

## OPTIMASI PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN INDUSTRI DI CIKARANG, KABUPATEN BEKASI, JAWA BARAT

### DESIGN OPTIMIZATION OF INDUSTRIAL ESTATE DRAINAGE SYSTEM IN CIKARANG, BEKASI REGENCY, WEST JAVA

Angela Grace<sup>1)</sup>, Doddi Yudianto<sup>2)\*</sup>, Finna Fitriana<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan  
Jl. Ciumbuleuit No.94, Bandung, Jawa Barat

\*Correspondent E-mail: [doddi\\_yd@unpar.ac.id](mailto:doddi_yd@unpar.ac.id)

Diterima: 04 November 2022; Direvisi: 16 Desember 2022; Disetujui: 17 Desember 2022

#### ABSTRACT

*The development of industrial estates as centers of industrial activity must be equipped with supporting facilities and infrastructure. One example is the construction of an industrial estate in Cikarang, Bekasi District, West Java. The objective of this study is to design a drainage system and flood control to suppress the flood hydrograph after construction to resemble the existing conditions before it was developed. This study used rainfall data from the Cikarang rain gauge and GPM satellite data. Furthermore, the analysis was carried out using the rational method and SWMM simulation. In the planning, the area's drainage system was divided into two channels, the left and right, directed to the main channel. The channel dimensions were designed to accommodate the rainfall for a return period of two years, with a freeboard for the ten years return period. Based on the rational method calculations, the dimensions obtained range from 0.2 x 0.2 m to 0.3 x 0.4 m for gutters, while for channels, it ranged from 0.3 x 0.4 m to 1 x 1 m. After that, the modeling was carried out using SWMM, where the channel dimensions can be optimized from 0.3 x 0.3 m to 1 x 0.8 m. The study results showed that the drainage system planning using SWMM modeling produced smaller channel dimensions than the rational method. In addition, there was an increase in peak discharge and runoff volume, with the most significant increase being more than 300% for the 2-year return period of rainfall, as a result of the changes in land use due to the area development. To prevent the increase, two storage ponds with 88 x 10 m area and equipped with pumps are designed.*

**Keywords:** Drainage system, flood control, land use change, rational method, SWMM

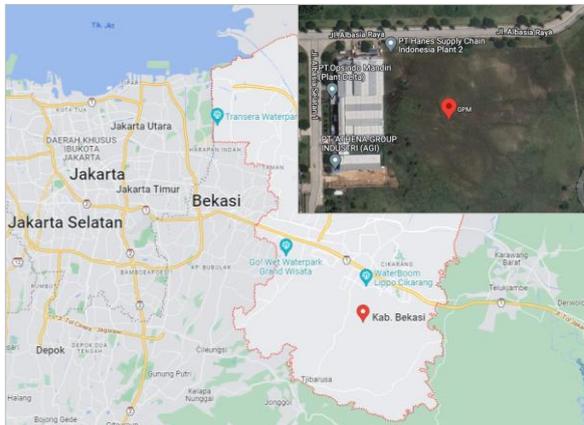
#### ABSTRAK

*Pembangunan kawasan industri sebagai pusat kegiatan industri harus dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang mendukung. Salah satunya adalah pembangunan kawasan industri di Cikarang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Studi ini bertujuan untuk merancang sistem drainase dan pengendalian banjir untuk menekan hidrograf banjir setelah pembangunan agar menyerupai kondisi eksisting saat sebelum dibangun. Studi ini dilakukan dengan menggunakan data hujan dari pos hujan Cikarang dan data hujan satelit GPM. Selanjutnya, analisis dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu metode rasional dan pemodelan menggunakan program SWMM. Pada perencanaannya, sistem drainase kawasan dibagi menjadi dua saluran, yaitu saluran kiri dan kanan, yang keduanya dialirkan menuju saluran utama. Dimensi saluran direncanakan untuk dapat menampung curah hujan rencana periode ulang 2 tahun, dengan tinggi jagaan periode ulang 10 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode rasional, dimensi yang diperoleh berkisar antara 0,2 x 0,2 m hingga 0,3 x 0,4 m untuk talang, 0,3 x 0,4 m hingga 1 x 1 m untuk saluran. Selanjutnya, dilakukan pemodelan menggunakan SWMM, di mana dimensi saluran dapat dioptimalisasi menjadi 0,3 x 0,3 m hingga 1 x 0,8 m. Hasil analisis menunjukkan bahwa perencanaan sistem drainase menggunakan pemodelan SWMM menghasilkan dimensi saluran yang lebih kecil dibandingkan dengan metode rasional. Disamping itu, terjadi peningkatan debit puncak dan volume limpasan, dengan angka peningkatan terbesar mencapai lebih dari 300% untuk curah hujan rencana periode ulang 2 tahun, karena adanya perubahan tata guna lahan akibat pembangunan kawasan. Untuk menanggulangi peningkatan tersebut, direncanakan dua kolam tampungan dengan luas 88 x 10 m yang dilengkapi dengan pompa.*

**Kata Kunci:** Alih fungsi lahan, metode rasional, pengendalian banjir perkotaan, sistem drainase, SWMM

## PENDAHULUAN

Kawasan industri dimanfaatkan sebagai pusat kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana yang mendukung, untuk mendorong pertumbuhan sektor industri agar lebih terarah dan memberikan guna yang optimal untuk perindustrian (Winardi et al., 2019). Sejalan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri, pembangunan kawasan industri dimaksudkan untuk meningkatkan daya saing industri dan upaya pembangunan industri yang berwawasan lingkungan, serta mempercepat pertumbuhan industri di suatu daerah. Pembangunan *warehouse* pada kawasan industri di Cikarang menjadi salah satu contoh pengembangan kawasan industri. Kawasan *warehouse* yang akan dibangun direncanakan memiliki luas area sebesar 5 hektar, dengan lokasi kawasan ditunjukkan pada titik merah dalam **Gambar 1**.



**Gambar 1** Lokasi Studi

Menurut Butler et al. (2018), saat air hujan jatuh ke tanah, air tersebut akan mengalami evapotranspirasi, infiltrasi menjadi air tanah, dan menjadi limpasan pada permukaan. Proses tersebut disajikan pada **Gambar 2**.

Pembangunan kawasan industri dapat memberikan dampak seperti terjadinya peningkatan volume limpasan permukaan dan penurunan infiltrasi akibat perubahan tata guna lahan yang dapat berpotensi banjir apabila debit yang dialirkan ke sungai melebihi kapasitas (Chen et al., 2017). Perubahan tata guna lahan yang dimaksud adalah apabila kawasan natural dikembangkan sebagai kawasan industri, di mana sebagian besar tutupan lahannya berupa lapisan yang kedap air, maka tanah akan mengalami kesulitan dalam menyerap air dan menghasilkan debit limpasan pada permukaan yang semakin tinggi.

Studi ini bertujuan untuk merencanakan sistem drainase dan pengendalian banjir yang memadai bagi kawasan ini. Adapun drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengendalikan air limpasan, sehingga penggunaan lahan tetap optimal (Apriyanza et al., 2018). Secara lebih rinci, perencanaan dalam studi ini meliputi:

- Menentukan dimensi saluran drainase menggunakan metode rasional;
- Mengoptimalkan dimensi saluran drainase melalui pemodelan SWMM;
- Mengevaluasi volume limpasan sebelum dan sesudah pembangunan sebagai dampak alih fungsi lahan;
- Merencanakan dimensi kolam parkir banjir untuk mereduksi dampak pengembangan kawasan akibat pembangunan.



(Sumber: Inglezakis, V.J., et al., 2016)

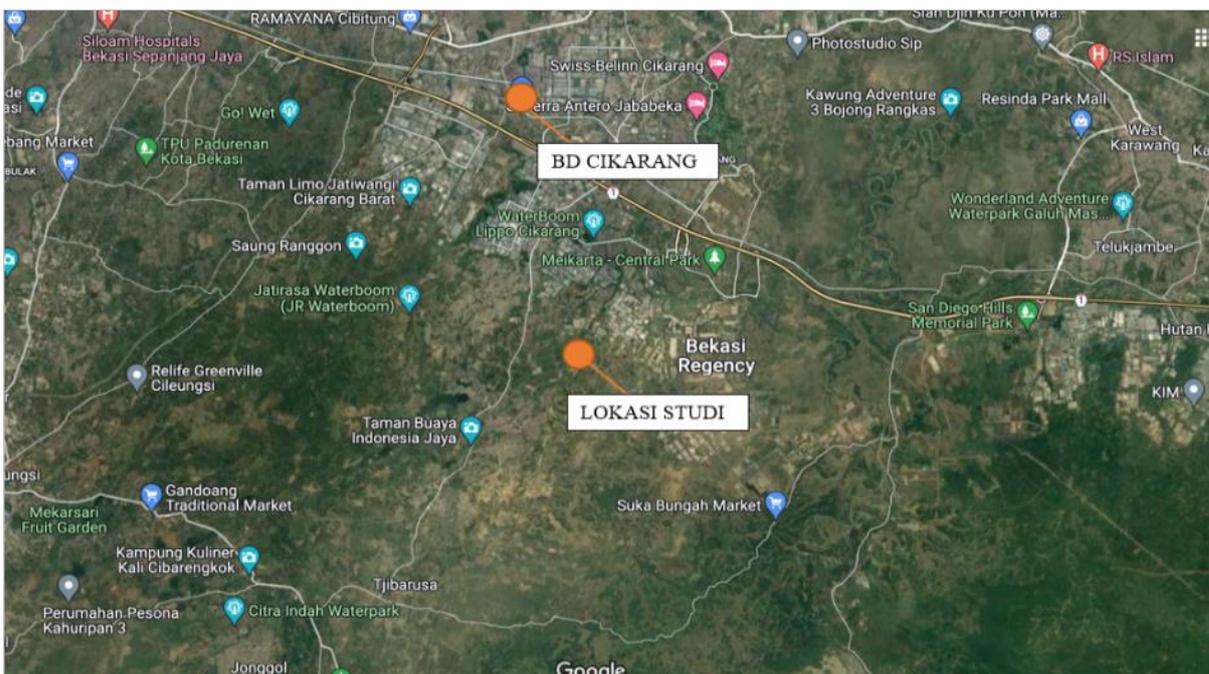
**Gambar 2** Siklus Hidrologi

**METODOLOGI**

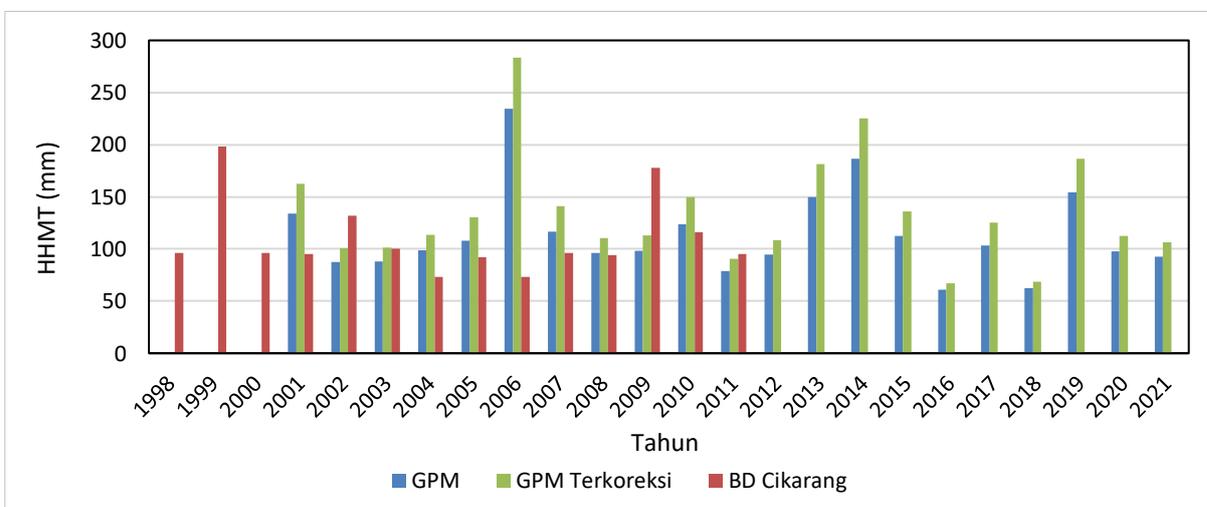
Studi ini mencakup analisis curah hujan dengan menggunakan data pos hujan dan satelit, serta analisis debit banjir rencana dan perencanaan sistem drainase dimensi saluran dengan menggunakan metode rasional dan pemodelan SWMM. Lokasi studi dan pos hujan yang digunakan disajikan dalam **Gambar 3**.

Pada studi ini, analisis dilakukan dengan menggunakan dua data hujan, yaitu data pos hujan Cikarang dan data hujan satelit *Global Precipitation Measurement* atau GPM. Data yang digunakan dari pos hujan adalah data curah hujan harian

maksimum tahunan, dengan rentang data tahun 1998-2011. Dikarenakan adanya keterbatasan data pos hujan, data hujan GPM digunakan untuk kemudian dievaluasi terhadap hasil perhitungan dengan data pos hujan. Adapun data hujan GPM yang diambil pada titik lokasi studi bersumber dari NASA dan merupakan data hujan harian rata-rata yang bersifat global dengan ukuran luas *grid* 10 x 10 km<sup>2</sup> dengan rentang data tahun 2001-2020. Data satelit ini dikoreksi terhadap data pos hujan dengan menggunakan kurva durasi sebelum dipakai untuk perhitungan (Grace et al., 2022). Data hujan yang digunakan disajikan pada **Gambar 4**.



**Gambar 3** Lokasi Studi dan Pos Hujan



**Gambar 4** Data Hujan Harian Maksimum Tahunan yang Digunakan

**Analisis Frekuensi**

Analisis curah hujan merupakan analisis awal data curah hujan sebelum digunakan untuk analisis selanjutnya (Rotikan et al., 2019). Setelah data yang dimiliki lolos uji kelayakan data, maka analisis curah hujan rencana dapat diperhitungkan dengan analisis frekuensi. Analisis frekuensi bertujuan untuk mengaitkan besaran peristiwa ekstrim dengan frekuensi kejadiannya, dengan menerapkan distribusi kemungkinan atau distribusi probabilitas (Suripin, 2004). Persamaan yang dapat digunakan untuk analisis frekuensi menggunakan data hujan harian maksimum tahunan adalah:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot s \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dengan  $X_T$  adalah tinggi curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun,  $\bar{X}$  adalah tinggi curah hujan rata-rata dari seri data,  $K_T$  adalah faktor frekuensi dari jenis distribusi seri data, dan s adalah standar deviasi tinggi curah hujan.

**Metode Rasional**

Metode rasional digunakan untuk merencanakan dimensi talang dan saluran. Karena hanya tersedia data hujan harian, maka untuk memperhitungkan intensitas hujan yang dibutuhkan dalam perhitungan metode rasional, digunakan lengkung IDF Mononobe. Persamaan yang dapat digunakan untuk metode Mononobe adalah:

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

Dengan I adalah intensitas hujan, t adalah lamanya hujan, dan  $R_{24}$  adalah curah hujan harian maksimum. Dalam metode rasional, penggunaan

intensitas hujan tersebut dianggap seragam untuk seluruh DAS yang dimodelkan selama waktu konsentrasi yang ditentukan. Untuk memastikan bahwa saluran yang direncanakan mampu menampung debit air hingga maksimum, maka perlu diperhitungkan debit puncak (Lindawati et al., 2021). Persamaan yang dapat digunakan untuk perhitungan debit didefinisikan sebagai berikut:

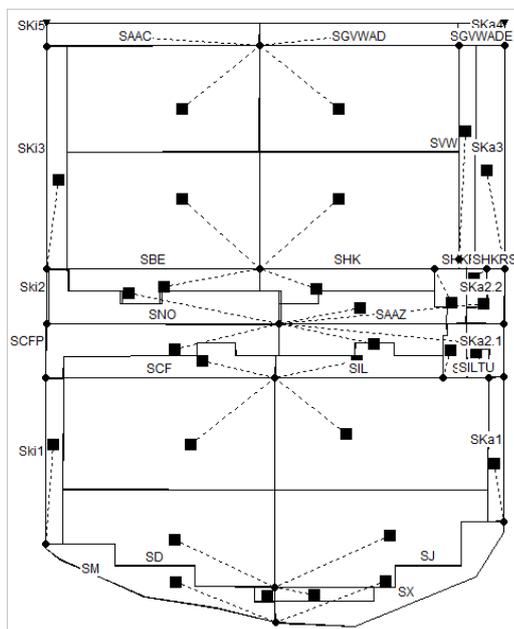
$$Q_p = 0,002778CIA \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dengan  $Q_p$  adalah debit puncak, C adalah koefisien limpasan ( $0 \leq C \leq 1$ ), I adalah intensitas hujan, dan A adalah luas DAS.

**SWMM**

Program SWMM atau *Storm Water Management Model* dapat digunakan untuk mensimulasi sistem yang kompleks dan berbagai macam pengendalian air hujan (Niazi et al., 2017). Pemodelan SWMM digunakan untuk mengevaluasi hasil analisis dengan metode rasional. Selain itu, dampak alih fungsi lahan serta perhitungan dimensi kolam juga dapat diperhitungkan dengan menggunakan SWMM. Studi terdahulu membuktikan bahwa penggunaan SWMM dalam memodelkan kolam dapat diandalkan (Yazdi et al., 2021). Dalam pemodelannya, digunakan hujan nyata yang sesuai dengan durasi hujan simulasi yang ditentukan, sehingga dapat memberikan hasil yang berbeda dari metode rasional (Rossman, 2015). Skema pemodelan SWMM ditunjukkan pada **Gambar 5**.

Pada studi ini, saluran didesain dengan kemiringan berkisar antara 0,3% hingga 0,1% dan elevasi terbesar pada bagian hilir adalah 1,58 m di bawah permukaan tanah.

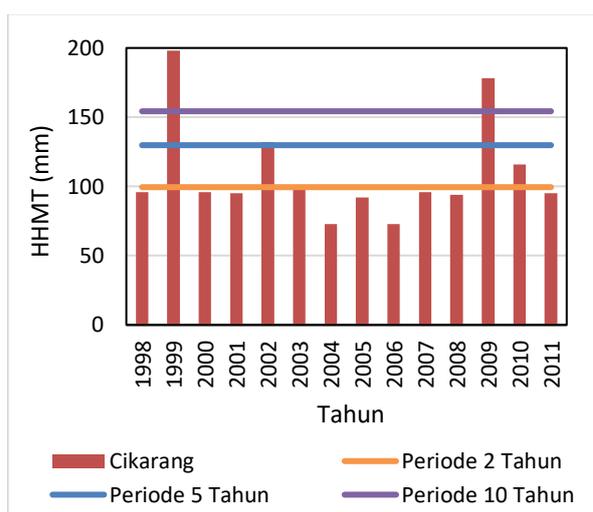


**Gambar 5** Skema Pemodelan SWMM

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Frekuensi

Menurut Chow (1988) dalam *Applied Hydrology* dan Suripin (2004) dalam *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, analisis frekuensi dilakukan dengan menggunakan beberapa distribusi, seperti distribusi Normal, Pearson, GEV, dan sebagainya. Setelah dilakukan perhitungan analisis frekuensi, dinyatakan bahwa penyimpangan maksimum untuk distribusi Log Pearson III bernilai paling kecil apabila dibandingkan dengan distribusi lainnya. Frekuensi terlampaui dari curah hujan rencana dengan data hujan yang dimiliki ditunjukkan pada **Gambar 6** dan **Tabel 1**.



**Gambar 6** Plot Hasil Analisis Frekuensi terhadap Data HHMT Cikarang.

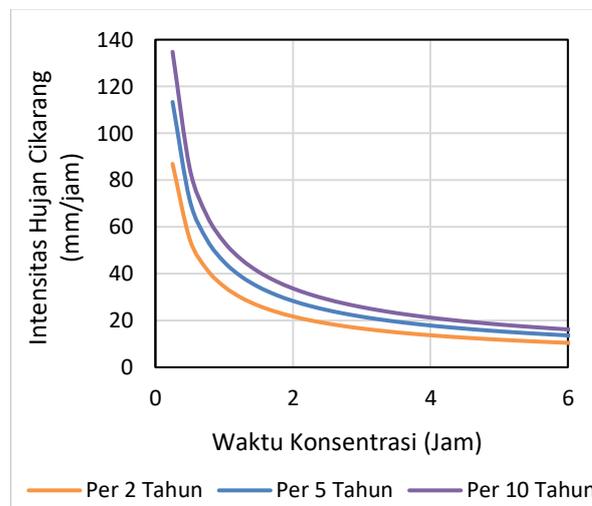
**Tabel 1** Frekuensi Terlampaui

Periode Ulang (Tahun)	Cikarang (Kejadian)	GPM (Kejadian)
2	5	15
5	3	8
10	2	5

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, daerah tangkapan air dengan luas kawasan kurang dari 10 hektar hanya membutuhkan curah hujan 2 tahunan sebagai dasar perencanaan. Oleh karena itu, kapasitas saluran pada studi ini direncanakan agar mampu menampung debit banjir rencana untuk periode ulang 2 tahun dengan tinggi jagaan periode ulang 5 tahun.

### Analisis IDF

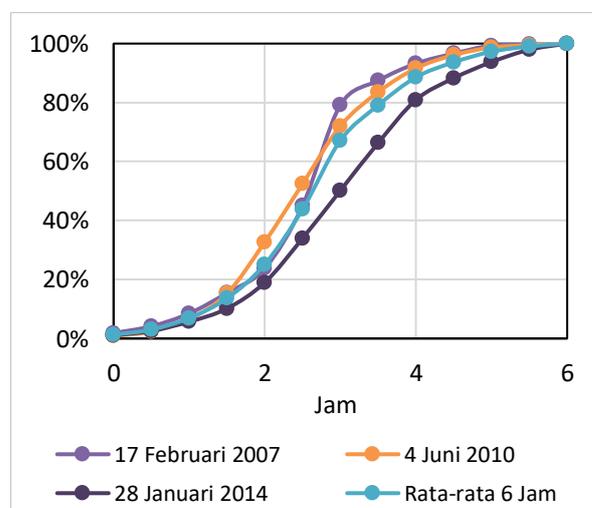
Hasil analisis IDF dengan persamaan Mononobe digunakan dalam perhitungan metode rasional seperti disajikan pada **Gambar 7**.



**Gambar 7** Kurva IDF Data Pos Hujan Cikarang

### Durasi Hujan

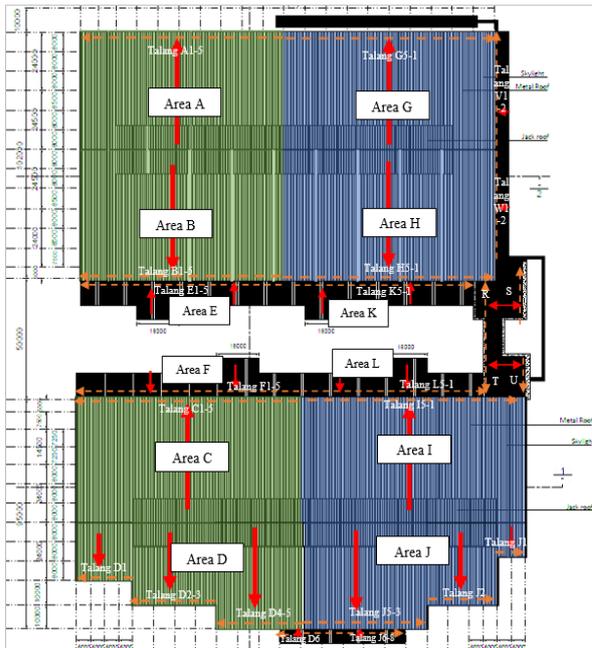
Dalam analisis debit banjir, diperlukan data tinggi curah hujan rencana yang sudah terdistribusi secara jam-jaman (Christian et al., 2017). Analisis distribusi hujan dilakukan untuk mencari persen kumulatif dari intensitas hujan jam-jaman. Intensitas hujan 30 menit dari data hujan GPM diolah menjadi persen kumulatif kemudian digambarkan dalam bentuk grafik terhadap waktu. Data tersebut dirata-ratakan per 30 menit lalu dianalisis terhadap periode ulang yang digunakan pada pemodelan SWMM.



**Gambar 8** Durasi Hujan

**Metode Rasional**

Penentuan dimensi talang dan saluran diperhitungkan dengan membagi denah menjadi dua segmen, yaitu segmen kanan dan kiri. Talang yang direncanakan dibedakan menjadi dua, yaitu talang untuk atap dan talang untuk *canopy*. Kedua talang tersebut direncanakan menuju saluran menggunakan pipa yang dipasang pada kolom bangunan. Skema pembagian area untuk perencanaan talang ditunjukkan pada **Gambar 9** dan detail hasil perhitungan dimensi talang pada atap dan *canopy* disajikan pada **Tabel 2**.

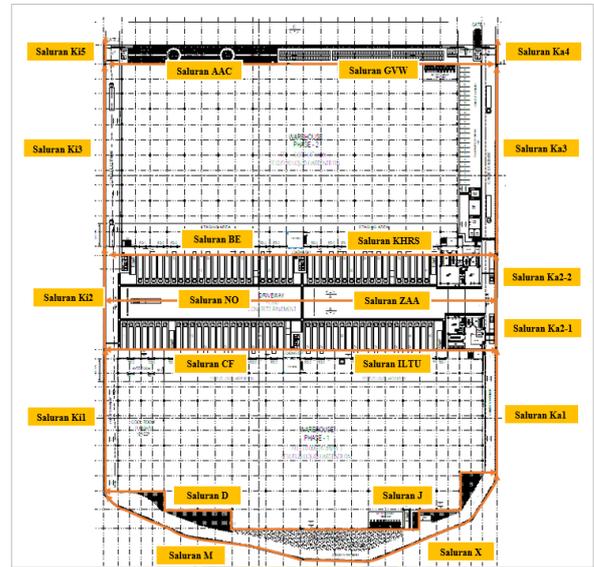


**Gambar 9** Skema Pembagian Talang

**Tabel 2** Detail Dimensi Talang

Area	Segmen Talang	Cikarang		GPM	
		Lebar (m)	Kedala (m)	Lebar (m)	Kedala (m)
Kiri	A, B	0,3	0,3	0,3	0,4
	D	0,3	0,3	0,3	0,3
	D6	0,3	0,2	0,3	0,2
	E, F	0,3	0,2	0,3	0,2
Kanan	G, H	0,3	0,3	0,3	0,4
	I	0,3	0,4	0,3	0,4
	J	0,3	0,3	0,3	0,3
	J6-8	0,3	0,2	0,3	0,2
	K, L	0,3	0,2	0,3	0,2
	VW	0,2	0,2	0,2	0,3
	R, T, S, U	0,3	0,3	0,3	0,3

Saluran drainase direncanakan dengan membagi saluran yang mengalirkan air hujan yang jatuh pada atap dan *canopy* serta saluran yang mengalirkan air hujan yang jatuh pada lahan. Kemiringan lahan yang digunakan pada perencanaan *warehouse* adalah 3°. Skema pembagian area untuk perencanaan saluran ditunjukkan pada **Gambar 10** dan hasil perhitungan dimensi saluran dengan metode rasional disajikan pada **Tabel 3**.



**Gambar 10** Skema Pembagian Saluran

**Tabel 3** Detail Dimensi Saluran

Area	Nama Saluran	Pan-jang (m)	Cikarang		GPM	
			Lebar (m)	Kedala (m)	Lebar (m)	Kedala (m)
Kiri	SD	96	0,4	0,5	0,5	0,5
	SM	107	0,3	0,4	0,3	0,4
	SKi1	75	0,5	0,6	0,5	0,6
	SNO	100	0,3	0,5	0,4	0,4
	SCF	96	0,5	0,6	0,6	0,6
	SKi2	50	0,6	0,8	0,8	0,8
	SBE	87	0,5	0,6	0,6	0,6
	SKi3	102	0,8	0,8	1	0,8
	SAAC	87	0,5	0,6	0,6	0,6
	SKi5	10	0,8	0,8	1	0,8
Kanan	SJ	96	0,5	0,5	0,5	0,5
	SX	118	0,4	0,4	0,3	0,5
	SKa1	60	0,5	0,6	0,5	0,7
	SILTU	103,75	0,5	0,6	0,6	0,6
	SAAZ	103,75	0,3	0,5	0,4	0,4
	Ska2-1	25	0,6	0,8	0,8	0,8
	Ska2-2	25	0,8	0,8	0,8	0,8
	SKHRS	97	0,5	0,6	0,6	0,6
	SKa3	93	0,8	0,8	0,8	1
	SGVW	111,4	0,5	0,5	0,5	0,5
SKa4	10	0,8	1	1	1	

Dengan perhitungan menggunakan data hujan Cikarang, didapatkan dimensi talang berkisar antara 0,2 x 0,2 m hingga 0,3 x 0,4 m dan dimensi saluran berkisar antara 0,3 x 0,4 m hingga 0,8 x 1 m. Sedangkan dengan menggunakan data hujan GPM, didapatkan dimensi talang berkisar antara 0,2 x 0,3 m hingga 0,3 x 0,4 m dan dimensi saluran berkisar antara 0,3 x 0,4 m hingga 1 x 1 m.

### Pemodelan SWMM

Selain perhitungan menggunakan metode rasional, dilakukan pemodelan dengan program SWMM untuk membandingkan hasil dimensi dan debit banjir yang dihasilkan. Saluran didesain dengan kemiringan berkisar antara 0,3% hingga 0,1%. **Gambar 11a** dan **Gambar 11b** menunjukkan kapasitas saluran yang dimodelkan dengan SWMM menggunakan dimensi yang diperoleh dari metode rasional.

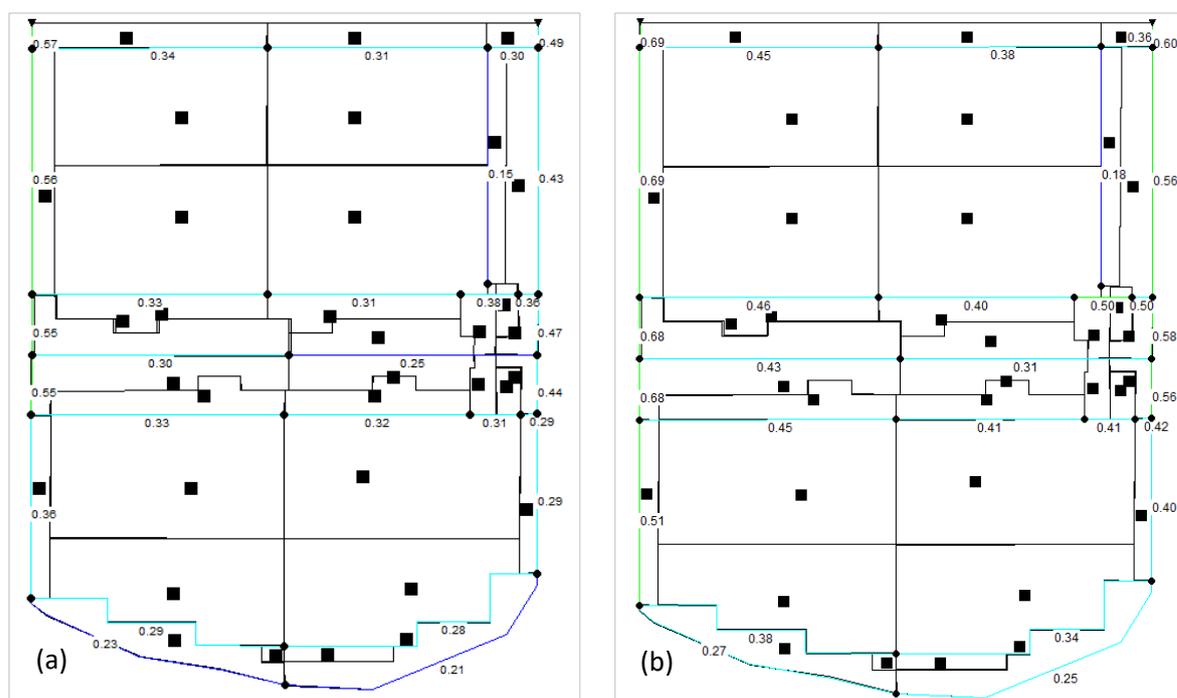
Dari pemodelan dengan SWMM, dimensi yang dimiliki hanya terisi paling tinggi 57% dari kapasitas saluran untuk data hujan Cikarang dan 54% untuk data hujan GPM. Dengan menggunakan data hujan Cikarang, debit puncak saluran bagian kiri adalah 0,33 m<sup>3</sup>/s dan bagian kanan adalah 0,36 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan dengan data hujan GPM, debit puncak saluran bagian kiri adalah 0,41 m<sup>3</sup>/s dan bagian kanan adalah 0,45 m<sup>3</sup>/s.

Dari perhitungan menggunakan pemodelan SWMM, dimensi saluran yang didapatkan dari metode rasional menghasilkan dimensi yang terlalu

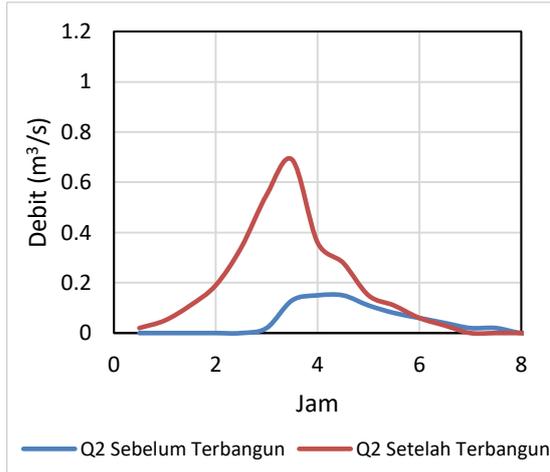
besar, maka dilakukan optimalisasi. Optimalisasi dilakukan dengan mengacu pada ketinggian muka air pada saat penggunaan hujan periode ulang 2 tahunan. Dengan demikian, didesain agar terdapat tinggi jagaan sebesar 15 cm. Optimalisasi yang dilakukan dapat mengurangi dimensi saluran, dengan dimensi saluran menggunakan data hujan Cikarang yang sebelumnya memiliki dimensi maksimum sebesar 0,8 x 1 m menjadi sebesar 0,8 x 0,8 m, sedangkan dengan data hujan GPM yang sebelumnya memiliki dimensi maksimum sebesar 1 x 1 m menjadi sebesar 1 x 0,8 m.

### Dampak Alih Fungsi Lahan

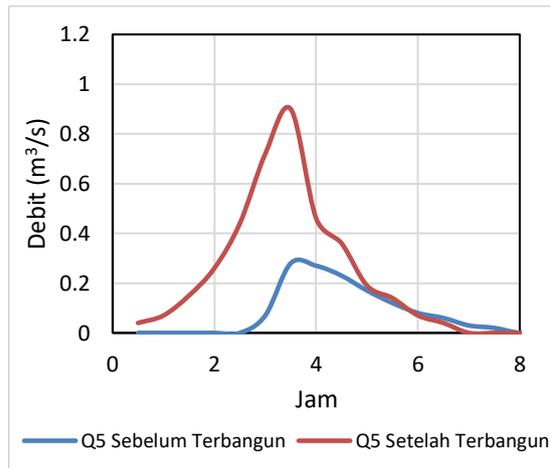
Dalam studi ini dilakukan perbandingan debit dan volume limpasan pada kondisi lahan sebelum dan setelah terbangun yang diindikasikan dalam parameter *Curve Number* yang tersedia pada model SWMM. Nilai *Curve Number* yang digunakan untuk kondisi lahan sebelum dan setelah terbangun adalah 55 dan 80 secara berturut-tan. Parameter lain yang juga disertakan dalam pemodelan ini adalah koefisien kekasaran lahan (koefisien Manning) yang bernilai 0,40 pada kondisi lahan terbuka alami berubah menjadi 0,012 pada kondisi terbangun dimana permukaan lahan seluruhnya ditutupi dengan lapisan aspal (McCuen, 1996) atau dengan kata lain % *impervious area* yang semula bernilai 1% berubah menjadi 100% pada kondisi terbangun. Perbandingan kedua kondisi tersebut disajikan pada **Gambar 122** sampai dengan **Gambar 144**.



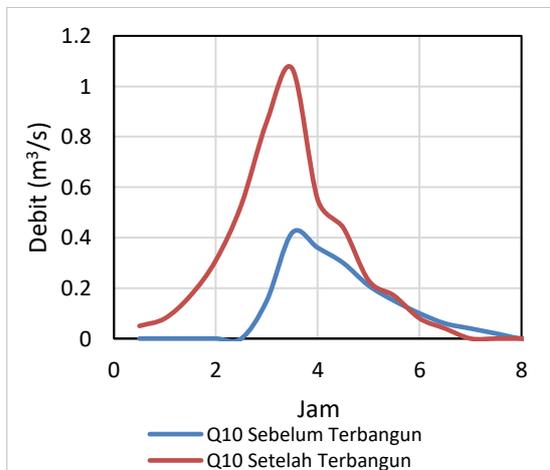
**Gambar 11** Kapasitas Saluran Periode Ulang 2 Tahun (a) dan Periode Ulang 5 Tahun (b)



Gambar 122 Hidrograf Banjir Periode Ulang 2 Tahun



Gambar 133 Hidrograf Banjir Periode Ulang 5 Tahun

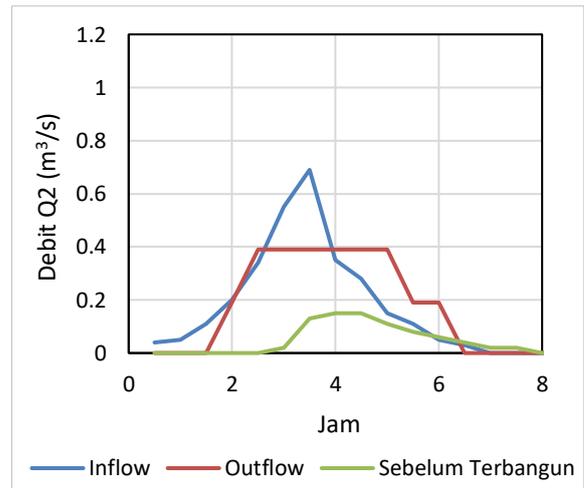


Gambar 144 Hidrograf Banjir Periode Ulang 10 Tahun

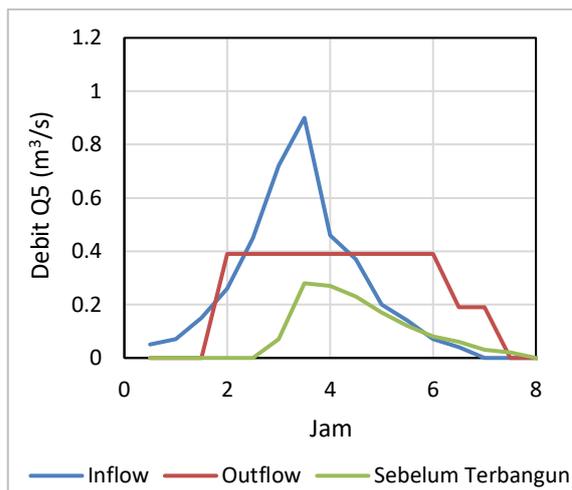
### Perencanaan Kolam Tampung

Menurut Yudianto dan Roy (2009), pengendali atau penahan limpasan dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan fungsinya, yaitu jenis penyimpanan dan jenis peresapan. Sebagai upaya menekan hidrograf banjir, cara yang mungkin dilakukan adalah pemodelan kolam tampung pada kawasan. Kolam tampung merupakan kolam yang mampu menampung atau meresapkan air sementara yang tertampung di dalamnya (Andayani et al., 2017). Perencanaan kolam tampung perlu menyesuaikan ketersediaan lahan di luar alur saluran dan tidak mengganggu aliran sistem drainase yang direncanakan (Zevri, 2019). Pada studi ini kolam dibagi menjadi dua untuk masing-masing area kanan dan kiri. Adapun kedalaman kolam yakni sebesar 0,8 m dengan luas 880 m<sup>2</sup> untuk setiap kolam. Karena elevasi dasar kolam lebih rendah daripada elevasi dasar saluran utama, maka digunakan pompa untuk mengalirkan air ke saluran utama. Pompa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pompa *submersible* dengan spesifikasi debit maksimum sebesar 0,2 m<sup>3</sup>/s.

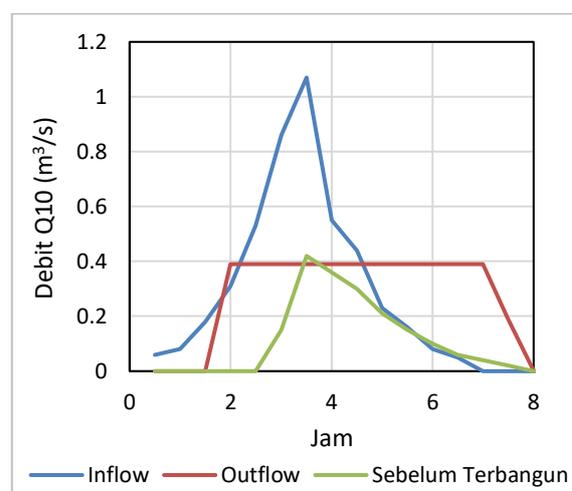
Berdasarkan pemodelan kolam, dihasilkan hidrograf debit *inflow* dan *outflow* untuk kemudian dibandingkan dengan hidrograf sebelum terbangun dengan hujan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun. Hidrograf tersebut ditunjukkan pada Gambar 155 sampai dengan Gambar 177.



Gambar 155 Hidrograf Debit Kolam vs Sebelum Terbangun Periode Ulang 2 Tahun



**Gambar 166** Hidrograf Debit Kolam vs Sebelum Terbangun Periode Ulang 5 Tahun



**Gambar 177** Hidrograf Debit Kolam vs Sebelum Terbangun Periode Ulang 10 Tahun

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan metode rasional, dimensi saluran yang dihasilkan dapat menampung curah hujan rencana hingga periode ulang 5 tahun. Jika digunakan pemodelan SWMM, saluran yang sudah dioptimalisasi dapat menampung curah hujan rencana hingga periode ulang 10 tahun dengan dimensi saluran 20 cm lebih kecil dari dimensi yang diperoleh melalui metode rasional.

Di samping itu, perubahan tata guna lahan yang terjadi pada kawasan diketahui menyebabkan peningkatan debit puncak dan volume limpasan terutama pada curah hujan periode ulang 2 tahun. Untuk mengatasi hal tersebut, penggunaan 2 kolam

dengan dimensi 88 x 10 m disertai dengan pompa mampu menekan hidrograf debit menjadi lebih mendekati kondisi kawasan saat sebelum terbangun.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Pusat Studi Teknik Sumber Daya Air Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan atas dukungan data dan dana yang diberikan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, R., Djohan, B., & Arlingga, K. A. (2017). Penanganan Banjir dengan Kolam Retensi (*Retarding Basin*) di Kelurahan Gandus Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 27-33. <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v7i1.247>
- Apriyanza, H., Amri, K., & Gunawan, G. (2018). Analisis Kemampuan Saluran Drainase terhadap Genangan Banjir di Jalan Gunung Bungkok Kota Bengkulu dengan Menggunakan Aplikasi EPA SWMM 5.1. *Jurnal Inersia*, 10(2), 41-51. <https://doi.org/10.33369/ijts.10.2.41-51>
- Butler, D., Digman, C. J., Makropoulos, C., & Davies, J. (2018). *Urban Drainage 4th Edition*. Boca Raton: CRC Press.
- Chen, J., Theller, L., Gitau, M. W., Engel, B. A., & Harbor, J. M. (2017). Urbanization Impacts on Surface Runoff of the Contiguous United States. *Journal of Environmental Management*, 187, 470-481. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.017>
- Chow, V. T. (1988). *Applied Hydrology*. USA: McGraw Hill.
- Christian, K., Yudianto, D., & Rusli, S. R. (2017). Analisis Pola Distribusi Hujan terhadap Perhitungan Debit Banjir DAS Cikapundung Hulu. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 3(3), 153-160.
- Grace, A., Yudianto, D., & Fitriana, F. (2022). Studi Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Warehouse Delta Silicon 8, Cikarang. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- Inglezakis, V. J., Pouloupoulos, S. G., Arkhangelsky, E., Zorpas, A. A., & Menegaki, A. N. (2016). *Environment and Development*. Amsterdam: Elsevier B. V.

- Lindawati, L., Irawan, P., & Nursani, R. (2021). Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir di Jalan A.H Nasution Kota Tasikmalaya Menggunakan Program EPA SWMM 5.1. *Jurnal Siliwangi*, 7(2), 41-51.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014.
- McCuen, R. (1996). *Hydrology*. Washington, DC: Federal Highway Administration.
- Niazi, M., Nietch, C., & Maghrebi, M. (2017). Stormwater Management Model: Performance Review and Gap Analysis. *Journal of Sustainable Water in the Built Environment*. <https://doi.org/10.1061/JSWBAY.0000817>
- Presiden Republik Indonesia. (2009). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2009 tentang Kawasan Industri.
- Rossmann, L. (2015). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1*. Cincinnati: EPA.
- Rotikan, J., Sumarauw, J. S., & Mananoma, T. (2019). Penataan Sistem Drainase di Jalan Singa Laut Malalayang Dua. *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 337-350.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.
- Winardi, Priyarsono, D., Siregar, H., & Kustanto, H. (2019). Peranan Kawasan Industri dalam Mengatasi Gejala Deindustrialisasi. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 19(1), 84-95. <https://doi.org/10.21002/jepi.v19i1.834>
- Yazdi, M. N., Scott, D., Sample, D. J., & Wang, X. (2021). Efficacy of a Retention Pond in Treating Stormwater Nutrients and Sediment. *Journal of Cleaner Production*, 290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125787>
- Yudianto, D., & Roy, A. F. (2009). Pemanfaatan Kolam Retensi dan Sumur Resapan pada Sistem Drainase Kawasan Padat Penduduk. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 93-169. <https://doi.org/10.28932/jts.v5i2.1317>
- Zevri, A. (2019). Desain Kolam Retensi pada Daerah Aliran Sungai Berkala. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 15(2), 90-102. <https://doi.org/10.25077/jrs.15.2.90-102.2019>