

## PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA JL. TRUNOJOYO – JL. SOEKARNO HATTA KABUPATEN PONOROGO

Maulid Diana Putri<sup>1</sup>, Ikrar Hanggara<sup>2</sup>, Moh. Charist<sup>3</sup>

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

[mauliddiana1107@gmail.com](mailto:mauliddiana1107@gmail.com)<sup>1</sup>, [i.hanggara@polinema.ac.id](mailto:i.hanggara@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [mohcharits@hotmail.com](mailto:mohcharits@hotmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Sistem Drainase yang ada di sepanjang jalan merupakan salah satu infrastruktur perkotaan yang amat penting. Kualitas suatu kota dapat di lihat dari sistem drainase yang ada. Tanpa adanya sistem drainase yang baik di sepanjang jalan, pada musim penghujan akan terjadi banjir di bagian ruas jalan. Seperti yang terjadi setiap tahunnya pada ruas Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta Kabupaten Ponorogo. Oleh karena itu perlu dibutuhkan adanya perencanaan ulang saluran drainase pada jalan Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta yang berfungsi selain pengendali banjir juga sebagai limpasan air hujan dan air limbah kedalam saluran drainase. Data yang dibutuhkan yaitu peta topografi, data curah hujan dari 3 stasiun terdekat: Babadan, Bollu, dan Ponorogo dalam 20 tahun terakhir mulai tahun 2002 – 2021, dan harga satuan pokok pekerjaan Kabupaten Ponorogo tahun 2021. Data tersebut diolah dengan menggunakan metode Log Persen III, uji kesesuaian dengan metode *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov* dengan kala ulang 20 tahun, intensitas hujan dengan metode *Mononobe*, perhitungan kapasitas drainase menggunakan persamaan Manning dan debit banjir rancangan dengan metode rasional. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 136,191 mm/hari; debit banjir rancangan sebesar 0,125989 m<sup>3</sup>/dt; drainase terbesar menggunakan dimensi 1,5 meter dengan kedalaman 1,5 meter; dimensi saluran terkecil adalah 0.5 m x 0.5 m; biaya konstruksi sebesar Rp. 14.565.484.000,00. Saluran Inlet drainase 3 sub sistem Soekarno Hatta 3 ke bak pengendapan menggunakan pipa galvanis berdiameter 4” dengan rencana anggaran biaya senilai Rp. 60 121.000 serta bak pengendapan pada drainase 3 sub sistem Soekarno Hatta 3 menggunakan dimensi 2 x 1 x 2 m dengan biaya konstruksi sebesar Rp. 6.353.000,00.

**Kata kunci** : saluran drainase, dimensi saluran, bak pengendapan, rencana anggaran biaya

### ABSTRACT

*The drainage system along the road is a very important urban infrastructure. The quality of a city can be seen from the existing drainage system. Without a good drainage system along the road, during the rainy season there will be flooding on parts of the road. As happens every year on the Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta, Ponorogo Regency. Therefore, it is necessary to re-plan the drainage channels on Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta, whose function is not only to control floods, but also to run off rainwater and wastewater into drainage channels. The data required is a topographic map, rainfall data from the 3 closest stations: Babadan, Bollu, and Ponorogo in the last 20 years from 2002 – 2021, and the HSP of Kabupaten Ponorogo in 2021. This data is processed using the Log Percent III method, suitability test using the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods with a return period of 20 years, rainfall intensity using the Mononobe method, calculation of drainage capacity using the Manning equation and design flood discharge using the rational method. The calculation results showed that the design rainfall was 136.191 mm/day; total design discharge of 0.125989 m<sup>3</sup>/s; the largest drainage uses dimensions of 1.5 meters with a depth of 1.5 meters; the smallest channel dimensions are 0.5 m x 0.5 m; the estimate coats is Rp. 14,565,484,000.00. The inlet channel at drainage 3 Sub System 3 uses galvanis pipe with 4' diameter and the estimate coast is Rp. 60 121.000 and the settling tank in Drainage 3 Sub System 3 uses dimensions 2 x 1 x 2 m with the estimate coats is Rp. 6.353.000,00.*

**Keywords** : drainage channel, channel dimension, setlink tank, cost estimate

**1. PENDAHULUAN**

Sistem Drainase yang ada di sepanjang jalan merupakan salah satu infrastruktur perkotaan yang amat penting. Kualitas suatu kota dapat di lihat dari sistem drainase yang ada. Tanpa adanya sistem drainase yang baik di Sepanjang jalan, pada musim penghujan akan terjadi banjir di bagian ruas jalan. Seperti yang terjadi setiap tahunnya pada ruas Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta Kabupaten Ponorogo.

Drainase yang mengalami penurunan kualitas karena usia guna, penyumpatan sampah dan pendangkalan di dasar saluran menjadi penyebab genangan di sepanjang ruas jalan. Keadaan ini sangat merugikan banyak pihak baik masyarakat maupun pengguna jalan. Selain itu juga air yang menggenang dapat menyebabkan pengurangan umur rencana jalan sebelum waktu proyeksi yang telah direncanakan, sehingga akan menambah pengeluaran daerah untuk perbaikannya. Sistem drainase yang baik amatlah diperlukan agar air limpasan dapat dilimpahkan dan dialirkan dengan baik supaya tidak terjadi genangan di ruas jalan tersebut pada saat musim hujan.

Dengan melihat permasalahan diatas, maka perlu di lakukan penelitian untuk mendapatkan dimensi saluran drainase yang mampu menampung debit air limpasan pada ruas Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta. Dan di dalam perencanaan ini juga disertakan perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelaksanaan konstruksi saluran drianase di sepanjang ruas jalan tersebut.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**Uji Konsistensi**

Uji konsistensi dapat dilakukan dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*). Metode ini dilakukan dengan cara membandingkan hujan kumulatif dari stasiun hujan yang diteliti dengan nilai kumulatif curah hujan rata-rata dari beberapa stasiun hujan lain yang berdekatan. Untuk menghitung faktor koreksi digunakan persamaan 1

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

Keterangan:

- n = Jumlah data
- xi = nilai variabel independen yang mempunyai nilai tertentu.
- yi = nilai variabel dependen yang diprediksikan.

**Curah Hujan Rancangan**

Curah hujan rancangan adalah pengkajian tentang berulangnya satu peristiwa hujan dengan besaran, baik frekuensi persatuan waktu maupun kala ulangnya. Ada beberapa metode yang dapat digunakan, antara lain :

- a. Distribusi Log Normal
- b. Distribusi Log-Pearson III
- c. Distribusi Normal
- d. Distribusi Gumbel

Metode dipilih berdasarkan perhitungan nilai koefisien kepencengan (Cs) dan koefisien kepuncakan (Ck).

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

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

Keterangan :

- Ck = Koefisien Kepuncakan
- Cs = Koefisien Kemencengan
- $\bar{X}$  = Rerata data hujan (mm)
- S = Standar deviasi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	Gumbel Type 1	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
2	Log Pearson III	Cs ≠ 0

X= Data hujan (mm)

N= Jumlah data

**Tabel 1.** Syarat penentuan Distribusi

**Uji Kesesuaian Distribusi Hujan**

- a. Uji Smirnov Kolmogrov  
Uji ini digunakan untuk menguji simpangan horizontal yang menandakan kesesuaian peluang yang ada. Pengujian ini dilakukan dengan cara hitung nilai ΔP = P empiris – P teoritis. Cari nilai Do (tabel) untuk menentukan nilai n tertentu dan α tertentu. Bandingkan nilai ΔP dan Do. Apabila ΔP < Do maka distribusi dapat diterima, jika ΔP > Do maka artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima.
- b. Metode Chi-Square  
Uji dengan menggunakan metode Chi-Square ini digunakan untuk menguji simpangan vertikal yang menandakan kesesuaian curah hujan yang ada. Pengujian ini dilakukan dengan cara hitung nilai Chi Square (X<sup>2</sup>), dengan rumus  
X<sup>2</sup>hit = Σ(dempiris – dteoritis)<sup>2</sup> / dteoritis...(5)

Keterangan :

- X<sup>2</sup> = Parameter Chi-Square
- dempiris = d berdasarkan kertas

distribusi  
 dteoritis = d berdasarkan teoritis  
 Jika nilai  $x^2_{hit} < x^2_{tab}$ , maka uji kesesuaian distribusi dapat dikatakan sesuai.

**Intesitas Curah Hujan**

Menurut Supirin (2004) jika data yang tersedia adalah data harian, maka perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *mononobe*, berikut rumus perhitungannya :

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)
- tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Nilai tc dihitung menggunakan rumus berikut:

$$tc = to + td \dots\dots\dots(7)$$

$$t_o = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots\dots\dots(8)$$

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

Keterangan:

- to = waktu yang dibutuhkan untuk air hujan masuk ke saluran (menit)
- n = koefisien hambatan (Manning)

**Bak Pengendapan**

Hamid (2004) menjelaskan fungsi dari bak ekualisasi adalah :

1. Sebagai bak penampung air limbah dari berbagai sumber agar air limbah tersebut dapat tercampur dan mendapatkan karakteristik air limbah yang homogen.
2. Mendapatkan debit air limbah yang konstan sebelum diolah pada unit selanjutnya.
3. Menstabilkan konsentrasi air limbah sebelum masuk ke unit pengolahan selanjutnya.

**Perhitungan Inflow dan Outflow Bak Pengendapan**

Inflow bak pengendapann di hitung dengan rumus berikut

Limbah perhari = Rasio x Q air kotor perhari  
 Limbah perjam = Q air kotor perhari / Jam buang  
 Limbah

Outflow perjam = Volume dalam bak engendap –  
 volume Efektif bak pengendap

**Dimensi Saluran**

Setelah mengetahui debit banjir rancangan dan melakukan evaluasi dimansi saluran lama, maka selanjutnya dilakukan perhitungan debit aliran dan debit kapasitas drainase. Kemudian evaluasi dengan kontrol debit (Q), kecepatan (V) dan kekritisn aliran (Fr).

a. Debit Saluran

Debit aliran harus lebih besar dari debit air yang akan ditampung oleh drainase.

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

- Q = debit pada saluran (m3/detik)
- V = kecepatan aliran (m/detik)
- A = luas penampang saluran (m2)

b. Kecepatan Aliran (Manning)

Kecepatan yang didapat dari perhitungan harus memenuhi syarat kecepatan minimum dan maksimum sesuai dengan bahan saluran yang digunakan. Kecepatan aliran dihitung dengan menggunakan rumus persamaan Manning.

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

- V = kecepatan aliran (m/detik)
- n = koefisien kekasaran saluran berdasarkan bahan dasar saluran
- R = jari-jari hidrolis (m)
- S = slope / kemiringan

c. Kekritisn Aliran

Nilai Fr harus kurang dari 1. Rumus bilangan Froude (Fr) yaitu:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}} \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan:

- Fr = Bilangan froude
- v = Kecepatan aliran (m/detik)
- g = Gaya gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)
- h = Kedalaman Aliran (m)

**Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana Anggaran Biaya adalah perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembangunan konstruksi.

$$RAB = Volume Pekerjaan \times HSP \dots\dots\dots(13)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Konsistensi**

Data dapat di katakan konsisten apabila nilai koefisien determinasinya ( $R^2$ ) mendekati angka satu dan tidak ada grafik yang memiliki kemiringan berbeda. Metode yang digunakan dalam perhitungan uji konsistensi ini adalah analisis kurva massa ganda.

**Tabel 2.** Curah Hujan Maksimum

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimum Setahun (d) (mm)		
		Sta. Bollu	Sta. Ponorogo	Sta. Babadan
1	2002	1562	1503	1432
2	2003	1435	1691	1415
3	2004	1705	1570	1173
4	2005	1467	1499	1372
5	2006	1760	1679	1532
6	2007	2376	2091	1653
7	2008	1615	1891	1151
8	2009	1831	1940	998
9	2010	2548	2661	2009
10	2011	969	1425	1114
11	2012	1693	1321	1177
12	2013	2197	2242	1891,067
13	2014	1300	1398	1264,667
14	2015	1695	1637	956,129
15	2016	2314,053	2772,256	2179,262
16	2017	2127,322	2184,874	1802,913
17	2018	1387,428	1701,423	1010,377
18	2019	1642,425	1348,176	955,281
19	2020	1885,376	2320,334	1468,946
20	2021	2155,432	2375,803	1955,487

Sumber : Perhitungan

**Curah Hujan Rancangan**

Dari data curah hujan maksimum, kemudian dihitung curah hujan rancangan dengan menggunakan metode distribusi Log-Pearson III. Berikut adalah perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan kala ulang 20 tahun.

$$\begin{aligned} \text{Log } d_{\text{ranc}} &= \log \bar{x} + (G \times S) \\ &= 1,902 + (1,785 \times 0,1296) \\ &= 2,134 \\ a \text{ log} &= 10^{\text{Dranc}} \\ &= 10^{2,134} = 136,191 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Kemudian dilakukan pengujian distribusi hujan rancangan *Smirnov Kolgomorov* untuk uji simpangan horizontal.

**Tabel 3.** Uji Simpangan Horizontal

No	X empiris (mm)	P emperis	P teoritis	ΔP
1	185,333	4,76%	1%	3,762%
2	103,910	9,52%	12%	2,176%
3	98,667	14,29%	16%	1,714%
4	98,394	19,05%	17%	2,048%
5	97,000	23,81%	17%	6,810%
6	97,000	28,57%	24%	4,571%
7	88,007	33,33%	29%	4,333%
8	87,333	38,10%	33%	5,095%
9	82,662	42,86%	42%	0,857%
10	81,333	47,62%	48%	0,381%
11	78,333	52,38%	53%	0,619%
12	77,667	57,14%	53%	4,143%
13	75,383	61,90%	53%	8,905%
14	68,817	66,67%	67%	0,333%
15	67,945	71,43%	71%	0,429%
16	66,667	76,19%	75%	1,190%
17	63,225	80,95%	80%	0,952%
18	57,081	85,71%	86%	0,286%
19	50,667	90,48%	95%	4,524%
20	47,333	95,24%	99%	3,762%
<b>Max ΔP =</b>				<b>8,905%</b>

Sumber : Perhitungan

Pada uji ini didapatkan ΔP max sebesar 8,905 %. Dengan α sebesar 0,05 dan jumlah data adalah 20, maka nilai Do adalah 29 %. Sehingga, nilai ΔP < Do, maka data tersebut dapat diterima.

Pengujian Chi-square untuk uji simpangan vertical.

**Tabel 4.** Uji Simpangan Vertikal

No	X empiris (mm)	X teoritis (mm)	x^2 hit
1	185,333	160	4,0111
2	103,910	120	2,1574
3	98,667	115	2,3198
4	98,394	114	2,1363
5	97,000	101	0,1584
6	97,000	99	0,0404
7	88,007	99	1,2206
8	87,333	89	0,0312
9	82,662	89	0,4513
10	81,333	82	0,0054
11	78,333	79	0,0056

12	77,667	78	0,0014
13	75,383	76	0,0050
14	68,817	69	0,0005
15	67,945	68	0,0000
16	66,667	66	0,0067
17	63,225	64	0,0094
18	57,081	58	0,0146
19	50,667	55	0,3414
20	47,333	51	0,2636
<b>Jumlah</b>			<b>13,1804</b>

Sumber : Perhitungan

- Nilai  $X^2$  hitung diperoleh dari perhitungan

$$X^2_{hitung} = \frac{(X_{empiris} - X_{teoritis})^2}{X_{teoritis}}$$

$$X^2_{hitung} = \frac{(185,333 - 150)^2}{150} = 4,0111$$

- Kontrol

$$\text{Total Jumlah nilai } X^2_{hitung} = 13,1804$$

$$Df = 17 \text{ ( } n - \text{ jumlah variable } - 1 = 20 - 2 - 1 = 17)$$

$$\alpha = 0,05$$

$$x^2_{tabel} = 13,1804$$

$$x^2_{hit} < x^2_{tabel}, 13,1804 < 31,14 \text{ Sesuai}$$

### Intensitas Curah Hujan

Pada drainase 1 Sub Sistem Soekarno Hatta 1 Kanan, di dapatkan tc jalan dan pemukiman adalah 3 jam. Sehingga didapatkan Intensitas curah hujan saluran tersebut yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$$

$$I = \frac{136,191}{24} \times \left(\frac{24}{3}\right)^{2/3} = 22,698 \text{ mm/jam}$$

### Debit Banjir Rancangan

Berikut contoh perhitungan debit banjir rancangan pada saluran D1 Sub sistem Soekarno Hatta 1 Kanan.

- Mengitung Q jalan

$$\begin{aligned} Q &= 0,000000278 \times C \times I \times A \\ &= 0,000000278 \times 0,80 \times 22,698 \times 1711,85 \\ &= 0,00863 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- Mengitung Q Pemukiman

$$\begin{aligned} Q &= 0,000000278 \times C \times I \times A \\ &= 0,000000278 \times 0,300 \times 22,698 \times 8043,298 \\ &= 0,01521 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- Mengitung Q Total

$$Q = Q_{jalan} + Q_{Rumah}$$

$$= 0,00863 + 0,01521$$

$$= 0,023849 \text{ m}^3/\text{det}$$

### Debit Limbah

Perhitungan debit limbah dilakukan menggunakan data jumlah penduduk yang tinggal pada sepanjang Jl. Trunojoyo – Jl. Soekarno Hatta. Berikut ini adalah contoh perhitungan debit limbah pada D1 Subsistem Soekarno Hatta 1 Kanan:

$$\begin{aligned} Q_{limbah} &= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Volume Limbah} \\ &= 29 \times 0,00000347 \\ &= 0,0001081 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

### Debit Komulatif

Debit Komulatif adalah penjumlahan dari debit banjir rancangan dan debit air kotor pada D1 Subsistem Soekarno Hatta 1 Kanan.

$$\begin{aligned} Q_{Komulatif} &= Q_{banjir rancangan} + Q_{air kotor} \\ &= 0,023849 + 0,0001081 \\ &= 0,023951 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

### Bak Pengendap

Bak Pegendapan ini direncanakan akan di letakkan pada Drainase 3 Sub system Soekarno Hatta 3 kiri. Sebelum memasuki penentuan dimensi ideal bak pengendap, perlu diperhitungkan terlebih dahulu dimensi pipa inlet yang akan mengalirkan debit limbah ke dalam bak pengendap.

- Menentapkan jari-jari dengan cara coba- coba diperoleh dimensi:

$$D = 0,114 \text{ m}$$

- Persamaan luas penampang saluran

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \\ &= \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{4} \times 0,114^2 \\ &= 0,005 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Persamaan keliling basah saluran

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \times \pi \times D \\ &= \frac{1}{2} \times \pi \times 0,114 \\ &= 0,179 \text{ m} \end{aligned}$$

- Persamaan radius hidrolis saluran

$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 0,005 / 0,179 \\ &= 0,029 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung nilai V dengan rumus manning :

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ V &= \frac{1}{0,013} \times 0,029^{2/3} \times 0,004^{1/2} \\ V &= 0,454 \text{ m/det} \end{aligned}$$

- Menghitung nilai Q hitung dengan rumus :

$$Q \text{ hitung} = V \times A$$

$$= 0,454 \times 0,005$$

$$= 0,0023 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kontrol saluran Dainase 3 Sub sistem Soekarno Hatta 3 Kiri sebagai berikut :

a. Menghitung nilai Froude dengan rumus :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times h}}$$

$$Fr = \frac{0,390}{\sqrt{9,81 \times 0,057}}$$

$$Fr = 0,607$$

Kontrol nilai  $Fr < 1$

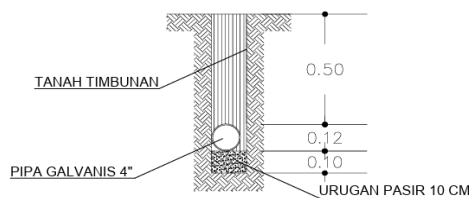
Kesimpulan  $< 1$  "OKE"

b. Kontrol Vmax dan Vmin ijin Nilai  $V = 0,390 \text{ m/det}$

Kontrol  $V \text{ min} \leq V \text{ hitung} \leq V \text{ max}$

$$0,3 \leq 0,390 \leq 6 \text{ "OKE"}$$

Maka saluran tersebut di desain dengan pipa berjari-jari 0,057 cm atau 4 inch.



Gambar 1. Potongan Melintang Saluran Inlet Menuju Bak Pengendapan

### Inflow dan Outflow Bak Pengendapan

Jam operasi bak pengendapan di mulai pada jam 4 pagi hingga jam 8 malam. Volume bak pengendap pada jam pertama operasi adalah buangan limbah perjam dan inflow yang masuk selama jam operasi adalah konstan hingga jam terakhir operasi. Volume efektif bak yang di gunakan adalah 4 m<sup>3</sup>. Saluran ke bak pengendapan menggunakan diameter pipa 4 inch. Dimensi bak pengendapan yang di butuhkan untuk Drainase 3 Sub system 3 adalah 2 x 1 x 2 m. Bak Pengendapan dibuat dengan material batu bata dan tertutup yang dilengkapi dengan lubang kontrol, bak berbentuk persegi panjang, air limbah masuk melalui pipa inlet secara gravitasi dan pemeliharaan dengan cara pengurusan manual.

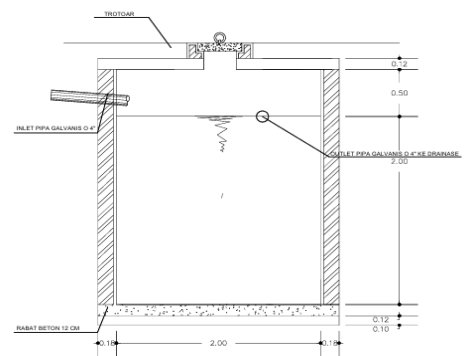
Sehingga pada jam operasi ke 9 disaat volume air sudah mencapai volume efektif bak pengendap, keluar outflow sebesar 0,24 m<sup>3</sup>/hari, seperti yang tertera pada tabel 3.

Tabel 5. Inflow dan Outflow Bak Pengendapan

Jam	Jam Operasi	Inflow (m <sup>3</sup> /hari)	Vol awal (m <sup>3</sup> )	Vol akhri (m <sup>3</sup> )	Outflow (m <sup>3</sup> )
-----	-------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------	---------------------------

1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	1	0,47	0	0,47	0
5	2	0,47	0,47	0,94	0
6	3	0,47	0,94	1,41	0
7	4	0,47	1,41	1,89	0
8	5	0,47	1,89	2,36	0
9	6	0,47	2,36	2,83	0
10	7	0,47	2,83	3,30	0,00
11	8	0,47	3,30	3,77	0,00
12	9	0,47	3,77	4,24	0,24
13	10	0,47	4,00	4,47	0,47
14	11	0,47	4,00	4,47	0,47
15	12	0,47	4,00	4,47	0,47
16	13	0,47	4,00	4,47	0,47
17	14	0,47	4	4,47	0,47
18	15	0,47	4	4,47	0,47
19	16	0,47	4	4,47	0,47
20	17	0,47	4	4,47	0,47
21		0	4	4,00	0,00
22		0	4	3,53	0,00
23		0	3,53	3,06	0,00
24		0	3,06	2,59	0,00
<b>TOTAL INFLOW</b>		<b>8,02</b>		<b>TOTAL OUTFLOW</b>	<b>4,02</b>

Didapat dari perhitungan outflow yang keluar dari bak pengendapan adalah sebesar 4,02 m<sup>3</sup>/ hari yang selanjutnya hitungan ini digunakan untuk perhitungan Debit kumulatif.



Gambar 2. Potongan Melintang Bak Pengendapan Pada Drainase 3 Subsistem Soekarno Hatta 3

### Dimensi Eksisting Lama

Evaluasi di lakukan untuk mengetahui apakah dimensi eksisting perlu untuk di lakukan redesign atau tidak.

a. Kontrol untuk Debit (Q)

$$Q = Q \text{ eksisting} \geq Q \text{ rencana}$$

$$= 0,0001 \geq 0,04641 \dots \text{ Tidak}$$

**Memenuhi**

- b. Kontrol untuk kecepatan Aliran (V)
 
$$V = V \text{ ijin maksimum} \geq V \text{ hit} \geq V \text{ Ijin Minimum}$$

$$= 2 \text{ m/det} \geq 0,066 \geq 0,6 \text{ m/det} \dots \textbf{Tidak Memenuhi}$$

- c. **Kontrol Kekritisitas Aliran (Fr)**

$$FR = 0,0386 < 1 \dots \textbf{Memenuhi}$$

**Perencanaan Dimensi Baru**

Contoh perhitungan untuk saluran D1 Subsistem Soekarno Hatta 1 Kanan yang direncanakan menggunakan batu kali dengan dimensi 0,50 x 0,50 m. Untuk mengetahui apakah dimensi tersebut mampu menampung debit rancangan, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- a. Menghitung Luas Penampang (A)
 
$$A = b \times h$$

$$= 0,50 \times 0,33$$

$$= 0,167 \text{ m}$$
- b. Menghitung keliling basah
 
$$P = b + 2h$$

$$= 0,50 + (0,33 \times 2)$$

$$= 1,16 \text{ m}$$
- c. Menghitung jari-jari hidrolis
 
$$R = A / P$$

$$= 0,167 / 1,16$$

$$= 0,144 \text{ m}$$
- d. Menghitung Kecepatan Aliran (V)
 
$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$= 1/0,025 \times 0,144^{2/3} \times 0,00444^{1/2}$$

$$= 0,342 \text{ m/det}$$

V = goal seek untuk mendapatkan S rencana mengubah V mendekati 0,7.

Dari Goal seek ini di dapat :

S rencana = 0,0066593

$$V = 0,6997 \text{ m/det}$$

$$= 0,6 > 0,6997 > 2 \dots \textbf{Memenuhi}$$
- e. Menghitung nilai Q hitung dengan rumus :
 
$$Q \text{ hitung} = V \times A$$

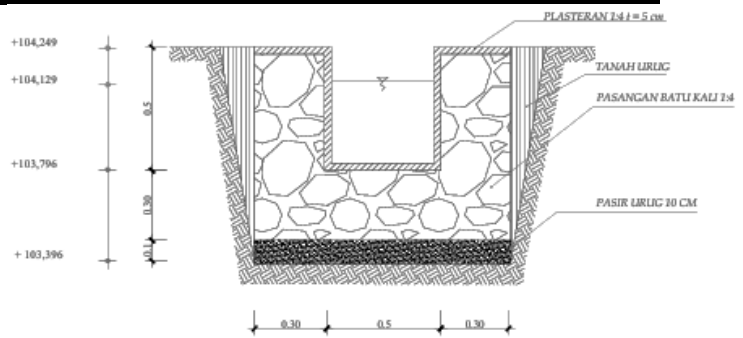
$$= 0,6997 \times 0,167$$

$$= 0,1166 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,1166 > 0,02391 \dots \textbf{Memenuhi}$$
- f. Menghitung Kekritisitas Aliran (Fr)
 
$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

$$Fr = \frac{0,6997}{\sqrt{0,98 \times 0,33}}$$

$$= 0,387 > 1 \dots \textbf{Memenuhi}$$



**Gambar 3.** Potongan Melintang Saluran Drainase 1 Subsistem Soekarno Hatta 1 Kanan

**Bangunan Pelengkap Gorong-gorong**

Dengan menggunakan perhitungan yang sama, maka di dapat gorong-gorong yang akan di gunakan menggunakan dimensi yang sama.

**Inlet**

Berikut ini adalah contoh perhitungan inlet yang direncanakan pada Saluran Drainase 1 Subsistem Soekarno Hatta 1 Kanan.

$$Q \text{ inlet} = 0,009 \times g \times d^{3/2} \times L$$

$$= 0,36 \times 9,81 \times 0,05^{3/2} \times 0,2$$

$$= 0,0079 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Jumlah kebutuhan inlet setiap 100 meter:

$$\text{Jumlah inlet} = Q \text{ jalan} / Q \text{ inlet}$$

$$= 0,009 / 0,0079$$

$$= 0,830067 \rightarrow 1 \text{ inlet}$$

**Rencana anggaran Biaya**

Rencana Anggaran Biaya dilakukan untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan saluran. Nilai ini didapat dari perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ulang drainase adalah sebesar Rp. 14.565.484.000,00, sedangkan untuk biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan saluran ke bak pengendapan adalah sebesar Rp. 60.121.000,00 serta bak pengendapan pada drainase 3 sub sistem Soekarno Hatta 3 adalah sebesar Rp. 6.353.000,00.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi saluran eksisting di beberapa titik kurang mampu menampung debit yang direncanakan serta beberapa titik mengalami kerusakan yang cukup

- parah. Seperti yang terjadi di Jalan Soekarno Hatta yang mengalami banjir hingga ketinggian 30 cm.
2. Curah hujan rancangan pada kala ulang 20 tahun sebesar 136,191 mm/hari.
  3. Dimensi saluran yang dibutuhkan bervariasi. Dari hasil perhitungan didapat dimensi terkecil lebar 0,5 meter dan tinggi 0,5 meter dengan material batu kali. Dimensi terbesar didapatkan lebar 1,5 meter dan tinggi 1,5 meter menggunakan beton precast U ditch.
  4. Saluran ke bak pengendapan menggunakan diameter pipa 4 inch. Dimensi bak pengendapan yang di butuhkan untuk Drainase 3 Sub system 3 adalah 2 x 1 x 2 m. Bak Pengendapan dibuat dengan material batu bata dan tertutup yang dilengkapi dengan lubang kontrol, bak berbentuk persegi panjang, air limbah masuk melalui pipa inlet secara gravitasi dan pemeliharaan dengan cara pengurusan manual.
  5. Biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ulang drainase adalah sebesar Rp. 14.565.484.000,00 (terbilang empat belas milyar lima ratus enam puluh lima juta empat ratus delapan puluh empat ribu rupiah).
  6. Biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan saluran ke bak pengendapan adalah sebesar Rp. 60 167.000,00 (terbilang enam puluh juta seratus enam puluh tujuh ribu rupiah) serta bak pengendapan pada drainase 3 sub sistem Soekarno Hatta 3 adalah sebesar Rp. 1.177.000,00 (terbilang satu juta seratus tujuh puluh tujuh ribu rupiah).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasmar, H. H. (2012). Drainasi Terapan. Uipress.
- [2] Suripin, M. Eng. 2003. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Semarang..
- [3] Rhenny Ratnawati, Muhammad Alkholif & Sugito. 2014. Desain Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Biofilter Untuk Mengolah Air Limbah Poliklinik UNIPA Surabaya
- [4] Denik S, Krinayanti. 2017. Perencanaan Drainase Kota
- [5] Angraini, Ayu .2020. Skripsi Drainase.
- [6] Rhenny Ratnawati, Muhammad Alkholif & Sugito. 2014. Desain Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) Biofilter Untuk Mengolah Air Limbah Poliklinik UNIPA Surabaya