan demikian melalui seminar nasional ini, diharapkan dapat menghasilkan pengembangan kebijakan yang dapat dirumuskan dalam mengelola sumber daya air sehingga mampu meningkatkan ketahanan air yang berkelanjutan agar menjadi pendorong bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Semoga makalah-makalah teknis serta makalah kunci yang disajikan dalam Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air ini mampu memberikan sumbangsih yang besar bagi semua pemangku kepentingan, baik praktisi, perekayasa maupun pengambil kebijakan serta masyarakat. Akhirnya, atas kesempatan dan kepercayaan semua pihak penyelenggara untuk dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2015 di Itenas, saya atas nama Institut Teknologi Nasional menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah bekerja keras dan membantu terselenggaranya Seminar Nasional ini. Khususnya kepada panitia yang berkerja keras dan berupaya mensukseskan acara seminar nasional ini serta pencetakan dan penerbitan buku ini.

Bandung, September 2015

Dr. Ir. Imam Aschuri, M.T.

Rektor Itenas

## SEKILAS TENTANG SEMNAS

---

### Latar Belakang

Kawasan perkotaan (*urban*) adalah kawasan yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi sebagai permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Seiring dengan pesatnya tingkat urbanisasi, ketahanan air di kawasan perkotaan merupakan faktor kunci terkait kemampuan masyarakat perkotaan untuk dapat menyediakan akses dalam rangka pemenuhan kebutuhan air sehari-hari yang merupakan hak azasi setiap manusia. Selain itu, air dibutuhkan kawasan perkotaan untuk menopang berbagai aktivitas sosial-ekonomi perkotaan, penggelontoran saluran, pemeliharaan sungai dan sebagainya. Tidak hanya secara kuantitas, pemenuhan kebutuhan air tetap harus menyertakan ketahanan kualitas air sesuai dengan baku mutunya.

Kota Jonggol merupakan salah satu contoh dimana perkembangan sebuah kawasan menjadi terhambat karena kekurangan air. Sebaliknya, Bale Endah sebagai ibukota Kabupaten Bandung terpaksa harus dipindahkan karena setiap musim hujan selalu mengalami bencana banjir. Hingga saat ini, Kota Bandung dan sekitarnya belum sepenuhnya berhasil menyediakan layanan air bersih yang memadai akibat kurangnya pasokan air. Sebagai konsekuensinya, masyarakat dan sebagian industri masih sangat tergantung pada air tanah yang notabene pada akhirnya menyebabkan penurunan muka air tanah dan permukaan tanah, meningkatnya risiko genangan, kerusakan infrastruktur air perpipaan, dan sebagainya. Berkurangnya pasokan air pada musim kemarau dan semakin meningkatnya frekuensi bencana banjir pada musim hujan kini kian semakin parah seiring dengan maraknya alih fungsi kawasan konservasi dan perubahan iklim. Untuk itu, penguatan hukum dan kelembagaan serta peningkatan pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air mutlak harus dilakukan.

Di samping itu, seiring dengan pesatnya pertumbuhan teknologi termasuk di bidang informasi dan komunikasi, pengelolaan sumber daya air di kawasan perkotaan dihadapkan pada tuntutan layanan yang lebih tinggi. Dengan memanfaatkan berbagai teknologi pintar atau *smart technology* yang tersedia, pengelolaan sumber daya air diupayakan untuk dapat diimplementasikan secara lebih efisien dan efektif serta berkelanjutan.

### Tujuan

1. Sebagai media untuk berbagi pengalaman mengenai berbagai permasalahan dan solusi tentang pengelolaan air di kawasan perkotaan.
2. Sebagai media untuk mengkomunikasikan pemikiran tentang upaya-upaya pengelolaan air terpadu di kawasan perkotaan untuk mendukung pengembangan keilmuan di bidang teknik sumber daya air sekaligus masukan bagi para pengambil keputusan.
3. Sebagai media yang menyediakan kesempatan bagi para pemangku kepentingan untuk dapat berkolaborasi dalam rangka meningkatkan kinerja pengelolaan air di kawasan perkotaan.

### Tema

PENGELOLAAN TERPADU UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN AIR BERKELANJUTAN DI KAWASAN PERKOTAAN

### Sub Tema

1. Konservasi Sumber Daya Air

Upaya mengatasi kelangkaan air perkotaan terutama yang berkaitan dengan keterpaduan pemanfaatan air permukaan dan air tanah, upaya pemanenan air hujan dan pengawetan air, pengendalian kualitas air dan daur ulang air, tapak air, serta peningkatan sanitasi masyarakat.

2. Pendayagunaan Sumber Daya Air
  - Peningkatan infrastruktur penyediaan air bersih dan pengolahan limbah terkait isu-isu peremajaan dan pengembangan sistem distribusi air, kebocoran air perpipaan, serta pengembangan dan pengadaan teknologi pengolahan limbah
  - Keterpaduan teknologi dalam rangka meningkatkan efisiensi pemanfaatan air untuk mendukung ketahanan pangan dan pengembangan energi terbarukan
  - Aplikasi teknologi pintar (*smart technology*), meliputi: meteran pintar, sistem informasi geografis dan penginderaan jauh, telemetri, dan sistem pengambilan keputusan.
3. Pengendalian Daya Rusak Air
  - Perencanaan terpadu kawasan perkotaan, meliputi pembangunan dengan dampak minimum, pengendalian banjir perkotaan, pengendalian tata guna lahan, pengelolaan sampah, restorasi sungai di perkotaan
  - Perencanaan sistem yang adaptif terhadap bencana (sistem peringatan dini, adaptasi terhadap perubahan iklim)
4. Pemberdayaan Masyarakat dan Penguatan Hukum dan Kelembagaan
  - Peningkatan peran masyarakat melalui penguatan kerjasama pemerintah, dunia usaha, dan masyarakat akademik/peneliti.
  - Penguatan kelembagaan dan kerangka peraturan/perundangan

#### **Peserta**

1. Pemerintahan
2. Konsultan
3. Kontraktor
4. Penelitian, LSM, Pemerhati masalah Keairan, Anggota HATHI
5. Dosen dan Mahasiswa
6. Umum

#### **Sekretariat**

Jurusan Teknik Sipil Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan jenderal Sudirman PO. BOX 148, Cimahi

Telepon : (022) 6641743

Faximile : (022) 6641743

Email : [seminar.tsda.bdg@gmail.com](mailto:seminar.tsda.bdg@gmail.com)

#### **Tim Reviewer**

1. Doddi Yudianto, Ph.D
2. Olga Catherina Pattipawaej, Ph.D
3. Drs. Waluyo Hatmoko, M.Sc., PU-SDA
4. Dr. Ir. Ariani Budi Safarina, M.T.
5. Stephen Sanjaya, S.T.

## EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERMUKIMAN MANDIRI BERWAWASAN PENDIDIKAN

Sandy Sella Fajar<sup>1\*</sup> dan Doddi Yudianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

\*sandysella@gmail.com

### Abstrak

*Seiring dengan pesatnya laju pertumbuhan penduduk di wilayah perkotaan di Indonesia termasuk Kota Bandung, ketersediaan permukiman merupakan salah satu prioritas untuk mendukung pertumbuhan ekonomi kota. Sesuai dengan konsep terkini, pengelolaan hujan seyogyanya memperhatikan faktor konservasi dan keberlanjutan sistem. Studi ini dimaksudkan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase pada salah satu kawasan permukiman mandiri yang berwawasan pendidikan yang terletak di Bandung Barat khususnya pada dua buah cluster terpilih dengan luas lahan masing-masing 11,56 hektar dan 11,63 hektar. Guna mewujudkan lingkungan permukiman yang berwawasan lingkungan, setiap cluster dikembangkan dengan memanfaatkan lahan hijau sebagai trotoar dan paving block sebagai lapisan penutup lapisan jalan. Mempertimbangkan tidak tersedianya data curah hujan berdurasi pendek pada lokasi studi, analisis curah hujan dilakukan dengan mengubah koefisien pada persamaan Mononobe untuk Padalarang berdasarkan informasi hujan yang tercatat pada BMKG Kota Bandung dengan periode data tahun 1986 – 2014. Hasil analisis yang diperoleh menunjukkan bahwa di periode ulang 2 dan 5 tahun sejumlah ruas saluran memiliki kapasitas lebih kecil dibandingkan debit banjir yang terjadi. Untuk cluster pertama terindikasi 3 buah saluran berpotensi menyebabkan terjadinya genangan pada periode ulang 2 tahun dan 4 buah saluran pada periode ulang 5 tahun. Sedangkan pada cluster ke-2, hasil analisis menunjukkan jumlah saluran yang berisiko pada periode ulang 5 tahun adalah 1 saluran.*

Kata kunci: sistem drainase, kapasitas saluran, lahan hijau, permukiman Bandung Barat

### LATAR BELAKANG

Pengembangan lahan tentu mengakibatkan perubahan tata guna lahan yang akan berdampak pada kondisi alamiah serta siklus hidrologi. Secara alamiah suatu lahan telah menyediakan sistem drainase alami yang mampu meresapkan air hujan ke dalam tanah serta mengalirkan limpasan ke bagian hilir. Ketika lapisan permukaan tanah berubah menjadi lapisan yang kedap air maka hal ini akan berdampak pada meningkatnya volume limpasan dan berkurangnya kapasitas tanah dalam menyerapakan air sebagai infiltrasi. Menurut UU Nomor 37 tahun 2014 pasal 1 butir 2 menjelaskan bahwa konservasi tanah dan air adalah upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan fungsi tanah pada lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan lahan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan kehidupan yang lestari. Salah satu kawasan yang menerapkan konsep ini adalah Kota Baru Parahyangan (KBP) yang terletak di Padalarang, Jawa Barat.

Kota Baru Parahyangan merupakan kawasan permukiman terpadu yang dibangun berdasarkan tiga dasar utama yaitu budaya, sejarah, dan pendidikan. Lahan seluas 1.250 Ha dengan ketinggian berkisar antara 650 – 900 meter di atas permukaan laut ini berbatasan langsung dengan Waduk Saguling di bagian selatannya. KBP sendiri dikembangkan sebagai permukiman dengan sistem *cluster*. Sampai saat ini telah dibangun dengan total lima belas. Dalam menangani perubahan lahan di KBP, telah dilakukan sebuah gerakan penghijauan untuk menanggulangi dampak pembangunan terhadap lingkungan alami. Beberapa gerakan tersebut ialah dengan menggunakan biopori sebagai media untuk menyerapakan air hujan ke dalam tanah dengan lebih efisien dan juga pemilihan *paving block* daripada aspal untuk

perkerasan jalan agar air hujan masih bisa menyerap ke dalam tanah. Pada lokasi studi yang baru sebagian terbangun perlu dilakukan evaluasi mengenai kapasitas saluran drainase yang ada apabila seluruh kawasan telah menjadi perumahan. Hal ini berkaitan dengan peningkatan volume limpasan akibat perubahan tata guna lahan yang semula lahan terbuka menjadi lahan kedap air berupa perumahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak dari pengembangan di kedua *cluster* dengan cara :

Membandingkan debit di saluran pada kondisi yang telah terbangun saat ini dengan kondisi terbangun seluruhnya.

Mengevaluasi kapasitas saluran drainase terhadap peningkatan debit akibat pengembangan lahan.

Metode rasional digunakan di dalam menganalisis kapasitas saluran pada *cluster* di lokasi studi. Penggunaan metode ini terbatas untuk daerah tangkapan hujan (DTH) kecil dengan luas wilayah kurang dari 300 Ha. Persamaan umum metode rasional:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \quad (1)$$

Keterangan :

$Q_p$  : debit puncak ( m<sup>3</sup>/s)

$C$  : koefisien aliran permukaan (  $0 \leq C \leq 1$  ), yang ditentukan berdasarkan jenis tata guna lahan

$I$  : intensitas hujan (mm/jam)

$A$  : luas DTH (km<sup>2</sup>)

Untuk menentukan nilai  $C$  yang digunakan di dalam perhitungan tergantung dari jenis lahan di lokasi studi, sesuai nilai  $C$  yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Koefisien Limpasan Metode Rasional

(Sumber : Suripin, Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan , 2003)

No	Deskripsi Lahan	Koefisien Aliran (C)
1	Batu bata dan paving	0,50-0,70
2	Taman tempat bermain	0,20-0,35
3	Multiunit, Tergabung	0,60-0,75

Di dalam intensitas hujan terdapat pengaruh waktu konsentrasi pada wilayah dimana hujan itu jatuh. Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh limpasan hujan untuk mengalir dari daerah tangkapan yang paling jauh sampai ke lokasi yang ditinjau (*outlet*). Waktu konsentrasi diperlukan untuk menentukan intensitas hujan pada analisis Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Secara umum waktu konsentrasi merupakan penjumlahan dari waktu aliran di lahan dan saluran yang dirumuskan sebagai berikut:

$$t_c = t_i + t_t \quad (2)$$

Keterangan:

$t_c$ : waktu konsentrasi (menit)

$t_i$  : waktu aliran limpasan di permukaan (menit)

$t_t$  : waktu untuk mengalir dalam saluran (menit)

Formula empiris yang bisa digunakan untuk menghitung  $t_i$  antara lain dengan persamaan berikut:

Formula Hathaway

$$t_i = \frac{0,606(L \times n)^{0,467}}{S^{0,284}} \quad (3)$$

Keterangan:

$t_i$  : waktu konsentrasi aliran di permukaan (jam)

$L$  : panjang lintasan aliran (km)

S : kemiringan lahan (m/m)  
n : koefisien kekasaran lahan

Nilai kekasaran lahan berdasarkan sumber yang digunakan pada studi ini ada tiga macam, sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien Kekasaran

No	Jenis Permukaan	n
1	Halus, kedap air	0,02
2	Halus, tanah terbuka	0,1
3	Berumput jarang, tanaman berjajar	0,2

$$t_t = \frac{L}{60 \times v} \quad (4)$$

Keterangan:

tt : Waktu konsentrasi di saluran (menit)

L : Panjang saluran (m)

V : Kecepatan aliran (m/s)

Debit aliran seragam pada saluran (Q) dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = v \cdot A \quad (5)$$

Keterangan:

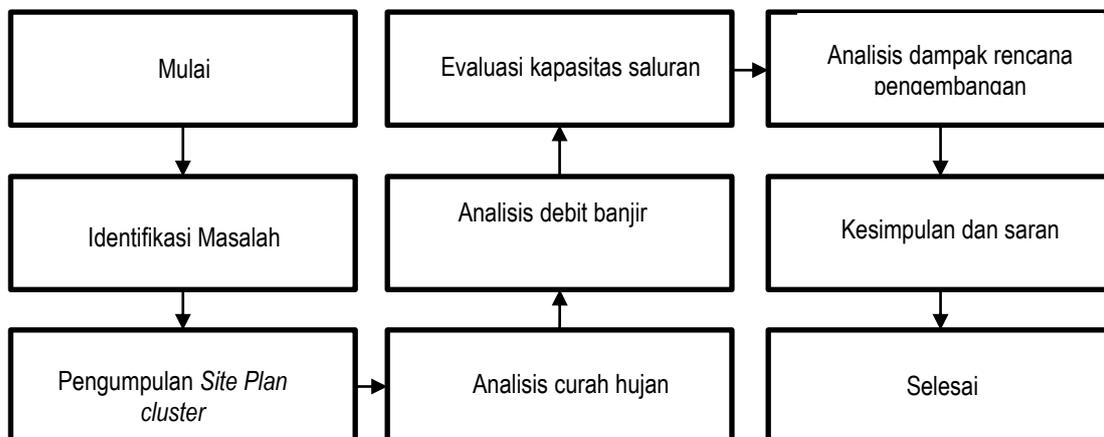
Q : debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

V : kecepatan aliran rata-rata (m/s)

A : luas penampang basah aliran (m<sup>2</sup>)

## METODOLOGI STUDI

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini ada tiga tahap yaitu, metode pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi studi secara langsung dan dibandingkan dengan gambar kerja yang telah diberikan. Kemudian studi pustaka dilakukan untuk menunjang pemahaman tentang analisa data curah hujan dan memahami peningkatan volume limpasan sebagai akibat dari pengembangan lahan serta evaluasi mengenai saluran drainase serta analisis data dan penyusunan laporan untuk mencari seberapa besar pengaruh peningkatan debit dan akibatnya terhadap kapasitas saluran yang telah terbangun. Gambar 1 memperlihatkan diagram alir yang dilakukan pada studi ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

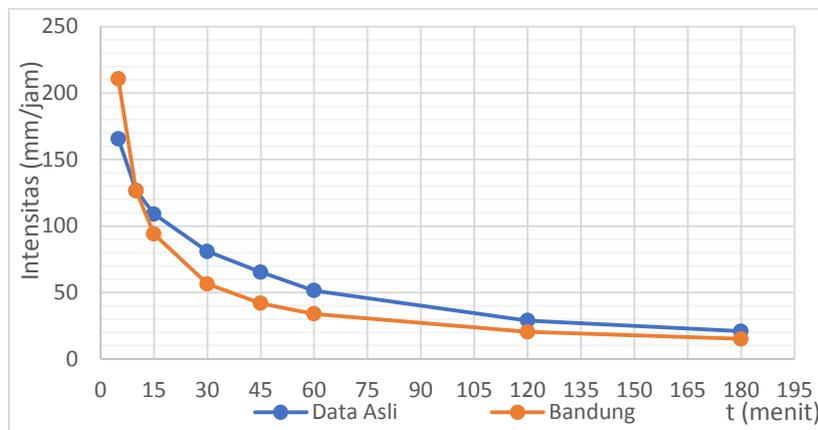
## HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan jatuh maka intensitasnya cenderung tinggi dan makin besar periode ulangnya maka semakin tinggi juga intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan dinyatakan dalam sebuah kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF). Untuk keperluan pada studi ini maka digunakan periode ulang 2 tahun dan 5 tahun.

Di dalam mendapatkan kurva IDF selain dengan menggunakan persamaan Talbot, Sherman dan Ishiguro, bisa juga digunakan persamaan Mononobe yang data hujannya berasal dari curah hujan maksimum tahunan. Meskipun pada kenyataannya hasil kurva IDF menggunakan Mononobe kurang akurat bila dibandingkan bila menggunakan persamaan Talbot, Sherman dan Ishiguro yang data hujannya berasal dari curah hujan durasi pendek. Namun, karena pada lokasi studi hanya curah hujan maksimum tahunan yang tersedia, maka dicari kurva IDF dengan persamaan Mononobe. Namun diperlukan perubahan koefisien pada persamaannya yang diambil dari koefisien Mononobe di Bandung.

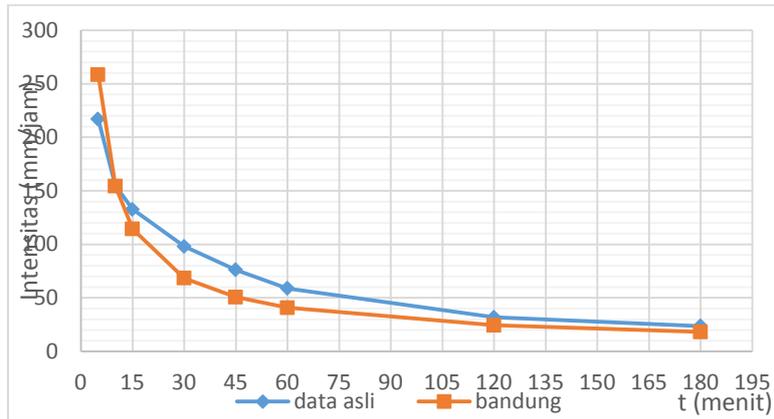
Berdasarkan hasil analisis frekuensi didapat intensitas hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun adalah Padalarang sebesar 68,8 mm dan Bandung sebesar 78,7 mm serta untuk periode ulang 5 tahun adalah Padalarang sebesar 83,9 mm dan Bandung sebesar 92,8 mm .

Perhitungan perubahan koefisien untuk periode ulang 2 tahun dicari dengan melihat selisih terkecil antara data asli yang dihasilkan dari analisis frekuensi durasi pendek Bandung dengan hasil dari Mononobe Bandung. Pemilihan koefisien dibatasi dengan hanya melihat durasi yang kurang dari 10 menit. Karena apabila melihat secara keseluruhan memang sulit menentukan nilai pangkat hingga persamaan Mononobe tersebut mirip dengan data hujan aslinya. Hal ini didasari pada waktu konsentrasi yang terjadi pada lokasi studi yang berkisar antara 5-15 menit. Setelah dicoba didapat pangkat untuk periode ulang 2 tahun adalah 0,735. Gambar 2 menunjukkan perbandingan antara hasil dari analisis frekuensi durasi pendek Bandung dan Mononobe untuk periode ulang 2 tahun.



**Gambar 2.** Kurva Perbandingan Data Asli dengan Mononobe Bandung Periode Ulang 2 Tahun

Sedangkan Gambar 3 menunjukkan perbandingan antara hasil dari analisis frekuensi durasi pendek Bandung dan Mononobe untuk periode ulang 5 tahun. Perhitungan yang dilakukan sama seperti pada periode ulang 2 tahun, dimana perubahan pangkat hanya di fokuskan pada waktu konsentrasi 5-15 menit.



**Gambar 3.** Kurva Perbandingan Data Asli dengan Mononobe Bandung Periode Ulang 5 Tahun

Dengan demikian selanjutnya analisis saluran drainase menggunakan persamaan Mononobe dari intensitas hujan maksimum tahunan di Padalarang dengan nilai pangkat yang telah diubah sesuai dengan nilai pangkat yang didapat dari persamaan Mononobe di Bandung. Untuk periode ulang 2 tahun perubahan nilai pangkat menjadi 0,735 dan periode ulang 5 tahun perubahan nilai pangkat menjadi 0,742. Sehingga perubahan pangkat dari persamaan Mononobe diambil rata-rata yaitu sebesar 0,739. Berikut persamaan yang digunakan.

$$\text{Periode ulang 2 tahun: } I = \left(\frac{68,8}{24}\right) \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{0,739} \tag{6}$$

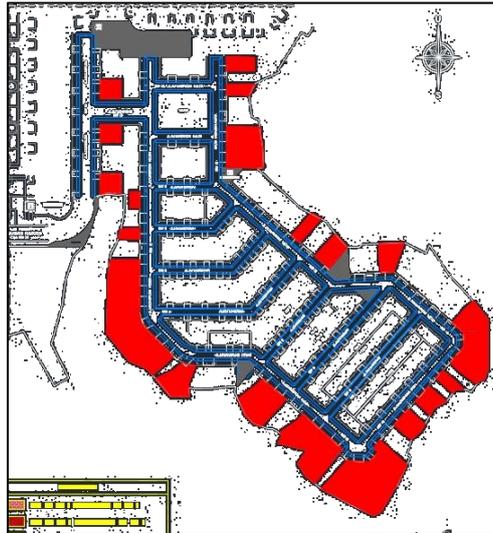
$$\text{Periode ulang 5 tahun : } I = \left(\frac{83,9}{24}\right) \cdot \left(\frac{24}{t}\right)^{0,739} \tag{7}$$

Seiring dengan berkembangnya lahan tentu akan meningkatkan volume limpasan di kawasan tersebut. Analisis debit ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar debit yang mengalir di setiap saluran dengan menggunakan periode ulang 2 tahun dengan kondisi kawasan yang telah terbangun saat ini. Gambar 5 merupakan *site plan* dari Cluster Ratnasasih, dimana daerah yang diarsir merah menunjukkan lahan yang masih kosong dan yang putih menunjukkan lahan yang telah terbangun dengan rumah.



**Gambar 4.** Kondisi Cluster Ratnasasih yang Telah Terbangun Saat Ini

Kondisi saat ini pada Cluster Mayangsunda ditunjukkan pada Gambar 5 dengan warna putih menunjukkan lahan yang telah terbangun dan arsiran berwarna merah menunjukkan lahan yang belum terbangun dengan keadaan masih berupa rerumputan. Pembangunan masih terpusat di bagian tengah, sedangkan bagian tepi dari cluster masih sekitar 75 % belum terbangun.



**Gambar 5.** Kondisi Cluster Mayangsunda yang Telah Terbangun Saat Ini

Hasil menunjukkan bahwa rentan tinggi jagaan di dalam saluran saat ini berkisar antara 2,9 cm sampai dengan 38,7 cm dengan debit yang mengalir berkisar antara 0,005 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,1428 m<sup>3</sup>/s untuk *cluster* yang pertama dan hasil menunjukkan bahwa rentan tinggi jagaan di dalam saluran saat ini berkisar antara 8,9 cm sampai dengan 33,8 cm dengan debit yang mengalir berkisar antara 0,0034 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,2208 m<sup>3</sup>/s untuk *cluster* yang kedua. Sehingga kapasitas saluran secara keseluruhan masih mencukupi.

Sesuai dengan tujuan studi ini yaitu untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase dilihat dari seberapa besar peningkatan tinggi air di dalam saluran untuk *cluster* Ratnasasih dan Mayangsunda terhadap data intensitas hujan yang baru. Kedua *cluster* ini direncanakan pada tahun 2004 mengacu pada *shop drawing* yang diberikan. Dengan melihat data hujan yang baru, akan dikaji apakah dimensi saluran yang telah dibangun saat ini masih memenuhi kapasitasnya untuk mengalirkan air limpasan. Evaluasi dilakukan dengan selalu menganggap aliran air yang terjadi di dalam saluran adalah dalam kondisi aliran pada saluran terbuka serta menggunakan periode ulang 2 dan 5 tahun dan kondisi kedua *cluster* terbangun secara penuh.

Untuk *cluster* yang pertama pada periode ulang 2 tahun nilai debit banjir berkisar antara 0,0043 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,1728 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan untuk periode ulang 5 tahun nilai debit banjir berkisar antara 0,0052 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,2501 m<sup>3</sup>/s. Dengan peningkatan debit banjir akibat lahan yang terbangun mengakibatkan kapasitas salurannya tidak mencukupi. Tabel 3 menunjukkan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi sesuai dengan periode ulang yang digunakan. Untuk periode ulang 2 tahun kapasitas saluran yang tidak mencukupi menjadi 3 saluran yaitu saluran H-5, A3-2, dan B-1, sedangkan untuk periode ulang 5 tahun bertambah menjadi 4 saluran termasuk saluran E-5.

**Tabel 3.** Kapasitas saluran yang tidak terpenuhi *Cluster* Ratnasasih

Nama Saluran	Dimensi (m)	Debit Maks. (m <sup>3</sup> /s)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /s)	
			2 tahun	5 tahun
H-5	0,3	0,0735	0,0908	0,1163
A3-2	0,3	0,1375	0,1728	0,2501
B-1	0,3	0,0735	0,087	0,1041
E-5	0,3	0,1469	0,1347	0,1674

Tabel 4 menunjukkan debit di setiap outlet yang terjadi untuk keadaan yang telah terbangun saat ini, dan terbangun seluruhnya dengan periode ulang 2 dan 5 tahun.

**Tabel 4.** Debit di *outlet* dengan berbagai kondisi *Cluster* Ratnasasih

Titik <i>Outlet</i>	Kondisi Saat Ini		Terbangun Penuh			
	tc (menit)	Q (m <sup>3</sup> /s)	2-tc (menit)	2-Q (m <sup>3</sup> /s)	5-tc (menit)	5-Q (m <sup>3</sup> /s)
1	8,6	0,0793	6,1	0,1548	6,1	0,1971
2	12,6	0,3352	12,4	0,4041	12,4	0,5098
3	9,5	0,1702	6,9	0,2395	6,4	0,3228
4	10,6	0,2858	7,2	0,4627	7,5	0,5704
5	10,1	0,1081	6,5	0,1622	7,3	0,1901
6	8,2	0,0676	2,2	0,0961	4,0	0,0769
7	10,6	0,0212	6,7	0,0271	6,6	0,0345

Untuk *cluster* yang kedua hasil menunjukkan hasil peningkatan debit banjir setelah seluruh kawasan terbangun. Pada periode ulang 2 tahun nilai debit banjir berkisar antara 0,0031 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,3008 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan untuk periode ulang 5 tahun nilai debit banjir berkisar antara 0,0034 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,3491 m<sup>3</sup>/s. Untuk periode ulang 2 tahun semua saluran terpenuhi kapasitasnya dan 5 tahun dampak dari pengembangan lahan berakibat pada satu saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi yaitu saluran KIRI-P9-P8 yang ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kapasitas saluran yang tidak terpenuhi *Cluster* Mayangsunda

Nama Saluran	Dimensi (m)	Debit Maks. (m <sup>3</sup> /s)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /s)	
			2 tahun	5 tahun
KIRI-P9-P8	0,4	0,2502	0,2208	0,2676

Tabel 6 merupakan debit banjir yang terjadi di setiap *outlet* dengan keadaan yang telah terbangun saat ini menggunakan periode ulang 2 tahun dan keadaan setelah terbangun seluruhnya dengan periode ulang 2 dan 5 tahun.

**Tabel 6.** Debit di *outlet* dengan berbagai kondisi *Cluster* Mayangsunda

Titik <i>Outlet</i>	Kondisi Saat Ini		Terbangun Penuh			
	tc (menit)	Q (m <sup>3</sup> /s)	2-tc (menit)	2-Q (m <sup>3</sup> /s)	5-tc (menit)	5-Q (m <sup>3</sup> /s)
1	9,6	0,2989	7,47	0,3422	7,35	0,405
2	12,77	0,517	12,5	1,733	14,22	0,694
3	12,75	0,58	12,74	0,609	12,7	0,754
4	11,65	0,189	7,96	0,233	7,87	0,283

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Persamaan Mononobe dari data curah hujan Padalarang mengalami perubahan nilai pangkat menjadi  $\pm 0,739$ . Peningkatan rata-rata debit di titik *outlet* berdasarkan kondisi yang telah terbangun saat ini dibandingkan dengan keadaan terbangun sepenuhnya menggunakan periode ulang 2 tahun di *Cluster* Ratnasasih adalah sebesar 48,93 % sedangkan untuk *Cluster* Mayangsunda sebesar 69,49 %. Di *cluster* yang pertama terdapat 3 buah saluran yang terindikasi kapasitasnya tidak mencukupi pada periode ulang 2 tahun dan 4 saluran pada periode ulang 5 tahun sedangkan pada *cluster* yang kedua hanya terdapat 1 saluran pada periode ulang 5 tahun.

### Rekomendasi

Diperlukan observasi secara berkala untuk mengukur ketinggian air di saluran, terutama saluran yang kapasitasnya tidak terpenuhi. Dengan kondisi KBP yang masih dalam tahap pengembangan diperlukan stasiun hujan otomatis untuk mendapatkan curah hujan berdurasi pendek yang akan digunakan di dalam

perencanaan sistem drainase. Analisis yang dilakukan pada studi menggunakan karakteristik saluran terbuka, sehingga untuk studi selanjutnya digunakan bantuan peranti lunak *Storm Water Model Management (SWMM)*.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis dengan segala kerendahan hati ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada Bapak Doddi Yudianto, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan mencurahkan tenaga serta pikirannya selama proses bimbingan, tidak sedikit ilmu dan saran yang penulis terima yang sangat bermanfaat di dalam menunjang keberhasilan studi ini.

### **REFERENSI**

Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Andy Offset, Yogyakarta.