

## PERENCANAAN ULANG DRAINASE PERKOTAAN BERWAWASAN LINGKUNGAN KAWASAN JALAN BOUGENVILE KOTA MALANG

**Audi Putra Firmansyah<sup>1</sup>, Medi Efendi<sup>2</sup>, Utami Retno Pudjowati<sup>3</sup>**

Mahasiswa Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Email: [audiputra02@gmail.com](mailto:audiputra02@gmail.com)<sup>1</sup> [medipolinema@gmail.com](mailto:medipolinema@gmail.com)<sup>2</sup> [utami.retno@polinema.ac.id](mailto:utami.retno@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Jalan Bougenvile, kelurahan Jatimulyo, kecamatan Lowokwaru, Kota Malang adalah daerah studi yang terdapat banjir dan ditempati oleh banyak penduduk dan disetiap tahun semakin bertambah, dan didaerah tersebut dilengkapi dengan sistem drainase yang tentunya jika jumlah penduduk bertambah dan banyaknya perubahan tata guna lahan maka penting untuk dilakukan perancangan ulang di system drainase tersebut. Data yang dibutuhkan yaitu hasil survey lapangan, peta lokasi, data curah hujan di Stasiun Sukun, Petungsewu, Dan Ciliwung, peta topografi dan Harga Satuan Pekerja (HSPK) Kota Malang tahun 2021. Metode yang digunakan adalah metode Distribusi Gumbel untuk menghitung curah hujan rancangan, intensitas hujan dengan metode Mononobe, debit banjir rancangan dengan metode rasional. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan 83,089 mm/hari; debit banjir rancangan 0,157 m<sup>3</sup>/detik; sumur resapan dengan diameter 1 meter dan tinggi 1,5 meter; biaya pelaksanaan konstruksi Rp 3.725.440.000.

**Kata kunci** : berwawasan lingkungan; sumur resapan; drainase perkotaan

### ABSTRACT

Bougenvile Street, Jatimulyo Village, Lowokwaru District, Malang City is an area that is flooded and occupied by many residents and every year it is increasing, and the area is equipped with a drainage system which of course if the population increases and there are many changes in land use it is important to do redesign of the drainage system. The data needed are the results of field surveys, location maps, rainfall data at Singosari, Petungsewu, and Ciliwung Stations, topographic maps and Labor Unit Prices (HSPK) Malang City in 2021. The methods used are Gumbel Distribution method to calculate the design rainfall, rain intensity using Mononobe method, design flood discharge using rational method. The calculation results obtained design rainfall 83,089 mm/day; design flood discharge 0.157 m<sup>3</sup>/second; infiltration well with diameter 1 meters dan tall 1,5 meters; construction costs Rp 3,725,440,000.

**Keywords** : biopori; environmentally friendly; urban drainage

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang masih digolongkan negara berkembang, dengan demikian negara berkembang masih akan melanjutkan pembangunan guna memenuhi infrastruktur rakyatnya. Oleh karena itu dengan banyaknya pembangunan secara otomatis tanah yang awalnya kosong untuk resapan air dijadikan bangunan seperti gedung atau jalan dan sejenisnya yang bisa menyebabkan penyerapan air yang berkurang menyebabkan genangan atau

bahkan bisa menjadi banjir apabila musim penghujan datang. Karena pembangunan yang terus berjalan sistem drainase saluran di daerah tersebut tidak sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan serta tidak bisa menampung air hujan.

Jika sistem drainase tidak bisa menampung sesuai kebutuhan kemungkinan banjir atau terjadinya genangan air di suatu kawasan pemukiman atau perkotaan masih banyak terjadi di berbagai kota di Indonesia. Genangan tidak hanya dialami oleh kawasan perkotaan yang terletak di dataran rendah saja, bahkan dialami kawasan yang terletak di daerah

dataran tinggi. Banjir atau genangan di suatu kawasan terjadi apabila sistem yang berfungsi untuk menampung genangan itu tidak mampu menampung debit yang mengalir, hal ini akibat dari tiga kemungkinan yang terjadi yaitu: kapasitas sistem yang menurun, debit aliran air yang meningkat, atau kombinasi dari kedua-duanya. Pengertian sistem disini adalah sistem jaringan drainase di suatu kawasan. Sedangkan sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air (banjir) dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal, jadi sistem drainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menanggulangi adanya genangan banjir (Suripin, 2004).

Kota Malang merupakan salah satu kota di Indonesia dengan jumlah penduduk yang terus meningkat, selain itu pertumbuhan industri, perdagangan, pertanian dan perkembangan penduduk yang sangat cepat menjadikan Kota Malang selaku pusat perkembangan utama di bidang jasa dan industri yang berakibat ke tata guna lahan di daerah tersebut yang juga tidak diimbangi dengan perkembangan sistem drainase dan salah satu dampaknya yaitu meningkatnya aliran permukaan dan dan menurunnya kualitas air di musim kemarau. Diperlukan adanya suatu perencanaan penerapan sistem drainase dimana terjadi perubahan konsep drainase konvensional menjadi konsep drainase berwawasan lingkungan agar nantinya kelebihan air terutama air hujan atau luapan sungai dapat ditampung atau meresap ke tanah sesuai sehingga mengurangi luapan air ke permukaan yang menyebabkan terjadinya genangan. Terdapat beberapa kecamatan di Kota Malang yang merupakan padat penduduk khususnya pada Kecamatan Lowokwaru penduduk dengan total penduduk pada tahun 2020 yaitu 198.839 jiwa (sumber: bps, malang kota)

Kelurahan Jatimulyo dengan jumlah penduduk 22.606 termasuk salah satu kelurahan yang padat dan menurut data badan pusat statistik Kota Malang kelurahan Jatimulyo mengalami penambahan penduduk tiap tahun. di Kelurahan Jatimulyo khususnya pada daerah Jalan Bougenville dengan batas atas Jalan Bunga Srigading, batas Bawah Jalan Bunga Anggrek Vanda, Batas kiri Jalan Bunga Matahari, Batas kanan Jalan Simpang Bunga Flamboyan yang merupakan perumahan padat penduduk yang akan bertambah terus setiap tahunnya maka dari itu perencanaan drainase yang baik dan ideal yaitu sistem jaringan drainase yang menghilangkan semua kelebihan air atau mencukupinya kebutuhan saluran drainase di daerah tersebut, tanpa mengharuskan pengontrolan debit dan aliran secara berkala dalam hal desain drainase tersebut

Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan perencanaan ulang jaringan drainase dengan dimensi yang dapat memenuhi debit banjir rancangan sesuai kala ulang kawasan

perkotaan dengan memperhatikan lahan yang sudah berubah menjadi perumahan. dan supaya tidak Perencanaan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk masyarakat dengan baik.

#### **Rumusan Masalah**

1. Bagaimana Layout jaringan drainase rencana drainase di pemukiman daerah Jalan Bougenville Kota Malang?
2. Berapa debit banjir rancangan berdasarkan kala ulang 5 tahun di pemukiman daerah Jalan Bougenville Kota Malang jika seluruh kawasan berubah menjadi rumah tinggal?
3. Berapa dimensi saluran baru yang sesuai dengan debit banjir yang diterapkan pada pemukiman daerah Jalan Bougenville Kota Malang?
4. Bagaimana Perencanaan Sumur Resapan di pemukiman daerah jalan Bougenville Kota Malang
5. Berapa Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan dalam pembangunan jaringan drainase baru di pemukiman daerah jalan Bougenville Kota Malang?

#### **Tujuan**

1. Merencanakan jaringan drainase pemukiman daerah jalan Bougenville Kota Malang.
2. Merencanakan debit curah hujan rancangan jalan Bougenville Kota Malang.
3. Merencanakan ulang drainase daerah pemukiman jalan Bougenville Kota Malang
4. Merencanakan sumur resapan yang diperlukan di pemukiman tersebut agar berwawasan lingkungan.
5. Menghitung RAB (Rencana Anggaran Biaya) yang diperlukan untuk pembangunan saluran drainase daerah pemukiman di jalan Bougenville Kota Malang

#### **Manfaat**

Adapun manfaat yang diperoleh pada penulisan jurnal ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Diharapkan hasil penelitian drainase pemukiman daerah Jalan Bougenville Kota Malang bisa menjadi alat bantu pengembangan keilmuan Teknik Sipil.

2. Manfaat Praktis

Diharapkan bisa menjadi acuan pemerintah dalam mengambil langkah bijak untuk menanggulangi masalah banjir yang terjadi di kawasan Jalan Bougenville Kota Malang dan membantu masyarakat ataupun penduduk sekitar di daerah tersebut untuk mengatasi masalah yang terjadi karena perubahan tata guna lahan.

#### **2. METODE**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Menghitung curah hujan kumulatif dari data curah hujan Stasiun Petung Sewu, Stasiun Ciliwung, Dan Stasiun Sukun dari tahun 2011 – 2020

2. Melakukan uji konsistensi, untuk memeriksa konsistensi data hujan dengan jangka waktu pengamatan yang panjang. Uji konsistensi dapat dilakukan dengan menggunakan metode kurva massa ganda. Uji konsistensi dilakukan untuk setiap stasiun terhadap masing – masing stasiun. (Soemarto, 1987).

3. Menghitung curah hujan maksimum daerah menggunakan metode rata – rata aljabar dengan menghitung nilai rata – rata curah hujan pada tanggal dan bulan yang sama pada tiap tahunnya. Berikut merupakan rumus metode rata – rata aljabar:

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n}$$

Keterangan :

d = tinggi curah hujan rata – rata area (mm)

dn = tinggi curah hujan pos penakaran (mm)

n = banyak pos penakaran

4. Perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan distribusi gumbel dengan persamaan sebagai berikut :

$$x \text{ rancangan} = \bar{X} + (Y_t - Y_n) \cdot \frac{S}{S_n}$$

$$Y_t = -\ln\left(-\ln\frac{TR-1}{TR}\right)$$

Keterangan

X ranc = Curah Hujan Rancangan (mm/hari)

X = Data Curah Hujan (mm/hari)

TR = Kala ulang

S = Standar deviasi (mm/hari)

S<sub>n</sub> = 0.9496 (Tabel berdasarkan nilai n = 10)

Y<sub>n</sub> = 0.4952 (Tabel berdasarkan nilai n = 10)

5. Menghitung waktu konsentrasi hujan menggunakan rumus:

$$t_c = t_0 + t_d$$

t<sub>c</sub> = waktu konsentrasi (jam)

t<sub>0</sub> = waktu terlama yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir di atas permukaan tanah ke saluran yang terdekat (jam).

t<sub>d</sub> = waktu yang diperlukan air hujan mengalir di dalam saluran (jam).

6. Intensitas curah hujan menggunakan rumus  $I_t = \frac{R_t}{24} \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$

$$I_t = \frac{R_t}{24} \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R<sub>t</sub> = Curah hujan rancangan (mm/hari)

t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (menit)

7. Melakukan perhitungan debit banjir dengan rumus rasional

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit banjir (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (m<sup>2</sup>)

8. Menghitung debit limbah domestik dan non domestik. Air limbah domestik adalah air bekas yang tidak dapat digunakan lagi untuk tujuan semula baik aktivitas dapur, kamar mandi, atau cuci baik dari lingkungan rumah tinggal. Sedangkan limbah yang berasal dari bangunan umum atau instansi, bangunan komersial dan sebagainya disebut dengan limbah non domestik. Kuantitasnya 50% - 70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120 – 140 lt/org/hari).

Besarnya debit limbah dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q \text{ limbah} = V_{\text{limbah}} \times \text{jumlah orang} \times (0,001 / (24 \times 60 \times 60))$$

9. Menghitung debit kapasitas komulatif saluran dari jumlah debit hujan, debit limbah, dan debit saluran sebelumnya

10. Menghitung kapasistas saluran eksisting

11. Menghitung dimensi saluran dengan membandingkan debit komaluatif saluran dengan kapasitas saluran drainase eksisting maka dapat diambil kesimpulan apakah suatu saluran perlu diperbaiki atau tidak. Jika debit komulatif saluran melebihi kapasitas saluran yang ada maka saluran perlu diperbaiki, akan tetapi jika tidak melebihi kapasitas saluran yang ada maka saluran tersebut tidak perlu diperbaiki/direncanakan ulang.

12. Perhitungan biopori saluran menggunakan rumus sebagai berikut :

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-FKT/\pi r^2}\right)$$

Dimana :

H = Tinggi muka air dalam sumur (m)

F = Faktor geometrik (m)

Q = Debit air masuk

T = Waktu pengaliran (detik)

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/dt)

R = Jari-jari sumur (m)

d = 1,2 m

e = 2,718

13. Perhitungan inlet, perhitungan debit melalui ambang menggunakan rumus sebagai berikut: (Moduto, 1998)

$$Q_i = 3,6 \times g \times d^{2/3} \times L$$

Dimana:

Q = kapasitas inlet kerb (m<sup>3</sup>/detik)

L = lebar bukaan inlet kerb (m)

g = gaya gravitasi (m/dt<sup>2</sup>)

d = kedalaman air dalam inlet kerb (m)

Tinggi genangan diasumsikan maksimal ½ lebar jalan

14. Perhitungan rencana anggaran biaya untuk perhitungan perencanaan konstruksi. Selain mendapatkan nilai harga satuan pekerjaan dan volume masing-masing pekerjaan, biaya setiap item pekerjaan juga dapat dihitung. Setelah mendapatkan biaya semua pekerjaan, maka hasilnya akan direkap dalam suatu tabel dengan perhitungan volume pekerjaan dikali harga satuan lalu dijumlahkan, maka akan didapatkan nilai real bangunan atau *Real Of Cost* (Ibrahim,1993).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Curah Hujan Kumulatif Tahunan

Didapatkan hasil curah hujan kumulatif tahunan sebagai berikut:

**Tabel 1. Curah Hujan Kumulatif**

Tahun	Petung Sewu	Ciliwung	Sukun
2020	3212	2277	2674
2019	2058	2096	1727
2018	1808	1872	1977
2017	2391	2272	2323
2016	2347	2610	3308
2015	1243	1505	1861
2014	2400	2513	2110
2013	2580	2433	2799
2012	1735	1597	2259
2011	1924	2063	2422
Total	21698	21238	23460

Dari data di atas digunakan untuk data pendukung uji konsistensi.

#### Uji Konsistensi

Uji konsistensi ini dilakukan di 3 stasiun dilakukan untuk memeriksa konsistensi data hujan dengan jangka waktu pengamatan yang panjang. Setelah melakukan uji konsistensi didapatkan nilai koreksi F Petung sewu sebesar 0,976, F Ciliwung sebesar 0,974, dan F Sukun sebesar 1,028.

Dari F koreksi tersebut faktor koreksi 3 stasiun tersebut hanya dilakukan pada tahun 2017 – 2020 untuk semua stasiun.

#### Curah Hujan Daerah

Perhitungan curah hujan daerah dilakukan dengan mengalikan faktor koreksi yang didapatkan di uji konsistensi dengan data curah hujan. Berikut cara perhitungan curah hujan daerah:

- 1) Mencari data curah hujan maksimum pada salah satu stasiun hujan yang digunakan. Contoh: Pada Stasiun Petung Sewu tahun 2020.

- 2) Mencari pada tanggal berapa hujan maksimum pada tahun 2020 turun. Contoh: Pada Stasiun Petung sewu tahun 2020 jatuh pada tanggal 3 Maret.
- 3) Mencari data curah hujan pada tanggal dan bulan yang sama dari data curah hujan maksimum tahunan pada stasiun lainnya. Contoh: Pada Stasiun petung Sewu jatuh tanggal 3 Maret 2020 dengan curah hujan 145 mm/hari, maka pada Stasiun Ciliwung dan Stasiun Singosari dicari curah hujan maksimum yang jatuh pada tanggal yang sama. Didapatkan Stasiun Ciliwung pada tanggal 3 Maret 2020 dengan curah hujan 47 mm/hari dan untuk Stasiun Singosari 80 mm/hari.
- 4) Melakukan langkah satu (1) dan dua (2) hingga seluruh data dari tahun 2011-2020 diketahui.
- 5) Setelah semua data curah hujan sudah tercatat, kemudian kali data curah hujan dengan Faktor Koreksi (F) dari hasil uji konsistensi yang telah dilakukan pada tahun yang dikoreksi di setiap stasiun hujan.
- 6) Menghitung nilai rata-rata curah hujan pada tanggal dan bulan curah hujan maksimum pada tiap tahunnya.
- 7) Menentukan curah hujan maksimum dari hasil curah hujan yang telah dirata-rata.
- 8) Setelah ditentukan dan didapatkan angka rata – rata max pada stasiun petung sewu pada tahun 2020 sebesar 89,494 mm/hari

**Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Daerah**

tahun	tanggal	Sukun	Petung Sewu	Ciliwung	rata rata	rata rata max
2020	31 Maret	128.533	0.000	18.002	48.845	84.210
	22 Maret	61.696	90.523	48.005	66.741	
	3 Maret	63.752	43.862	145.015	84.210	
2019	10 Februari	138.816	52.261	60.006	83.694	83.694
	11 Februari	0.000	76.525	5.001	27.175	
	13 Maret	5.141	0.000	93.009	32.717	
2018	24 Februari	96.657	0.000	0.000	32.219	56.444
	21 Juni	65.809	90.523	13.001	56.444	
	5 Februari	27.763	23.331	95.010	48.701	
2017	1 April	135.731	18.665	32.003	62.133	82.065
	4 April	57.583	97.056	23.002	59.214	
	26 Maret	103.855	37.329	105.011	82.065	
2016	29 Juni	125.448	45.000	35.004	68.484	68.484
	12 April	57.583	64.000	25.003	48.862	
	2 Februari	38.046	50.000	75.008	54.351	
2015	29 Maret	170.000	0.000	50.000	73.333	73.333
	3 Mei	0.000	98.000	10.000	36.000	
	1 Desember	31.000	61.000	65.000	52.333	
2014	26 April	134.000	56.000	15.000	68.333	68.333

	27 April	0.000	125.000	30.000	51.667	
	5 Januari	12.000	89.000	100.000	67.000	
2013	29 Maret	101.000	25.000	5.000	43.667	72.667
	8 Desember	50.000	93.000	75.000	72.667	
	26 November	33.000	15.000	85.000	44.333	
2012	3 Desember	125.000	30.000	34.000	63.000	70.000
	20 November	42.000	138.000	30.000	70.000	
	13 Februari	16.000	58.000	97.000	57.000	
2011	21 Desember	101.000	22.000	20.000	47.667	47.667
	26 Maret	0.000	113.000	26.000	46.333	
	13 Februari	0.000	2.000	85.000	29.000	

**Curah Hujan Rancangan**

Menghitung hujan rancangan dari data hujan maksimum tahunan dan menggunakan kala ulang 5 tahun berdasarkan jenis lahan, yaitu perumahan.

**Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Rancangan**

tahun	curah hujan max	(x- $\bar{x}$ )	(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	(x- $\bar{x}$ ) <sup>3</sup>	(x- $\bar{x}$ ) <sup>4</sup>
2020	47.67	-23.02	530.06	-12203.60	280963.87
2019	70.00	-0.69	0.48	-0.33	0.23
2018	72.67	1.98	3.91	7.73	15.28
2017	68.33	-2.36	5.55	-13.08	30.83
2016	73.33	2.64	6.99	18.48	48.84
2015	68.48	-2.21	4.87	-10.73	23.67
2014	82.06	11.38	129.39	1471.87	16742.72
2013	56.44	-14.25	202.39	-2890.76	41179.63
2012	83.69	13.00	169.12	2199.28	28600.48
2011	84.21	13.52	182.79	2471.28	33411.43
	706.90	0.000	1236.08	-8949.87	401016.97

Didapatkan nilai cs sebesar - 0,772 dan ck sebesar - 4.218 dan memenuhi syarat distribusi gumbel

- Menghitung S (standar deviasi)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1668,961}{10 - 1}} = 13,6968$$

- Menghitung Cs

$$Cs = \frac{n \sum(x_1 - \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2) \cdot S^3} = \frac{10 \cdot (-2207,505)}{(9)(8) \cdot 13,6968^3} = -0,1$$

- Menghitung Yt

$$Y_t = -\ln(-\ln((TR - 1)/TR))$$

$$= -\ln(-\ln((5 - 1)/5))$$

$$= 1,500$$

- Menghitung Xranc

$$X_{ranc} = \bar{x} + (Y_t - Y_n) \cdot S / S_n$$

$$= 84,323 \text{ mm / hari}$$

**Waktu Konsentrasi Hujan**

Perhitungan waktu konsentrasi hujan dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

- Perhitungan to
- Contoh pada saluran no 10a – 1a dari jalan

Diketahui :

L0 = 2 m

Nd = 0,013

S = 2%

$$t_0 = [2/3 \times 3.28 \times L_0 \times n_0 / \sqrt{S_0}]^{0.167}$$

$$t_0 = [2/3 \times 3.28 \times 2 \times 0,013 / \sqrt{0,02}]^{0.167}$$

$$t_0 = 0,859 \text{ menit}$$

- Perhitungan td

Contoh pada saluran no 10a – 1a dari jalan

Diketahui :

Ld = 126,52 m

V = 1,5 (batu kali)

td = Ld / (60.V)

$$= 126,52 / (60 \cdot 1,5)$$

$$= 1,406 \text{ menit}$$

- Perhitungan tc

Contoh pada saluran no 10a – 1a dari jalan

Tc = to + td

$$= 0,859 + 1,406$$

$$= 2,265 \text{ menit}$$

$$= 0,038 \text{ jam}$$

**Intensitas Curah Hujan**

Menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan rumus berikut:

Contoh saluran 10a - 1a dari jalan

$$I_t = \frac{Rt}{24} \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{84,322}{24} \left(\frac{24}{0,038}\right)^{\frac{2}{3}} = 259,805 \frac{mm}{jam}$$

$$= 0,0000722 \text{ mm/detik}$$

Contoh saluran 10a - 1a dari rumah

$$I_t = \frac{Rt}{24} \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{84,322}{24} \left(\frac{24}{0,057}\right)^{\frac{2}{3}} = 196,505 \frac{mm}{jam}$$

$$= 0,0000546 \text{ mm/detik}$$

**Debit Banjir Rencana**

Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional yaitu Q = C.I.A

Dengan menggunakan C (koefisien pengaliran)

C dari jalan = 0,7

C dari rumah = 0,4

C dari tanah = 0,3

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil debit banjir rencana dari jalan terbesar = 0.015700 m<sup>3</sup>/detik pada saluran 1a ke 2a dan dari rumah terbesar = 0,081453 m<sup>3</sup>/detik pada saluran 2b ke 3a

**Debit limbah**

Dari perhitungan didapatkan nilai debit limbah terbesar sebesar 0.004309028 m<sup>3</sup>/detik

**Debit Kapasitas**

Debit kapasitas paling besar terdapat pada saluran 1a ke 2a dengan debit sebesar 0,2069 m<sup>3</sup>/detik

**Sumur Resapan**

Sumur resapan diletakkan di tanah kosong yang terdapat di saluran

- 16a – 11a (sumur resapan 1 buah)
- 11b – 4a (sumur resapan 1 buah)
- 14a – 10c (sumur resapan 1 buah)
- 10b – 5a (sumur resapan 1 buah)
- 13b – 9c (sumur resapan 1 buah)

Dengan total jumlah sumur resapan sebesar 5 buah dengan diameter 1m dan kedalaman 31 cm dengan debit yang terserap 1 sumur resapan sebesar 0,001373m<sup>3</sup>/detik

**Dimensi saluran**

Perhitungan dimensi saluran diawali dengan menggunakan dimensi eksisting yang akan direncanakan ulang sehingga memenuhi debit kapasitas saluran. Selanjutnya dengan memerhatikan dimensi eksisting supaya tidak menimbulkan banyak biaya dimensi baru diredesain.

Berikut merupakan contoh perhitungan dimensi: Saluran 10a – 1a dan untuk tabel perhitungan lengkap di tabel 6 diketahui :

Q rencana yang sudah dikurangi dengan Q biopori yang sudah dihitung sebelum redesign saluran tersebut, maka Q rencana = 0,070 m<sup>3</sup>/detik  
Ld = 126,52 m

- a. Elevasi pada saluran  
Elevasi awal (saluran 1) = 481,780 m  
Elevasi akhir (saluran 2) = 478,570 m
- a. Kemiringan saluran (*slope*)  
Kemiringan saluran = (elevasi awal – elevasi akhir) / Ld  
= (481,780 – 478,570) / 126,52  
= 0,025
- b. Menghitung Luasan (A)  
b = 0,25 m  
h = 0,64 m (direncanakan)  
A = b x h  
= 0,25 x 0,64  
= 0,160 m<sup>2</sup>
- c. Menghitung keliling (P)  
P = b + 2h  
= 0,25 + 2 . 0,640  
= 1,530 m
- d. Menghitung jari – jari hidrolis (R)  
R = A / P  
= 0,160/ 1,530  
= 0,105 m
- e. Menghitung kecepatan aliran (V)  
 $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S} = \frac{1}{0,025} 0,105^{\frac{2}{3}} \sqrt{0,025}$   
= 0,444 m/detik
- f. Menghitung debit eksisting (Q eksisting)  
Q = V x A  
= 0,444 x 0,160  
= 0,071 m<sup>3</sup>/detik (memenuhi)
- g. Kontrol kecepatan dan Fr
  - a. Kecepatan yang digunakan untuk batu kali minimal 0,2 dan maksimal 2 m/detik

V= 0,2 < 0.44 < 2 m/detik (memenuhi)

- b. Bilangan Froude  
Untuk bilangan Froude yang digunakan yaitu aliran subkritis  
Fr < 1.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} = \frac{0,444}{\sqrt{9,81 \cdot 0,640}} = 0,177 < 1(\text{memenuhi})$$

Karena pada syarat debit rencana, kecepatan aliran dan bilangan froude memenuhi tidak perlu menggunakan s rencana untuk perhitungannya.

- h. Tinggi jagaan  
fb = 0,2
- i. Dimensi saluran baru  
b = 0,25 m  
H = h + tinggi jagaan  
= 0,64 + 0,2  
= 0,840 m

Dari hasil perhitungan didapat dimensi terkecil yaitu lebar 0,2 meter dan tinggi 0,75 meter. Dimensi terbesar didapatkan lebar 0,65 meter dan tinggi 1,1 meter.

**Tabel 5. Dimensi Eksisting**

Nomor Saluran		Q Renc	Fr	Kontrol		Tinggi Jagaa n	Dimensi Rencana	
Awa l	Akhi r			Q	V		b	H salura n
		(m <sup>3</sup> /s )		(m <sup>3</sup> /s)	(m/dt)	m	m	m
[2]	[3]	[5]	[25]	[28]	[29]	[31]	[32]	[33]
1a	2a	0.016	0.63 3	TIDAK OK	OK	0.2	0.24 0	0.233
2b	3a	0.016	0.68 7	TIDAK OK	OK	0.2	0.20 0	0.243
16a	11a	0.031	0.41 7	OK	OK	0.2	0.21 0	0.600
11b	4a	0.023	0.75 1	TIDAK OK	OK	0.2	0.32 0	0.250
16b	11c	0.016	0.57 4	TIDAK OK	OK	0.2	0.20 0	0.320
11d	4b	0.016	0.74 7	TIDAK OK	OK	0.2	0.32 0	0.270
15a	10a	0.022	0.75 6	OK	OK	0.2	0.70 0	0.310
10b	5a	0.023	0.56 4	TIDAK OK	TIDA K OK	0.2	0.50 0	0.210
14a	10c	0.012	0.84 5	OK	OK	0.2	0.90 0	0.280
10d	5b	0.014	0.71 9	OK	OK	0.2	0.70 0	0.300
13a	9a	0.018	0.56 3	OK	OK	0.2	0.32 0	0.570

9b	6a	0.020	0.34 9	OK	OK	0.2	0.28 0	0.450
13b	9c	0.015	0.44 4	OK	OK	0.2	0.21 0	0.600
9d	6b	0.014	0.34 2	OK	OK	0.2	0.33 0	0.550
12a	8a	0.020	0.50 9	OK	OK	0.2	0.61 0	0.691
8b	7a	0.194	0.36 3	TIDAK OK	OK	0.2	0.63 0	0.500
1a	16a	0.015	0.67 9	OK	OK	0.2	0.70 0	0.500
2a	11a	0.023	0.72 4	TIDAK OK	OK	0.2	0.24 0	0.300
2b	11b	0.007	0.58 2	OK	OK	0.2	0.32 0	0.600
3a	4a	0.023	0.66 5	OK	OK	0.2	0.38 0	0.550
16b	15a	0.006	1.22 3	OK	TIDA K OK	0.2	0.42 0	0.500
11c	10a	0.077	0.16 0	TIDAK OK	OK	0.2	0.15 0	0.700
11d	10b	0.007	0.97 8	OK	OK	0.2	0.21 0	0.400
4b	5a	0.069	0.79 4	OK	OK	0.2	0.45 0	0.650
14a	13a	0.006	1.05 4	OK	TIDA K OK	0.2	0.31 0	0.700
10c	9a	0.116	1.13 6	OK	TIDA K OK	0.2	0.29 0	0.570
10d	9b	0.006	1.34 8	OK	TIDA K OK	0.2	0.53 0	0.751
5b	6a	0.113	0.96 2	OK	OK	0.2	0.37 0	0.570
13b	12a	0.005	1.19 7	OK	TIDA K OK	0.2	0.35 0	0.650
9c	8a	0.154	0.67 8	TIDAK OK	OK	0.2	0.19 0	0.580
9d	8b	0.006	0.95 5	OK	OK	0.2	0.35 0	0.561
6b	7a	0.020	0.78 6	OK	OK	0.2	0.39 0	0.600

Tabel 6. Dimensi Baru

Nomor Saluran		Q Renc (m3/s)	Fr	Kontrol		Dimensi Rencana	
Awa l	Akhir			Q (m3/s)	V (m/dt)	b m	H salura n m
[2]	[3]	[5]	[25]	[28]	[29]	[32]	[33]
1a	2a	0.016	0.589	OK	OK	0.500	0.700
2b	3a	0.016	0.660	OK	OK	0.500	0.700
11b	4a	0.023	0.665	OK	OK	0.500	0.700
16b	11c	0.016	0.620	OK	OK	0.500	0.700
11d	4b	0.016	0.664	OK	OK	0.500	0.700
10b	5a	0.023	0.559	OK	OK	0.500	0.700
8b	7a	0.194	0.390	OK	OK	0.800	1.000
2a	11a	0.023	0.713	OK	OK	0.500	1.700
16b	15a	0.006	0.181	OK	OK	0.500	0.700
11c	10a	0.077	0.200	OK	OK	0.600	0.800

14a	13a	0.006	0.181	OK	OK	0.500	0.700
10c	9a	0.116	0.200	OK	OK	0.600	0.800
10d	9b	0.006	0.181	OK	OK	0.500	0.700
13b	12a	0.005	0.181	OK	OK	0.500	0.700
9c	8a	0.154	0.642	OK	OK	0.800	1.000
11a	11c	0.054	0.642	OK	OK	0.800	1.000
10a	10c	0.099	2.073	OK	OK	0.800	1.000
9a	9c	0.134	2.073	OK	OK	0.800	1.000
8a	8b	0.174	2.073	OK	OK	0.800	1.000
4a	4b	0.046	2.073	OK	OK	0.800	1.000
5a	5b	0.092	2.073	OK	OK	0.800	1.000
6a	6b	0.133	2.073	OK	OK	0.800	1.000
7a	saluran pembuangan	0.214	2.073	OK	OK	0.800	1.000

Dari dimensi eksisting didapatkan beberapa saluran yang tidak memenuhi syarat dari debit dan kecepatan alirannya. Maka dari itu dilakukan perhitungan dimensi baru yang sesuai dengan syaratnya.

**Inlet Saluran**

Perhitungan menggunakan metode Moduto (1998) dengan menentukan nilai L dan d. Hasil dari inlet didapatkan total jumlah inlet sebesar 92 buah dengan lebar 0,3 m dan panjang 0,2 m.

Tabel 7. Perhitungan Inlet

No. sal.	Q Hujan Jalan	L jalan m	B m	L m	Q Inlet m3/dt
	m3/dt				
1a ke 2a	0.01573	2	0.3	0.2	0.0372
2b ke 3a	0.01558	2	0.3	0.2	0.0372
16a ke 11a	0.01581	2	0.3	0.2	0.0372
11b ke 4a	0.01556	2	0.3	0.2	0.0372
16b ke 11c	0.01583	2	0.3	0.2	0.0372
11d ke 4b	0.01557	2	0.3	0.2	0.0372
15a ke 10a	0.01597	2	0.3	0.2	0.0372
10b ke 5a	0.01171	1.5	0.3	0.2	0.0322
14a ke 10c	0.01400	2	0.3	0.2	0.0372
10d ke 5b	0.01172	1.5	0.3	0.2	0.0322
13a ke 9a	0.01397	2	0.3	0.2	0.0372
9b ke 6a	0.01498	1.95	0.3	0.2	0.0367
13b ke 9c	0.01401	2	0.3	0.2	0.0372
9d ke 6b	0.01498	1.95	0.3	0.2	0.0367
12a ke 8a	0.01388	2	0.3	0.2	0.0372
8b ke 7a	0.01533	2	0.3	0.2	0.0372
1a ke 16a	0.00699	2.55	0.3	0.2	0.0420
2a ke 11a	0.00697	2.5	0.3	0.2	0.0416
2b ke 11b	0.00717	2.5	0.3	0.2	0.0416

3a ke 4a	0.00586	2	0.3	0.2	0.0372
16b ke 15a	0.00724	2.5	0.3	0.2	0.0416
11c ke 10a	0.00684	2.5	0.3	0.2	0.0416
11d ke 10b	0.00702	2.5	0.3	0.2	0.0416
4b ke 5a	0.00588	2	0.3	0.2	0.0372
14a ke 13a	0.00494	2	0.3	0.2	0.0372
10c ke 9a	0.00624	2.5	0.3	0.2	0.0416
10d ke 9b	0.00615	2.5	0.3	0.2	0.0416
5b ke 6a	0.00495	2	0.3	0.2	0.0372
13b ke 12a	0.00486	2	0.3	0.2	0.0372
9c ke 8a	0.00599	2.5	0.3	0.2	0.0416
9d ke 8b	0.00576	2.5	0.3	0.2	0.0416
6b ke 7a	0.00505	2	0.3	0.2	0.0372

### Rencana Anggaran Biaya

Dalam menyusun anggaran biaya dibutuhkan data volume pekerjaan (*bill of quantity*) dan harga satuan pekerjaan. Rencana anggaran biaya didapat dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan.

Dari hasil perhitungan didapatkan total rencana anggaran biaya sebesar Rp 3.725.440.000,-

### 4. KESIMPULAN

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

1. Berdasarkan *layout* jaringan drainase terdapat 8 titik gorong-gorong dan hampir seluruh kapasitas saluran eksisting yang ada tidak mampu menampung debit limpasan yang sudah direncanakan.
2. Debit banjir rancangan yang dapat ditampung saluran drainase pada perencanaan ini terbesar adalah 0,221 m<sup>3</sup>/detik.

3. Dimensi saluran yang dibutuhkan bervariasi. Dari hasil perhitungan didapat dimensi terkecil yaitu lebar 0,2 meter dan tinggi 0,75 meter.
4. Berdasarkan perhitungan sumur resapan terdapat 5 sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 1,5 meter.
5. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan saluran drainase sebesar Rp 3.725.440.000,-

### DAFTAR PUSTAKA

1. Moduto (1998). Drainase Perkotaan Volume I. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
2. Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta : Andi Press.
3. Soemarto. CD. 1987. Hidrolik Teknik. Jakarta : Erlangga.
4. Ibrahim, Bachtiar. 2001. Rencana dan Estimate Real of Cost, Jakarta : PT. Bumi