

## SI DUDUNG (Sistem Drainase Hijau dan Unggul) Sebagai Solusi Banjir Kota Serang Banten

Restu Wigati<sup>1</sup>, Ngakan Putu Purnaditya<sup>2</sup>, Rifky Ujjianto<sup>3</sup>, Fahrus Sabri<sup>4</sup>,  
Sarrobi Kamal<sup>5</sup>, Graciela Febriyanti Zulfa<sup>6</sup>

<sup>1-6</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jenderal Sudirman Km. 3 Cilegon 42435 Banten  
[restu.wigati@untirta.ac.id](mailto:restu.wigati@untirta.ac.id)

Diterima redaksi: 5 Maret 2021 | Selesai revisi: 6 April 2021 | Diterbitkan *online*: 28 April 2021

### ABSTRAK

Kota Serang merupakan ibukota Provinsi Banten yang dihuni oleh 666.600 jiwa dengan tingkat kepadatan penduduk sebesar 2499 jiwa/km<sup>2</sup> pada tahun 2017. Seiring pertumbuhan penduduk dan meningkatnya perkembangan infrastruktur di Kota Serang mengakibatkan terjadinya penyempitan lahan resapan air, terlebih lagi buruknya kondisi drainase yang ada membuat kota ini menjadi langganan banjir. Salah satu solusi penanggulangan banjir dengan mengaplikasikan sistem drainase yang berkelanjutan melalui konsep manajemen air limpasan untuk meningkatkan kapasitas resapan. SI DUDUNG adalah sebuah konsep sistem drainase berkelanjutan yang sesuai dengan karakteristik jalan yang ada di Kota Serang. Penelitian ini mengkaji data hidrologi menggunakan Metode Rasional yang akan menghasilkan kombinasi serta desain permodelan SI DUDUNG yang cocok diaplikasikan di Kota Serang. Hasil air penampungan SI DUDUNG ini juga dapat dimanfaatkan dan dikelola lebih lanjut sebagai sumber air pada teknologi penyiram tanaman otomatis bagi pohon dan tanaman yang berada di median jalan maupun jalur hijau daerah manfaat jalan. Dengan aplikasi SI DUDUNG ini, air limpasan yang ada di jalan dapat lebih mudah penyerapannya dan lebih dioptimalisasi penggunaannya sehingga dapat menjadi solusi banjir yang kerap terjadi di Kota Serang.

**Kata kunci:** banjir, drainase berkelanjutan, resapan

### ABSTRACT

*Serang City is the capital of Banten Province which is inhabited by 666.600 inhabitants with a population density of 2499 people/km<sup>2</sup> in 2017. As population growth and infrastructure development increase in Serang City, it causes narrowing of water catchment areas moreover the poor drainage conditions make the City this is a flood subscription. One of the flood mitigation solutions is by applying a sustainable drainage system through the concept of runoff water management to increase infiltration capacity. SI DUDUNG is a concept of a sustainable drainage system that is following the characteristics of the road in Serang City. This study examines hydrological data using the Rational Method which will produce a combination of SI DUDUNG modeling and design suitable for application in Serang City. The results of the SI DUDUNG reservoir water can also be utilized and managed further as a water source in automatic plant watering technology for trees and plants that are on the median of the road or the green belt of the road benefits area. With this SI DUDUNG application, runoff water on the road can be more easily absorbed and optimized to be used so that it can become a flood solution that often occurs in Serang City.*

**Keywords:** flood, sustainable drainage, infiltration

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan bencana yang sudah tak asing lagi terjadi di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua Kota di Indonesia mengalami bencana tersebut. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan dan rencana tata Kota pun semakin tidak tertata dengan baik. Selain di permukiman, banjir juga kerap melanda jalan provinsi dan jalan nasional yang dapat melumpuhkan aktivitas Kota, seperti contohnya di Jalan Jendral Sudirman tepatnya di depan Hotel Le-Dian Kota Serang.

Drainase di Kota Serang masih mengadopsi sistem drainase konvensional, dimana prinsipnya air hujan harus secepatnya dialirkan ke sungai agar tidak terjadi genangan. Namun nyatanya saat ini sistem tersebut sudah tidak efektif lagi dalam penanganan banjir. Maka dari itu, Kota Serang pun harus mulai melakukan pemeliharaan [1] dan berbenah diri pada sistem drainasenya dengan mengadopsi sistem drainase berkelanjutan agar bencana banjir secara bertahap dapat teratasi melalui Sistem Drainase Hijau dan Unggul (SI DUDUNG).

### 1.2 Rumusan Masalah

- A. Teknologi yang ramah lingkungan dan sesuai dengan sistem drainase jalan di Kota Serang?
- B. Bagaimana desain Sistem Drainase Hijau dan Unggul (SI DUDUNG) yang baik agar dapat digunakan sebagai sarana penanggulangan banjir?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model penerapan Sistem Drainase Hijau dan Unggul (SI DUDUNG) di Kota Serang sebagai sarana penanggulangan banjir dan meminimalisir daya rusak air menjadi daya manfaat air.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi dalam mengatasi masalah banjir serta menjadi acuan untuk penerapan sistem drainase Kota Serang ataupun daerah perkotaan lain di Indonesia yang tidak hanya menangani permasalahan drainase jalan tetapi juga dapat menangani permasalahan banjir di suatu kawasan perumahan, kawasan perkantoran, kawasan perdagangan maupun kawasan pendidikan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Drainase Berkelanjutan

Pada saat ini limpasan air permukaan dari daerah perkantoran, parkir, kawasan industri, kawasan perumahan, kawasan perdagangan, kawasan pendidikan maupun jalan raya di alirkan ke saluran drainase sebelum akhirnya dialirkan ke sungai. Apabila hujan yang turun sangat deras, saluran drainase berpotensi untuk meluap karena tidak mampu lagi menampung limpasan air tersebut dan mengakibatkan bencana banjir.

Bertolak dari permasalahan diatas, maka konsep dasar pengembangan drainase berkelanjutan adalah meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, serta memperbaiki dan konservasi lingkungan. Pengelolaan limpasan air permukaan harus dilakukan dari skala terkecil seperti rumah tinggal atau yang disebut *source control* lalu berlanjut ke skala yang lebih luas seperti kawasan dan wilayah kota atau yang disebut *site control*. Pengelolaan air limpasan ini dapat mengurangi potensi bencana banjir di daerah hulu karena pada bagian hilir air limpasan sudah dikelola sebelumnya dan memperbanyak cadangan air tanah. Penentuan skala pengelolaan limpasan permukaan ini dapat pula mempermudah dalam melakukan perawatan dari setiap metode.

### 2.2. Sistem Saluran Retensi dan Detensi

Kolam atau saluran retensi merupakan salah satu konsep drainase berwawasan lingkungan, dimana kelebihan air limpasan pada suatu kawasan tidak langsung dilimpaskan ke sungai sebagai badan air penerima (*receiving water*) akan tetapi ditahan pada suatu tempat untuk memberikan waktu yang cukup bagi air untuk meresap ke dalam

tanah. Dengan demikian kolam atau saluran retensi akan berfungsi dalam pengendalian limpasan permukaan dan konservasi air hujan dalam menjaga akumulasi air tanah [2]. Kolam atau saluran retensi dibangun untuk mengatur kelebihan aliran permukaan sehingga dapat terhindar dari bahaya banjir. Sebagaimana kolam atau saluran retensi, kolam detensi juga dibangun untuk mencegah terjadinya banjir. Pada kolam detensi air ditampung sementara waktu kemudian dialirkan kembali ke hilir badan air ketika puncak banjir telah lewat [3].

### 2.3. Sistem Penyiram Tanaman Otomatis

Air yang telah ditampung di kolam atau saluran retensi dialirkan menjadi penyiram tanaman otomatis untuk mengoptimalkan pemanfaatan air resapan. Perencanaan ini dapat

mengadopsi dari hasil penelitian [4], dimana telah dirancang alat penyiraman tanaman otomatis yang bekerja berdasarkan parameter waktu penyiraman dan kelembaban tanah. Selain itu alat ini juga di rancang menggunakan metode *sleep*. Yaitu ketika sensor tidak digunakan maka sensor akan mati dan ketika jadwal yang diperlukan maka sensor akan hidup.

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian drainase SI DUDUNG ini terletak di Jalan Jendral Sudirman Kelurahan Sumurpecung Kecamatan Serang Kota Serang Banten (Gambar 1).



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

### 3.2 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Data primer yang digunakan didapatkan dari keadaan langsung di lapangan berupa dimensi saluran drainase eksisting baik di kiri maupun kanan Jalan Jenderal Sudirman sepanjang 1,73 km dan data sekunder yang diperoleh dari data curah hujan dari UPT Wilayah II Cidurian dan BBWS Ciujung – Cidanau – Cidurian dengan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun. Data yang

ada selanjutnya dianalisis dalam beberapa tahapan berikut:

1. Analisis data yang meliputi perhitungan hujan kawasan, analisa frekuensi, dan analisa hujan rencana.
2. Perhitungan debit rencana dengan menggunakan rumus rasional.
3. Perhitungan dimensi saluran eksisting, perhitungan saluran ekonomis.
4. Perhitungan dimensi untuk saluran detensi dan retensi yang dilengkapi dengan pompa.

### 3.3 Analisis Hujan

Terdapat tiga macam cara yang berbeda dalam menentukan tinggi curah hujan rata rata pada daerah tertentu di beberapa titik pos penakar atau pencatat hujan, diantaranya Metode Rata-Rata Aljabar, Metode *Poligon Thiessen* dan Metode Garis *Isohyet*, penelitian ini menggunakan metode Rata-Rata Aljabar dalam menentukan curah hujan daerah dengan pertimbangan cakupan studi kurang dari 500 km<sup>2</sup>.

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (1)$$

### 3.4 Analisis Frekuensi

Sistem hidrologi terkadang dipengaruhi oleh peristiwa – peristiwa yang luar biasa, seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang sangat ekstrim kejadiannya sangat langka. Analisis frekuensi merupakan salah satu cara untuk menetapkan besaran hujan atau debit banjir rancangan kala ulang tertentu yang didasarkan pada sifat statistik untuk memperoleh probabilitas besaran hujan atau debit dimasa yang akan datang [5]. Sebagai salah satu cara untuk memperkirakan besaran hujan atau debit rancangan dengan kala ulang tertentu, analisis frekuensi dilakukan melalui pendekatan statistik. Parameter statistik digunakan sebagai dasar dalam menentukan distribusi probabilitas teoritik yang cocok terhadap data yang ada.

### 3.5 Kala Ulang

Kala ulang (*return periode*) adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Kala ulang yang digunakan untuk desain hidrologi sistem drainase perkotaan berpedoman pada standar yang telah ditetapkan, seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Kriteria Desain Drainase

Luas DAS (Ha)	Kala Ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 – 25	Hidrograf satuan

Sumber: Suripin, 2004 [6]

### 3.6 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah metode Mononobe, yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2)$$

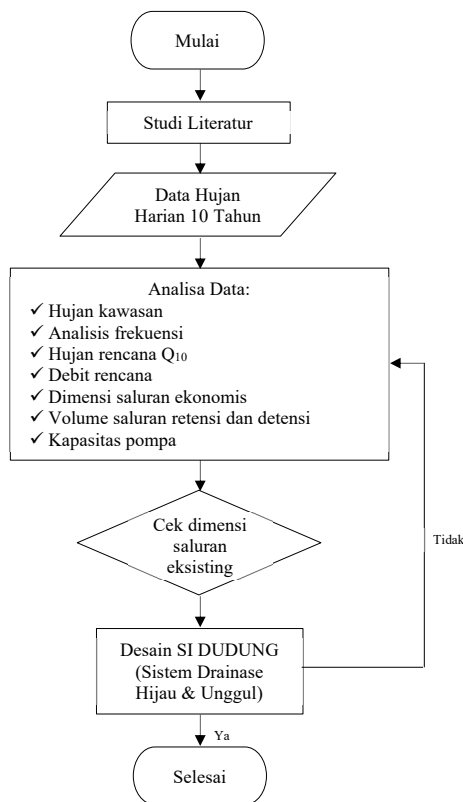
### 3.7 Debit Rencana

Penentuan debit banjir rencana digunakan apabila terdapat data hidrologi yang cukup banyak variabel yang mempengaruhi debit, sedang rumus-rumus empiris umumnya merupakan korelasi beberapa variabel, maka dengan sendirinya tidak mungkin diperoleh hasil yang dapat dipercaya. Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil < 2.5 km<sup>2</sup>. Suatu DAS disebut kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi. Metode Rasional dapat dijelaskan dengan persamaan berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (3)$$

### 3.8 Alur Pikir Penelitian

Alur pikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Bagan Alir

#### 4. Analisis dan Pembahasan

##### 4.1 Sistem Drainase Jalan

Sistem drainase Jalan Jendral Sudirman termasuk sistem drainase minor yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Sistem ini meliputi saluran di sepanjang sisi jalan, saluran atau selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase lainnya dimana debit air dapat ditampung tidak terlalu besar.

##### 4.2 Hujan Kawasan

Penentuan hujan Kawasan Jalan Jendral Sudirman menggunakan data curah hujan dari 3 lokasi stasiun pencatat hujan, yaitu Stasiun Hujan Cicinta, Cisalak Baru dan Rancasumur. Berdasarkan hasil perhitungan dengan diperoleh nilai hujan Kawasan sebagai berikut:

Tabel 2. Data Curah Hujan Rata-rata (DAS Cidurian)

No	Tahun	Stasiun Pencatat Hujan			Rata-rata
		Cicinta	Cisalak Baru	Ranca sumur	
1	2005	115,35	86,17	81,41	94,31
2	2006	78,27	88,88	53,10	73,42
3	2007	134,86	126,46	76,88	112,73
4	2008	82,65	116,06	80,28	93,00
5	2009	93,48	90,15	64,22	82,62
6	2010	116,71	130,08	99,63	115,47
7	2011	68,27	75,79	76,53	73,53
8	2012	77,35	102,79	77,10	85,75
9	2013	85,69	102,75	90,58	93,01
10	2014	121,98	94,29	113,96	110,08

Sumber: UPT Wilayah II Cidurian, 2016

##### 4.3 Analisis Frekuensi

Hasil Analisa frekuensi diperoleh parameter statistik sebagai berikut:

Tabel 3. Pemilihan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3	Cs = 0,19 Ck = 2,84	Mendekati
2	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,40	Cs = 0,19 Ck = 2,84	Tidak Mendekati
3	Log Normal	Cs = 0,49 Ck = 3,44	Cs = -0,01 Ck = 2,89	Mendekati
4	Log Person III	Selain dari nilai diatas	Cs = -0,01 Ck = 2,89	Mendekati

Sumber: Wahyuni, 2016 [7]

##### 4.4 Hujan Rencana

Penghitungan rencana menggunakan periode ulang 10 tahun dan banyaknya data adalah 10 tahun. Berdasarkan uji Chi-Kuadrat ( $x^2$ ) diperoleh hasil bahwa untuk distribusi normal, gumbel, dan log normal dapat diterima karena memiliki nilai  $x^2 < x^2_{cr}$  sedangkan untuk distribusi log person III tidak dapat diterima karena memiliki nilai  $x^2 > x^2_{cr}$ .

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai dengan Uji Chi-Kuadrat

Distribusi	$X^2$	$X^2_{cr}$	Keterangan
Normal	3	5,99	diterima
Gumbel	3	5,99	diterima
Log Normal	3	5,99	diterima
Log Pearson III	9	5,99	Tidak diterima

Sumber: Wahyuni, 2016

Berdasarkan pengujian Smirnov-Kolmogorof diperoleh hasil bahwa untuk semua distribusi dapat diterima (Tabel 5) karena memenuhi persyaratan uji Smirnov Kolmogorof, yaitu  $\Delta P_{max} < \Delta P_{kritik}$ . Namun yang dipilih distribusi

yang memiliki  $\Delta P$  max yang paling kecil yaitu jenis distribusi log normal.

**Tabel 5.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai dengan Uji Smirnov-Kolmogorof

Distribusi	$\Delta P$ Max	$\Delta P$ Kritik	Keterangan
Normal	0,137	0,41	diterima
Gumbel	0,100	0,41	diterima
Log Normal	0,098	0,41	diterima
Log Pearson III	0,174	0,41	diterima

Sumber: Wahyuni, 2016

Berdasarkan hasil pada Tabel 4 dan Tabel 5 di atas maka distribusi terpilih yang digunakan adalah distribusi log normal karena memenuhi syarat pengujian dengan  $\Delta P$  max terkecil 0,098. Perhitungan hujan rencana menggunakan periode ulang 10 tahun diperoleh nilai sebesar 114,71 mm (Tabel 6).

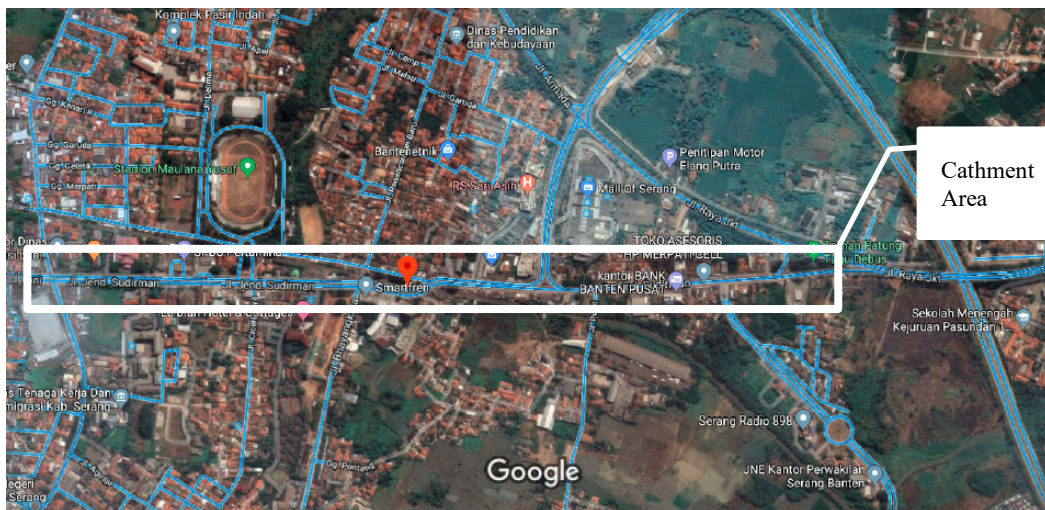
**Tabel 6.** Rekapitulasi Hujan Rencana ( $X_T$ )

Tahun	$K_T$	Log X	Log $X_T$ (mm)
2	0,00	1,97	93,33
5	0,84	2,03	106,86
10	1,28	2,06	114,71

Sumber: Wahyuni, 2016

#### 4.5 Debit Rencana

Analisis debit banjir menggunakan persamaan 3 dengan *Cathment area* drainase pada penelitian ini adalah 0,06055 km<sup>2</sup> (Gambar 3). Nilai debit rencana merupakan kumulatif besaran nilai debit kala ulang 10 tahun, debit air limbah rumah tangga dan debit air gelontor. Rekapitulasi debit rencana untuk desain saluran drainase dapat dilihat pada Tabel 7.



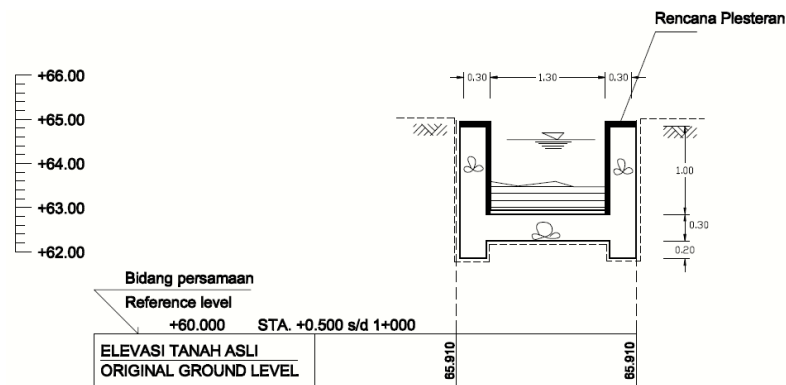
**Gambar 3.** Area Saluran Drainase Jl. Jenderal Sudirman Kota Serang  
Sumber: google maps, 2019

**Tabel 7.** Debit Rencana Saluran Drainase

Kala Ulang (tahun)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q air limbah rumah tangga (m <sup>3</sup> /s)	Q air gelontor (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>T</sub> (m <sup>3</sup> /s)
2	0,148			0,458
3	0,169	0,030	0,280	0,480
10	0,182			0,492

#### 4.6 Dimensi Saluran Drainase Eksisting

Saluran drainase yang aman adalah saluran yang mampu menampung debit rencana yang dialirkan oleh saluran ( $Q_s$ ) lebih besar dari debit rencana ( $Q_T$ ). Gambar 4 berikut ini merupakan penampang melintang saluran drainase kawasan studi dengan debit  $Q_s$  sebesar 0,781 m<sup>3</sup>/s.



**Gambar 4.** Penampang Melintang Saluran Drainase  
Sumber: Dinas PUPR Kota Serang, 2019

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran drainase eksisting aman terhadap debit rencana kala ulang 10 tahun  $Q_s \geq Q_T$ .

#### 4.7 Perencanaan Saluran Retensi-Detensi dan Kebutuhan Pompa

Saluran tampungan retensi dan detensi merupakan bangunan yang difungsikan sebagai tampungan sementara aliran limpasan akibat banjir yang dapat dikombinasikan dengan pompa [8] yang pengoperasiannya berdasarkan elevasi batas minimum sehingga aliran air dapat berpindah. Dimensi saluran retensi disesuaikan berdasarkan volume air limpasan hujan selama durasi waktu  $t$  menit (Tabel 8).

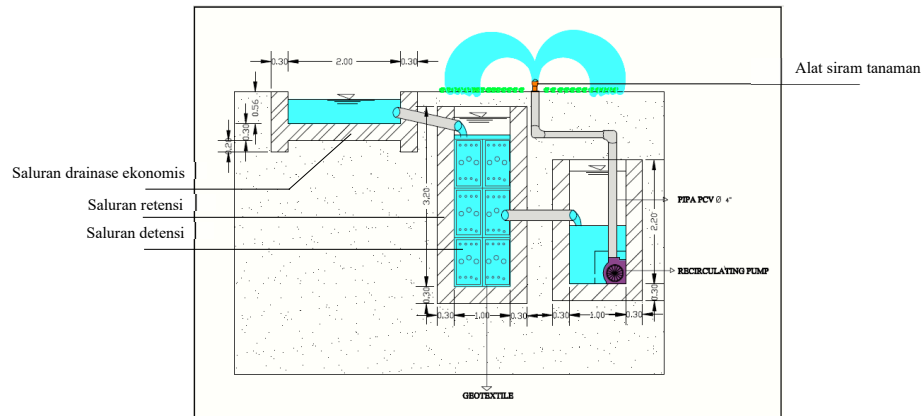
#### 4.8 Desain SI DUDUNG

SIDUDUNG (Sistem Drainase Hijau dan Unggul) merupakan inovasi desain yang berkonsepkan drainase berkelanjutan (ramah lingkungan) dan dapat menjadi solusi bencana banjir. Terdapat 3 penampungan utama, yakni saluran drainase ekonomis, kolam retensi dan kolam detensi. Dari hasil analisis untuk dapat menampung debit banjir kala ulang 10 tahun, SI DUDUNG akan dipasang di 34 titik sepanjang Jalan Jendral Sudirman, Kota Serang, dengan rincian: 17 titik di bagian kanan ruas jalan dan 17 titik dibagian kiri ruas jalan. Output akhir dari air yang telah ditampung di kolam retensi akan dipompa menjadi sumber air untuk penyiram tanaman

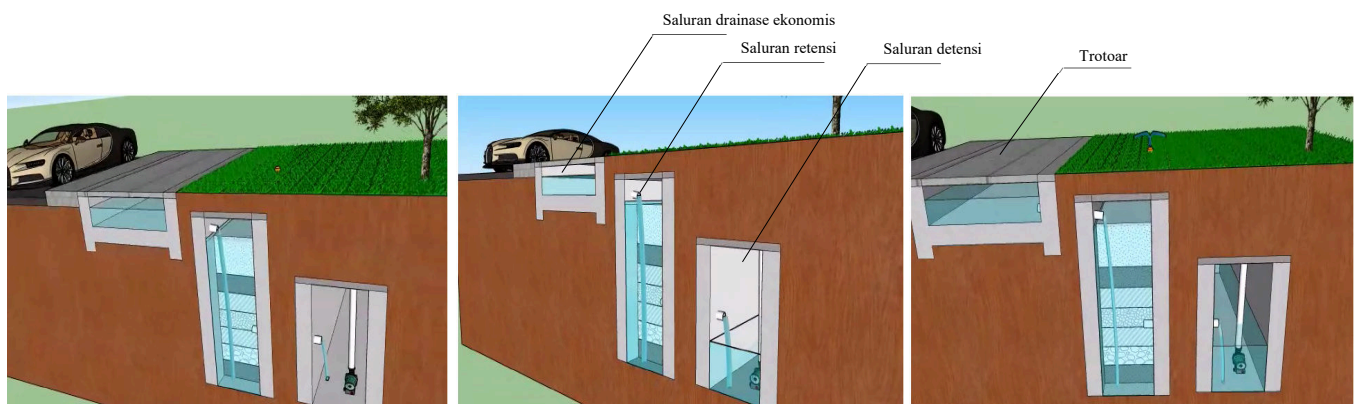
otomatis yang menggunakan sensor berdasarkan parameter waktu dan kelembaban tanah. Berdasarkan hasil analisis volume tampungan dan kapasitas pompa dapat digambarkan desain SI DUDUNG seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6 di bawah ini.

**Tabel 8.** Volume Retensi dan Kapasitas Pompa

T (menit)	Kumulatif Volume ( $m^3$ )	Kumulatif Volume Pompa ( $m^3/s$ )	Kumulatif Volume Kolam Retensi ( $m^3$ )
0	0	0	0
0	31,82	5,94	25,88
60	127,27	11,88	115,39
90	286,35	17,82	268,53
120	509,06	23,76	485,30
150	795,41	29,7	765,71
180	1145,39	35,64	1109,75
210	1510,10	41,58	1468,52
240	1840,61	47,52	1793,09
270	2136,93	53,46	2083,47
300	2399,06	59,4	2339,66
33	2626,99	65,34	2561,66
360	2820,75	71,28	2749,47
390	2980,30	77,22	2903,08
420	3105,67	83,16	3022,51
450	3196,84	89,1	3107,74
480	3253,83	95,04	3158,79
510	3276,62	100,98	3175,64
515	3277,10	101,97	3175,13



Gambar 5. Detail Dimensi SI DUDUNG



Gambar 6. Desain SI DUDUNG (saluran drainase, retensi dan detensi dilengkapi dengan pompa)

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu antara lain:

- Sistem drainase Jalan Jendral Sudirman menggunakan desain saluran drainase ekonomis, saluran retensi dan detensi sebanyak 34 unit yang terbagi rata di sisi saluran sepanjang 1,73 km.
- Saluran drainase ekonomis berukuran kedalaman 0,433 m, tinggi jagaan 0,130 m, lebar saluran 0,87 m. Untuk kolam retensi berukuran panjang 30 m, lebar 1 m, kedalaman 3 m, tinggi jagaan 0,2 m serta untuk ukuran kolam detensi antara lain panjang 15 m, lebar 1 m, kedalaman 2 m, tinggi jagaan 0,2 m. Desain SI DUDUNG dengan dimensi tersebut aman dengan perencanaan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis, maka dapat diambil beberapa saran sebagai berikut:

- Perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang SI DUDUNG untuk kawasan perumahan, kawasan pertokoan, kawasan perkantoran, kawasan perdagangan maupun kawasan pendidikan.
- Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai desain alat penyiram tanaman otomatis dan sumber kualitas airnya.
- Untuk Kawasan pedestriannya perlu diperbanyak lagi tanaman/pohon untuk meningkatkan laju infiltrasi.

## 6. Daftar Pustaka

- Listiawati, Adhitia. 2016. Implementasi Peraturan Daerah Kota Serang Nomor 6 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Serang Tahun



- 2010-2030 (Studi Kasus Pasal 17 Sistem Prasarana Drainase dan Pedestrian) [Skripsi]. Serang (ID): Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [2] Astuti, Desyi, dkk. Analisis Kolam Retensi Sebagai Pengendalian Banjir Genangan di Kecamatan Payung Sekaki. *Jurnal Online Mahasiswa FT Universitas Riau. Volume 3 No.1 Februari 2016.* 1-14.
- [3] Harmani, Evy & Soemantoro. 2015. Kolam Retensi Sebagai Alternatif Pengendaki Banjir. *Jurnal Teknik Sipil Unitomo.* 1(1):73-80.
- [4] Ilham, Khairul. Alat Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Waktu dan Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Atmega328 [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- [5] Sri Harto BR. (2000). *Hidrologi (Teori, masalah, penyelesaian)*. Nafiri Offset.
- [6] Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- [7] Wahyuni, Asriati. 2016. Analisis Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Dalam Desain Kolam Retensi dan Detensi [Skripsi]. Cilegon (ID): Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [8] Departemen Pekerjaan Umum. *Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder dengan Saluran- saluran Utama*.