

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN JALAN BENDUNGAN SUTAMI, JALAN GALUNGGUNG, DAN JALAN RAYA LANGSEP KOTA MALANG

Fitri Avionita Rosandi¹, Sutikno², Agus Suhardono³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: favionitar@gmail.com¹, sutikno.civil@gmail.com², agussuhardono66@gmail.com³

ABSTRAK

Daerah resapan air alami seringkali berkurang dari waktu ke waktu seiring berkembangnya kawasan pada suatu daerah diakibatkan permukaan tanah yang tertutupi oleh perkerasan jalan serta bangunan yang semakin meluas. Hal ini menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan dan berpotensi banjir pada badan jalan. Permasalahan limpasan permukaan dan banjir sering terjadi pada Jalan Bendungan Sutami, Jalan Galunggung, dan Jalan Raya Langsep Kota Malang. Untuk menangani permasalahan tersebut, maka dilakukan perencanaan ulang saluran drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan. Dalam perencanaan ulang ini digunakan data primer berupa pengukuran saluran eksisting yang diperoleh langsung dari lokasi. Selain itu, data sekunder yang digunakan dalam perencanaan ini antara lain data curah hujan harian, peta topografi, data penduduk, data tanah, dan Harga Satuan Pekerjaan Kota Malang Tahun 2022. Data diolah menggunakan metode Gumbel I, uji kesesuaian dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov dengan kala ulang 10 tahun, intensitas hujan dengan metode Mononobe dan debit banjir rancangan dengan metode rasional. Dari hasil perhitungan didapatkan intensitas hujan sebesar 83,601 mm/hari, debit banjir rancangan sebesar 2,052 m³/dt, sumur resapan Ø0,6 m dengan kedalaman 1 m sebagai drainase berwawasan lingkungan, saluran beton pracetak U-Ditch dan Box Culvert berdimensi 0,6 x 0,6, 0,8 x 0,8, 1,0 x 1,0 dan 1,4 x 1,4 serta biaya perencanaan terhitung sebesar Rp3.202.116.871.

Kata kunci : saluran drainase; perencanaan ulang; sumur resapan; rencana anggaran biaya

ABSTRACT

Natural water catchment areas often decreased over time as areas develop due to the land surface being covered by road pavements and expanding buildings. It leads to increased surface runoff and potential flooding on the road surface. Surface runoff and flooding problems frequently occur on Jalan Bendungan Sutami, Jalan Galunggung, and Jalan Raya Langsep Malang City. To address these issues, a study was conducted to environmentally-based redesign of drainage channels using infiltration wells. This redesign study used primary data in the form of existing channel dimensions obtained directly from the site. Additionally, secondary data included daily rainfall data, topographic maps, population data, land use data, and unit price of work for Malang City. The data was processed using the Gumbel I method, goodness-of-fit test using Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods with a 10-year return period, calculation of rainfall intensity using the Mononobe method, and calculation of design flood discharge using the rational method. The calculations result a rainfall intensity of 83,601 mm/day, a design flood discharge of 2,052 m³/sec, Ø0,6 m infiltration wells with 1 m depth for environmentally-based drainage, precast concrete U-Ditch and Box Culverts for drainage channels with dimension of 0.6 x 0.6 m, 0.8 x 0.8 m, 1.0 x 1.0 m, and 1.4 x 1.4 m, and a planning cost of Rp3,202,116,871.

Keywords : drainage channels; redesign; infiltration wells; cost estimate

1. PENDAHULUAN

Pada kawasan ruas Jalan Bendungan Sutami, Jalan Galunggung sampai dengan Jalan Raya Langsep adalah salah satu kawasan yang masih sering ditemukan genangan yang

diakibatkan oleh saluran drainase yang tidak mampu menampung jumlah air yang melebihi batas perencanaan yang disebabkan oleh curah hujan yang cukup tinggi, limpasan air kotor dari penduduk sekitar dan banyaknya

sampah pada saluran. Genangan air yang ada pada kawasan tersebut sangat mengganggu mobilitas dari pengguna jalan yang melintas dan masyarakat yang beraktivitas di kawasan tersebut.

Hasil survey langsung didapatkan hasil bahwa genangan disebabkan adanya saluran tersumbat dengan sampah ataupun tanah, karena hal tersebut air tidak dapat mengalir ke saluran drainase yang ada.

Oleh karena itu, perlu diadakannya pengkajian ulang mengenai perencanaan ulang saluran drainase dengan berawasan lingkungan agar dapat menampung kelebihan debit air pada kawasan tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukannya penelitian untuk mengidentifikasi penyebab dari masalah tersebut agar dapat ditemukan solusi guna menyelesaikan masalah.

2. METODE

Data Curah Hujan

Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data hidrologi berupa curah hujan harian dari tiga stasiun yang berada di sekitar lokasi diteliti dengan jangka waktu pengamatan 10 tahun terakhir.

Uji konsistensi

Uji konsistensi dilakukan untuk dapat mengetahui data hujan yang didapat apakah sudah konsisten, Data hujan yang disebut konsisten adalah apabila data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serta sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi (Kamiana. 2011). Uji konsistensi dapat dilakukan dengan menggunakan metode Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*), yaitu dengan membandingkan data curah hujan kumulatif dari stasiun dasar dan stasiun pembanding. Jika terjadi garis lurus pada grafik, maka data tersebut konsisten dan sebaliknya. Jika terjadi patahan, data yang menunjukkan tidak konsisten dapat dikalikan dengan faktor koreksi dan dibandingkan kembali.

Berikut rumus regresi linier yang digunakan untuk mengkoreksi data :

$$M = \frac{n\sum xi.yi - (\sum xi)(\sum yi)}{n\sum xi^2 - (\sum xi)^2} \tag{1}$$

$$F = \frac{m1}{m2} \tag{2}$$

Curah Hujan Daerah

Pengolahan curah hujan daerah menggunakan metode rata – rata aljabar. Metode rata – rata aljabar menggunakan data curah hujan yang berasal dari stasiun hujan yang berada dalam daerah aliran sungai (DAS) atau dapat menggunakan data stasiun hujan yang letaknya masih berdekatan (Triatmodjo, 2008).

Berikut rumus yang digunakan dalam metode rata – rata aljabar :

$$P = \frac{P_1+P_2+P_3+ \dots +P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \tag{3}$$

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Distribusi curah hujan rancangan dapat dilakukan menggunakan metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Metode yang akan digunakan dapat dipilih berdasarkan nilai parameter statistik, antara lain nilai Cs, Ck dan Cv. Berikut parameter pemilihan distribusi :

Tabel 1. 1 Parameter Pemilihan Distribusi

Metode	Parameter
Normal	Cs ≈ 0
	Ck ≈ 3
Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv
	Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
Gumbel	Cs = 1,1396
	Ck = 5,4002
Log Pearson III	Nilai selain parameter statistik yang lain

Sumber : Triatmodjo, 2008

Berikut rumus parameter statistik :

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^2} \tag{4}$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^2} \tag{5}$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \tag{6}$$

Keterangan :

Cs = Koefisien kemencengan

Ck = Koefisien kepuncakan

Cv = Koefisien variasi

S = Standar deviasi

X = Data hujan (mm)

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan 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. Parameter yang digunakan adalah Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov (Suripin, 2004).

- Uji Chi – Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \tag{7}$$

- Smirnov-Kolmogorov

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] \tag{8}$$

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah tinggi air per satuan waktu, hujan memiliki sifat umum, yaitu semakin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin besar periodenya maka semakin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004).

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe, berikut rumus yang bisa digunakan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (9)$$

Keterangan :

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

t = lamanya hujan (jam),

R₂₄ = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm).

Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi adalah sebagai berikut :

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \quad (10)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60v} \quad (11)$$

$$t_c = t_0 + t_d \quad (12)$$

Keterangan :

L = panjang lintasan aliran di dalam saluran (m),

n = koefisien kekasaran Manning,

S = kemiringan lahan,

v = kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah besarnya banjir pada kala ulang tertentu yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan dimensi bangunan hidraulik, sehingga kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh banjir secara langsung maupun tidak langsung tidak dapat terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui (Sri Harto, 2000).

Berikut rumus metode untuk menghitung debit rancangan :

$$Q = 0,278 C I A \quad (13)$$

Keterangan :

Q = debit banjir rancangan (m³/dt),

C = koefisien pengaliran,

I = intensitas curah hujan (mm/jam),

A = luas daerah pengaliran (km²).

Debit Air Limbah

Limbah cair merupakan dari air dan bahan – bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuat dari sumber domestic (perkantoran, perumahan, dan perdagangan), sumber industri, atau air hujan. Limbah dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu limbah domestic, limbah industri dan limbah kotapraja (Indasah, 2017).

Kecepatan Aliran Seragam

Kecepatan aliran seragam dapat dihitung menggunakan rumus Manning sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (14)$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran (m/detik),

n = koefisien kekasaran Manning,

s = kemiringan saluran,

R = radius hidrolis (m).

Tinggi Jagaan

Jagaan atau *freeboard* adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rencana. Tinggi jagaan saluran drainase dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Pedoman perencanaan drainase jalan, 2006) :

$$W = \sqrt{0,5h} \quad (15)$$

Gorong – gorong

Gorong – gorong adalah bangunan pelengkap yang posisinya memotong jalan atau media lain. Bentuk gorong – gorong terdiri dari bentuk lingkaran yang terbuat dari pipa dan bentuk persegi empat yang terbentuk dari beton bertulang.

Sumur Resapan

Sumur resapan adalah sumur atau lubang yang terletak di permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Berbanding terbalik dengan sumur air minum yang mengangkat air tanah ke permukaan, sumur resapan berfungsi untuk memasukkan air ke dalam tanah. Maka dari itu, konstruksi dan kedalamannya berbeda. Sumur resapan digali sampai kedalaman di atas permukaan air tanah (Kusnaedi, 1995).

Berikut rumus untuk menghitung debit sumur resapan :

$$Q_0 = 5,5 \times R \times K \times H \quad (16)$$

Keterangan :

Q₀ = debit sumur resapan (m³/dt),

R = jari – jari sumur (m),

K = koefisien permeabilitas (m/det),

H = tinggi muka air dalam sumur (m).

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya atau yang biasa disebut dengan RAB adalah estimasi perhitungan seberapa banyak biaya yang akan dibutuhkan untuk bahan dan upah, serta biaya – biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pembangunan proyek. Sebuah anggaran biaya harus dihitung dengan cermat, teliti, dan memenuhi syarat. Anggaran biaya bangunan pada tiap daerah dapat berbeda – beda, hal itu disebabkan oleh perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja (Ibrahim, 1993).

Penghitungan rencana anggaran biaya dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$RAB = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan}) \quad (17)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hujan

Data hujan yang dipakai adalah data curah hujan harian dari 3 stasiun terdekat, yaitu Stasiun Karangploso, Stasiun Sukun, dan Stasiun Ciliwung dengan jangka pengamatan 10 tahun terakhir.

Curah Hujan Maksimum Tahunan

Curah hujan maksimum tahunan berasal dari data curah hujan harian dari tiga stasiun hujan, yaitu Stasiun Karangploso, Stasiun Sukun, dan Stasiun Ciliwung selama 10 tahun terakhir.

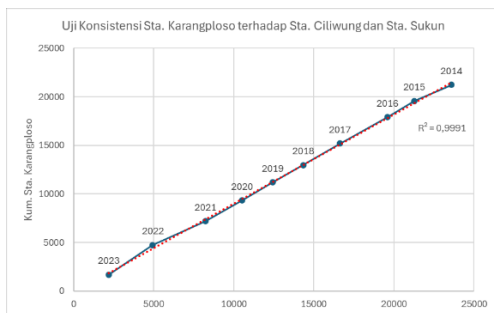
Tabel 1. 2 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Stasiun		
	Sta. K	Sta. C	Sta. S
2023	70,9	102	134
2022	95,7	115	82
2021	145	123	133
2020	84,6	97	125
2019	96,7	82	135
2018	107,4	97	94
2017	87	104	132
2016	97,1	64	122
2015	91,6	98	170
2014	96,1	125	134
2014	96,1	125	134

Sumber : Perhitungan

Uji Konsistensi

Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan metode kurva massa ganda. Berikut hasil uji konsistensi Stasiun Karangploso terhadap Stasiun Ciliwung dan Stasiun Sukun :



Gambar 1 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Karangploso Terhadap Stasiun Ciliwung Dan Stasiun Sukun

Hasil uji konsistensi Stasiun Karangploso terhadap Stasiun Ciliwung dan Stasiun Sukun menunjukkan bahwa nilai R² adalah 0,9991 yang menunjukkan bahwa data telah sesuai atau *fit* dan garis dianggap lurus, yang menunjukkan bahwa data telah konsisten.

Curah Hujan Daerah

Data yang digunakan didapat dari data curah hujan harian maksimum dari tiga stasiun yang digunakan.

Tabel 1. 3 Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	dmax
2023	81,87
2022	89,13
2021	64,00
2020	62,50
2019	63,67
2018	64,87
2017	76,33
2016	73,37
2015	62,00
2014	73,70

Sumber : Perhitungan

Curah Hujan Rancangan

Pada perhitungan parameter statistik untuk memilih metode yang digunakan adalah metode Log Pearson. Nilai Cs yang diperoleh adalah Cs = 0,663, dengan nilai Cs yang berada di sekitar 0,6 dan 0,7, maka dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai K. Nilai K setelah interpolasi didapat sebesar 1,330. Perhitungan hujan rancangan dengan kala ulang 10 tahun adalah sebagai berikut :

$$k = 1,330$$

$$\text{Log } X_2 = X_{rt}(\text{log}) + Sd \times k$$

$$= 1,849 + 0,055 \times (1,330)$$

$$= 1,922$$

$$\bar{X}_2 = \text{arc log}(1,922) = 83,601 \text{ mm}$$

Tabel 1. 4 Tabel perhitungan hujan rancangan

T (Tahun)	X _{rt} (log)	Sd	k	X _t	
				(Log)	(mm)
2	1,849	0,055	-0,113	1,843	69,6
5	1,849	0,055	0,794	1,893	78,1
10	1,849	0,055	1,330	1,922	83,601
25	1,849	0,055	1,959	1,957	90,5
50	1,849	0,055	2,391	1,981	95,7

Sumber : Perhitungan

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov.

- Chi-Kuadrat

Tabel 1. 5 Kesesuaian Distribusi Chi-Kuadrat

No	Batas Sub Kelas	Jumlah Data		O _i - E _i	(O _i - E _i) ² /E _i
		O _i	E _i		

1	$1,792 \leq x < 1,832$	5	2,5	2,5	2,5
2	$1,832 \leq x < 1,871$	2	2,5	-0,5	0,1
3	$1,871 \leq x < 1,911$	1	2,5	-1,5	0,9
4	$1,911 \leq x < 1,95$	2	2,5	-0,5	0,1
Jumlah		10	10	X ² hitung	3,6

Sumber : Perhitungan

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan pada tabel di atas, jika Dk adalah 1 dan derajat kepercayaan adalah 5% maka nilai X² hitung kurang dari nilai X² kritis sehingga distribusi Log Pearson III dapat diterima.

• Log Pearson III

Berdasarkan perhitungan yang didapatkan, jika Dmax adalah 0.202 dan derajat kepercayaan adalah 5%, dengan D0 kritis 0,56 maka nilai Dmax kurang dari D0 kritis sehingga distribusi Log Pearson III dapat diterima.

Intensitas Curah Hujan

Diketahui panjang lintasan aliran permukaan (Lo) untuk jalan yaitu 3 meter dan pemukiman 55,323 meter, dengan koefisien kekasaran pengaliran (nd) yaitu 0,013 untuk bahan dari semen, aspal, dan beton. Kemiringan dipakai 0,02 untuk jalan dan pemukiman. Dengan panjang saluran sebesar 100 meter, maka hasil perhitungan untuk waktu konsentrasi dan intensitas hujan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 6 Waktu Konsentrasi Dan Intensitas Hujan

Jenis Perhitungan	Jalan	Pemukiman
t ₀ (menit)	0,927	1,508
td (menit)	1,111	1,111
tc (jam)	0,044	0,034
I (mm/jam)	255,576	233,785

Sumber :

Debit Banjir Rancangan

Luas daerah pengaliran (A) jalan sebesar 300 m² dan pemukiman sebesar 5532 m², dengan koefisien pengaliran (C) rata – rata 0,6 yang berasal dari koefisien untuk jalan adalah 0,8 dan untuk pemukiman adalah 0,4. Maka perhitungan besar debit air hujan pada saluran adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{jalan}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,6 \times 255,576 \text{ mm/jam} \times 0,0003 \text{ km}^2 \\
 &= 0,0128 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{pemukiman}} &= 0,278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,6 \times 233,785 \text{ mm/jam} \times 0,0055 \text{ km}^2 \\
 &= 0,216 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

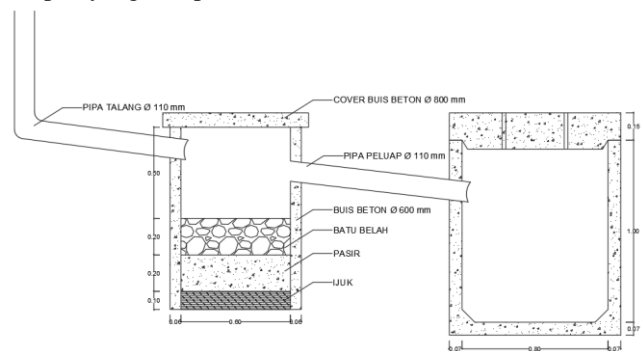
Debit Air Limbah

Jumlah penghuni bangunan diasumsikan 3 orang, jumlah bangunan berupa pertokoan sebanyak 4 buah dan pemakaian air sesuai penggunaan gedung adalah 0,0000012 m³/org/dt. Perhitungan debit air limbah adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{jumlah penduduk} \times V \text{ limbah} \\
 &= 12 \times 0,0000012 \text{ m}^3/\text{org/dt} \\
 &= 0,00001389 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Sumur resapan

Sumur resapan direncanakan pada daerah – daerah yang sering tergenang dengan menggunakan buis beton berdiameter 0,6 meter dan dengan kedalaman 1 meter. Debit resapan yang didapat adalah 0,000011709 m³/dt.



Gambar 2 Potongan Sumur Resapan

Dimensi Saluran Eksisting

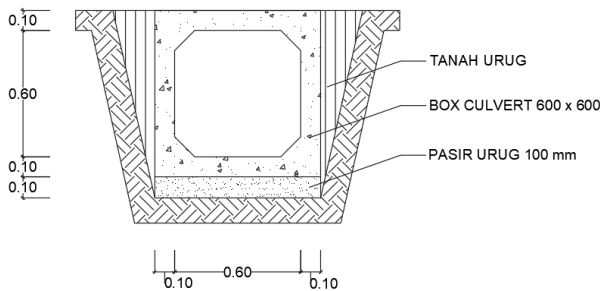
Dimensi eksisting saluran yang ada pada STA 2 + 400 sampai STA 2 + 500 sisi kiri dengan lebar (b) 0,95 meter dan kedalaman (h) 0,93 meter. Luas penampang saluran (A) adalah 0,884 m², keliling basah (P) 2,81 m², jari – jari hidrolis (R) 0,314 m². Kecepatan aliran 0,687 m²/dt, bilangan Froude 0,228, debit rencana 1,286 m³/dt, dan debit kapasitas 0,607 m³/dt.

Dilakukan kontrol kecepatan dengan kecepatan minimum untuk bahan pasangan batu kali yaitu 0,2 m²/dt dan kecepatan maksimum yaitu 2 m²/dt, kecepatan saluran eksisting memenuhi syarat. Selanjutnya untuk kontrol bilangan froude dengan syarat kurang dari 1, saluran memenuhi syarat. Kontrol selanjutnya pada debit saluran dengan syarat debit kapasitas harus lebih besar atau sama dengan debit rencana, maka saluran tidak memenuhi syarat karena tidak dapat menampung debit rencana. Saluran eksisting harus direncanakan ulang saluran dapat menampung debit rencana.

Dimensi Saluran Baru

Saluran baru direncanakan menggunakan beton pracetak U-Ditch, dengan lebar (b) 0,5 meter dan kedalaman (h) 0,5 meter. Setelah ditambah dengan jagaan, kedalaman saluran bertambah menjadi 0,67 meter, dengan mempertimbangkan

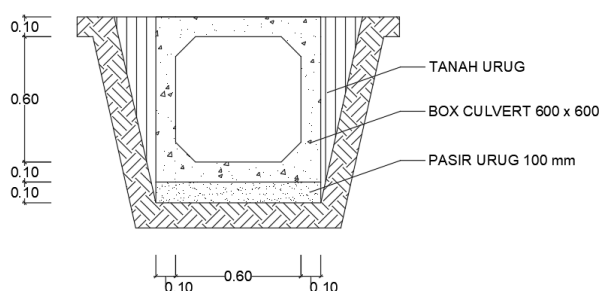
ukuran U-Ditch yang ada, dimensi saluran diubah menjadi 0,6 meter 0,6 meter. Debit rencana sebesar 0,222 m³/dt, debit kapasitas sebesar 0,222 m³/dt, syarat terpenuhi karena debit kapasitas harus lebih besar atau sama dengan debit rencana. Kecepatan aliran saluran (v) sebesar 0,889 m²/dt, kecepatan sudah memenuhi syarat karena kecepatan untuk bahan beton adalah minimal 0,2 m²/dt dan maksimal 3 m²/dt. Bilangan Froude terhitung sebesar 0,401, bilangan froude memenuhi syarat karena nilainya yang kurang dari 1.



Gambar 3 Potongan Saluran Drainase

Gorong – gorong

Gorong – gorong direncanakan menggunakan beton pracetak *Box Culvert* dengan lebar (b) 0,5 meter dan kedalaman (h) 0,5 meter. Setelah ditambah dengan jagaan, kedalaman saluran bertambah menjadi 0,67 meter, dengan mempertimbangkan ukuran U-Ditch yang ada, dimensi saluran diubah menjadi 0,6 meter 0,6 meter. Debit rencana sebesar 0,329 m³/dt, debit kapasitas sebesar 0,329 m³/dt, syarat terpenuhi karena debit kapasitas harus lebih besar atau sama dengan debit rencana. Kecepatan aliran saluran (v) sebesar 1,318 m²/dt, kecepatan sudah memenuhi syarat karena kecepatan untuk bahan beton adalah minimal 0,2 m²/dt dan maksimal 3 m²/dt. Bilangan Froude terhitung sebesar 0,595, bilangan froude memenuhi syarat karena nilainya yang kurang dari 1.



Gambar 4 Potongan Gorong – gorong

Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan volume pekerjaan dan analisa harga satuan pekerjaan, diperoleh rencana anggaran biaya terhitung sebesar Rp3.202.116.871.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan saluran drainase pada Jalan Bendungan Sutami, Jalan Galunggung dan Jalan Raya Langsep dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Curah hujan rancangan dengan periode ulang 10 tahun rencana didapatkan hasil sebesar 83,601 mm.
- Debit limpasan yang didapat dari jalan, pemukiman dan debit limbah bervariasi, dari 0,066 m³/dt hingga 2,052 m³/dt.
- Perencanaan saluran drainase berwawasan lingkungan berupa sumur resapan yang dibangun pada 4 titik menggunakan bahan buis beton dengan diameter 60 cm dan kedalaman 1 m.
- Saluran pada Jalan Bendungan Sutami, Jalan Galunggung, dan Jalan Raya Langsep direncanakan menggunakan beton pracetak U-Ditch beserta penutup untuk saluran dan Box Culvert untuk gorong – gorong, dengan dimensi U-Ditch 0,6 m x 0,6 m, 0,8 m x 0,8 m, 1,0 m x 1,0 m, dan 1,4 m x 1,4 m. Box Culvert dengan dimensi 0,6 m x 0,6 m, 0,8 m x 0,8 m, 1,0 m x 1,0 m, dan 1,4 m x 1,4 m.
- Rencana anggaran biaya untuk melaksanakan perencanaan ulang saluran pada jalan jalan bendungan sutami, jalan galunggung, dan jalan raya langsep terhitung sebesar Rp3.202.116.871.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. R. Brata and A. Nelistya, *Perencanaan Biaya Bangunan*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1994.
- [2] Departemen Pekerjaan Umum, “Pedoman Teknis Bidang Konstruksi dan Bangunan : Perencanaan Sistem Drainase Jalan”, Jakarta, 2006.
- [3] Hadihardjaja, *Drainase Perkotaan*, Jakarta: Universitas Guna Darma, 1997.
- [4] Hardjosuprpto, *Drainase Perkotaan, Volume 1*, Bandung: Penerbit ITB.
- [5] Harto, *Hidrologi, Teori, Masalah dan Penyelesaian*, Yogyakarta: Nafiri Offset, 2000.
- [6] H. B. Ibrahim, *Real dan Estimate Real of Cost*, Jakarta: PT. Bumi Aksara, 1993.
- [7] I. Kusnaedi, *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*, Jakarta: Penebar Swadaya, 1995.
- [8] C. D. Soemarto, *Hidrologi Teknik*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1999.
- [9] H. M. Soeparman and Suparmin, *Pembuangan tinja & limbah cair: suatu pengantar*, Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 2001.
- [10] M. Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: ANDI, 2004.