



# SEMINAR NASIONAL TEKNIK SUMBER DAYA AIR 2016



## BUKU PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNIK SUMBER DAYA AIR 2016

PERWUJUDAN KETAHANAN AIR, PANGAN DAN ENERGI  
DALAM RANGKA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN  
MASYARAKAT DAN KEMANDIRIAN EKONOMI

SABTU, 17 SEPTEMBER 2016  
UNJANI - CIMAHI, JAWA BARAT

PENYELENGGARA



## **Perpustakaan Nasional Republik Indonesia**

Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air 2016, Perwujudan Ketahanan Air, Pangan dan Energi dalam Rangka Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat dan Kemandirian Ekonomi :

17 September 2016 : prosiding. Universitas Jenderal Achmad Yani : Jurusan Teknik Sipil, 2016

xii, xxx halaman; 21 x 29,7

**ISBN 978-602-71432-3-4**

1. Sumber Daya Air – Seminar 1. Judul

### Reviewer

1. Doddi Yudianto, Ph.D
2. Yessi Nirwana K, Ph.D
3. Olga Pattipawaej, Ph.D
4. Dr. Waluyo Hatmoko
5. Dr. Ariani Budi Safana

### Editor

1. Steven Reinaldo Rusli, S.T., M.T., M.Sc
2. Obaja Triputera, S.T., M.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 978-602-71432-3-4**

Copyright 2016, Jurusan Teknik Sipil Itenas Bandung

Not to be commercially reproduced by any means without permission

Printed in Bandung, Indonesia, September 2016

Penerbit : Jurusan Teknik Sipil Itenas Bandung

## **PRAKATA**

Puji Syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air dengan tema **PERWUJUDAN KETAHANAN AIR, PANGAN DAN ENERGI DALAM RANGKA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT DAN KEMANDIRIAN EKONOMI** dapat dilaksanakan dengan baik pada hari Sabtu, 17 September 2016 di Auditorium dr. Hindarto Joesman – UNJANI – Cimahi. Tema tersebut merupakan perwujudan dari dukungan civitas akademika dan peneliti bidang sumber daya air terhadap program yang dijalankan pemerintah yaitu NAWACITA.

Seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi maka kebutuhan air semakin meningkat terutama untuk keperluan domestik dan industri. Sementara itu, peningkatan alih fungsi lahan untuk keperluan permukiman, komersial, dan industri menyebabkan semakin banyaknya daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia menjadi kritis. Kondisi tersebut disebabkan juga oleh lemahnya penegakan hukum, kurang efisiennya tata kelola, dan perilaku masyarakat yang sering kali mengabaikan pentingnya kelestarian air dan lingkungan, sehingga menimbulkan konflik kepentingan pada pemanfaatan air.

Di sisi lain, pertumbuhan ekonomi mengharuskan pemerintah untuk melakukan pemerataan pembangunan infrastruktur yang bertentangan dengan konsep pelestarian lingkungan. Berdasarkan kondisi tersebut maka dibutuhkan informasi, pengetahuan dan konsep untuk menciptakan inovasi yang mendukung pemerintah dalam mewujudkan pembangunan nasional. Inovasi tersebut diharapkan dapat menjadi solusi terhadap permasalahan sumber daya air yang saat ini membutuhkan perhatian khusus dari seluruh kalangan termasuk didalamnya akademisi, peneliti, praktisi, pengamat lingkungan dan masyarakat.

Penyelenggaraan Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air diharapkan menjadi salah satu acara untuk bertukar informasi dan pengetahuan antara seluruh pemangku kepentingan di bidang sumber daya air. Pada acara ini diharapkan dapat diperoleh ide/gagasan dalam pengelolaan sumber daya air yang mendukung peningkatan kesejahteraan masyarakat dan kemandirian ekonomi di Indonesia.

Seminar ini terselenggara berkat kerjasama antara 12 instansi yaitu: (1) Jurusan Teknik Sipil Universitas Jenderal Achmad Yani; (2) Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan; (3) Program Studi Teknik dan Pengelolaan Sumber Daya Air Institut Teknologi Bandung; (4) Jurusan Teknik Sipil Universitas Langlangbuana; (5) Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional; (6) Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha; (7) Departemen Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung; (8) Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air; (9) Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI) Cabang Jawa Barat; (10) Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air (DPSDA) Provinsi Jawa Barat; (11) Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum; dan (12) Dinas Bina Marga dan Pengairan (DBMP) Kota Bandung.

Kami ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya seminar ini. Semoga seminar ini dapat memberikan manfaat bagi pemangku kepentingan di bidang sumber daya air dalam menentukan kebijakan yang mendukung terwujudnya kesejahteraan masyarakat dan kemandirian ekonomi.

Bandung, September 2016

PANITIA

**DAFTAR ISI**

PRAKATA .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
SAMBUTAN KETUA PANITIA .....	v
SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI.....	vi
SEKILAS TENTANG SEMINAR .....	vii
Latar Belakang .....	vii
Tujuan .....	vii
Tema .....	vii
Sub Tema .....	viii
Peserta .....	viii
Sekretariat .....	viii
Tim Reviewer.....	viii
Susunan Kepanitiaan.....	ix
A. Pengarah : .....	ix
B. Panitia Pelaksana .....	ix
SUSUNAN ACARA SEMINAR.....	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xi

**SUB TEMA : KONSERVASI SUMBER DAYA AIR**

PEMANFAATAN AIR HUJAN DENGAN SARANA TEKNOLOGI ABSAH BAGI PENYEDIAAN AIR BAKU MANDIRI, STUDI PERENCANAAN KECAMATAN BEKASI UTARA KOTA BEKASI (Mohammad Imamuddin).....	1
ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN AIR SUNGAI SA'DAN TERHADAP KUALITAS AIR PDAM TORAJA UTARA (Reni Oktaviani Tarru, Harni Eirene Tarru, Karatego).....	17
PANEN AIR HUJAN – KELOLA AIR HUJAN – LINDUNGI AIR TANAH (Susilawati, Nisanson) .....	29
STUDI PEMENUHAN AIR BAKU KOTA DAN KABUPATEN KUPANG – NTT (Marthen Y. Haning, Robertus Wahyudi Triweko, Salahudin Gozali) .....	35
RE-USE AIR PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) DENGAN MENGGUNAKAN MEMBRAN GUNA MENGURANGI DAYA RUSAK AIR DI PULAU UNTUNG JAWA DKI JAKARTA (Mohammad Imamuddin).....	46
PERENCANAAN SUMUR RESAPAN PADA SISTEM DRAINASE GEDUNG PUSAT PEMBELAJARAN ARNTZ-GEISE (Rista Ghonyvia Dwi Rachmawati, Doddi Yudianto, Steven Reinaldo Rusli).....	60

STUDI PERENCANAAN SUMUR RESAPAN PADA KAWASAN PERMUKIMAN DAN KOMERSIAL DI KOTA DEPOK (Finna Fitriana, Doddi Yudianto, Steven Reinaldo Rusli).....	69
PENJERNIHAN AIR METODE PENYARINGAN PASIR DAN DESINFEKTAN ALAMI BUAH KELOR (Hindra Jaya Zefran, Maria Christine Sutandi).....	79
PENERAPAN METODE <i>ECOTECH GARDEN</i> DI PERUMAHAN TORAJA <i>HOME LAND-</i> TORAJA UTARA (Reni Oktaviani Tarru, Harni Eirene Tarru, Sapardi Sapan Bungin) .....	86
PEMETAAN DRAINASE JALAN DI BANDUNG TIMUR (Dini Handayani) .....	95

## **SUB TEMA 2 : TATA KELOLA SUMBER DAYA AIR**

ASPEK PENGELOLAAN TEKNOLOGI IPAL KOMUNAL BERBASIS MASYARAKAT (Sri Darwati, Elis Hastuti, Fitriyani Anggraini) .....	112
KAJIAN NERACA AIR BENDUNGAN LEUWIKERIS KABUPATEN TASIKMALAYA JAWA BARAT (Yonathan Leonard Prasha, Bambang Adi Riyanto).....	124
TATA KELOLA AIR WADUK TILONG UNTUK IRIGASI LAHAN KERING (Isak Mesah, Robertus Wahyudi Triweko, Susilawati).....	134
STUDI PEMANFAATAN AIR BUANGAN PERMUKAAN PADA DAERAH PERKOTAAN SEBAGAI AIR IRIGASI (Binsar Silitonga).....	143
STUDI PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR DI PULAU SABU (Aprianus M.Y. Kale, Robertus Wahyudi Triweko, Salahudin Gozali).....	150
KAJIAN PEMANFAATAN AIR EMBUNG HAEKRIT SECARA TERPADU DAN BERKELANJUTAN (Victor Frederick, Doddi Yudianto).....	156
MODEL PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI WOLOWONA (Bernadeta Tea, Robertus Wahyudi Triweko, Susilawati).....	165
PENGEMBANGAN IRIGASI RAWA UNTUK KETAHANAN PANGAN DI KABUPATEN SAMBAS - KALIMANTAN BARAT (Roni Farfian, Agustin Purwanti).....	174
TINGKAT KEPUASAN MASYARAKAT TERHADAP PENERAPAN TEKNOLOGI DRAINPILE DI SEI AHAS KALIMANTAN TENGAH (Arif Dhiaksa, Ganggaya Sotyadarpita) .....	188
PENENTUAN KAPASITAS POMPA BERDASAR LUAS AREA GENANGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE SPSS, STUDI KASUS DI DKI JAKARTA (Mohammad Imamuddin, Haryo Koco Buwono, Trijeti) .....	200

**SUB TEMA 3 : MITIGASI BENCANA KEAIRAN DAN PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN**

TINJAUAN KINERJA FITUR-FITUR LOW IMPACT DEVELOPMENT PADA DRAINASE JALAN (Dini Handayani) .....	211
KAJIAN INDEKS KEKERINGAN KEBASAHAN (SPI) TERHADAP NILAI OCEANIC NINO INDEX (Levina, Wanny Adidarma, Putty Adila) .....	221
DATABASE PERINGATAN DINI BANJIR/KEKERINGAN TERINTEGRASI BERBASIS KONSEP CASE-BASED-REASONING (CBR) (Pian Sopian Amsori, Ade Karma, William Marcus Putuhena) .....	228
PENANGANAN BANJIR AKIBAT PENYALAHGUNAAN FUNGSI SISTEM DRAINASE (Try Pujianta Putra, Maria Christine Sutandi).....	237
STUDI PERBANDINGAN DISTRIBUSI HUJAN RENCANA SISTEM DRAINASE KAWASAN PESONA SQUARE (Irwandi, Doddi Yudianto, Obaja Triputra Wijaya).....	248
KAJIAN PEREDAM ENERGI GANDA BENDUNG KRUENG PASE PROVINSI ACEH (Santoso Hartanto, F.Yiniarti Eka Kumala, Slamet Lestari) .....	258
STUDI PERANCANGAN HIDRAULIK BANGUNAN PENGELAK PADA BENDUNGAN LEUWI KERIS TASIKMALAYA (Christopher Andhika Putra, Bambang Adi Riyanto).....	267
PEMODELAN HIDROGRAF BANJIR DI HEC-HMS DENGAN PARAMETER HIDROLOGI DARI HEC-GEOHMS STUDI KASUS PADA DAS BOGOWONTO (Dini Sasri Wiyanti, Bambang Adi Riyanto).....	276
MANAJEMEN BENCANA BANJIR AKIBAT KEGAGALAN BENDUNGAN (STUDI LOKASI BENDUNGAN BATUJAI, KABUPATEN LOMBOK TENGAH) (Kukuh Prasetyo Pangudi Utomo, Parindra Ardi Wardhana) .....	295
EFEKTIVITAS ALTERNATIF PENGENDALIAN BANJIR SECARA STRUKTURAL DI SUNGAI TEMBUKU, KOTA JAMBI (Steven Reinaldo Rusli, Arisesar Hidayah, Doddi Yudianto) .....	317
STUDI PENGENDALIAN BANJIR PADA BATANG KURANJI PADANG SUMATERA BARAT DENGAN TANGGUL (Reva Ayu Nadya, Bambang Adi Riyanto).....	328

## PERENCANAAN SUMUR RESAPAN PADA SISTEM DRAINASE GEDUNG PUSAT PEMBELAJARAN ARNTZ-GEISE

Rista Ghonyvia Dwi Rachmawati<sup>1\*</sup>, Doddi Yudianto<sup>2</sup>, dan Steven Reinaldo Rusli<sup>3</sup>

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

\*ristaghonyvia@gmail.com

### Abstrak

*Studi ini mengambil kasus pada sistem drainase pembangunan gedung Pusat Pembelajaran Arntz-Geise (PPAG) Universitas Katolik Parahyangan (Unpar) yang terdiri dari 2 menara dan 1 gedung sementara yang sudah dimulai dari tahun 2015. Unpar terletak di Kawasan Bandung Utara yang fungsinya sebagai kawasan konservasi air, sehingga perubahan tata guna lahan yang akan dilakukan harus memperhatikan fungsinya sebagai konservasi air. Untuk mempertahankan fungsi kawasan konservasi, salah satu caranya dengan menggunakan sumur resapan. Volume air hujan yang masuk ke dalam sumur resapan hanya dari atap gedung PPAG Unpar. Air hujan tersebut dialirkan melalui talang menuju ke sumur resapan melalui bak kontrol yang berfungsi untuk mengatur limpasan dari sumur resapan. Sumur resapan yang akan dibuat sebanyak 15 sumur resapan dengan diameter 1 m dan kedalaman 6 m. Penyerapan air ke dalam tanah pada sumur resapan mempertimbangkan infiltrasi tanah di lokasi studi. Volume 1 sumur resapan adalah 6,2 m<sup>3</sup>, sehingga volume limpasan yang dapat tereduksi sebesar 93,0 m<sup>3</sup> atau 24,08 %. Besar debit puncak limpasan yang tidak tertampung pada sumur resapan dan bak kontrol kapasitas 2 m<sup>3</sup> pada gedung Arntz, Geise, dan Sementara adalah 7,24 l/s, 7,40 l/s, dan 34,48 l/s. Kapasitas saluran drainase di lokasi studi dapat menampung limpasan tersebut.*

Kata Kunci: Konservasi Air, Sumur Resapan, Perubahan Tata Guna Lahan, Infiltrasi

### LATAR BELAKANG

Peningkatan kegiatan pembangunan yang saat ini terjadi di Kota Bandung menyebabkan berkurangnya daerah resapan air akibat perubahan tata guna lahan. Dampak dari berkurangnya daerah resapan air adalah terjadinya penurunan muka air tanah, meningkatnya volume limpasan, dan rusaknya infrastruktur akibat penurunan tanah. Peningkatan intensitas hujan di Kota Bandung juga menjadi penyebab lain bertambahnya volume limpasan (Aryansyah, 2014). Kota Bandung mempunyai daerah yang digunakan untuk konservasi air, yaitu Kawasan Bandung Utara (KBU). Hal tersebut diatur pada Peraturan Daerah (Perda) Provinsi Jawa Barat Nomor 1 Tahun 2008 tentang Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Bandung Utara.

Universitas Katolik Parahyangan terletak di Jalan Ciembueuit No. 94 Kelurahan Hegarmanah, Kecamatan Cidadap, Kota Bandung, maka dilihat dari letak geografisnya Unpar terletak di Kawasan Bandung Utara. Pemanfaatan ruang yang dilakukan di Unpar harus tetap mempertahankan fungsi lahannya sebagai daerah konservasi air. Perencanaan perubahan tata guna lahan di kawasan Unpar yang dilaksanakan mulai tahun 2015 adalah membangun gedung Pusat Pembelajaran Arntz-Geise (PPAG) yang terdiri atas gedung sementara dan 2 menara PPAG. Pembangunan gedung tersebut menyebabkan luas lahan terbuka yang berfungsi sebagai kawasan konservasi air lebih kecil dibandingkan dengan luas lahan yang tertutup. Untuk mempertahankan fungsi kawasan lindung atau konservasi maka diperlukan perencanaan sistem drainase yang baik agar tidak terjadi genangan saat musim hujan dan meresapkan kembali air hujan ke dalam tanah. Alternatif solusi untuk mempertahankan fungsi konservasi tersebut adalah membuat sumur resapan, sehingga limpasan dari atap gedung PPAG dapat langsung diresapkan ke dalam sumur resapan. Pemilihan solusi untuk membangun sumur resapan karena mempertimbangkan keterbatasan lahan terbuka yang tersedia di lokasi studi.

Tujuan dari penelitian ini adalah pengembalian fungsi lahan Universitas Katolik Parahyangan yang terletak di Kawasan Bandung Utara sebagai kawasan konservasi air dengan cara meresapkan air hujan yang menjadi limpasan melalui sumur resapan.

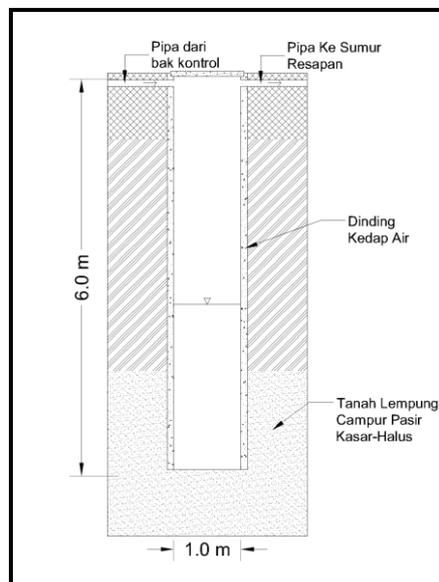
## Sistem Drainase yang Berkelanjutan

Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004). Konsep lama sistem drainase perkotaan yaitu air berlebih sesegera mungkin dialirkan dari kawasan perkotaan ke luar kawasan, sehingga tidak menimbulkan genangan pada kawasan tersebut tanpa memperhatikan kawasan lain akan tergenang atau tidak. Pembuangan air berlebih tersebut melalui permukaan tanah atau melewati bawah permukaan tanah untuk langsung dibuang badan air penerima (sungai, waduk, atau laut).

Sistem drainase yang berwawasan lingkungan tidak lagi memakai konsep lama, tetapi memakai konsep baru. Konsep baru sistem drainase yaitu air berlebih ditahan selama mungkin agar dapat meresap kembali ke dalam tanah atau dapat diolah kembali untuk dimanfaatkan, sehingga volume limpasan yang masuk ke drainase lebih sedikit dan dapat meningkatkan daya guna air berlebih tersebut. Perwujudan sistem drainase yang berwawasan lingkungan dapat didukung dengan membuat bangunan-bangunan air, yaitu kolam detensi, kolam retensi, dan sumur resapan. Bangunan-bangunan tersebut membantu untuk menyerap air berlebih ke dalam tanah sehingga konservasi air dapat dilaksanakan

## Sumur Resapan

Sumur resapan pada dasarnya menyerap air hujan yang jatuh di atap atau lahan yang kedap air pada suatu sistem resapan. Sumur resapan mempunyai kapasitas tampungan cukup besar karena awalnya adalah sumur kosong, sehingga air mempunyai waktu untuk meresap ke dalam tanah. Konstruksi sumur resapan seperti sumur gali yang dilengkapi perkuatan dinding dengan ruang sumur direncanakan kosong guna untuk menampung air semaksimal mungkin hingga dimensinya optimal. Pemanfaatan lahan di areal sumur resapan dapat dimaksimalkan dengan cara menutup bagian atas sumur resapan menggunakan pelat beton. Menggunakan cara tersebut dapat mengimbangi laju pembangunan dan menjaga kualitas lingkungan.



Gambar 1. Konstruksi sumur resapan

Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam sebuah lubang atau sumur agar air hujan dapat memiliki waktu tinggal di permukaan tanah lebih lama sehingga air dapat meresap ke dalam tanah. Air yang meresap ke dalam tanah akan lebih mudah menyerap di jenis tanah pasiran atau ke lapisan tanah yang tidak jenuh. Air akan menembus ke dalam permukaan tanah dan akan mengisi air tanah pada lapisan akuifer dan akan menambah cadangan air tanah pada lapisan tersebut.

Dengan prinsip kerja tersebut, apabila akan membuat sumur resapan maka akan menyalurkan air hujan dari atap rumah atau gedung menuju sumur resapan melalui talang air dan pipa. Untuk membuang kelebihan air yang masuk ke dalam sumur dapat menggunakan pipa pembuang dan bak kontrol yang dilengkapi pelimpah. Fungsi dari pipa pembuang dan bak kontrol tersebut adalah mengalirkan air berlebih dari sumur resapan menuju saluran drainase di dekat lokasi pembuatan sumur resapan.

### Aliran Dalam Pipa

Pipa adalah saluran tertutup yang biasanya berpenampang lingkaran, dan digunakan untuk mengalirkan fluida dengan tampang aliran penuh. Pada zat cair yang mengalir di dalam bidang batas (pipa, saluran terbuka atau bidang datar) akan terjadi tegangan geser dan gradient kecepatan pada seluruh medan aliran karena adanya kekentalan. Tegangan geser tersebut akan menyebabkan terjadinya kehilangan tenaga selama pengaliran (Triatmodjo, 2014).

Kehilangan energi pada pipa sama dengan jumlah perubahan tinggi tempat pipa tersebut dan kehilangan energy akibat pemasukan. Perhitungan kehilangan energi pada pipa lingkaran menggunakan rumus Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

Keterangan:

- f : Koefisien gesekan Darcy-Weibach
- L : Panjang pipa (m)
- D : Diameter pipa (m)
- v : Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

Kehilangan energi yang terjadi akibat pemasukan sebagai berikut:

$$h_e = K_e \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

Keterangan:

- $K_e$  : Koefisien pemasukkan
- v : Kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

### Infiltrasi

Infiltrasi adalah gerakan vertikal ke dalam tanah melalui permukaan tanah (Hadisusanto, 2010). Laju infiltrasi biasanya dinyatakan dengan satuan yang sama dengan intensitas hujan, yaitu mm/jam. Air infiltrasi yang tidak dapat kembali ke atmosfer akan menjadi air tanah. Jika air hujan meresap ke dalam tanah maka tanah keadaannya menjadi jenuh.

Proses infiltrasi dipengaruhi oleh waktu karena jumlah air yang meresap ke dalam tanah dalam rentang waktu tertentu disebut laju infiltrasi. Laju infiltrasi tersebut nilainya akan semakin kecil dan akan konstan jika keadaan tanah jenuh akibat terisi oleh air. Laju infiltrasi tersebut ditentukan oleh beberapa faktor berikut ini:

- A. Karakteristik hujan
- B. Kondisi permukaan tanah
- C. Karakteristik tanah
- D. Kadar air dalam tanah
- E. Aktivitas manusia
- F. Kondisi iklim

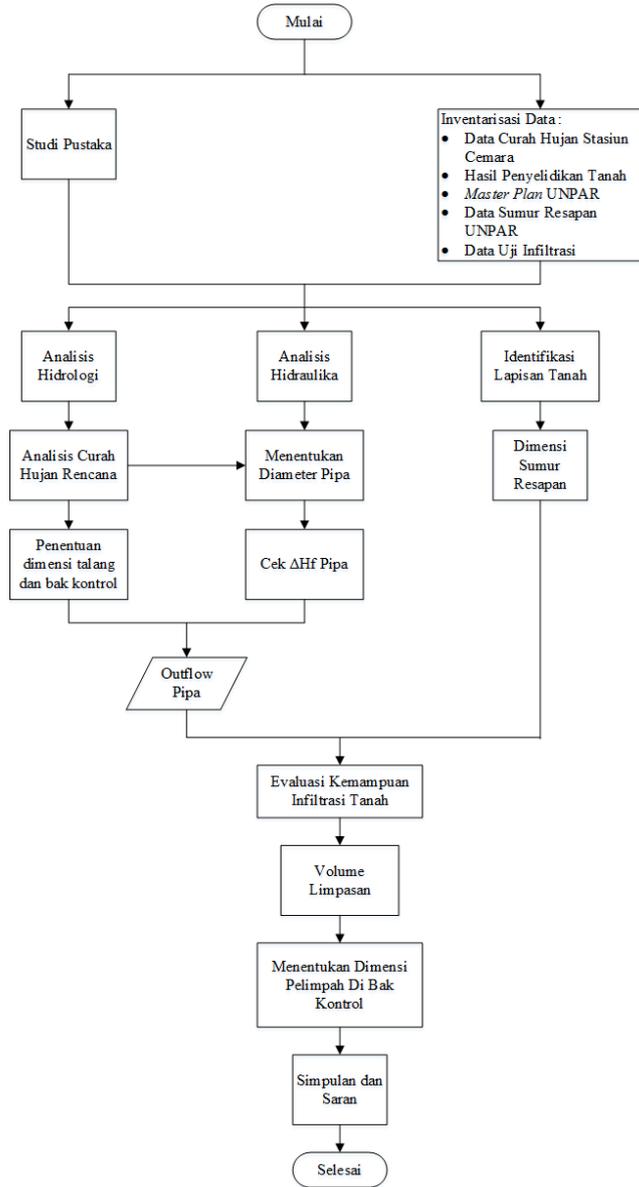
## METODOLOGI STUDI

Metode penelitian yang digunakan pada studi ini ada tiga tahap, yaitu inventarisasi data dan studi pustaka untuk menunjang tahap analisis data. Pada tahap analisis data akan dilakukan analisis hidrologi untuk menentukan dimensi talang dan bak kontrol dan analisis hidraulika untuk mendapatkan kecepatan aliran dalam pipa, sehingga dari kedua data tersebut didapat *inflow* ke sumur resapan. Untuk mendapatkan dimensi sumur resapan dilakukan identifikasi lapisan tanah pada lokasi studi. Tahap ketiga adalah evaluasi kemampuan infiltrasi tanah di lokasi studi sehingga dapat diketahui volume limpasan yang tidak tertampung oleh sumur resapan. Tahap keempat adalah menentukan tinggi pelimpah pada bak kontrol, sehingga air yang tidak tertampung di sumur resapan dan bak kontrol akan dibuang ke saluran melalui pelimpah di bak kontrol.

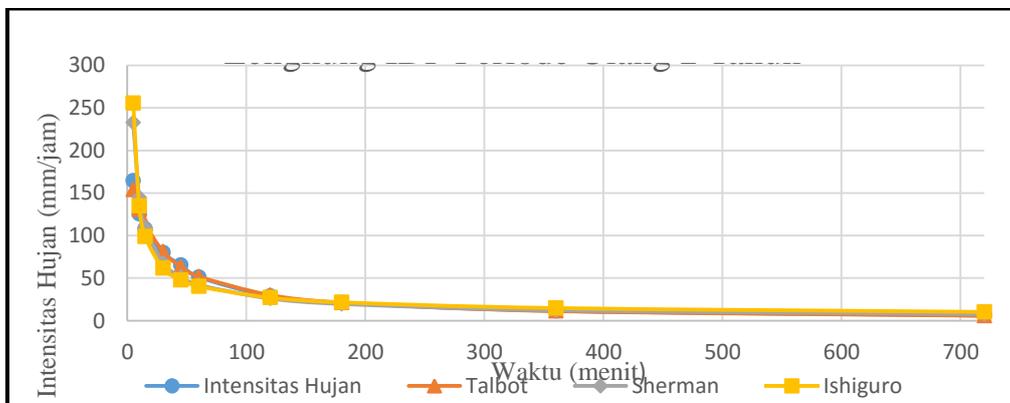
## HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan yang digunakan pada studi ini adalah data curah hujan harian maksimum tahunan dan curah hujan maksimum menitan tahunan dari tahun 1986-2014. Data tersebut didapat dari stasiun hujan terdekat dari lokasi studi, yaitu Stasiun Cemara. Kedua data tersebut akan digunakan untuk menghitung curah hujan rencana dengan berbagai distribusi dan untuk membuat persamaan IDF yang akan digunakan pada metode rasional. Penentuan besarnya curah hujan rencana menggunakan analisis frekuensi. Berdasarkan analisis frekuensi didapat curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun pada Stasiun Cemara adalah 78,3 mm.

Pada studi ini, kapasitas talang air di gedung PPAG dievaluasi menggunakan kondisi curah hujan periode ulang 2 tahun sesuai dengan kriteria perhitungan debit desain saluran drainase untuk kota besar dengan luas daerah tangkapan air kurang dari 10 Ha. Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu (Suripin, 2004). Besarnya intensitas hujan dipengaruhi oleh durasi hujan yang terjadi. Nilai intensitas hujan tidak sama dan acak setiap waktu, sehingga dibutuhkan pendekatan untuk besaran intensitas hujan tersebut. Persamaan yang digunakan secara statistik maupun empiris, diantaranya persamaan intensitas hujan Talbot, Ishiguro, dan Sherman. Berdasarkan data curah hujan Stasiun Cemara diperoleh persamaan intensitas hujan dengan periode ulang 2 tahun yang besarnya paling mendekati, yaitu persamaan intensitas hujan Talbot. Gambar 3 menunjukkan perbandingan ketiga persamaan intensitas hujan dengan hasil dari analisis frekuensi durasi pendek untuk periode ulang 2 tahun.



Gambar 2. Diagram alir penelitian



Gambar 3. Kurva IDF periode ulang 2 tahun

Selanjutnya analisis kapasitas talang air untuk gedung PPAG menggunakan persamaan Talbot, berikut ini persamaan yang digunakan:

$$I = \frac{71,6143}{t + 0,3816} \quad (3)$$

Perhitungan debit banjir rencana yang dibutuhkan untuk perencanaan dimensi talang air menggunakan metode rasional. Koefisien limpasan yang digunakan berdasarkan dari pengukuran debit dan intensitas hujan pada salah satu titik lokasi daerah studi, yaitu 0,789 (Aryansyah, 2014). Hasil perhitungan debit banjir dan dimensi talang air untuk setiap gedung sebagai berikut.

Tabel 1. Dimensi talang air gedung PPAG

Gedung	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Koefisien Limpasan	Qp (m <sup>3</sup> /s)	Lebar Talang (m)	Kedalaman Talang + Tinggi Jagaan (0,1 m)
Arntz	1005,81		0,0032	0,2	0,2
Geise	1016,82	0,789	0,0040	0,2	0,2
Sementara	2909,24		0,2005	0,2	0,25

Pola distribusi hujan yang digunakan pada lokasi studi menggunakan data pola distribusi hujan yang didapat dari stasiun BMKG Bandung tahun 2005-2014. Pola distribusi hujan yang sering terjadi adalah pola distribusi hujan 2 jam. Atas dasar pertimbangan tersebut, maka dalam proses analisis perencanaan sumur resapan menggunakan pola distribusi hujan 2 jam. Tinggi hujan pada jam pertama sebesar 52,71 mm dan jam kedua sebesar 25,59 mm. Volume hujan aktual yang akan digunakan untuk perencanaan sumur resapan didapat dari tinggi hujan pola hujan 2 jam dikalikan dengan luas atap masing-masing gedung PPAG.

Setiap gedung yang ditinjau pada studi ini memiliki diameter dan panjang pipa yang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh debit banjir rencana yang terjadi di atap masing-masing gedung. Panjang pipa dihitung dari bak kontrol ke sumur resapan. Pipa yang dipilih adalah pipa baja, karena pipa tersebut akan diletakkan diatas permukaan tanah sehingga tidak mudah rusak.

Tabel 2. Dimensi pipa yang dibutuhkan

Gedung	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (m)
Arntz	50	0,1016
Geise	57	0,0762
Sementara	50	0,1524

Pada studi ini kehilangan energi ditetapkan untuk seluruh gedung sebesar 0,1 m. Angka tersebut dapat digunakan karena hasil perhitungan dengan cara coba banding (*trial and error*) dari rumus total kehilangan energi menunjukkan bahwa aliran dalam pipa sesuai dengan asumsi yaitu aliran turbulen. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa baja, sehingga tinggi kekasaran pipa yang digunakan adalah 0,0000025 m. Kehilangan energi yang diperhitungkan hanya dari perbedaan tinggi dan akibat pemasukan saja.

Tabel 3. Perhitungan kehilangan energi pada pipa

Data	Gedung		
	Arntz	Geise	Sementara
L (m)	50	57	50
D (m)	0,1016	0,0762	0,1524

$\varepsilon$ (m)		0,0000025	
$\varepsilon/D$	2,46063E-05	3,28E-05	1,64042E-05
f	0,0098	0,01	0,009
Ke		0,5	
g (m/s <sup>2</sup> )		9,81	
$\nu$ (m <sup>2</sup> /s)		0,000001009	
$\Delta H_f$ (m)		0,1	
v (m/s)	0,607124857	0,527103	0,753818104
Re	61133,68231	39806,99	113857,1645

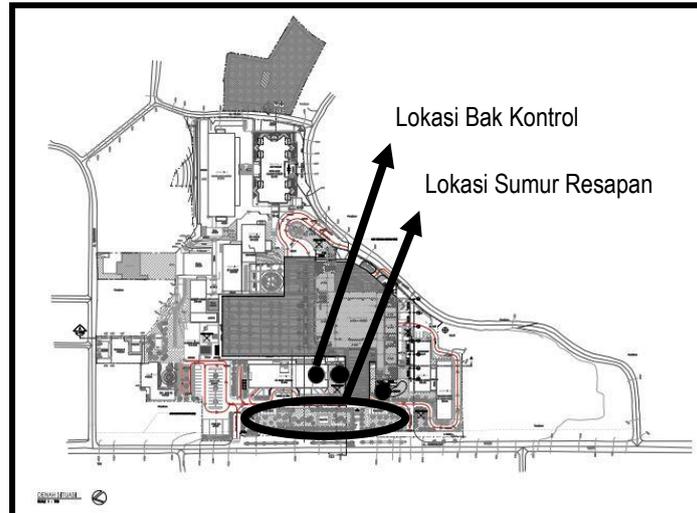
Perhitungan ini pembuktian dari asumsi awal dengan kehilangan energi sebesar 0,1 m maka aliran yang terjadi dalam pipa adalah aliran turbulen. Dilihat dari hasil perhitungan diatas, ketiga pipa yang akan digunakan pada setiap gedung memiliki bilangan  $Re > 4.000$ . Apabila nilai  $Re > 4.000$  maka asumsi awal dapat dikatakan benar yaitu aliran dalam pipa tersebut adalah aliran turbulen.

Sumur resapan dimodelkan dengan pola hujan 2 jam dan periode ulang 2 tahun, dengan alternatif jumlah sumur yang dibangun 15 sumur. Jumlah sumur tersebut dibatasi karena keterbatasan lahan yang dimiliki Unpar. Lokasi sumur resapan tersebut dibangun di halaman gedung rektorat Unpar. Di sisi barat dari halaman gedung rektorat Unpar dibangun dinding penahan tanah, sehingga sumur resapan tidak dapat dibangun dekat dengan dinding penahan tanah. Jarak yang diambil dari dinding penahan tanah ke sumur resapan minimal 5 m.

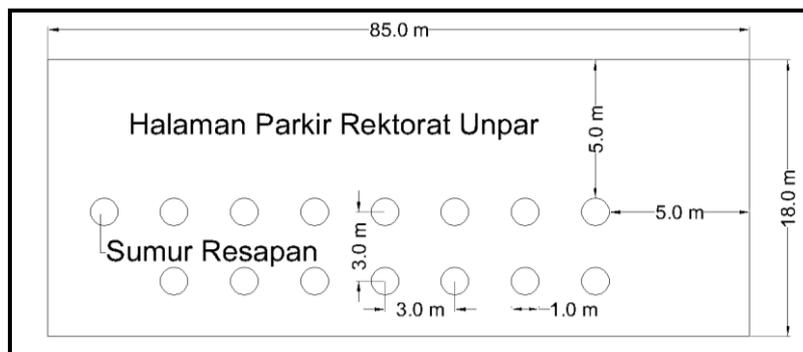
Setiap gedung yang ditinjau memiliki sumur resapan dengan jumlah sumur yang berbeda-beda karena volume hujan yang dihasilkan dari setiap gedung berbeda-beda. Jarak antar sumur resapan berdasarkan berdasarkan SNI 03-2453-2002 adalah 3,0 m. Pemilihan kedalaman sumur pada kedalaman tanah 6 m berdasarkan hasil uji boring yang dilakukan di halaman parkir gedung Rektorat. Deskripsi tanah di titik bor BHM-1 pada kedalaman 6,0 m yaitu lempung campur pasir dan muka air tanah pada kedalaman -13,90 m.

Dengan mempertimbangkan data infiltrasi pada lokasi studi, maka didapat volume sumur resapan yang lebih besar dibandingkan hanya memperhitungkan dimensinya saja. Data infiltrasi didapat dari hasil percobaan pada saat musim kemarau sehingga kondisi tanah pada lokasi studi tidak jenuh. Jika hanya memperhitungkan volume sumur resapan berdasarkan dimensi sumur resapan saja maka jumlah sumur resapan yang dibangun sangat banyak, yaitu 82 sumur resapan. Apabila memperhitungkan data infiltrasi dan seluruh volume limpasan dari atap gedung dapat ditampung sumur resapan, dibutuhkan sebanyak 63 sumur resapan.

Pertimbangan memperhitungkan infiltrasi pada proses peresapan air ke dalam tanah pada sumur resapan ini menyebabkan reduksi jumlah sumur resapan yang dibangun sebanyak 23,17%. Jumlah sumur resapan yang akan dibangun untuk menampung volume limpasan dari tiga atap gedung hanya 15 sumur resapan saja. Penggunaan 15 sumur resapan tersebut dapat mereduksi volume limpasan dari tiga atap gedung sebesar 93,0 m<sup>3</sup> atau 24,08% dari total limpasan.



Gambar 4. Lokasi sumur resapan



Gambar 5. Denah sumur resapan tampak atas

Keterbatasan lahan pada lokasi studi dan mengindahkan nilai estetika, maka bak kontrol dibangun dengan kapasitas  $2 \text{ m}^3$ . Perencanaan bak kontrol di Gedung PPAG menggunakan 2 bangunan keluaran, yaitu pipa ke sumur resapan dan pelimpah yang akan membuang air limpasan dari bak kontrol ke saluran drainase. Semakin besar kapasitas bak kontrol yang disediakan, maka volume limpasan yang terbuang melalui saluran drainase akan berkurang. Debit yang masuk ke sumur resapan melalui pipa dari setiap gedung berbeda-beda.

Sumur resapan memiliki volume yang terbatas, sehingga tidak semua limpasan dari atap gedung akan tertampung di sumur resapan. Pelimpah yang dibuat pada bak kontrol di elevasi  $+1,0 \text{ m}$  akan membuang limpasan yang sudah tidak dapat ditampung oleh sumur resapan. Fungsi dari pelimpah tersebut untuk mencegah genangan di atap gedung. Limpasan yang sudah tidak tertampung di sumur resapan dan bak kontrol akan langsung dibuang menuju saluran drainase melalui pelimpah. Pelimpah tersebut direncanakan memiliki lebar  $30 \text{ cm}$  yang disesuaikan dengan lebar saluran drainase di lokasi studi.

Tinggi pelimpah ditentukan dari tinggi aliran maksimum yang melewati pelimpah ditambah dengan tinggi jagaan sebesar  $15 \text{ cm}$ . Tinggi pelimpah tersebut harus mampu menampung hujan aktual dengan periode ulang 5 tahun. Tinggi pelimpah untuk gedung Arntz dan Geise adalah  $30 \text{ cm}$  dan untuk gedung sementara adalah  $40 \text{ cm}$ . Dengan meningkatkan kapasitas bak kontrol menjadi  $2 \text{ m}^3$ , debit limpasan menuju saluran drainase dapat direduksi menjadi  $7,24 \text{ l/s}$  untuk gedung Arntz,  $7,4 \text{ l/s}$  untuk gedung Geise, dan  $34,48 \text{ l/s}$  untuk gedung Sementara. Penurunan debit limpasan tersebut mengakibatkan kapasitas saluran drainase yang tersedia dapat dikecilkan sesuai rencana.

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

### **Kesimpulan**

Sumur resapan yang dibangun hanya 15 sumur resapan dengan diameter 1 m, kedalaman 6 m, dan jarak antar sumur 3 m. Lokasi pembangunan sumur resapan di halaman parkir gedung Rektorat Unpar. Untuk keseluruhan gedung yang dianalisis maka volume limpasan dari atap gedung yang dapat ditampung oleh sumur resapan sebesar 93,0 m<sup>3</sup> atau 24,08% dari total limpasan. Penggunaan bak kontrol dengan kapasitas 2 m<sup>3</sup>, maka debit limpasan menuju saluran drainase dapat direduksi menjadi 7,24 l/s untuk gedung Arntz, 7,4 l/s untuk gedung Geise, dan 34,48 l/s untuk gedung Sementara. Penurunan debit limpasan tersebut mengakibatkan kapasitas saluran drainase yang tersedia dapat dikecilkan sesuai rencana.

### **Rekomendasi**

Untuk mengetahui besarnya fluktuasi debit sumur resapan perlu dilakukan uji infiltrasi pada saat musim hujan. Debit sumur resapan komunal sebaiknya dimodelkan menggunakan pemodelan matematik aliran air tanah.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih yang mendalam kepada Bapak Doddi Yudiamto, Ph.D selaku dosen pembimbing dan Bapak Steven Reinaldo Rusli, S.T., M.T., M.Sc., selaku ko-pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran selama proses bimbingan, banyak ilmu dan saran yang sangat membantu untuk menyelesaikan dan menunjang studi ini.

## **REFERENSI**

- Aryansyah, R. 2014. *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Kampus Universitas Katolik Parahyangan Jalan Ciumbuleuit*. Bandung.
- Menteri Pekerjaan Umum. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia NOMOR 12 /PRT/M/2014*.
- Pemerintah Provinsi Jawa Barat. 2008. *Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Bandung Utara*. Bandung.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.
- Triatmodjo, B. 2014. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.