

PERENCANAAN ULANG DRAINASE PERKOTAAN BERWAWASAN LINGKUNGAN DAERAH KAWASAN JALAN MAWAR KOTA MALANG

Nahyan Zayed Jordani¹, Utami Retno Pudjiwati², Sutikno³

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

Email: nahyanjordan22@gmail.com, utami.retno@polinema.ac.id, sutikno.civil@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi masalah sistem drainase di Jalan Mawar, Kelurahan Lowokwaru, Kota Malang yang mengalami peningkatan limpasan permukaan, penurunan kualitas air dan genangan air saat musim hujan dengan melakukan penataan ulang jaringan drainase. Metode penelitian melibatkan pengumpulan data melalui survei lokasi, data sekunder termasuk topografi, site plan, hidrologi, dan penduduk, serta daftar harga untuk menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya). Data tersebut dianalisis untuk menentukan komponen-komponen perencanaan ulang drainase meliputi kondisi eksisting, layout jaringan drainase, uji konsistensi, perhitungan curah hujan daerah, curah hujan rancangan, debit banjir rancangan, debit limbah rumah tangga, perencanaan ulang drainase, gambar potongan dan detail, serta penyusunan RAB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit limpasan yang ada, dan debit banjir rancangan yang dapat ditampung oleh saluran drainase yang direncanakan adalah sebesar 0,3126 m³/detik. Dimensi saluran yang dibutuhkan bervariasi dengan dimensi terkecil untuk pasangan batu kali yaitu dengan lebar 0,4 meter dan tinggi 0,95 meter. Berdasarkan perhitungan pada saluran A2-A3 terdapat 56 lubang resapan biopori yang dibutuhkan pada penataan ulang jaringan drainase. Adapun rencana anggaran biaya untuk pembangunan saluran drainase secara keseluruhan sebesar Rp.5.534.300.000. Implikasi penelitian ini adalah pengembangan kawasan perkotaan dapat lebih efektif dengan mempertimbangkan sistem drainase yang tepat dan berwawasan lingkungan, sehingga dapat mengurangi dampak negatif limpasan permukaan dan meningkatkan kualitas air. Selain itu, penggunaan lubang resapan biopori juga dapat menjadi solusi ramah lingkungan dalam mengelola air hujan.

Kata kunci : drainase perkotaan, SDBL, lubang resapan biopori

ABSTRACT

This redesign aimed to address the urban drainage system problems in Jalan Mawar, Lowokwaru Subdistrict, Malang, such as increasing surface runoff, and waterlogging during the rainy season. This redesign determines drainage system, to find out the rainfall intensity. Topographic data, site plans, hydrological data, population data, and work unit price of Malang 2022. These data were processed through Log Pearson III using excel and autocad. The findings indicate that the existing drainage channels are incapable of accommodating the current runoff, and the designed drainage system can accommodate surface runoff water discharge of 0.3126 m³/second. The required dimensions of the drainage channels vary, from the smallest dimensions for stone-lined channels being a width of 0.4 m and a height of 0.4 m deep, and the biggest dimension is 0.6 m x 0.95 m, 56 biopores of 10 cm x 100 cm for channels A2-A3. The estimated total budget for the construction of the entire drainage system is Rp.5,534,300,000. The implications of this research are that urban development can be more effective by considering an appropriate and environmentally based drainage system, to reduce the negative effect of surface runoff. Additionally, the biopores can provide an environmentally friendly solution for rainwater management.

Keywords : urban drainage, redesign, biopore infiltration hole

1. PENDAHULUAN

Drainase, yang berasal dari bahasa Inggris "drainage," memiliki arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air [1]. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, termasuk air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan, agar fungsi kawasan tersebut tidak terganggu [2]. Drainase perkotaan merupakan sistem prasarana drainase di wilayah kota yang berfungsi untuk mengendalikan dan mengalirkan dengan aman limpasan air hujan yang berlebihan, serta mengendalikan dan mengalirkan kelebihan air lainnya yang dapat mengganggu dan mencemari lingkungan perkotaan, seperti air buangan dan air limbah lainnya.

Di sisi lain, drainase berwawasan lingkungan merujuk pada upaya mengalirkan dan meresapkan sebagian air hujan yang mengalir melalui saluran-saluran air hujan pada suatu kawasan atau lahan [3]. Selain menjaga fungsi lahan agar tidak terganggu oleh banjir, air yang meresap juga dapat digunakan sebagai cadangan sumber air.

Pembangunan saluran drainase berwawasan lingkungan (SDBL) merupakan koreksi terhadap pengelolaan limpasan hujan yang boros dan tidak terkendali, sehingga kurang memperhatikan tujuan konservasi air [4]. Melalui pembangunan SDBL, aliran air dari daerah hulu dapat dihambat sementara untuk memberikan kesempatan sebesar mungkin bagi air tersebut untuk meresap ke dalam tanah. Di bagian hilir, upaya dilakukan untuk mengalirkan air secepat mungkin guna menghindari tumpukan air yang dapat menyebabkan banjir. Konsep-konsep yang dapat diterapkan untuk menjalankan pembangunan SDBL meliputi pembangunan sumur dan kolam resapan, saluran tidak kedap, penanaman pohon, serta penggunaan material yang memungkinkan air untuk lolos, baik pada halaman maupun jalan.

Pentingnya desain drainase yang baik dan efisien ditujukan agar masyarakat dapat memperoleh manfaat yang baik dari pembangunan tersebut. Sehingga, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah, a) merencanakan jaringan drainase pemukiman; b) menghitung debit curah hujan rancangan yang terjadi di daerah pemukiman; c) merencanakan lubang resapan biopori yang diperlukan di pemukiman tersebut agar berwawasan lingkungan; dan e) menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya) yang diperlukan untuk pembangunan saluran drainase daerah pemukiman di Jalan Mawar Kota Malang.

2. METODE

Pada penelitian ini perencanaan drainase diawali dengan pengumpulan data yang diawali dengan pengamatan lokasi jalan dengan form survey kondisi eksisting lokasi studi yaitu Jalan Mawar Kota Malang, pengumpulan data sekunder berupa data topografi, site plan, data hidrologi, data penduduk, serta daftar harga yang meliputi harga satuan pekerja, harga satuan alat dan harga satuan bahan.

Data yang dikumpulkan kemudian dianalisa untuk menentukan beberapa komponen yang dibutuhkan dalam perencanaan ulang drainase sebagai berikut: a) kondisi eksisting, yang diperoleh dari survey secara langsung ke lokasi studi untuk mengetahui kondisi lingkungan, dimensi saluran, perubahan tata guna lahan dan dibandingkan dengan saluran yang direncanakan; b) layout jaringan drainase, dengan memanfaatkan peta topografi untuk mengetahui arah aliran drainase, menentukan jenis drainase dan data pembuangan akhir; c) uji konsistensi, dengan membuat kurva massa ganda untuk mengoreksi data lapangan dengan benar; d) perhitungan curah hujan daerah, dengan menggunakan data rata-rata dari tiga stasiun hujan, yaitu Petung Sewu, Ciliwung, dan Sukun yang kemudian dihitung menggunakan metode rata-rata aljabar; e) curah hujan rancangan, dengan menggunakan perhitungan *log pearson* tipe III berdasarkan perhitungan nilai koefisien kepercengan dan koefisien kepuncakan untuk menganalisis berulangnya peristiwa hujan dengan kala ulang 10 tahun; f) debit banjir rancangan, dihitung dengan menggunakan metode rasional; g) debit limbah rumah tangga, untuk menentukan kapasitas saluran yang akan direncanakan yang ditambahkan dengan debit banjir rancangan agar kapasitas saluran dapat memenuhi syarat; h) perencanaan ulang drainase; i) gambar potongal dan detail, diimplementasikan dalam bentuk gambar kerja, dan detail gambar kerja dengan skala tertentu; dan j) penyusunan RAB (rencana anggaran biaya), untuk memperoleh harga dari pekerjaan berdasarkan harga upah dan bahan dengan analisa yang berlaku.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

LAYOUT JARINGAN DRAINASE

Kota Malang merupakan dataran tinggi yang topografinya relatif tinggi dengan elevasi antara 445 – 509 m dpal. Berdasarkan hasil survei, arah aliran air di saluran drainase sepanjang kawasan jalan Mawar sebagian besar mengarah ke dengan elevasi terendah 462,1 meter dan untuk elevasi tertinggi 467,1 meter.

ANALISA HIDROLOGI

Curah Hujan Rata-rata Daerah

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari tiga stasiun hujan terdekat stasiun Sukun, stasiun Ciliwung, dan stasiun Patung Sewu. Perhitungan curah hujan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$d = \frac{d1 + d2 + d3 + \dots + dn}{n}$$

Adapun perhitungan curah hujan maksimum di stasiun-stasiun tersebut disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Harian

Tahun	Curah Hujan Maksimum Satu Tahun (mm) per Stasiun			Jumlah	Rata Rata
	Sukun	Ciliwung	Patung Sewu		
2013	98	138	109	345	115,0
2014	85	93	97	275	91,7
2015	79	102	106	287	95,7
2016	178	98	95	371	123,7
2017	101	64	89	254	84,7
2018	125	104	68	297	99,0
2019	134	97	81	312	104,0
2020	170	82	112	364	121,3
2021	133	113	85	331	110,3
2022	135	79	98	312	104,0

Sumber: Data diolah (2023)

Curah Hujan Rancangan

Pemilihan distribusi ditetapkan berdasarkan nilai koefisien kepengcangan (*skewness*) dan koefisien kepuncakan (*kurtosis*) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data hujan maksimal rata-rata 10 tahun terakhir;
2. Menghitung standar deviasi dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{(n - 1)}}$$

3. Menghitung koefisien kepengcangan (Cs) dengan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n \cdot \sum(X_i - X)^3}{(n - 1) \cdot (n - 2) \cdot S^3}$$

4. Menghitung koefisien kepuncakan (Ck) dengan rumus sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(X_i - X)^4}{(n - 1) \cdot (n - 2) \cdot (n - 3) \cdot S^4}$$

Adapun hasil perhitungan langkah 1-4 tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Penentuan Distribusi

Tahun	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
2017	115	22.27	495.80	11039.91	245822.05
2010	111	17.93	321.60	5767.44	103429.42
2012	105	11.60	134.56	1560.90	18106.39
2016	94	1.27	1.60	2.03	2.57
2011	99	5.93	35.20	208.88	1239.35
2013	93	-0.07	0.00	0.00	0.00
2019	83	-10.40	108.16	-1124.86	11698.59
2014	86	-7.07	49.94	-352.89	2493.78
2018	78	-15.40	237.16	-3652.26	56244.87
2015	67	-26.07	679.47	-17711.55	461680.99
Rerata Curah Hujan (\bar{X})					93.067
Standar Deviasi (s)					15.142
Koefesien Skewness (Cs)					-0.171
Koefesien Kurtosis (Ck)					-0.6

Sumber: Data diolah (2023)

5. Hasil perhitungan langkah 1-4 dihitung dengan metode distribusi *log pearson III* dan disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan Log-Pearson III

Tahun	X	Log X_i	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^1$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$
2016	123,7	2,092	0,074	0,006	0,000
2020	121	2,084	0,066	0,004	0,000
2013	115,0	2,061	0,043	0,002	0,000
2021	110,3	2,043	0,025	0,001	0,000
2019	104	2,017	-0,001	0,000	0,000
2022	104	2,017	-0,001	0,000	0,000
2018	99,0	1,996	-0,022	0,001	0,000
2015	96	1,981	-0,037	0,001	0,000
2014	91,7	1,962	-0,056	0,003	0,000
2017	85	1,928	-0,090	0,008	-0,001
Rata-rata Curah Hujan (Log \bar{X})					2,018
Standar Deviasi (s)					0,053
Koefesien Skewness (G)					-0,169

Sumber: Data diolah (2023)

6. Menghitung nilai K untuk periode ulang T tahun dengan interpolasi harga berdasarkan tabel hubungan *reduce standard deviation* S_n dengan besaran sampel n;
7. Menghitung debit banjir dengan periode ulang (T) 2 tahun dengan persamaan sebagai berikut:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

Adapun hasil perhitungan hujan kala ulang metode *Log Pearson III* pada langkah 6-7 disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perhitungan Hujan Kala Ulang Metode Log Pearson Tipe III

m	T	P (%)	K_T	Log X_T	X_T (mm/hari)
1	1,0101	99%	-2,453	1,888	77,2
2	1,250	80%	-0,834	1,974	94,108
3	2	50%	0,028	2,019	104,589
4	5	20%	0,853	2,063	115,704
5	10	10%	1,267	2,085	121,722
6	25	4%	1,696	2,108	128,292
7	50	2%	1,966	2,123	132,597

8	100	1%	2,201	2,135	136,475
---	-----	----	-------	-------	---------

Sumber: Data diolah (2023)

Uji Kesesuaian Distribusi Hujan

Setelah diperoleh nilai X_T dilakukan pengujian kesesuaian distribusi dengan menentukan simpangan horizontal (peluang) menggunakan pengujian *Smirnov-Kolomogorof* dan simpangan vertikal (hujan) menggunakan pengujian *Chi-Square*. Adapun hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi hujan disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Hujan

Data curah hujan rancangan			Uji Smirnov-Kolomogorof		Uji Chi-Square	
X	Log X	P empiris	P teoritis	ΔP	X teoritis	X ² hit
123,7	2,092	9%	9%	0,09%	123	0,004
121,3	2,084	18%	18%	0,18%	121	0,001
115,0	2,061	27%	24%	3,27%	110	0,227
110,3	2,043	36%	41%	4,64%	105	0,271
104,0	2,017	45%	56%	10,55%	100	0,160
104,0	2,017	55%	65%	10,45%	100	0,160
99,0	1,996	64%	80%	16,36%	97	0,041
95,7	1,981	73%	81%	8,27%	95	0,005
91,7	1,962	82%	91%	9,18%	90	0,031
84,7	1,928	91%	96%	5,09%	82	0,087
ΔP Maks			16,36%	X ² hitung	0,986	
D ₀			0,41	X ² tabel	14,067	
ΔP Maks < D ₀			memuhi	X ² hitung < X ² tabel	meme- nuhi	

Sumber: Data diolah (2023)

ANALISA DEBIT BANJIR RANCANGAN

Intensitas Hujan

Metode yang digunakan dalam perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe dengan menghitung waktu konsentrasi limpasan jalan dan limpasan pemukiman dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = t_0 + t_d$$

$$t_c = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}}\right) + \left(\frac{L_d}{60 \cdot v}\right)$$

Dari perhitungan rumus tersebut, diperoleh waktu konsentrasi limpasan jalan (M11-M10) dan limpasan pemukiman (A2-A3) masing-masing sebesar 0,104 jam dan 0,034 jam.

Debit Banjir Rancangan

Metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode rasional yang diimplementasikan pada satu ruas saluran perencanaan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menghitung luas daerah pengarian dengan rumus sebagai berikut:

$$A = L_0 \times L_d$$

Sehingga, diperoleh luas daerah pengarian yaitu $674,66m^2$

2. Menghitung luas daerah pemukiman (A2-A3) menggunakan gambar *layout* yang diolah dengan AutoCad sehingga diketahui luas pemukiman yaitu $581,642m^2$;
3. Menghitung debit air hujan pada saluran di daerah jalan dan pemukiman dengan rumus sebagai berikut:

$$X = \frac{1}{[ab - \ln\{-\ln P(x)\}]}$$

Sehingga diperoleh masing-masing debit air hujan pada saluran di daerah jalan (M11-M10) dan pemukiman (A2-A3) sebesar 0,02797 dan 0,0339063 $m^3/detik$.

Debit Limbah

Perhitungan debit limbah dilakukan untuk mengetahui debit air kotor pada daerah tangkapan saluran drainase dengan langkah-langkah perhitungan dan rumus yang digunakan sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah penduduk area studi

$$\frac{Jml\ penduduk}{area\ studi} = \frac{Luasan\ area\ studi}{Luasan\ kel.\ Lowokwaru} \times \frac{Jml\ penduduk}{kel.\ Lowokwaru}$$

2. Menghitung rasio jumlah penduduk

$$Rasio\ jml\ penduduk = \frac{Jml\ penduduk\ area\ studi}{Total\ luasan\ pemukiman}$$

3. Menghitung asumsi orang per pemukiman ($n_{penduduk}$)

$$n_{penduduk} = Rasio\ penduduk \times Luasan\ pemukiman$$

4. Menghitung debit limbah (Q_{limbah})

$$Q_{limbah} = V_{limbah} \times n_{penduduk}$$

Melalui perhitungan tersebut diperoleh debit limbah dengan contoh luasan pemukiman A2-A3 sebesar $0,0827 m^3/detik$. Sedangkan, debit total limbah sebesar $0,8865m^3/detik$ yang diperoleh dengan menjumlahkan debit banjir, debit limbah dan debit saluran sebelumnya.

ANALISA HIDROLIKA

Dimensi Drainase

Saluran drainase berbentuk persegi berjenis pasangan batu kali. Adapun perhitungan dimensi drainase dilakukan dengan menghitung luas penampang saluran (A), keliling basah (P), jari-jari hidrolisis (R), kemiringan dasar saluran (S), kontrol kecepatan (V), kapasitas saluran dan kapasitas rencana (Q). Melalui perhitungan masing-masing komponen dimensi drainase apabila diperoleh $Q_{saluran} > Q_{rencana}$ maka saluran

sudah ideal dan tidak perlu dilakukan *redesign* saluran, namun jika $Q_{saluran} < Q_{rencana}$ maka saluran belum ideal dan perlu dilakukan *redesign* saluran.

Dimensi Drainase Baru

Redesign dimensi drainase baru dihitung menggunakan metode *box culvert* dengan langkah-langkah perhitungan yang sama dengan prinsip perhitungan dimensi drainase sebelumnya namun menggunakan nilai pengukuran dimensi drainase yang direncanakan. Jika $Q_{saluran} > Q_{rencana}$ maka saluran sudah ideal dan tidak perlu dilakukan *redesign* saluran, namun jika $Q_{saluran} < Q_{rencana}$ maka saluran belum ideal dan perlu dilakukan *redesign* saluran.

BANGUNAN PELENGKAP

Bangunan pelengkap dalam sistem drainase berupa gorong-gorong dan lubang resapan biopori, perhitungan dimensi gorong-gorong menggunakan *box culvert* dengan prinsip perhitungan yang sama dengan perhitungan saluran drainase terbuka berpenampang persegi. Sedangkan, perhitungan biopori dilakukan dengan cara menentukan jumlah lubang biopori yang akan disebar di daerah studi tersebut, seperti di rumah penduduk, lahan kosong, dan sepanjang saluran drainase. Adapun langkah-langkah perhitungan jumlah biopori yang dibutuhkan untuk contoh saluran A2-A3 yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisa permeabilitas tanah dengan uji konsolidasi sehingga diperoleh nilai koefisien permeabilitas sebesar 0,000961 cm/detik;
2. Menentukan dimensi lubang resapan biopori berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 tentang Pemangaat Air Hujan sehingga ditentukan diameter lubang bipori sebesar 100 mm dan kedalam lubang bipori sedalam 1000 mm;
3. Menghitung factor geometrik dengan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{2\pi H + \pi^2 R \ln 2}{\ln\left\{\frac{H + 2R}{3R} + \sqrt{\left(\frac{H}{3R}\right)^2 + 1}\right\}}$$

Sehingga, diperoleh nilai F sebesar 2,45 m.

4. Menghitung debit biopori (Q) dengan rumus $Q = F \times K \times H$ dan diperoleh nilai Q sebesar 0,0006015 m³/detik;
5. Menghitung debit hujan titik saluran dengan rumus sebagai berikut:

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

Sehingga, diperoleh Q_{hujan} sebesar 0,01156 m³/detik.

6. Menghitung jumlah lubang biopori dengan membagi debit hujan dan debit biopori.

Berdasarkan langkah-langkah perhitungan tersebut, ditentukan jumlah lubang resapan bipori untuk contoh saluran A2-A3 sebanyak 19 unit.

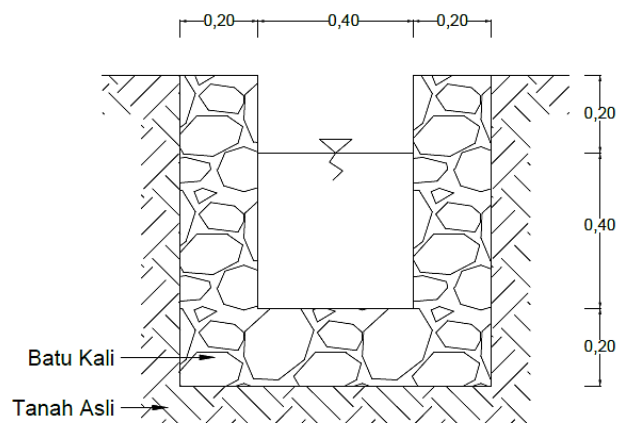
Inlet

Langkah-langkah perhitungan inlet pada contoh saluran A1-A2 menggunakan metode Moduto dengan menentukan nilai L dan d melalui langkah-langkah sebagai berikut yaitu menghitung tinggi air (d), menghitung lebar bukaan (L), menghitung debit inlet (Q_{inlet}), menghitung debit hujan (Q_{hujan}) dan menghitung jumlah inlet dengan membagi debit hujan dengan debit inlet. Berdasarkan pehitungan tersebut, dapat ditentukan jumlah inlet yang direncanakan pada contoh saluran A1-A2 yaitu sebanyak 7 unit.

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)

Perhitungan Bill of Quantity

Perhitungan volume pekerjaan berpedoman pada gambar kerja yang telah dibuat seperti yang disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Potongan melintang saluran 40 x 60

Dari gambar kerja tersebut dapat diketahui spesifikasi setiap saluran darainase dan lubang resapan biopori yang meliputi bentuk, dimensi, hingga bahan yang digunakan. Untuk menghitung volume pekerjaan dibutuhkan data eksisting dan data rencana sebagaimana yang tersaji dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Data Eksisting dan Data Rencana Volume Pekerjaan

Parameter	Data Eksisting	Data Rencana
Panjang saluran (L_d)	63,8 m	63,8 m
Lebar saluran (b)	0,4 m	0,4 m
Kedalaman Saluran (H)	0,5 m	0,6 m
Tebal dinding (T dinding)	0,2 m	0,3 m
Tebal alas (T alas)	0,2 m	0,2 m

Tebal plesteran	0,015 m	0,015 m
Tebal urugan pasir	0,1 m	0,1 m

Sumber: Data diolah (2023)

Berdasarkan data tersebut dapat dihitung volume pekerjaan untuk contoh saluran A2-A3 yang dijabarkan sebagai berikut:

A. Pekerjaan Persiapan

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar papan bouwplank} &= 10 \text{ m} \\ \text{Jml papan bouwplank} &= \frac{L_d}{\text{Jarak antar papan}} \\ &= 63,8 / 10 \\ &\approx 7 \text{ buah} \end{aligned}$$

B. Pekerjaan Tanah

1. Pembongkaran saluran lama

$$\begin{aligned} V \text{ saluran lama} &= L_d \times ((2 \times T \text{ dinding} \times H \text{ total saluran lama}) + (b \text{ saluran} \times (T \text{ dinding} + T \text{ urugan})) \\ &= 63,8 \times ((2 \times 0,3 \times 1,2) + (0,4 \times (0,3 + 0,1))) \\ &= 56,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Galian tanah

Perhitungan pekerjaan galian tanah dilakukan dengan menghitung selisih volume saluran lama dengan volume saluran baru yang akan dikerjakan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Galian tanah} &= V \text{ saluran baru} - V \text{ saluran lama} \\ &= 94,42 - 56,14 \\ &= 38,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Timbunan pasir urug

$$\begin{aligned} V &= L_d \times (b + 2 \times T \text{ dinding}) \times \text{urugan} \\ &= 63,8 \times (0,6 + 2 \times 0,2) \times 0,10 \\ &= 6,38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Urugan kembali

$$\begin{aligned} V &= 1/3 \times \text{galian tanah} \\ &= 1/3 \times 38,28 \\ &= 12,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

C. Pekerjaan Pasangan

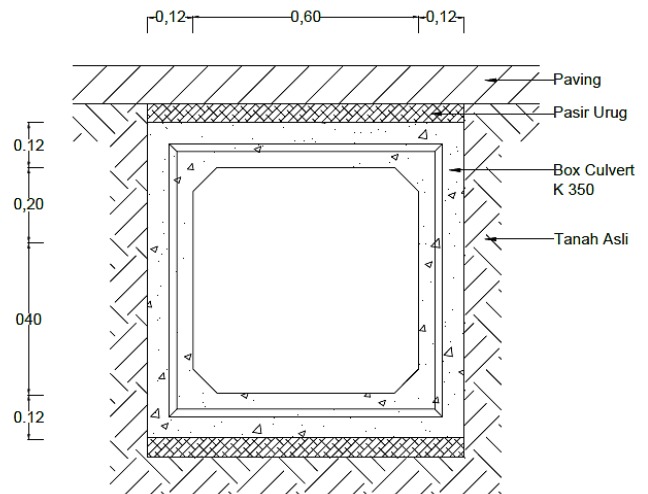
1. Pekerjaan pemasangan batu kali

$$\begin{aligned} V \text{ saluran baru} &= L_d \times ((2 \times T \text{ dinding} \times H \text{ total baru}) + (b \text{ saluran} \times (T \text{ dinding} + T \text{ urugan})) \\ &= 63,8 \times ((2 \times 0,3 \times 1,6) + (0,4 \times (0,3 + 0,1))) \\ &= 94,42 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan plester

$$\begin{aligned} V &= L_d \times (T \text{ plester} \times ((2 \times T \text{ dinding}) + (2 \times (h \text{ saluran} + 0,2)))) \\ &= 63,8 \times (0,015 \times ((2 \times 0,3) + (2 \times (0,9 + 0,2)))) \\ &= 2,68 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

D. Pekerjaan pemasangan box culvert



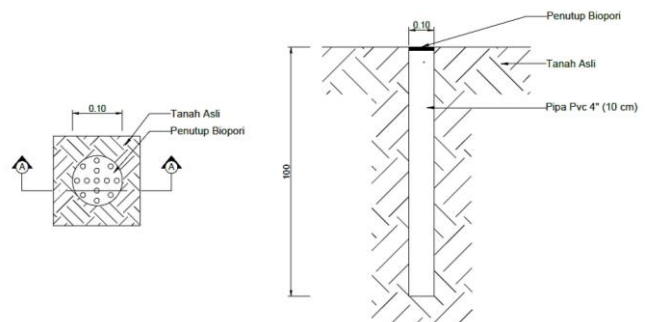
Sebagai contoh perhitungan volume pekerjaan pemasangan box culvert untuk saluran A2 – W2 ditunjukkan pada Gambar 2. Adapun perhitungan volume pekerjaan pemasangan box culvert 0,6 x 0,6 x 1,0 m pada saluran A3 – B1 adalah:

$$\begin{aligned} L_d &= 3 \text{ meter} \\ V &= \frac{L_d}{L \text{ per unit box culvert}} \\ &= \frac{3}{1} \\ &= 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Gambar 2. Potongan melintang box culvert 0,6 x 0,6 x 1,0

E. Pekerjaan Pemasangan Biopori

Perhitungan volume pekerjaan pemasangan lubang resapan biopori untuk contoh lahan E4 – E6 dengan data spesifikasi ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Detail lubang resapan biopori

$$\begin{aligned} \text{Galian tanah} &= (\pi \cdot r^2 \cdot H) \cdot \text{Jumlah LBR} \\ &= (3,14 \cdot 0,05 \cdot 1) \cdot 56 \\ &= 0,442 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

F. Finishing

Berikut ini adalah contoh perhitungan volume pekerjaan untuk saluran A2 – A3 dengan data spesifikasi sebagai berikut:

$$V = Ld \times B$$

$$= 63,8 \times 0,12$$

$$= 7,656 \text{ m}^3$$

Perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya)

Rencana anggaran biaya didapat dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan. Adapun RAB untuk seluruh pekerjaan secara keseluruhan disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. RAB Redesign Saluran Drainase Jalan Mawar Kota Malang

No	JENIS PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	Pemasangan Bouwplank	262	m	Rp 104.272	Rp 27.319.316
JUMLAH					Rp 27.319.316
II PEKERJAAN TANAH					
1	Pembongkaran Saluran Lama	2181,47	m ³	Rp 139.326	Rp 303.935.489
2	Galian Tanah	1192,33	m ³	Rp 95.095	Rp 113.384.697
3	Timbunan Pasir urug	256,021	m ³	Rp 236.302	Rp 60.498.227
4	Urugan Kembali	397,142	m ³	Rp 15.644	Rp 6.212.969
JUMLAH					Rp 201.971.905
III PEKERJAAN PASANGAN					
1	Pekerjaan Pasangan Batu Kali	3371,684	m ³	Rp 1.226.569	Rp 4.135.604.084
2	Pekerjaan Plesteran	93,68	m ³	Rp 76.743	Rp 7.189.552
3	Pekerjaan Kerb	126,1195	m	Rp 180.782	Rp 22.800.167
JUMLAH					Rp 1.397.085.681
IV PEKERJAAN PASANGAN BOX CULVERT					
1	Pasang Box Culvert 50x50 cm	0	m	Rp 1.383.364	Rp -
2	Pasang Box Culvert 60x60 cm	9	m	Rp 1.658.364	Rp 14.925.280
3	Pasang Box Culvert 120x120 cm	0	m	Rp 4.758.164	Rp -
JUMLAH					Rp 14.925.280
V PEKERJAAN PEMASANGAN BIOPORI					
1	Pekerjaan Galian	7,989	m ³	Rp 95.095	Rp 759.747
2	Pekerjaan Pemasangan Biopori	1018	m	Rp 279.455	Rp 284.415.601
JUMLAH					Rp 285.175.348
VI FINISHING					
1	Pembersihan Lokasi	420,222	m ²	Rp 20.790	Rp 5.604.080
JUMLAH					Rp 8.736.407
Total Biaya Pelaksanaan					Rp 4.985.781.536
PPN 11%					Rp 548.435.969
Total Biaya Pelaksanaan + PPN 11%					Rp 5.534.217.505
Pembulatan					Rp 5.534.300.000

Sumber: Data diolah (2023)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang saluran drainase pemukiman di Kawasan jalan Mawar, Kota Malang, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan layout jaringan drainase terdapat 4 dari 7 titik gorong-gorong dan hampir seluruh saluran eksisting yang ada tidak mampu menampung debit limpasan yang ada.
2. Debit banjir rancangan yang dapat ditampung saluran drainase padaperencanaan tersebut sebesar 0,3126 m³/detik.
3. Dimensi saluran yang dibutuhkan bervariasi. Dari perhitungan didapatkan dimensi terkecil untuk pasangan batu kali yaitu lebar 0,4 meter dengan tinggi 0,4 meter, dan dimensi terbesar pasangan batu yaitu lebar 0,6 dengan tinggi 0,95, sedangkan untuk dimensi bak control yaitu 0,5 x 0,5 x 0,8 meter dan *box culvert* yaitu 0,6 x 0,6 x 1 meter.
4. Berdasarkan perhitungan lubang resapan biopori terdapat 56 biopori pada saluran A2 – A3 dengan diameter 0,1 meter dan kedalaman 1 meter.
5. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan saluran drainase sebesar Rp. 5.534.300.000.

SARAN

1. Dalam merencanakan ulang saluran drainase harus memperhatikan kondisi lingkungan eksisting. Jika lahan

yang tersedia terbatas, sebisa mungkin lebar saluran rencana tidak lebih lebar agar dalam pelaksanaan pekerjaan lapangan dapat berjalan dengan baik.

2. Lubang resapan biopori sedapat mungkin ditempatkan di setiap area terbuka dengan kontur permukaan yang relatif datar dan jauh dari tempat yang dilalui oleh orang, kendaraan dan hewan.
3. Dalam perhitungan rencana anggaran biaya sebaiknya ada perhitungan biaya untuk pemeliharaan saluran agar saluran drainase tersebut tetap terjaga dalam jangka waktu yang panjang

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), 755–765.
- [2] Mursitaningsih. (2009). *Analisis Kinerja Saluran Drainase di Daerah Tangkapan Air Hujan Sepanjang Kali Pepe Kota Surakarta*. Surakarta.
- [3] Muliawati, D. N., & Mardiyanto, M. A. (2015). Perencanaan Penerapan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko-Drainase) Menggunakan Sumur Resapan di Kawasan Rungkut. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 16–20.
- [4] Nurhapni, & Burhanudin, H. (2011). Kajian Pembangunan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan Perumahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 11(1), 1–12.