

PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE KAWASAN JALAN AHMAD YANI – JALAN RAYA MOJOSARI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

Wulan Safitri¹, Sutikno², Utami Retno Pudjowati³

¹ Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

Email: wulansafitri2124@gmail.com¹, sutikno.civil@gmail.com², utami.retno@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Kawasan Jl. Ahmad Yani hingga Jl. Raya Mojosari merupakan kawasan padat penduduk, dimana ketersediaan lahan kosong sebagai tempat resapan alami air banyak berkurang. Hal ini mengakibatkan terjadinya genangan air pada jalanan di kawasan ini saat hujan deras. Sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang saluran drainase agar dapat menampung limpasan air. Data – data yang diperlukan untuk perencanaan ulang saluran drainase ini adalah peta tografi Kecamatan Kepanjen, data curah hujan tahun 2011 – 2020 dari Stasiun terdekat Gondanglegi, Kepanjen UPTD, dan Ngajum, dan Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Malang Tahun 2021. Data di proses menggunakan metode Gumbel dengan kala ulang 5 tahun. Dari hasil perhitungan diperoleh intensitas hujan sebesar 87,813 mm/hari, untuk perencanaan saluran drainase berbentuk persegi dengan bahan batu kali, dimana ukuran minimal dimensi adalah lebar 0,5 m dan tinggi 0,5 m, ukuran dimensi maksimal adalah lebar 1,5 m dan tinggi 1 m. Penerapan drainase berwawasan lingkungan berupa pemanfaatan pemanen air hujan, dengan debit 0,0039 m³/detik. Estimasi biaya untuk perencanaan ulang dan penerapan pemanen air hujan ini sebesar Rp.10.030.411.420,78.

Kata kunci : drainase, perencanaan ulang, PAH

ABSTRACT

Jl. Ahmad Yani until Jl. Raya Mojosari are densely populated area, where the spatial place that used for water absorption are reduce. This situation made a puddles of water during heavy rains. This drainage need to redesign to accommodate the water overflow. The data that needed for redesign this drainage are, maps of Kecamatan Kepanjen, rainfall data for 2011 – 2020 from the closest station Gondanglegi, Kepanjen UPTD, and Ngajum, and work unit price for Malang Regency in 2021. The data is processed using Gumbel distribution method with a return period 5 years. From the calculation result, the rainfall intensity is 87,813 mm/ hari, shape of the drainage is rectangular with minimum size of width is 0,5 m and height is 0,5m, and maximum size of width is 1,5 m and height is 1 m. Application of ecodrainage for this redesign is rain water harvesting. The estimated cost required for this redesign and rain water harvesting implementation is Rp.10.030.411.420,78.

Keywords : drainage, redesign, rain water harvesting

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kawasan Jl. Ahmad Yani hingga Jl. Raya Mojosari merupakan kawasan padat penduduk, dimana ketersediaan lahan kosong sebagai tempat resapan alami air banyak berkurang. Sebagian besar permukaan tanah pada kawasan ini juga telah tertutup oleh aspal dan lapisan beton, sehingga air tidak dapat merembes ke tanah secara langsung. Selain itu keadaan saluran drainase yang sudah tidak optimal dalam

menampung air limpasan. Dimana saat hujan tiba dengan intensitas yang tinggi akan terjadi genangan air pada ruas jalan tersebut. Dibutuhkan waktu yang cukup lama agar genangan air pada jalan tersebut dapat surut. Jika masalah ini tidak segera diatasi, kemungkinan mengenai bencana yang lebih besar hingga menimbulkan kerugian seperti harta benda dapat terjadi.

Melihat kondisi eksisting saluran drainase yang telah dijabarkan diatas maka perlu dilakukan “Perencanaan Ulang

Sistem Drainase Kawasan Jalan Ahmad Yani – Jalan Raya Mojosari Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang”. Dalam perencanaan ulang ini juga akan diperhitungkan rencana anggaran biaya yang diperlukan.

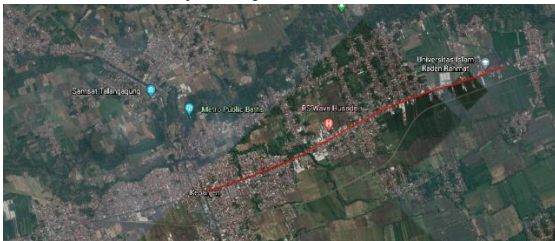
Tujuan

Tujuan dari perencanaan ulang sistem drainase kawasan Jalan Ahmad Yani – Jalan Raya Mojosari Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang adalah untuk menganalisis kondisi eksisting saluran drainase. Tujuan lainnya adalah untuk menghitung debit andalan dan debit PAH yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung dimensi saluran yang direncanakan. Serta menghitung anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan.

2. METODE

Lokasi Penelitian

Evalasi dan perencanaan ulang saluran drainase dilakukan di Kawasan Jl. Ahmad Yani hingga Jl. Raya Mojosari Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang. Panjang Jl. Ahmad Yani - Jl. Raya Mojosari adalah 4,2 Km.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: *Google Earth*

Data

Data – data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa data kondisi eksisting saluran drainase di Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Mojosari Kecamatan Kepanjen, seperti dimensi saluran dan panjang saluran. Kondisi eksisting saluran drainase pada kawasan ini kurang baik, dapat dilihat dari adanya saluran yang memiliki endapan tanah tebal dan sampah, banyak ditumbuhi tanaman liar, juga terdapat saluran yang rusak.



Gambar 2. Kondisi Saluran Eksisting

Data selanjutnya adalah data sekunder yakni data yang telah tersedia dan tinggal dikumpulkan, biasanya diperoleh

dari buku maupun instansi terkait. Data sekunder yang digunakan antara lain, data curah hujan tahun 2011 – 2020 pada Stasiun Gondanglegi, Kepanjen UPTD, dan Ngajum yang diperoleh dari Dinas PU Sumberdaya Air Kabupaten Malang, peta topografi dari Badan Informasi Geospasial, data kependudukan dari Badan Statistik Kabupaten Malang, dan HSPK Kabupaten Malang tahun 2021 dari harga standar yang berada di Kabupaten Malang.

Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini, antara lain adalah sebagai berikut:

- Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi diperlukan untuk menghitung jumlah debit yang direncanakan. Penggunaan metode rata – rata aljabar (Suripin, 2004) sesuai untuk perhitungan curah hujan daerah. Kemudian melakukan analisis frekuensi untuk menentukan selisih nilai antara peluang teoritis dan peluang empiris. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana adalah Metode *Gumbel Type 1*, sesuai **persamaan 1,2,3** dibawah ini:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n-1}} \quad (1)$$

$$Yt = -\ln \left[-\ln \frac{Tr-1}{Tr} \right] \quad (2)$$

$$Xranc = \text{rata - rata} \left[Yt - Yn \right] \frac{Sd}{Sn} \quad (3)$$

Dimana :

Xranc = Hujan rencana atau debit dengan kala ulang T

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan

S = Standar deviasi dari data hujan

Tr = Kala ulang

Yt = Reduced Variate

Yn = Reduced Mean

Sn = Reduced standar deviasi

- Perhitungan Debit Rencana

Sebelum menghitung debit rencana, perlu diketahui terlebih dahulu nilai intensitas hujan. Intensitas hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi (Loebis, 1992). Rumus perhitungan Intensitas hujan sesuai dengan **persamaan 4**:

$$I = \frac{R24}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3} \quad (4)$$

Dimana :

R24 = Curah hujan rancangan setempat dalam mm

tc = lama waktu konsentrasi dalam jam

I = intensitas hujan dalam mm/jam

Selanjutnya untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan rumus rasional. Rumus Rasional adalah metode yang paling sederhana dalam memperhitungkan debit banjir rancangan (Suripin, 2003), sesuai **persamaan 5**:

$$Q = C \times I \times A \quad (5)$$

Dimana:

Q = debit banjir rancangan (m³/dt)

C = koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (hektar)

• PAH

PAH atau penampungan air hujan merupakan teknik mengumpulkan dan menampung air hujan ke dalam waduk atau tangki air. Komponen – komponen yang diperlukan dalam sistem PAH, antara lain adalah permukaan daerah tangkapan air hujan (seperti atap bangunan), talang dan pipa untuk menyalurkan air hujan, saringan atau filter untuk menangkap koran yang terbawa oleh air hujan, dan tangki air.

• Perhitungan Debit Air Kotor

Untuk memperkirakan debit air kotor yang dialirkan ke saluran drainase, perlu diketahui lebih dulu jumlah kebutuhan air rata – rata dan jumlah penduduk pada daerah yang akan dilakukan perencanaan.. Besarnya debit air kotor dapat dicari menggunakan **persamaan 6** :

$$Q = P_n \times Q_{limbah} \quad (6)$$

Dimana:

Q = Debit air kotor/ha (m³/det/ha)

P_n = Jumlah penduduk / orang

• Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk merencanakan dimensi yang sesuai dengan jumlah debit limpasan yang sudah dihitung dalam analisa hidrologi. Sesuai **persamaan 7** berikut:

$$Q = A \times V \quad (7)$$

Dimana:

Q = Debit saluran (m³/det)

A = Luas penampang saluran (m²)

V = Kecepatan aliran (m/det)

Selanjutnya untuk menghitung kecepatan aliran (V) dapat menggunakan rumus Manning. Sesuai **persamaan 8** berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \quad (8)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/det)

n = Koefisien Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Sloop (kemiringan)

Jagaan (freeboard) suatu saluran ialah jarak vertical dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rencana. Jarak ini harus cukup untuk mencegah gelombang atau kenaikan muka air yang melimpah ke tepi, (SNI 2011:08) dalam (Krisnayanti,dkk, 2017). Untuk mencari tinggi jagaan sesuai **persamaan 9** di bawah ini:

$$w = \frac{1}{3} h \quad (9)$$

Dimana:

w = Tinggi jagaan (m)

h = Kedalaman air yang tergenang (m)

H = Tinggi total

Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah nisbah anantara gaya gravitasi dan gaya inerti, yang dinyatakan dengan bilangan Froude (Fr), bilangan Froude didefinisikan sebagai (Suripin, 2003). Sesuai **persamaan 10** berikut:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \quad (10)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/det)

h = Kedalaman aliran (m)

g = Percepatan gravitasi (m/det²)

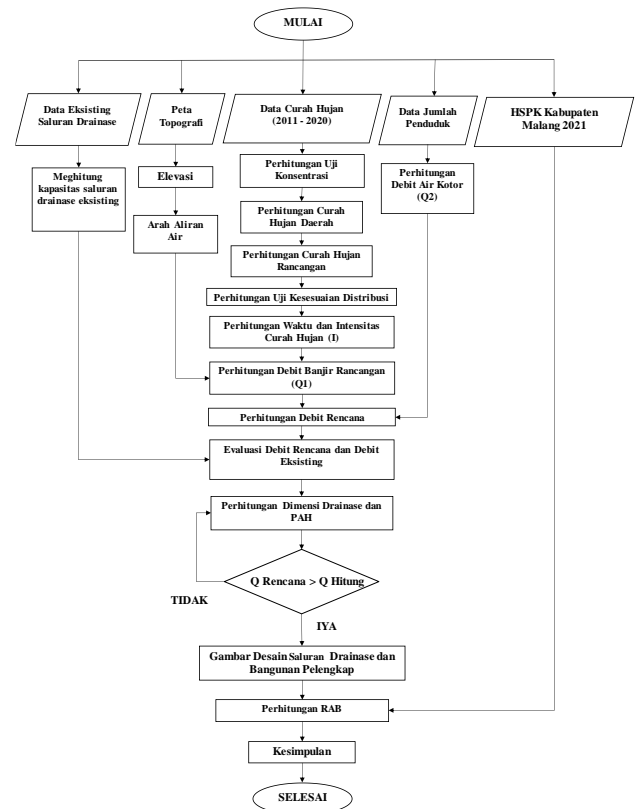
• Rencana Anggaran Biaya

Berikut merupakan langkah – langkah dalam penyusunan rencana anggaran biaya, yaitu:

- Mengidentifikasi item – item pekerjaan
- Menghitung volume pekerjaan
- Meng harga satuan pekerjaan
- Menghitung rencana anggaran biaya

Diagram Alir

Diagram alir penyusunan penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 3** di bawah ini



Gambar 3. Diagram Alir Penyusunan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Curah Hujan Daerah

Curah hujan daerah dihitung menggunakan metode rata – rata aljabar untuk mendapatkan nilai curah hujan maksimum rata – rata dari tiga stasiun untuk setiap tahun. Seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Hasil Perhitungan Curah Hujan Daerah

Tahun	Curah Hujan Daerah (mm/hari)
2011	65,333
2012	94,333
2013	61,333
2014	39,333
2015	84,992
2016	56,611
2017	69,724
2018	46,658
2019	44,659
2020	97,533

Sumber: Perhitungan Excel

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Nilai curah hujan rancangan didapatkan dari perhitungan curah hujan daerah menggunakan metode Gumbel dengan kala ulang 5 tahun. Menggunakan **persamaan 1,2,3** dengan hasil sebagai berikut:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(x-x)^2}{n-1}}$$

$$= 20,663$$

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \frac{T_r-1}{T_r} \right]$$

$$= -\ln \left[-\ln \frac{5-1}{5} \right]$$

$$= 1,500$$

$$X_{ranc} = \text{rata-rata} [Y_t - Y_n] \frac{S_d}{S_n}$$

$$= 65,951 \times [1,500 - 0,4952] \times \frac{20,663}{0,9496}$$

$$= 87,813 \text{ mm/hari}$$

Evaluasi Saluran Drainase

Pada evaluasi ini, nilai intensitas curah hujan I cari menggunakan **persamaan 4**. Setelahnya menghitung debit rancangan dari jalan dan pemukiman sesuai **persamaan 5**. Nilai koefisien pengaliran (C) untuk permukaan jalan aspal adalah 0,7 sedangkan luas daerah tangkapan air adalah 350 m². Maka dapat dihitung pada Sta 1+300 – 1+400 ruas kiri adalah:

$$I_{jalan} = \frac{R24}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3}$$

$$= \frac{87,813}{24} \left[\frac{24}{0,034} \right]^{2/3}$$

$$= 288,744 \text{ mm/jam} = 0,0000802 \text{ m/det}$$

$$Q_{jalan} = C \times I \times A$$

$$= 0,7 \times 0,0000802 \times 350$$

$$= 0,019 \text{ m}^3/\text{det}$$

Nilai koefisien pengaliran (C) untuk pemukiman adalah 0,4 dengan luas daerah tangkapan air adalah 2073,730 m². Maka dapat dihitung pada Sta 1+300 – 1+400 ruas kiri adalah:

$$I_{rumah} = \frac{R24}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3}$$

$$= \frac{87,813}{24} \left[\frac{24}{0,046} \right]^{2/3}$$

$$= 235,954 \text{ mm/jam} = 0,0000655 \text{ m/det}$$

$$Q_{rumah} = C \times I \times A$$

$$= 0,4 \times 0,0000655 \times 2073,730$$

$$= 0,092 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan PAH

Berikut merupakan perhitungan debit panen air hujan pada STA 1+300 – STA 1+400 pada ruas kiri: Debit air hujan genteng tiap rumah (panen hujan), diambil lebar atap adalah 6 m sedangkan panjangnya adalah 7 m. jadi luas area atap adalah 42 m². Dengan asumsi kapasitas tandon adalah 1000 liter

$$Q_{PAH} = C \times I \times A$$

$$= 0,75 \times 0,000107 \times 42$$

$$= 0,0036 \text{ m}^3/\text{det} = 12.109,645 \text{ lt/hari}$$

$$Q_{\text{siswa konsumsi}} = 12.109,645 - 300$$

$$= 11.809,645 \text{ lt/hari}$$

$$Q_{\text{air limpasan}} = 11.809,645 - 1000$$

$$= 10.809,645 \text{ lt/hari}$$

$$= 3,002 \text{ lt/det}$$

$$= 0,003 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan Debit Air Kotor

Nilai debit air kotor dihitung dari jumlah penduduk dan besar volume limbah yang dibuang. Berikut merupakan perhitungan debit air kotor pada STA 1+300 - STA 1+400 ruas kiri sesuai **persamaan 6**:

- Jumlah penghuni tiap keluarga diasumsikan 4 orang.
- Jumlah pemukiman 7 unit rumah
- Daerah perumahan dengan rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal.

$$Q_{limbah} = 300 \text{ lt/orang/hari}$$

$$= 0,3 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$$

$$= 0,00000347 \text{ m}^3/\text{orang/det}$$

$$\text{Jumlah penduduk} = \text{jumlah unit rumah} \times \text{jumlah penghuni tiap rumah}$$

$$= 7 \text{ rumah} \times 4 \text{ orang}$$

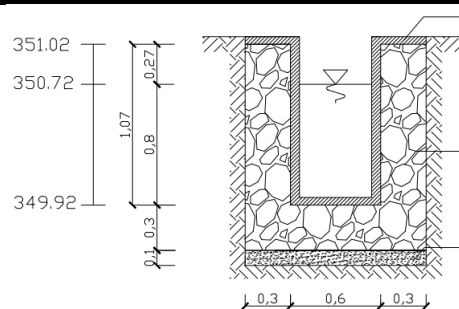
$$= 21 \text{ orang}$$

$$Q_{\text{air kotor}} = \text{Jumlah penduduk} \times Q_{\text{limbah}}$$

$$= 21 \times 0,00000347$$

$$= 0,0000972 \text{ m}^3/\text{det}$$

Saluran drainase eksisting pada STA ini berbentuk persegi empat dengan bahan batu bata. Memiliki dimensi 0,45 x 0,45 m, dan nilai kemiringan (S_{renc}) adalah 0,0059. Setelah dihitung menggunakan **persamaan 7,8** didapatkan nilai V adalah 1,372 m²/det dan nilai Qeksisting adalah 0,278m³/det sedangkan nilai Qrencana adalah 0,294 m³/det. Dimana nilai Qeksisting lebih kecil dari nilai Qrencana, sehingga dari hasil evaluasi saluran drainase ini, dapat disimpulkan bahwa saluran drainase pada Jl. Ahmad Yani – Jl. Raya Mojosari perlu direncanakan ulang.



Gambar 4. Potongan Melintang Saluran

Perhitungan Dimensi Saluran

Berikut merupakan perhitungan dimensi saluran drainase yang baru pada STA 1+600 – 1+700. Diasumsikan lebar saluran adalah 0,6 m dengan tinggi saluran adalah 0,8 m.

$$A = b \times h = 0,6 \times 0,8 = 0,48 \text{ m}^2$$

$$P = b + (2 \times h) = 0,6 + (2 \times 0,8) = 2,200 \text{ m}$$

$$R = A / P = 0,48 / 2,2 = 0,218 \text{ m}$$

$$S = (\text{elevasi awal-elevasi akhir})/Ld = (350,98-350,45)/100 = 0,005$$

$$\Delta H = S \times \text{Luas saluran} = 0,005 \times 100 = 0,531 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} = \frac{1}{0,025} 0,218^{2/3} \sqrt{0,005} = 0,613 \text{ m}^2/\text{det}$$

$$Q = V \cdot A = 0,613 \times 0,48 = 0,295 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} = \frac{0,613}{\sqrt{9,81 \times 0,8}} = 0,218$$

$$w = 1/3 \times h = 1/3 \times 0,8 = 0,277 \text{ m}$$

Diketahui bahwa nilai Q_{hitung} lebih besar dari nilai $Q_{rencana}$ ($0,295 > 0,294$), dan nilai Froude lebih kecil dari satu ($0,218 < 1$), maka dimensi yang direncanakan dapat dipakai. Dimensi saluran yang direncanakan ulang beerbeda – beda, dan seluruhnya memenuhi nilai V yakni 0,6 – 3 m/s dan nilai Froude < 1 .

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya didapatkan dengan menghitung keseluruhan volume pekerjaan yang kemudian dianalisis menggunakan HSPK Kabupaten Malang Tahun 2021. Seperti pada **Tabel 2**.

Tabel 2

No.	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	239.141.004,35
II	Pekerjaan Tanah	1.050.651.061,66
III	Pekerjaan Pasangan	6.023.371.732,84
IV	Pekerjaan Saluran Pracetak	122.481.237,60
V	Pekerjaan PAH	1.600.761.648,94
Jumlah		9.036.406.685,39
Total Akhir		10.030.411.420,78

Sumber: Perhitungan Excel

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Kondisi saluran eksisting di beberapa titik belum mampu menampung debit air yang direncanakan sehingga diperlukan perencanaan ulang.
2. Dengan kala ulang 5 tahun, besaran debit dari saluran bervariasi mulai dari yang terkecil 0,073 m³/det hingga yang terbesar 2,677 m³/det
3. Debit PAH adalah 0,0039 m³/det.
4. Dimensi saluran yang dibutuhkan bervariasi, hasil dari perhitungan didapat dimensi terkecil saluran selebar 0,5 m dan tinggi 0,5 m. Sedangkan dimensi saluran terbesar adalah lebar 1,5 m dan tinggi 1 m.
5. Total biaya yang diperlukan dalam perencanaan ulang saluran drainase sebesar Rp.10.030.411.420,78.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggrahini, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Surabaya: Citra Media, 1997.
- [2] Hasmar, Hali, *Drainase Perkotaan*, Jakarta: DPU, 2002.
- [3] Kusnaedi, *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2003.
- [4] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi Press, 2003 .

- [5] Suripin, *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Yogyakarta: Andi Press, 2004.
- [6] Togi, *Bahan Pentaran Teknik Sipil Tentang Drainase Perkotaan*, Jakarta: Penerbit Universita Gunadarma, 1996.
- [7] Mulyanto, *Penataan Drainase Perkotaan*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [8] Franchitika, Rizky, *Meminimalisir Banjir Dengan Sistem Pemanen Air Hujan*, Jurnal Teknik Sipil SEMNASTEK UISU, 2019.
- [9] Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Perencanaan Sistem Drainase Jalan*, Jakarta, 2006.
- [10] Dirjen Cipta Karya Kementrian Pekerjaan Umum, *Pengelolaan Drainase Secara Terpadu Berwawasan Lingkungan (Ecodrain)*, Jakarta, 2013.
- [11] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014, *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, Available at: ciptakarya.pu.go.id