



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<br>(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<br>(Steven Reinaldo Rusli, Jin Tao Liu, Doddi Yudianto)..... | 1  |
| STUDI EVALUASI KUALITAS AIR SITU GEDE KOTA TANGERANG<br>(Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati, dan Indra) .....   | 16 |
| KORELASI ANTARA SUBSIDEN – AIR TANAH – EMISI KARBON LAHAN RAWA GAMBUT<br>(L. Budi Triadi, Maruddin F. Marpaung).....   | 30 |
| KAJIAN TERHADAP KETEPATAN PEMETAAN KERENTANAN PENCEMARAN AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE DRASTIC PADA KONDISI DATA AKIFER TERBATAS<br>(Elly Kusumawati B).....                | 41 |

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

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

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

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

|  |     |
|--|-----|
| PERENCANAAN PENGENDALIAN BANJIR DI JAKARTA<br>(Tri Hardhono, Beny Syahputra).....  | 118 |
| ANALISIS SISTEM CLUSTER SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN LIMPASAN PERMUKAAN PADA KAWASAN INDUSTRI<br>(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<br>(Dede Sumarna, H. Bakhtiar. AB)..... | 132 |
| PENGENDALIAN BANJIR PADA KAWASAN TAMBANG TIMAH DI KABUPATEN BANGKA<br>(Parindra A. Wardhana, Meru Condro Wiguno, Yudi Wachyudiana).....  | 145 |
| EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN PERMUKIMAN MANDIRI BERWAWASAN PENDIDIKAN<br>(Sandy Sella Fajar, Doddi Yudianto) .....   | 155 |
| EVALUASI DAMPAK PEMBANGUNAN GEDUNG TERHADAP KINERJA SISTEM DRAINASE KAMPUS<br>(Arnold Saputra, Doddi Yudianto).....  | 163 |
| EVALUASI KINERJA SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN PEMUKIMAN DI BANDUNG TIMUR<br>(Mesta Saktina, Doddi Yudianto).....   | 176 |
| UPAYA PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI CICADAS KOTA BANDUNG<br>(Dwi Aryani Semadhi, Winskayati).....   | 188 |
| PENGUNAAN BIOPORI SEBAGAI ALTERNATIF MENGURANGI GENANGAN BANJIR DAERAH PERKOTAAN<br>(Achmad Syarifudin, Hendri, Mega Yunanda) .....  | 196 |

|   |     |
|---|-----|
| OPTIMASI SISTEM PERKUATAN TANGGUL BANJIR SUNGAI TEMBUKU DALAM MENANGGULANGI POTENSI BANJIR KOTA JAMBI<br>(Slamet Lestari).....                      | 200 |
| PENANGANAN EROSI PANTAI DI DESA PUSAKA JAYA UTARA SAMPAI DENGAN MUARA BUNTU KABUPATEN KARAWANG<br>(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<br>(Feril Hariati).....            | 225 |
| PERAN MASYARAKAT DALAM PENGENDALIAN DAYA RUSAK AIR DI KABUPATEN BOGOR<br>(Widya Nasarita Fitriz, Parindra Ardi Wardhana, Meru Condro Wiguno).....   | 236 |
| EVALUASI TINGKAT KEPEKAAN SISWA TERHADAP PELESTARIAN SUMBER DAYA AIR<br>(Anastasia Septya Wardaningrum dan Tidani Sillo Hines Aluhnia Zebua).....   | 248 |
| ANALISIS RISIKO KEMITRAAN PEMERINTAH SWASTA (KPS) PADA PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTMH)<br>(Ririn Rimawan).....                   | 258 |
| PERLINDUNGAN KAWASAN PENYANGGA MATA AIR SEBAGAI UPAYA KONSERVASI MELALUI KKN-PPM<br>(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.

## ANALISIS SISTEM CLUSTER SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN LIMPASAN PERMUKAAN PADA KAWASAN INDUSTRI

Obaja Triputera Wijaya<sup>1\*</sup>, Doddi Yudianto<sup>1</sup>, dan GUAN Yiqing<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia  
<sup>2</sup>Collage of Hydrology and Water Resources Engineering, Hohai University, Nanjing, China  
<sup>\*</sup>obajaodie@gmail.com

### Abstrak

*Penerapan dari sistem drainase berkelanjutan mengharuskan sebuah sistem drainase mampu mengontrol peningkatan dari limpasan akibat dari sebuah pembangunan. Tak hanya itu, sistem drainase berkelanjutan juga harus mampu untuk melakukan konservasi air, salah satu contohnya adalah penyediaan air baku. Sebuah daerah industri di Tangerang, dengan luas seluas 2400 ha direncanakan untuk menjadi sebuah daerah industri dengan menggunakan sistem cluster. Sistem cluster yang dimaksud adalah sistem dari penanganan banjir dilakukan dengan menyediakan kolam detensi dimasing-masing cluster yang mana luasan dari cluster tersebut sangat bervariasi. Akibat dari pembangunan tersebut, volume limpasan bertambah sebesar 83.25% untuk periode ulang 10 tahun. Dengan mengambil luas lahan sebesar 4.65 ha atau 4,65% dari 100 ha untuk dijadikan kolam detensi, sistem drainase mampu mengontrol limpasan untuk periode ulang 5 tahun. Dengan meningkatkan luas lahan untuk kolam detensi sebesar per 1%, sistem drainase mampu mengontrol limpasan untuk periode ulang 10, 25, 50, dan 100 tahun.*

Kata Kunci: Sistem Drainase Berkelanjutan, Sistem Cluster, Kolam Detensi, HEC-HMS

### LATAR BELAKANG

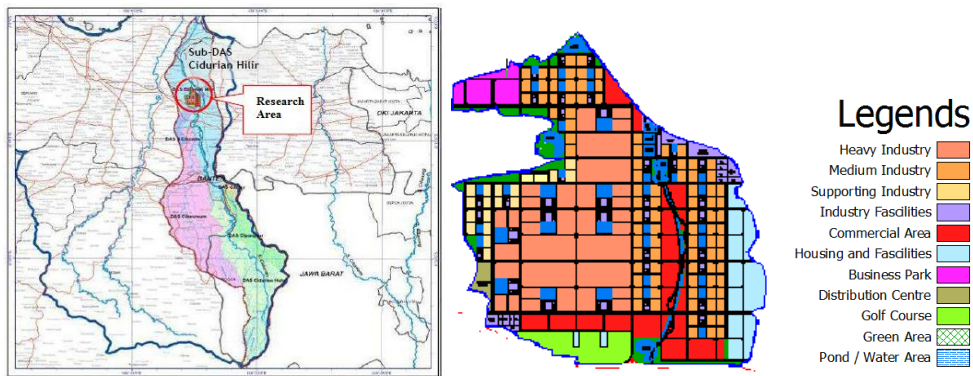
Seiring dengan perkembangan keilmuan yang ada, konsep dari sistem drainase berkembang sesuai dengan kondisi lingkungan ataupun kebutuhan di masa sekarang. Pada mulanya, sistem drainase dimaksudkan untuk mengalirkan secepat-cepatnya kelebihan dari limpasan permukaan keluar dari sebuah kawasan, sistem ini sering juga disebut sebagai konsep "lama". Akibat dari perkembangan dan pembangunan yang sangat pesat, konsep lama ini tak lagi menjadi sebuah solusi yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada sekarang. Oleh karena itu terjadilah pergeseran dari konsep yang lama menjadi sebuah konsep paradigma yang baru (Triweko, 1993). Pada konsep paradigma yang baru ini, kelebihan limpasan tidak harus segera dibuang keluar dari kawasan tetapi harus bisa dimanfaatkan terlebih dahulu.

Sistem drainase yang berkelanjutan merupakan sebuah konsep yang baru atau pendekatan untuk mengatur sistem drainase sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berkelanjutan. Konsep ini merupakan turunan dari konsep paradigma yang baru, yang mana banyak digunakan oleh beberapa negara dengan berbagai nama ataupun pendekatan yang berbeda. Seperti halnya di Amerika Serikat, pendekatan ini disebut sebagai *Low Impact Development* (LID). Konsep dari LID sendiri adalah sebuah pendekatan untuk mengontrol dampak dari sebuah pengembangan lahan, khususnya dampak dari peningkatan limpasan permukaan, dengan berbagai cara yang ramah lingkungan sehingga kondisi sebelum pembangunan tereduksi paling tidak mendekati kondisi sebelum terjadi pembangunan (Hunter, 2009; Mahmmod et.al, 2010).

Secara praktis, banyak cara dalam menerapkan konsep ini dalam sebuah kawasan pengembangan, salah satunya dengan menampung sementara kelebihan limpasan permukaan di sebuah bangunan yang disebut sebagai kolam retensi atau kolam detensi sesuai dengan kebutuhan (Wanielista, 1978; Pazwash, 2011). Sebagai salah satu negara berkembang terbesar di dunia, Indonesia akan direncanakan untuk

berkembang ke sektor industri ([www.mmmindustri.com](http://www.mmmindustri.com)), yang itu artinya akan ada perubahan tata guna lahan secara masif. Penggunaan kolam retensi ataupun kolam detensi merupakan salah satu solusi pengendalian limpasan permukaan yang cukup sering digunakan di Indonesia (Bitu Engineering, 2013; Wijaya, 2013; Millenium, 2014), namun nyatanya dalam upaya penerapan dari kolam retensi maupun detensi ini tidaklah gampang. Isu terbesar di Indonesia dalam pengembangan sebuah kawasan adalah isu pembebasan lahan. Kerap kali isu ini menyebabkan pelaksanaan sistem drainase menjadi tidak sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Seperti contoh pada sebuah kawasan industri di daerah Bekasi mengalami kerugian akibat banjir yang disebabkan oleh sistem drainase yang ada tidak mampu menanggung beban limpasan. Sistem drainase semula direncanakan berdasarkan master plan rencana, namun dikarenakan adanya masalah pembebasan lahan, master plan tersebut berubah dan mengakibatkan sistem drainase yang telah dibangun menjadi tidak efektif.

Pada penelitian ini akan dilakukan penerapan sistem cluster pada sebuah kawasan industri berlokasi di kota Bekasi dengan luas 2400 ha. Kawasan akan direncanakan menjadi daerah yang datar dengan kemiringan rata-rata lahan 0,0005 m/m. kawasan ini juga berada di bawah muka air banjir sungai yang berbatasan langsung dengan kawasan disebelah utara, oleh karena itu berdasarkan *master plan* yang ada sistem drainase direncanakan menjadi semi-polder. Seperti yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini, kawasan industri ini akan direncanakan menggunakan sistem cluster. Maksud dari sistem cluster ini adalah pengendalian limpasan permukaan akan dikendalikan terlebih dahulu di masing-masing cluster dengan menggunakan kolam detensi dan jika ada pengembangan lahan yang baru harus ada luasan lahan yang dikorbankan untuk dimanfaatkan sebagai kolam detensi.



Gambar 1. Lokasi studi

**METODOLOGI STUDI**

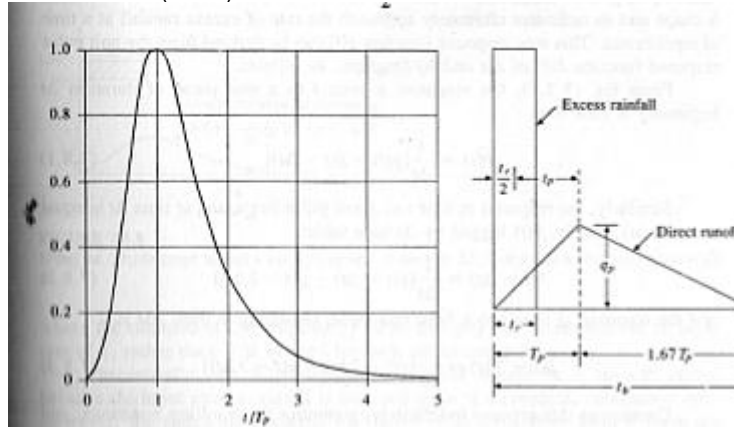
Studi ini dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak HEC-HMS 3.5 untuk mengubah hujan menjadi limpasan menggunakan metode hidrograf satuan sintetis *Soil Conservation Service (SCS)*. Metode SCS ini sendiri mampu melakukan analisis hidrograf secara hipotetis terhadap perubahan lahan, oleh karena itu metode ini sangat sering dipergunakan, khususnya di Indonesia. Konsep dasar dari SCS adalah, debit diekspresikan sebagai rasio antara debit –debit puncak dan waktu-waktu puncak dari hidrograf satuannya (Chow, 1988). Nilai dari debit puncak dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$Q_p = \left\{ \frac{CA}{T_p} \right\} \tag{1}$$

$$T_p = \left\{ \frac{t_r}{2} \right\} + t_p \tag{2}$$

Dimana:

- $Q_p$  : Debit puncak ( $m^3/s$ )
- $C$  : Konstanta (2,08 untuk satuan SI)
- $A$  : Luas daerah ( $km^2$ )
- $T_p$  : Waktu puncak (menit)
- $t_r$  : Waktu hujan efektif (menit)
- $t_p$  : Waktu keterlambatan (menit)



Gambar 2. Ilustrasi UHS-SCS

Ada dua parameter yang digunakan dalam mengubah hujan menjadi limpasan menggunakan metode SCS, *Curve Number* (CN) dan waktu konsentrasi ( $t_c$ ). Dalam penelitian ini, rumus yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi menggunakan rumus dari *Natural Resources Conservation Service* (NRCS). Rumus ini cocok untuk area yang memiliki luas kurang dari 800 ha dan mempunyai parameter salah satunya adalah CN, sehingga dengan menggunakan rumus ini dapat meninjau dampak dari perubahan tata guna lahan (SCS, 1986). Rumus NRCS ini sesuai dengan lokasi studi dikarenakan pada lokasi studi ini akan ada perubahan tata guna lahan dari sawah menjadi kawasan industri, selain itu juga masing-masing cluster direncanakan seluas kurang lebih 1  $km^2$ . Seperti yang dapat dilihat di bawah, rumus dari NRCS adalah:

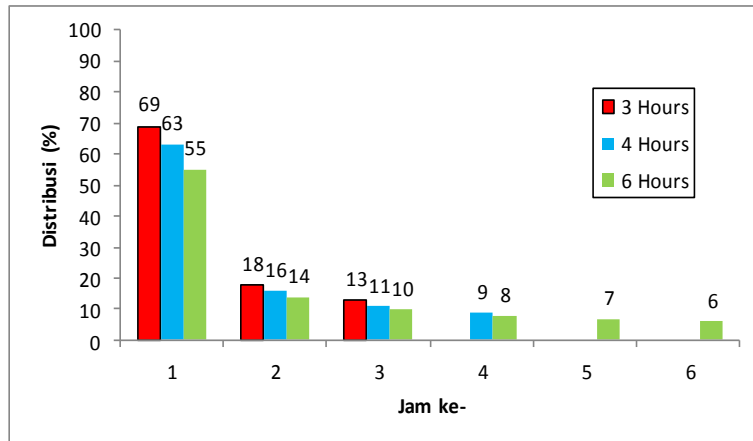
$$T_c = \frac{L^{0.8} [(1000 / CN) - 9]^{0.7}}{1900S^{0.5}} \tag{3}$$

$$M = 1 - p(-6.8 \times 10^{-3} + 3.4 \times 10^{-4} CN - 4.3 \times 10^{-7} CN^2 - 2.2 \times 10^{-8} CN^3) \tag{4}$$

Dimana :

- $T_c$  : waktu konsentrasi (menit)
- $L$  : panjang lahan (m)
- $S$  : kemiringan lahan (m/m)
- $M$  : faktor koreksi untuk daerah kedap air
- $p$  : persen daerah tertutup (%)

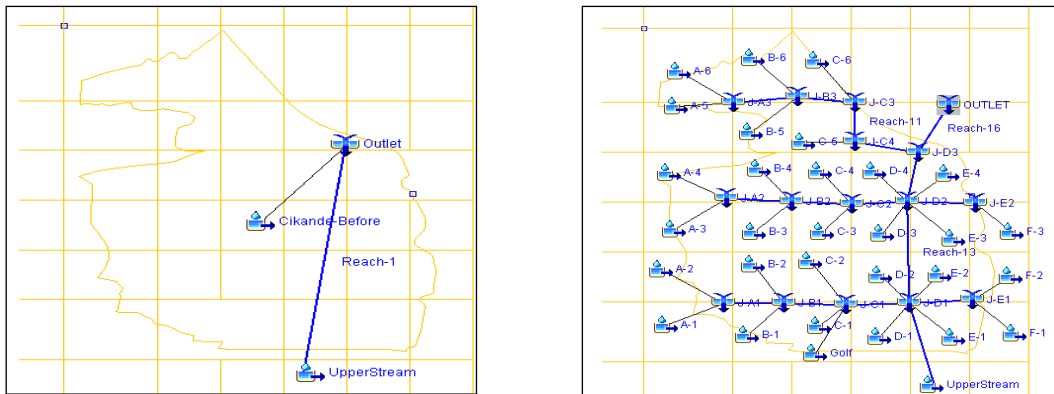
Berdasarkan ketentuan desain drainase di Indonesia, untuk daerah industri, sistem drainase harus mampu menangani sampai dengan periode ulang 5-10 tahun (Suripin, 2004). Berdasarkan dari studi sebelumnya (Wijaya, 2015) hujan di daerah kawasan tersebut mengikuti distribusi Log Pearson III dengan periode ulang 5 tahun sebesar 127,9 mm dan 151,7 mm untuk periode ulang 10 tahun. Dikarenakan tidak tersedianya data hujan durasi pendek, maka distribusi hujan diasumsikan menggunakan distribusi mononobe, seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3. Distribusi hujan Mononobe

### HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Dalam menggunakan HEC-HMS, perlu ada beberapa data dan model yang harus disiapkan terlebih dahulu. Terdapat 4 buah model yang harus disiapkan secara terpisah sehingga model HEC-HMS dapat digunakan. Salah satu model yang harus dibuat terlebih dahulu adalah *basin model*, seperti yang dapat dilihat pada gambar di bawah. Terdapat dua *basin model* yang dibuat, yaitu kondisi untuk sebelum pembangunan dan sesudah pembangunan.



Gambar 4. Basin model untuk dua kondisi

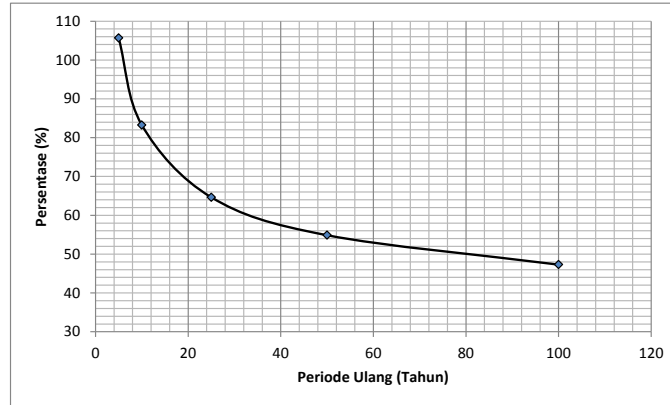
Setelah membangun model fisik dari kawasan, tentunya dibutuhkan data masukkan sehingga model dapat digunakan. Seperti yang dapat dilihat dari tabel di bawah, terdapat beberapa parameter untuk *basin model*. Kebutuhan atau volume kolam yang harus disediakan, berdasarkan konsep dari LID, adalah selisih dari hidrograf sebelum terbangun dan hidrograf setelah terbangun. Menurut Pazwash (2011), dari nilai yang telah didapatkan dengan menggunakan metode tersebut, volume kolam harus dikalikan dengan 1,5-1,75 dikarenakan routing yang dilakukan untuk kolam diasumsikan mengikuti hubungan yang linear (Pazwash, 2011). Oleh karena itu volume dari kolam harus diperbesar untuk mengantisipasi jika terjadi gelombang di dalam kolam.



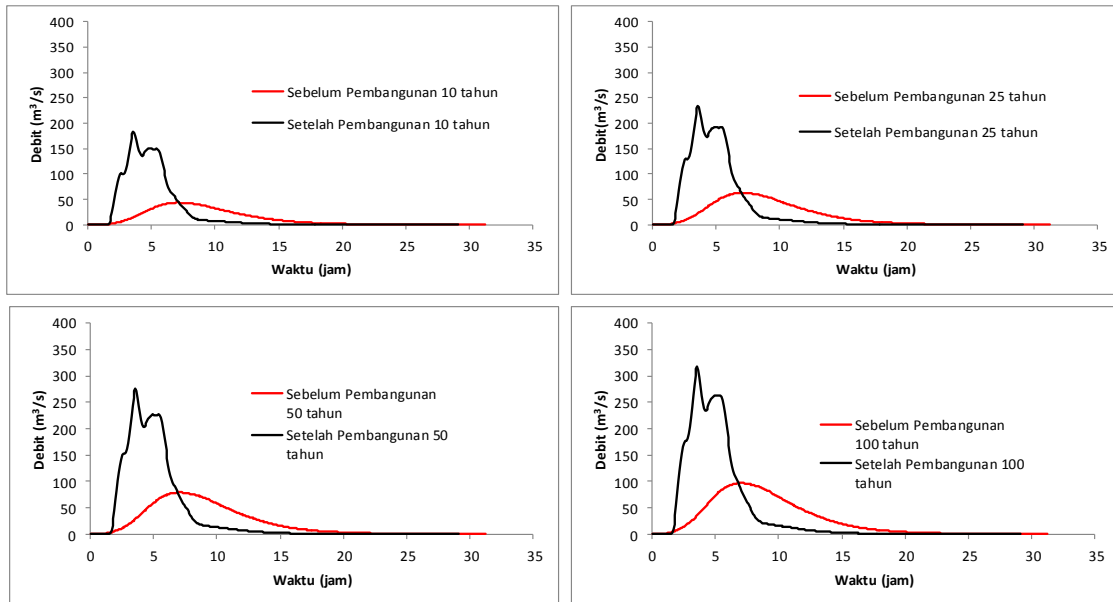
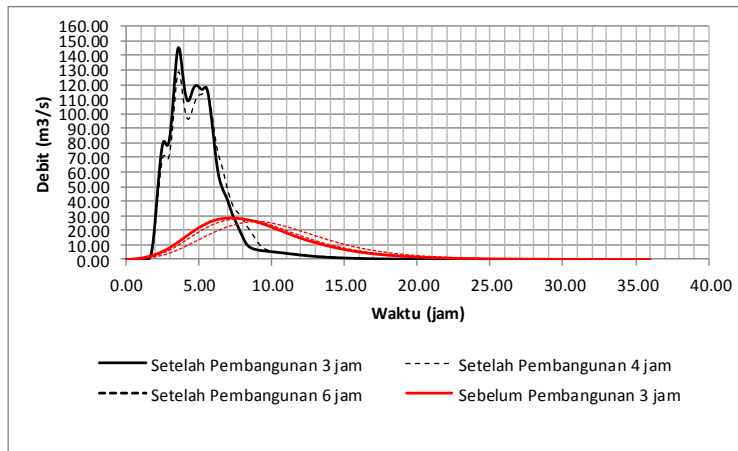
Tabel 1. Parameter untuk *basin model*

| Seksi         | Total Area<br>(m <sup>2</sup> ) | CN<br>Composite | Panjang<br>(meter) | Impervious<br>(%) | Faktor<br>(M) | Slope<br>(m/m) | Tc<br>(min) | T <sub>c</sub><br>Terkoreksi<br>Tc (min) | Lag<br>time<br>min |
|---------------|---------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------|----------------|-------------|--|--------------------|
| A1            | 16,64                           | 85,77           | 600,00             | 70,00             | 0,63          | 0,0008         | 23,33       | 14,65                                    | 8,79               |
| A2            | 70,98                           | 88,00           | 1440,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0008         | 43,28       | 28,74                                    | 17,25              |
| A3            | 95,23                           | 84,85           | 1440,00            | 60,00             | 0,67          | 0,0005         | 61,45       | 41,12                                    | 24,67              |
| A4            | 69,02                           | 77,07           | 1534,26            | 60,00             | 0,59          | 0,0007         | 70,75       | 41,98                                    | 25,19              |
| A5            | 11,09                           | 49,00           | 1300,00            | 0,00              | 1,00          | 0,0025         | 69,29       | 69,29                                    | 41,58              |
| A6            | 73,00                           | 61,00           | 1500,00            | 20,00             | 0,85          | 0,0005         | 128,24      | 109,40                                   | 65,64              |
| B1            | 32,07                           | 92,00           | 1300,00            | 80,00             | 0,70          | 0,0005         | 43,69       | 30,72                                    | 18,43              |
| B2            | 100,00                          | 88,00           | 2000,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0005         | 72,66       | 48,26                                    | 28,96              |
| B3            | 100,00                          | 88,00           | 2000,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0005         | 72,66       | 48,26                                    | 28,96              |
| B4            | 85,51                           | 83,54           | 1700,00            | 60,00             | 0,65          | 0,0005         | 74,88       | 48,92                                    | 29,35              |
| B5            | 66,54                           | 65,63           | 1000,00            | 40,00             | 0,70          | 0,0005         | 82,30       | 57,80                                    | 34,68              |
| B6            | 99,27                           | 79,82           | 1800,00            | 50,00             | 0,68          | 0,0004         | 104,61      | 71,08                                    | 42,65              |
| C1            | 32,07                           | 92,00           | 1300,00            | 80,00             | 0,70          | 0,0005         | 43,69       | 30,72                                    | 18,43              |
| C2            | 100,00                          | 88,00           | 2000,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0005         | 72,66       | 48,26                                    | 28,96              |
| C3            | 100,00                          | 88,00           | 2000,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0005         | 72,66       | 48,26                                    | 28,96              |
| C4            | 100,00                          | 88,00           | 2000,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0005         | 72,66       | 48,26                                    | 28,96              |
| C5            | 100,00                          | 88,00           | 2000,00            | 70,00             | 0,66          | 0,0005         | 72,66       | 48,26                                    | 28,96              |
| C6            | 74,80                           | 81,84           | 2400,00            | 70,00             | 0,57          | 0,0004         | 123,48      | 70,87                                    | 42,52              |
| D1            | 100,00                          | 77,40           | 1200,00            | 80,00             | 0,46          | 0,0005         | 68,80       | 31,71                                    | 19,03              |
| D2            | 100,00                          | 90,00           | 1700,00            | 80,00             | 0,66          | 0,0005         | 58,95       | 38,77                                    | 23,26              |
| D3            | 100,00                          | 90,00           | 1700,00            | 80,00             | 0,66          | 0,0005         | 58,95       | 38,77                                    | 23,26              |
| D4            | 100,00                          | 82,86           | 1700,00            | 60,00             | 0,65          | 0,0005         | 76,60       | 49,46                                    | 29,68              |
| E1            | 97,64                           | 79,40           | 2000,00            | 85,00             | 0,45          | 0,0005         | 97,46       | 43,83                                    | 26,30              |
| E2            | 100,00                          | 81,80           | 2000,00            | 85,00             | 0,48          | 0,0005         | 90,32       | 43,54                                    | 26,12              |
| E3            | 100,00                          | 81,80           | 2000,00            | 85,00             | 0,48          | 0,0005         | 90,32       | 43,54                                    | 26,12              |
| E4            | 103,95                          | 85,02           | 1750,00            | 80,00             | 0,56          | 0,0005         | 72,82       | 40,91                                    | 24,54              |
| F1            | 16,52                           | 70,00           | 925,00             | 80,00             | 0,41          | 0,0005         | 68,87       | 28,39                                    | 17,04              |
| F2            | 35,49                           | 70,00           | 1000,00            | 80,00             | 0,41          | 0,0005         | 73,31       | 30,22                                    | 18,13              |
| F3            | 16,43                           | 70,00           | 1000,00            | 80,00             | 0,41          | 0,0005         | 73,31       | 30,22                                    | 18,13              |
| GOLF          | 95,70                           | 61,00           | 2165,00            | 0,00              | 1,00          | 0,0001         | 384,61      | 384,61                                   | 230,76             |
| Up<br>Stream  | 255,00                          | 61,00           | 5000,00            | 0,00              | 1,00          | 0,0003         | 450,52      | 450,52                                   | 270,31             |
| Total<br>Area | 2400,00                         | 61,00           | -                  | 0,00              | 1,00          | -              | 557,24      | 557,24                                   | 334,34             |

Berdasarkan hasil analisis, untuk periode ulang 10 tahun limpasan permukaan meningkat untuk kondisi setelah terbangun sebesar 1.115.776 m<sup>3</sup>. Sedangkan untuk periode ulang 5 tahun limpasan permukaan meningkat sebesar 991.018 m<sup>3</sup>. Membandingkan hasil dari beberapa periode ulang yang ada, untuk periode ulang yang semakin besar, persen peningkatan limpasan semakin menurun. Seperti yang dapat dilihat pada grafik di bawah, untuk periode ulang 5 tahun limpasan permukaannya meningkat sebesar 105,69% dan period ulang 10 tahun limpasan permukaan meningkat sebesar 83,25% dari kondisi sebelum terbangun.



Gambar 5. Persentase peningkatan limpasan permukaan



Gambar 6. Hidrograf sebelum dan sesudah pembangunan untuk beberapa periode ulang

Dari gambar di atas, dapat disimpulkan bahwa akibat dari pembangunan debit puncak dari limpasan akan meningkat dan waktu menuju puncak yang semakin cepat. Berdasarkan dari hasil analisis, periode atau distribusi hujan yang sangat menentukan adalah hujan dengan durasi 3 jam. Dari hasil ini, maka kebutuhan dari kolam detensi untuk masing-masing cluster dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Pada dasarnya, untuk mendistribusikan kebutuhan akan kolam detensi secara merata maka total kebutuhan kolam detensi akan dibagi sesuai dengan total luas dari kawasan seluas 2400 ha, sehingga didapat kebutuhan tampungan per ha. Setelah itu, karena kolam hanya akan direncanakan pada kawasan industri (74%) tersebut maka akan dihitung kembali kemampuan dari sistem drainase untuk mengendalikan dampak dari peningkatan limpasan permukaan. Dikarenakan pada biasanya, pengembang hanya ingin mengetahui luasan yang harus dikorbankan untuk dijadikan menjadi kolam detensi, maka dalam penelitian ini diasumsikan bahwa kedalaman kolam sedalam 2 meter dengan bentuk kolam adalah persegi. Selain itu juga, outlet dari kolam juga dibatasi dengan menggunakan spillway dengan lebar pelimpah bervariasi dari 1-4 m dan dilengkapi juga dengan pintu dengan ukuran 0,8 m x 1 m untuk alat penguras kolam. Berdasarkan dari asumsi-asumsi tersebut maka didapatkan luas total kebutuhan kolam detensi untuk masing-masing *cluster*.

Secara garis besar hasil dari perhitungan kebutuhan tampungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

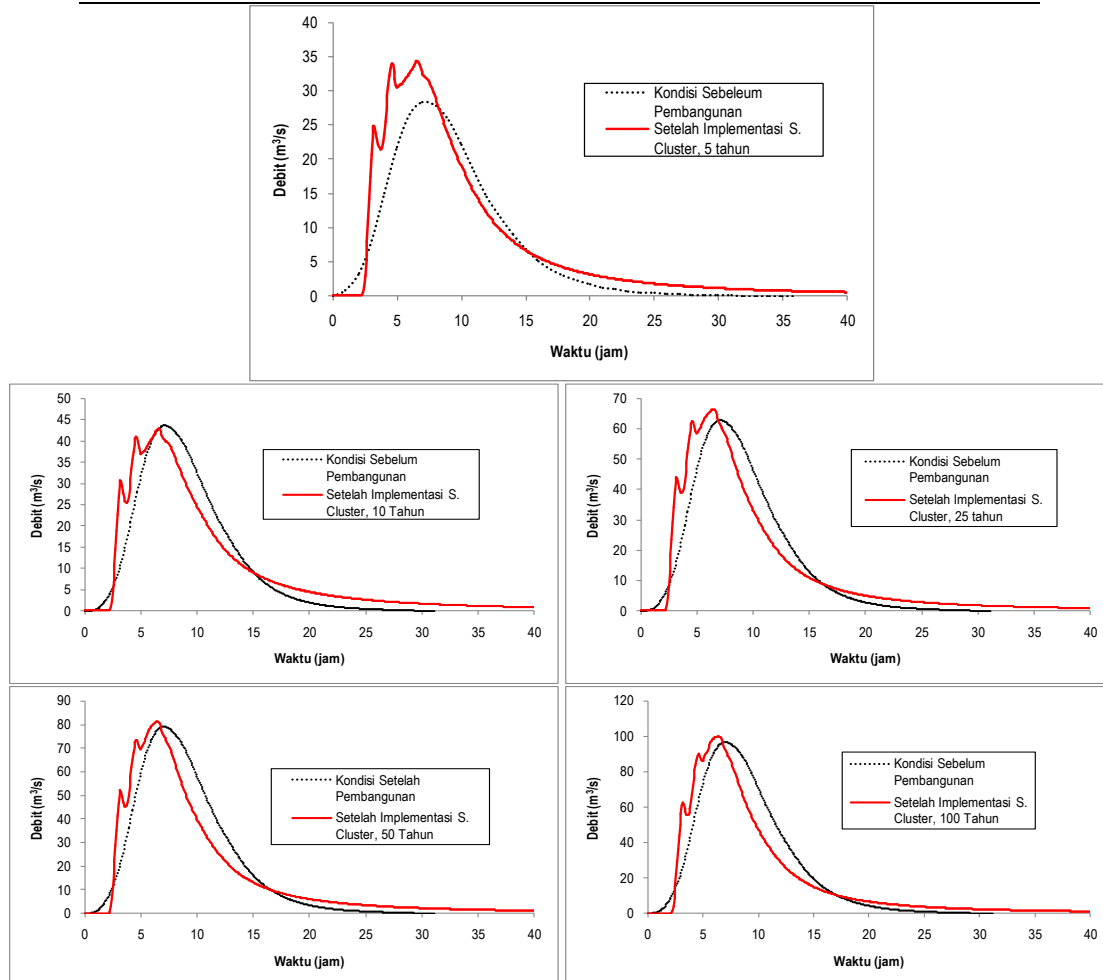
**Tabel 2.** Kebutuhan tampungan untuk masing-masing cluster

| Seksi | Storage<br>(5)<br>m <sup>3</sup> | Storage<br>(10)<br>m <sup>3</sup> | Storage<br>(25)<br>m <sup>3</sup> | Storage<br>(50)<br>m <sup>3</sup> | Storage<br>(100)<br>m <sup>3</sup> | Surface<br>(5)<br>m <sup>2</sup> | Surface<br>(10)<br>m <sup>2</sup> | Surface<br>(25)<br>m <sup>2</sup> | Surface<br>(50)<br>m <sup>2</sup> | Surface<br>(100)<br>m <sup>2</sup> |
|-------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| A1    | 15475                            | 18803                             | 22131                             | 25459                             | 15475                              | 7738                             | 9402                              | 11066                             | 12730                             | 14394                              |
| A2    | 66007                            | 80202                             | 94397                             | 108592                            | 66007                              | 33003                            | 40101                             | 47198                             | 54296                             | 61393                              |
| A3    | 88568                            | 107614                            | 126661                            | 145708                            | 88568                              | 44284                            | 53807                             | 63331                             | 72854                             | 82377                              |
| A4    | 64188                            | 77991                             | 91795                             | 105599                            | 64188                              | 32094                            | 38996                             | 45898                             | 52800                             | 59701                              |
| B2    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| B3    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| B4    | 79521                            | 96622                             | 113723                            | 130824                            | 79521                              | 39760                            | 48311                             | 56861                             | 65412                             | 73963                              |
| B5    | 61884                            | 75192                             | 88501                             | 101809                            | 61884                              | 30942                            | 37596                             | 44250                             | 50905                             | 57559                              |
| B6    | 92323                            | 112178                            | 132032                            | 151886                            | 92323                              | 46162                            | 56089                             | 66016                             | 75943                             | 85870                              |
| C2    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| C3    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| C4    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| C5    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| C6    | 69563                            | 84523                             | 99483                             | 114443                            | 69563                              | 34782                            | 42261                             | 49741                             | 57221                             | 64701                              |
| D2    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| D3    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| D4    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| E2    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| E3    | 93000                            | 113000                            | 133000                            | 153000                            | 93000                              | 46500                            | 56500                             | 66500                             | 76500                             | 86500                              |
| E4    | 96671                            | 117460                            | 138250                            | 159039                            | 96671                              | 48335                            | 58730                             | 69125                             | 79520                             | 89914                              |

Dengan data kebutuhan yang telah didapatkan, maka dengan menggunakan simulasi penuluran banjir tampungan, didapat bahwa dengan jumlah luasan yang telah ditentukan, seperti yang disajikan pada tabel di atas, menunjukkan bahwa kolam mampu mereduksi hidograf banjir sampai paling tidak mirip dengan hidograf banjir sebelum terjadinya pembangunan. Seperti yang dapat dilihat pada tabel di bawah, perbandingan antara setelah implementasi dari sistem cluster dengan kondisi yang ingin dicapai. Dan pada gambar di bawah juga dapat terlihat jelas bahwa dengan mengorbankan lahan sebesar 5,65% untuk dijadikan kolam detensi sedalam 2 m mampu mereduksi banjir dengan periode ulang 10 tahun. Untuk periode ulang yang lebih besar, 25, 50, dan 100 tahun, kebutuhan lahan untuk kolam detensi dengan kedalaman yang sama akan bertambah sebesar 1% untuk setiap peningkatan periode ulang.

**Tabel 3.** Kebutuhan tampungan untuk masing-masing cluster

| Periode Ulang | Debit Puncak S. Cluster (m <sup>3</sup> /s) | Debit Puncak yang ditargetkan (m <sup>3</sup> /s) | Waktu Puncak S. Cluster (Jam) | Waktu Puncak yang ditargetkan (Jam) |
|---------------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|
| 5             | 34,43                                       | 28,44   | 6,58                          | 7,00                                |
| 10            | 42,96                                       | 43,72   | 6,58                          | 7,00                                |
| 25            | 66,52                                       | 63,06   | 6,50                          | 7,00                                |
| 50            | 81,42                                       | 79,30   | 6,50                          | 7,00                                |
| 100           | 100,20                                      | 97,05   | 6,42                          | 7,00                                |

**Gambar 7.** Hasil hidrograf banjir setelah implementasi dari sistem cluster

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari beberapa analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik:

1. Industrisasi membawa dampak pada perubahan tata guna lahan yang masif. oleh sebab itu, peningkatan limpasan permukaan pada kawasan-kawasan yang dikembangkan meningkat seiring dengan perubahan tata guna lahan tersebut. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, untuk

periode ulang yang lebih besar, persentase peningkatan dari volume limpasan permukaan jika dibandingkan dengan kondisi sebelum terbangun ternyata menurun. Untuk periode ulang 100 tahun, volume limpasan hanya meningkat 47,29% dibandingkan dengan kondisi sebelum terbangun. Persentase ini jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan periode ulang 5 tahun yang mana volume limpasannya meningkat sampai dengan 105,69% dari kondisi sebelum terbangun.

2. Implementasi dari sistem cluster ternyata berhasil dalam mengontrol kelebihan limpasan akibat dari industrisasi. Pada penelitian ini, dengan mengorbankan lahan sebesar 5,65% dari total lahan untuk digunakan menjadi kolam detensi dengan kedalaman 2 m, mampu mengontrol limpasan untuk periode ulang 10 tahun. Dengan meningkatkan persentase lahan sebesar 1%, kolam mampu untuk mengontrol limpasan untuk periode ulang yang lebih besar yaitu 25, 50, dan 100 tahun untuk setiap penambahan 1% lahan.

### Rekomendasi

Dalam sebuah penelitian tentunya ada sebuah kekurangan yang bisa menjadi peneilitain berikutnya. Pada penilitain kali ini terdapat kekurangan khususnya pada masalah data hujan durasi pendek, yang mana sangat dibutuhkan dalam melakukan analisis penulusuran banjir tampingan. Oleh karena itu perlu adanya kajian mengenai distribusi dari hujan-hujan pendek dan simulasi kapasitas kolam jika terjadi hujan yang berurutan.

### REFERENSI

- Bitu Engineering. (2010) DED Flood Control Study and New Retention Ponds of MM2100 Industrial Town *Technical Recommendation*, Bandung, Indonesia
- Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W. (1998) *Applied Hydrology*, McGraw-hill, New York
- Hunter, H.G., Engel, B. And Quansah, J. (2009) Web-Based Low Impact Development Decision Support and Planning Tool. *2009 AWRA Annual Water Resources Conference*, United States, 10 November 2009
- Mahmmod, R et al. (2010) Impacts of Land Use/Land Cover Change on Climate and Future Research Priority. *American Meteorological Society*
- Media Manufaktur Indonesia.(2014). National Construction of Indonesia. <http://www.mmindustri.co.id>
- Millenium.(2014) Macro Drainage System Design of Industrial Area Cikande, Banten. *Final Report Technical Recommendation*, Bandung, Indonesia (in Indonesia)
- Pazwash, H. (2011) *Urban Storm Water Management*, Taylor and Francis group, USA
- Soil Conservation Service (SCS). (1986) Urban Hydrology for Small Watersheds. *Technical Release 55*, U.S. Department of Agriculture, Washington DC
- Triweko, RobertusWahyudi. (1993) Integrated Urban Drainage Management in Indonesia: Challenge and Opportunity. *Inauguration Speech of Professor in Water Resources Engineering*, Parahyangan Catholic University, Bandung, 1 December 2007. A Paradigm
- Wanielista, M.O. (1978) *Storm Water Management Quantity and Quality*, Ann Arbor Science Publisher, Incs., Ann Arbor Mich
- Wijaya, ObajaTriputera. (2013) Drainage System Design ASTRA Honda Motor Storehouse Cibereum 47 Bandung. *Undergraduate Thesis of Parahyangan Catholic University*, Bandung, Indonesia (in Indonesia)