

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PEMUKIMAN BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA KAWASAN JALAN TEMBAGA, BLIMBING, KOTA MALANG

Nadya Silvana Permata Sari¹, Mohammad Zenuarianto², Ayisya Cindy Harifa³

Mahasiswa Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Program Diploma IV-Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: nadyasilvana41@gmail.com¹ mzenurianto@polinema.ac.id² ayisya_civil@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Drainase merupakan salah satu prasarana penting dalam menunjang infrastruktur suatu wilayah salah satunya adalah area pemukiman. Salah satu pemukiman di Kota Malang yang berlokasi di Jalan Tembaga, Kelurahan Purwantoro merupakan pemukiman yang padat dengan fungsi drainase yang kurang bagus kinerjanya. Pada musim hujan daerah tersebut sering mengalami genangan, dan jika kondisi itu terus dibiarkan akan menimbulkan banjir, yang dapat mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan ulang sistem drainase di wilayah tersebut. Data yang diperlukan dalam perencanaan meliputi *site plan*, kondisi saluran eksisting, data penduduk, data curah hujan tahun 2011-2020 dari Stasiun Ciliwung, Jabung, Sukun dan HSP Kabupaten Malang 2020. Perencanaan dimulai dari uji konsistensi, analisis curah hujan daerah dengan metode rata-rata aljabar, analisa curah hujan rancangan dengan metode log pearson tipe III dengan kala ulang 5 tahun, uji kesesuaian distribusi dengan metode Smirnov-Kolmogorov dan *Chi-Square* selanjutnya menghitung debit banjir rancangan menggunakan metode mononobe dan debit air saluran dengan menggunakan metode rasional. Dari hasil analisis diperoleh curah hujan rancangan sebesar 85,454 mm/hari, sedangkan implementasi system drainase wawasan lingkungan menggunakan sumur injek berdiameter 0,8 m dengan kedalaman 2 m berjumlah 165 sumur. Sementara itu dari hasil perencanaan ulang diperoleh saluran bentuk persegi dengan berbagai ukuran yang berubah, ukuran terbesar yaitu $b = 0,6$ m dan $h = 1,40$ m, sampai yang terkecil yaitu $b = 0,25$ m dan $h = 0,40$ m. Bangunan pelengkap direncanakan dari *box culvert* buatan pabrik (*pre-cast*) dengan dimensi bervariasi, yaitu 40x40 cm, 50x50 cm, 60x60 cm, 80x80 cm dan 100x100 cm. dengan total jumlah *box culvert* sebanyak 68 unit. Estimasi biaya perbaikan sistem drainase di wilayah kajian hasil perencanaan ulang sebesar Rp.1.885.941.000,00-.

Kata kunci : perencanaan ulang, sumur injeksi, *box culvert*

ABSTRACT

Drainage is one of the important infrastructures in supporting the infrastructure of an area, one of which is a residential area. One of the settlements in Malang City which is located on Jalan Tembaga, Purwantoro Village is a dense settlement with poor drainage function. During the rainy season the area often experiences inundation, and if this condition continues, it will cause flooding, which can result in disruption of community activities. Therefore, it is necessary to redesign the drainage system in the area. The data needed in planning includes a site plan, existing channel conditions, population data, rainfall data for 2011-2020 from Ciliwung, Jabung, Sukun and HSP Stations in Malang Regency 2020. Planning starts from consistency testing, analysis of regional rainfall with the average method. algebraic average, design rainfall analysis using the log Pearson type III method with a return period of 5 years, distribution suitability test using the Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square methods then calculating the design flood discharge using the mononobe method and channel water discharge using the rational method. From the results of the analysis, it was obtained that the design rainfall was 85,454 mm/day, while the implementation of the environmental insight drainage system using injection wells with a diameter of 0.8 m with a depth of 2 m totaled 165 wells. Meanwhile, from the results of the re-planning, a rectangular channel with various sizes has changed, the largest size is $b =$

0.6 m and $h = 1.40$ m, to the smallest one is $b = 0.25$ m and $h = 0.40$ m . Complementary buildings are planned from factory-made box culverts (pre-cast) with varying dimensions, namely 40x40 cm, 50x50 cm, 60x60 cm, 80x80 cm and 100x100 cm. with a total of 68 box culvert units. The estimated cost of repairing the drainage system in the study area as a result of the re-planning is Rp. 1,885,941,000.00-.

Keywords: redesign, injection well, box culvert

1. PENDAHULUAN

Gencarnya pembangunan menyebabkan bertambahnya permukaan tanah yang tertutup beton dan aspal, sehingga menimbulkan kelebihan air dalam saluran drainase yang nantinya jika tidak dapat dialirkan ke saluran pembuang akan menimbulkan genangan. Sumber permasalahan genangan lainnya ialah peningkatan penduduk. Penduduk meningkat maka akan diikuti peningkatan infrastruktur, antara lain perumahan, sarana transportasi, sarana pendidikan, dan lain-lain. Jika musim hujan tiba dan intensitasnya tinggi, genangan dapat berakibat banjir.

Kota Malang merupakan salah satu daerah dengan tingkat curah hujan yang cukup tinggi sehingga terjadinya genangan banjir. Hal ini didukung dengan permasalahan sering terjadi di beberapa kawasan pada saat musim hujan. Menurut BPBD Kota Malang Ali Mulyanto melalui laman web berita bahwa terdapat 22 titik rawan banjir yang sering terjadi banjir/genangan di Kota Malang dengan penyebab utamanya yaitu curah hujan tinggi, berkurangnya lahan resapan akibat alih fungsi lahan, dan penyempitan dan pendangkalan saluran oleh sampah yang menyebabkan air limpasan hujan kembali/meluap ke jalan.

Kecamatan Blimbing merupakan salah satu wilayah yang termasuk dalam titik rawan banjir/genangan, salah satunya pada kawasan Jl. Tembaga. Pada musim hujan di daerah tersebut sering mengalami genangan, sistem drainase perlu dikaji ulang agar mampu menampung. Salah satu penyebabnya titik air tidak dapat masuk ke saluran dikarenakan tidak adanya lubang jalan masuk ke saluran drainase.

Berdasarkan permasalahan di atas, dapat dilakukan yaitu dengan mengevaluasi serta penulis melakukan evaluasi sistem drainase eksisting dan merencanakan kembali dengan harapan saluran drainase dapat berfungsi dengan baik dan optimal untuk membuang limpasan air hujan pada ruas jalan dan kawasan sekitarnya. Selain itu juga direncanakan penambahan resapan, melalui inovasi drainase berwawasan lingkungan (*eco-drainage*) menggunakan sumurinjeksi untuk meresapkan air hujan serta penambahan cadangan air dalam tanah (konservasi air tanah).

Tujuan perencanaan ulang sistem drainase di wilayah kajian, antara lain :

1. Mengetahui kondisi eksisting saluran drainase di pemukiman di wilayah Jalan Tembaga.

2. Menghitung debit banjir rancangan berdasarkan kala ulang 5 tahun di pemukiman wilayah Jalan Tembaga.
3. Menghitung dimensi saluran drainase yang sesuai dengan kriteria perencanaan saat ini.
4. Mengetahui jumlah dan dimensi sumur injeksi yang dibutuhkan.
5. Menghitung Rencana Anggaran Biaya perbaikan saluran drainase wilayah kajian.

2. METODE

Uji Konsistensi

Dalam perencanaan drainase, data hujan diuji terlebih dahulu konsistensinya. Uji konsistensi data curah hujan n untuk mengetahui apakah data tersebut konsisten ataupun inkonsisten. Apabila terjadi inkonsisten maka dilakukan koreksi pada data tersebut

Uji konsistensi dilakukan dengan metode Kurva Massa Ganda (*Double Curve*). Dalam metode tersebut, dimensi nilai kumulatif seri data yang diuji dibandingkan dengan nilai kumulatif seri data stasiun referensi. Stasiun referensi dapat berupa rerata beberapa stasiun didekatnya (Suripin, 2004).

Untuk menghitung faktor koreksi, digunakan **Persamaan 1** :

$$F = m_1/m_2 \dots \dots \dots (1)$$

$$m = \frac{n \cdot \sum xi \cdot yi - (\sum xi)(\sum yi)}{n \cdot \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

Keterangan:

F = Faktor koreksi

m = gradien

n = banyak data

xi = nilai kumulatif seri data yang diuji

yi = nilai kumulatif seri data stasiun referensi

Curah Hujan Daerah

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan/atau di sekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004).

Curah hujan daerah dihitung dengan menggunakan metode rata-rata aljabar **Persamaan 2**:

$$d = \frac{d_1+d_2+d_3+\dots+d_n}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- \bar{d} = curah hujan rata – rata area (mm)
- dn = curah hujan pos penakaran (mm)
- n = banyak pos penakaran

Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi data hidrologi berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai/dilampaui (Suripin, 2004).

Ada empat jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu: (Suripin, 2004).

- a. Distribusi Normal,
- b. Distribusi Log Normal,
- c. Disribusi Log-Person III, dan
- d. Distribusi Gumbel

Pemilihan distribusi ditetapkan berdasarkan nilai kepengcangan (*skewness*) dengan **Persamaan 3** dan koefisien kepuncakan (*kurtosis*) dengan **Persamaan 4**

$$Cs = \frac{\sum(x-\bar{x})^3}{(n-1)(n-2).S^3} \dots\dots\dots (3)$$

$$Ck = \frac{n^2. \sum(x-\bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).S^4} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- x = Data hujan (mm)
- \bar{x} = Rerata data hujan (mm)
- n = Jumlah data

Uji Kesesuaian Distribusi Hujan

Diperlukan penguji parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (a) chi-kuadrat dan (b) Smirnov-Kolmogorov (Suripin,2004).

- a. Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan bahwa persamaan distribusi yang telah dipilih dapat diwakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan χ^2 , yang dapat dihitung dengan **Persamaan 5** :

$$X^2 \text{ hitung} : \sum_{i=1}^G \frac{(d \text{ empiris} - d \text{ teoritis})^2}{d \text{ teoritis}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- X^2 hitung = Parameter Chi-Square terhitung
- dempiris = d berdasarkan kertas distribusi
- dteoritis = d berdasarkan teoritis

- b. Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof sering disebut juga uji kecocokan non-parametrik, karena pengujiannya tidak

menggunakan fungsi distribusi tertentu. ΔP dapat dihitung dengan **Persamaan 6** :

$$\Delta P = |Pempiris - teoritis| \dots\dots\dots (6)$$

Mencari Do untuk n tertentu dan α tertentu, tergantung dari nilai keyakinan umumnya $\alpha = 0,05$ Dengan syarat sesuai apabila $\Delta P < Do$ (Sesuai).

Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi terdiri dari waktu terlama yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir di atas permukaan tanah ke saluran yang terdekat (t_0) dan waktu yang diperlukan air hujan mengalir di dalam saluran (t_d) (Suripin, 2004). Waktu konsentrasi hujan dihitung dengan **Persamaan 7**.

$$t_c = t_0 + t_d \dots\dots\dots (7)$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots (8)$$

$$t_d = \frac{Ls}{60 \cdot V} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

- t_c = waktu konsentrasi (jam)
- t_0 = waktu terlama yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir di atas permukaan tanah ke saluran terdekat (menit).
- t_d = waktu yang diperlukan air hujan mengalir di dalam saluran (menit).
- L_0 = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m).
- nd = angka koefisien hambatan
- s = kemiringan permukaan daerah pengaliran lahan.
- Ls = panjang lintasan aliran di saluran (m).
- V = kecepatan aliran pada saluran (m/detik)

Adapun koefisien hambatan untuk kondisi permukaan pada saluran drainase dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Koefisien Hambatan

No	Kondisi Lapis Permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0.013
2	Permukaan licin dan kedap air	0.02
3	Permukaan licin dan kokoh	0.01
4	Tanah dengan rumput tipis	0.2
5	Padang rumput dan rerumputan	0.4
6	Hutan gundul	0.6
7	Hutan rimbun	0.8

Sumber: (Petunjuk Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990, BINA MARGA)

Intensitas Curah Hujan

Soemarto (1995) menjelaskan apabila tidak ada waktu untuk mengamati besarnya intensitas curah hujan atau karena tidak adanya alat untuk mengamati, maka dapat ditempuh dengan **Persamaan 10**.

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R24 = Curah hujan rancangan (mm)
- t_c = Waktu konsentrasi (jam)

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah besarnya debit banjir kala ulang tertentu yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan dimensi bangunan hidraulik. Rumus Rasional adalah metode yang paling sederhana dalam memperhitungkan debit banjir rancangan. Perhitungan ini menggunakan **Persamaan 11**.

$$Q = C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

- Q = Debit banjir (m³/detik)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (m²)

Debit Limbah

Dalam perencanaan saluran drainase perkotaan, air buangan dari limbah harus diperhatikan dengan baik, agar zat-zat yang mengganggu lingkungan dan kesehatan tidak menambah masalah baru. Kuantitas air limbah dapat diasumsikan 50% - 70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120 – 140 liter/orang/hari).

Dimensi Saluran

Sebelum merencanakan dimensi saluran, hal yang harus diketahui terlebih dahulu adalah besar debit rencana berdasarkan curah hujan rancangan dan tata letak jaringan drainase, kemudian dihitung beban saluran secara kumulatif.

Bahan saluran juga direncanakan terlebih dahulu. Lapisan dasar dan dinding saluran drainase bisa terbuat dari beton, pasangan batu kali, batu merah, kayu, besi, plastik, dll, tergantung pada tersedia serta harga bahan, dan cara konstruksi saluran.

Langkah awal dalam perencanaan dimensi saluran adalah menghitung dimensi saluran dengan metode *Manning* pada **Persamaan 12** dan sebisa mungkin menyesuaikan dengan slope tanah asli. Jika profil muka tanah asli telah diubah bentuknya, maka perhitungan dimensi saluran diusahakan mengikuti elevasi tanah rencana. Perlu dilakukan pengecekan kecepatan dan bilangan Froude aliran pada tiap saluran, yang dihitung dengan **Persamaan 13**.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{Bilangan Froude (Fr)} = \frac{v}{\sqrt{9,81 \cdot x \cdot h}} \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :

- R = jari - jari hidrolis (m)

- n = koefisien kekasaran saluran
- S = kemiringan dasar saluran
- V = kecepatan rata- rata (m/dt)

Adapun nilai koefisien kekasaran saluran dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Koefisien Kekasaran Saluran

Tipe Saluran dan Deskripsinya	Min.	Normal	Maks.
a. Semen			
1. Acian	0.01	0.011	0.013
2. Adukan	0.011	0.013	0.015
b. Beton			
1. Dipoles dengan sendok kayu	0.011	0.013	0.015
2. Tidak dipoles	0.014	0.017	0.02

Sumber : Chow, 1985

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Curah Hujan

Analisis data curah hujan dilakukan dengan pengujian konsistensi. Uji konsistensi dilakukan pada setiap stasiun hujan, hingga didapatkan data hujan yang konsisten.

Tabel 3. Curah Hujan Maksimum yang Konsisten

No	Tahun	Sta. Sukun	Sta. Jabung	Sta. Ciliwung
1	2020	131.058	136.723	111.010
2	2019	110.792	102.542	119.891
3	2018	131.058	116.784	83.480
4	2017	140.516	139.571	117.227
5	2016	86.472	173.752	108.346
6	2015	132.410	119.633	150.974
7	2014	125.000	112.000	119.003
8	2013	93.000	178.000	101.000
9	2012	138.000	160.000	125.000
10	2011	113.000	80.000	101.000

Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode Log-Pearson tipe III, setelah sebelumnya diketahui nilai Cs = 0,680 dan Ck = 1,058 memenuhi syarat untuk penggunaan metode Log-Pearson, sehingga dilakukan perhitungan sebagai berikut, dengan hasil pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perhitungan Log-Perason Tipe III

No	X	log (x)
1	103.667	2.016
2	86.060	1.935

3	82.103	1.914
4	75.154	1.876
5	73.000	1.863
6	72.998	1.863
7	70.001	1.845
8	67.379	1.829
9	56.954	1.756
10	54.000	1.732
Jumlah	741.316	18.629
Rata-rata	74.132	1.863
Cs	0.680	
Std. Dev	14.317	
Log r ranc	1.932	
R ranc	85.454	

Debit Banjir Rancangan

Diperoleh hasil debit dari perhitungan komulatif Q jalan, Q pemukiman dan Q air kotor disalah satu contoh saluran yaitu sebesar 0,7442 m³/det.

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.

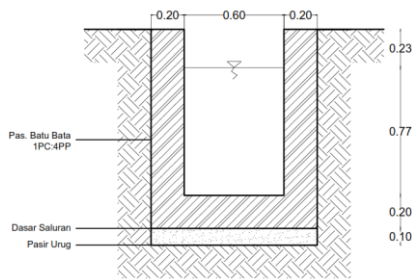
Tabel 5. Dimensi Saluran Eksisting

Blok	Saluran		Kontrol		
	Awal	Akhir	Q (m ³ /dt)	V (m/dt)	Fr
A	1	2	OK	OK	OK
	2	3	OK	OK	OK
	3	4	OK	OK	OK
	1	4	OK	OK	OK
B	5	6	Redesain	OK	OK
	42	43(Sungai)	OK	OK	Redesain
	6	7	OK	OK	OK
	7	8	Redesain	OK	OK
	5	8	OK	OK	OK
C	9	10	OK	OK	OK
	10	11	Redesain	OK	OK
	11	12	OK	OK	OK
	9	12	Redesain	OK	OK
D	13	14	OK	OK	OK
	14	15	Redesain	OK	OK
	13	16	Redesain	OK	OK

E	16	15	Redesain	OK	OK
	17	18	Redesain	OK	OK
	18	19	Redesain	OK	OK
	17	20	Redesain	OK	OK
	20	19	OK	OK	OK
F	21	22	OK	OK	OK
	22	23	Redesain	OK	OK
	21	24	Redesain	OK	OK
	23	24	Redesain	Redesain	OK
G	25	26	OK	OK	OK
	26	27	Redesain	OK	OK
	25	28	OK	OK	OK
	27	28	Redesain	OK	OK
	H	30	29	Redesain	OK
29		32	OK	OK	OK
30		31	OK	OK	OK
31		32	OK	OK	OK
33		36	OK	OK	Redesain
I	33	34	OK	OK	OK
	34	35	Redesain	OK	OK
	36	35	OK	OK	OK
	37	41	OK	OK	OK
J	41	40	OK	OK	OK
	40	39	OK	OK	Redesain
	37	38	OK	OK	OK
	38	39	OK	OK	Redesain
	42	44	OK	OK	OK
K	44	45	OK	OK	OK
	45	46	OK	OK	OK
	46	47	Redesain	OK	OK
	47	48	Redesain	OK	OK

Dari dimensi eksisting didapatkan 23 saluran yang tidak memenuhi syarat dari debit dan kecepatan alirannya. Maka dari itu dilakukan perhitungan dimensi baru yang sesuai dengan syaratnya.

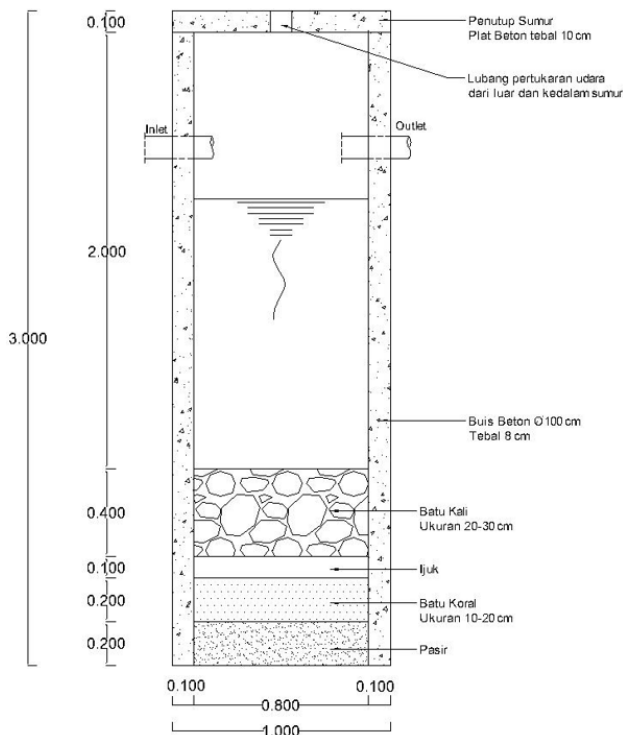
Pada perencanaan ini menggunakan pasangan berbentuk persegi dengan material menggunakan batu bata serta gorong-gorong menggunakan U-ditch.



Gambar 1. Potongan Melintang Saluran

Sumur Resapan

Perencanaan sumur resapan dibuat dengan diameter 80 cm dan kedalaman 200 cm berjumlah 165 sumur.



Gambar 2. Potongan Melintang Sumur Resapan

a. Perhitungan F

$R = 0,40$ m (ditentukan sendiri sesuai kebutuhan)

$$F = 5,5 \times R = 5,5 \times 0,4 = 2,2$$

b. Menghitung kedalaman sumur resapan (H)

$$H = \frac{Q}{FxK} \left(1 - e^{-\frac{F x K x T}{\pi x r^2}} \right)$$

$$H = \frac{0,117}{2,2 \times 0,000583} \left(1 - e^{-\frac{2,2 \times 0,000583 \times 0,045}{\pi \times 0,4^2}} \right)$$

$$= 2,038 \text{ m} \approx 2,0 \text{ m}$$

c. Menentukan Q_0

$$Q_0 = F \times K \times H$$

$$Q_0 = 2,2 \times 0,000583 \times 2$$

$$= 0,0026 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_s = 12 \times 0,0026$$

$$= 0,0308 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Sehingga untuk sistem drainase dengan menerapkan sumur resapan di Jl. Tembaga adalah:

- Q tanpa Sumur Resapan = $0,117 \text{ m}^3/\text{s}$
- Q serap dalam Sumur Resapan = $0,0308 \text{ m}^3/\text{s}$

Penempatan sumur resapan akan direncanakan untuk setiap rumah yaitu pada taman depan rumah.

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 analisis diperoleh total rencana perbaikan adalah sebesar Rp.1.885.941.000,00-.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada perencanaan ulang saluran drainase pemukiman berwawasan lingkungan pada Jalan Tembaga, Blimbing, Kota Malang, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan layout jaringan drainase terdapat beberapa kondisi saluran eksisting terdapat kerusakan pada dinding saluran, serta terdapat sampah-sampah yang dapat menyebabkan aliran tersumbat. Terdapat 23 saluran yang tidak mampu menampung debit yang direncanakan, sehingga diperlukan perencanaan ulang.
2. Perhitungan debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun didapat dari debit limpasan jalan, pemukiman dan debit air kotor. Besaran debit bervariasi mulai dari nilai terkecil $0,00603 \text{ m}^3/\text{detik}$ sampai terbesar $0,74442 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Dari perencanaan ulang saluran digunakan bentuk persegi dengan bahan beton. Didapatkan berbagai ukuran dimensi baru dari dimensi yang terkecil yaitu $b = 0,25$ m dan $h = 0,40$ m, sedangkan untuk ukuran dimensi yang terbesar yaitu $b = 0,6$ m dan $h = 1,40$ m.
4. Perencanaan saluran drainase berwawasan lingkungan (eco-drainage) berupa sumur resapan dengan diameter 0,8 m dan kedalaman 2 m dan berjumlah 165 sumur.
5. Total anggaran biaya pelaksanaan yang diperlukan dalam perbaikan saluran drainase sebesar Rp.1.885.941.000,00-.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta :Andi Press.
2. Ibrahim, Bachtiar. 2001. Rencana dan Estimate Real of Cost, Jakarta : PT. Bumi
3. Chow, Ven Te. (1985). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
4. Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova, Bandung.