

PERENCANAAN ULANG SALURAN DRAINASE PONDOK SIDOKARE ASRI DI KABUPATEN SIDOARJO

Hariyanto Prasetyo Aji¹, Medi Efendi², Ayisya Cindy Harifa³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Kontruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

hariantoaaji6@gmail.com¹, medipolinema@gmail.com², ayisya_civil@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Perencanaan ulang diperlukan untuk memperbaiki masalah banjir. Banjir disebabkan oleh meningkatnya intensitas air hujan yang tidak mampu ditampung oleh saluran drainase yang ada. Dalam beberapa tahun terakhir di Pondok Sidokare Asri terjadi banjir jika terjadi hujan deras. Tujuan skripsi ini adalah untuk merencanakan ulang saluran drainase dan pemanenan air hujan di Pondok Sidokare Asri dengan menggambar layout, menghitung debit banjir rencana, menghitung volume dan jumlah PAH, menghitung dimensi saluran baru, dan menghitung rencana anggaran biaya. Data yang dibutuhkan peta topografi, site plan, data curah hujan harian tahun 2010-2020 tiga stasiun terdekat dan harga satuan pekerjaan 2021 Kabupaten Sidoarjo. perencanaan ulang drainase menggunakan metode Log Pearson tipe III, uji kesesuaian dengan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogrov dengan kala ulang 10 tahun, intensitas hujan dengan metode mononobe, disimulasikan dengan aplikasi SWMM. Hasil debit banjir rancangan sebesar 0,0602 m³/s. drainase berwawasan lingkungan menggunakan pemanenan air hujan dengan volume 11 m³ dengan jumlah 259 buah, dimensi saluran baru sebesar 0,5 m x 0,8 m dengan total biaya sebesar Rp10.659.288.181. dan kesalahan hasil perhitungan limpasan permukaan sebesar -0,17% dan -0,40% untuk rute aliran..

Kata kunci : Perencanaan Ulang, Saluran Drainase, SWMM

ABSTRACT

Re-design is needed to fix the flood problem. Flooding is caused by the increasing intensity of rainwater that cannot accommodate by the existing drainage channels. In recent years, Pondok Sidokare Asri has flooded when there is heavy rain. The purpose of this thesis is to re-plan the channel and rainwater harvesting at Pondok Sidokare Asri by drawing a layout, calculating the planned flood discharge, calculating the volume and Rain Storage, calculating the new dimensions of channel, and calculating the budget plan. The data needed are topographic maps, site plans, daily rainfall data for 2010-2020 for the three closest stations and unit prices of Sidoarjo Regency. channel planning using the Log Pearson type III method, testing according to the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods with a period of 10 years, rainfall intensity using the mononobe method, simulated with the SWMM application. The result of the design flood discharge is 0.0602 m³/s. environmentally drainage using rainwater harvesting with a water tank volume of 11 m³ with a total of 259 units, the dimensions of the new channel are 0.5 m x 0.8 m with a total cost of Rp10.659.288.181. and the calculation error of surface runoff is -0.17% and -0.40% for flow routes.

Keywords : *Re-design, drainage channel, SWMM*

1. PENDAHULUAN

Perumahan Pondok Sidokare Asri yang berada di Kabupaten Sidoarjo dalam beberapa tahun terakhir terjadi banjir di perumahan tersebut ketika memasuki musim hujan dan terjadi hujan yang deras dalam waktu yang lama. Dikarenakan saluran drainase yang ada sudah tidak dapat

menanggulangi masalah banjir yang ada di perumahan ini dan juga rusaknya saluran drainase yang ada sehingga diperlukan adanya rehabilitasi, maka perencanaan ulang diperlukan mengatasi masalah banjir yang ada pada perumahan ini. Selain itu ditambahkan juga tangki untuk

pemanenan air hujan untuk membantu menyediakan air baku untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Tujuan dari kajian ini adalah untuk mendapatkan dimensi saluran drainase yang dapat menampung limpasan pada Pondok Sidokare Asri

2. METODE

Data Curah Hujan.

Data hujan adalah data curah hujan harian yang didapatkan dari tiga stasiun hujan terdekat diantara area studi dengan jangka waktu minimal 10 tahun terakhir.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi dilakukan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang digunakan adalah benar dengan menggunakan metode kurva massa ganda. Berikut adalah langkah melakukan uji konsistensi:

1. Menjumlahkan curah hujan harian dari masing-masing stasiun menjadi curah hujan tahunan.
2. Menjumlahkan data curah hujan stasiun yang akan diuji.
3. Merata-rata dua stasiun lainnya yang digunakan sebagai pembanding.
4. Menjumlahkan hasil rata-rata dari dua stasiun yang digunakan sebagai pembanding.
5. Membuat kurva untuk mengetahui grafik uji konsistensi.
6. Mengkoreksi patahan pada grafik dengan rumus:

$$m = \frac{\Sigma(x-\bar{x}) \times (y-\bar{y})}{(x-\bar{x})^2} \tag{1}$$
7. Menghitung faktor koreksi dengan menggunakan rumus:

$$F = m1/m2 \tag{2}$$
8. Mengkoreksi data curah hujan yang diuji dengan mengkalikan kumulatif data curah hujan setelah patahan dengan nilai faktor koreksi.

Curah Hujan Rancangan

Analisa curah hujan rancangan digunakan untuk mendapatkan metode distribusi yang digunakan. Adapun persyaratan dari penentuan metode distribusi adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Syarat Penentuan Distribusi [7]

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$
	$Ck = 3$
Gumbel Tipe I	$Cs \leq 1,1396$
	$Ck \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$
Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 3$
	$Ck = 5,383$

Sumber: Harto, 1993

$$Cs = \frac{n \Sigma (Xi - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \tag{3}$$

$$Ck = \frac{n^2 \Sigma (Xi - X)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \tag{4}$$

Dimana:

- Cs = Koefisien *Skewness*
- Ck = Koefisien *Kurtosis*
- Xi = Data hujan ke-i
- N = Jumlah data
- S = Standar deviasi
- X = rata-rata data hujan

Uji Distribusi

Uji distribusi digunakan untuk mengetahui apakah sudah sesuai metode distribusi yang digunakan untuk data hujan yang ada. Berikut adalah metode yang digunakan untuk melakukan uji distribusi:

- a. Uji Chi-Square

$$\text{Chi-Square} = (\text{X}_{\text{teoritis}} - \text{X}_{\text{empiris}})^2 / \text{X}_{\text{teoritis}} \tag{5}$$

- b. Uji Smirnov – Kolmogrof

$$\Delta P = P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}} \tag{6}$$

Intensitas Hujan

Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi maka digunakan rumus mononobe seperti di bawah ini:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \tag{7}$$

Dimana:

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- tc = Lama hujan (jam)
- R24 = Curah hujan harian maksimum (mm)

Debit Banjir Rancangan

Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = C . I . A \tag{8}$$

Dimana:

- Q = Debit air (m³/detik)
- C = Koefisien limpasan/pengaliran
- I = Intensitas hujan (m/detik)
- A = Luas daerah (m²)

Debit Air Limbah

Debit yang berasal dari limbah rumah tangga, bangunan umum, dan bangunan komersil. Berikut adalah rumus untuk menghitung debit air limbah:

$$Q = V_{\text{limbah cair}} \times \text{jumlah penduduk} \quad (9)$$

Dimana:

$$Q = \text{Debit air (m}^3/\text{detik)}$$

$$V_{\text{limbah cair}} = \text{Debit buangan perorang (lt/orang/hr)}$$

Kecepatan Aliran

Untuk menghitung kecepatan aliran dapat digunakan rumus di bawah ini:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S} \quad (10)$$

Dimana:

$$V = \text{kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik)}$$

$$n = \text{koefisien kekasaran Manning}$$

$$R = \text{jari-jari hidrolis (m)}$$

$$S = \text{kemiringan dasar saluran}$$

Debit Saluran

Debit yang mengalir di saluran dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$Q = V \times A \quad (11)$$

Dimana:

$$Q = \text{Debit pada saluran (m}^3/\text{detik)}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran (m/detik)}$$

$$A = \text{Luas penampang melintang air (m}^2\text{)}$$

Bangunan Terjunan

Menurut direktorat jenderal pengairan dimensi bangunan ditentukan melalui debit persatuan lebar. Dimana dapat dihitung dengan cara:

$$q = Q/b \quad (12)$$

Dimana:

$$q = \text{Debit persatuan lebar (m}^3/\text{detik)}$$

$$Q = \text{Debit (m}^3/\text{detik)}$$

$$b = \text{Lebar saluran (m)}$$

Pemanenan Air Hujan

Untuk menghitung probabilitas hujan andalan dan volume suplai air hujan digunakan rumus seperti dibawah ini:

a. Probabilitas hujan andalan

$$P (\%) = \frac{m}{(n+1)} \times 100\% \quad (13)$$

Dimana:

$$P = \text{probabilitas (\%)}$$

$$m = \text{nomor urut data}$$

$$n = \text{jumlah data debit}$$

b. Volume suplai air hujan

$$V = R \times A \times C \quad (14)$$

Dimana:

$$V = \text{volume suplai air hujan (m}^3/\text{bulan)}$$

$$R = \text{hujan andalan}$$

$$A = \text{luas atap rumah (m}^2\text{)}$$

$$C = \text{koefisien limpasan}$$

Pemodelan Menggunakan Aplikasi SWMM

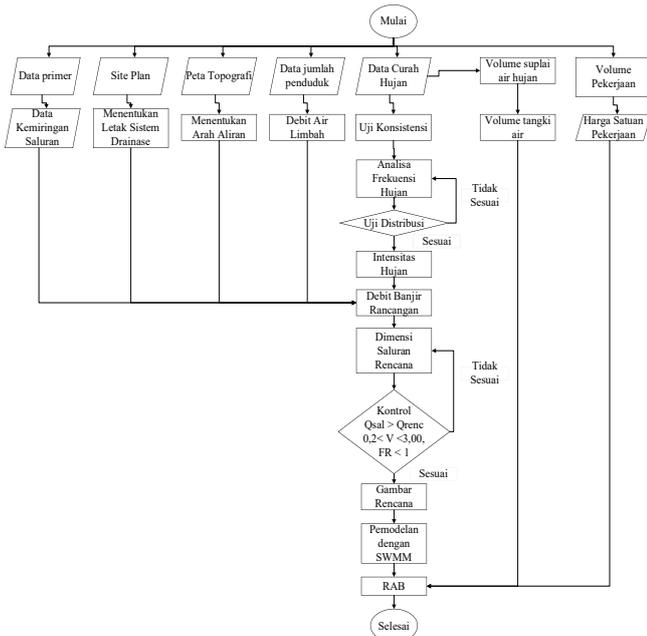
Pemodelan menggunakan aplikasi SWMM ini bertujuan untuk mensimulasikan hujan-runoff dari suatu kawasan pada sistem drainasenya dan dapat menganalisa aliran air di sistem drainasenya.

Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya digunakan untuk memperkirakan biaya yang dibutuhkan untuk suatu pekerjaan. Secara umum rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$RAB = \sum (\text{Volume} \times \text{Harga satuan pekerjaan}) \quad (15)$$

Diagram alir metode perencanaan ulang sistem drainase dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan ulang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan ulang saluran drainase ini dilakukan pada perumahan Pondok Sidokare Asri, Kabupaten Sidoarjo. Area yang akan direncanakan ulang adalah sebesar ±5,1 ha.

Kondisi Perumahan

Banjir pada perumahan Pondok Sidokare Asri berlangsung dari pukul 17.25 WIB hingga 19.41 WIB. Dengan ketinggian banjir ±4-5 cm.



Gambar 2. Banjir pada pukul 17.25 WIB



Gambar 3. Banjir pada pukul 19.41 WIB

Data Curah Hujan

Data diambil dari tiga stasiun terdekat diantara area studi, antara lain stasiun Sedati, stasiun Putat, stasiun Sumpat.

Dengan data curah hujan yang digunakan adalah dari tahun 2010 sampai 2020.

Uji Konsistensi

Pada uji konsistensi stasiun Sedati terhadap stasiun Putat dan stasiun Sumpat dapat dilihat terjadi patahan pada grafik sehingga harus dilakukan koreksi pada garis m2 yaitu data tahun 2016 sampai 2020.

Tabel 2. Uji konsistensi data hujan stasiun Sedati terhadap sta. Putat dan sta. Sumpat setelah dikoreksi.

tahun	sta. putat (mm / tahun)	sta. sumpat (mm / tahun)	kom. Sedati (mm / tahun)	rata-rata	kom. rata-rata	kor. Sta sedati (mm / tahun)	kom. Kor. Sedati
2010	1961,000	2479,000	2489,000	2220,000	2220,000	2489,000	2489,000
2011	1466,500	2249,000	4265,000	1857,750	4077,750	1776,000	4265,000
2012	1405,000	1460,000	5765,000	1432,500	5510,250	1500,000	5765,000
2013	1596,000	2091,000	8007,000	1843,500	7353,750	2242,000	8007,000
2014	1367,000	1641,000	9845,000	1504,000	8857,750	1838,000	9845,000
2015	1880,000	1488,000	11509,000	1684,000	10541,750	1664,000	11509,000
2016	2032,000	4004,500	13898,500	3018,250	13560,000	2528,707	14037,707
2017	1220,000	2868,000	15971,500	2044,000	15604,000	2193,769	16231,476
2018	1529,000	700,000	17718,500	1114,500	16718,500	1848,777	18080,253
2019	1576,000	1191,000	19336,500	1383,500	18102,000	1712,261	19792,514
2020	2276,000	1608,000	21142,500	1942,000	20044,000	1911,214	21703,728



Gambar 4. Grafik kurva massa ganda setelah dikoreksi.

Curah Hujan Daerah

Data yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum mulai tahun 2010 sampai 2020. Data diambil dari stasiun hujan terdekat yaitu stasiun Sedati, stasiun Putat, dan stasiun Sumpat. Data yang digunakan adalah data hasil dikoreksi dalam uji konsistensi.

Tabel 3. Data hujan rata-rata.

tahun	max(d)
2010	110,667
2011	123,667
2012	76,000
2013	91,333
2014	55,667
2015	86,333
2016	109,301
2017	79,498

2018	55,239
2019	83,036
2020	57,348

Curah Hujan Rancangan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai Cs = 0,251 dan nilai Ck = 2,982 maka perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Log Pearson tipe 3. Dengan kala ulang 10 tahun, maka:

$$\begin{aligned} \text{Log } X_{ranc} &= \text{Log } \bar{x} + G \cdot S \\ &= \text{Log } (1,911) + 1,264 \times 0,123 \\ &= 2,066 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{ranc} &= 10^{2,066} \\ &= 116,310 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Tabel 4. Uji Simpangan vertikal dengan metode Chi-Square

no	data hujan urut (X empiris)	log x	x teoritis	(X teoritis - X empiris) ² / X teoritis
1	123,667	2,092	123,667	0,000
2	110,667	2,044	110,667	0,000
3	109,301	2,039	99	1,072
4	91,333	1,961	91,333	0,000
5	86,333	1,936	86,333	0,000
6	83,036	1,919	83,036	0,000
7	79,498	1,900	72	0,781
8	76,000	1,881	66	1,515
9	57,348	1,759	57,348	0,000
10	55,667	1,746	50	0,642
11	55,239	1,742	45	2,330

Didapatkan nilai X²hitung = 6,340 dan didapat nilai X²tabel berdasarkan nilai Dk dan derajat kepercayaan (α) = 0,05 sebesar 15,507. Karena nilai X²hitung ≤ X²tabel (6,340 ≤ 15,507), maka distribusi menggunakan metode Log Pearson tipe 3 dapat diterima.

Tabel 5. Uji Simpangan horizontal dengan metode Smirnov-Kolmogrov

no	data hujan urut (X empiris)	log x	P. empiris	P. teoritis	Δ P
1	123,667	2,092	8%	8%	0%
2	110,667	2,044	17%	17%	0%
3	109,301	2,039	25%	19%	6%
4	91,333	1,961	33%	33%	0%
5	86,333	1,936	42%	42%	0%
6	83,036	1,919	50%	50%	0%
7	79,498	1,900	58%	53%	5%
8	76,000	1,881	67%	60%	7%
9	57,348	1,759	75%	75%	0%
10	55,667	1,746	83%	79%	4%
11	55,239	1,742	92%	82%	10%

Dan didapatkan nilai ΔP max = 10% dengan nilai N = 11 dan (α) = 0,05 maka dilakukan interpolasi nilai (α) = 0,05 antara N = 10 dan N = 15 didapatkan nilai D0 = 39,6%. Karena ΔP max ≤ D0 (10% ≤ 39,6%), maka distribusi menggunakan metode Log Pearson tipe 3 dapat diterima.

Intensitas Curah Hujan

Diketahui dari peta situasi panjang lintasan aliran permukaan (Lo) untuk rumah yaitu 18,6 meter dan jalan 4 meter. Koefisien hambatan karena kekasaran permukaan daerah pengaliran (n0) yaitu 0,100 untuk rumah dan 0,013 untuk jalan. Kemiringan jalan pada umumnya dipakai 1% dan rumah 2%. Dengan panjang saluran (Ld) sepanjang 57,58 meter. Maka hasil perhitungan t0, td, tc, dan I adalah:

Tabel 6. Hasil perhitungan t0, td, tc, dan I

perhitungan	jalan	rumah
t0 (menit)	0,964	1,857
td (menit)	57,58	0,640
tc (jam)	0,027	0,042
I (m/detik)	0,0001253	0,0000933

Debit Banjir Rancangan

Didapatkan luas daerah pengaliran (A) untuk jalan 230,320 m² dan rumah 1070,988 m². Koefisien aliran (C) untuk jalan sebesar 0,70 (dan rumah sebesar 0,40 (multiunit, tergabung). Maka debit banjir rancangan pada saluran adalah:

$$\begin{aligned} Q \text{ jalan} &= 0,70 \times 0,0001253 \times 230,320 \\ &= 0,0202 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ rumah} &= 0,40 \times 0,0000933 \times 1070,988 \\ &= 0,0400 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit Air Limbah

Jumlah penduduk pada rumah yang berada di saluran 2-1 berjumlah 16 penduduk dan V_{limbah cair} untuk rumah tinggal sebesar 300 lt/orang/hr. maka debit air limbah adalah:

$$\begin{aligned} Q &= 300 \times 16 \\ &= 4800 \text{ liter/hari} \\ &= 0,0000556 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

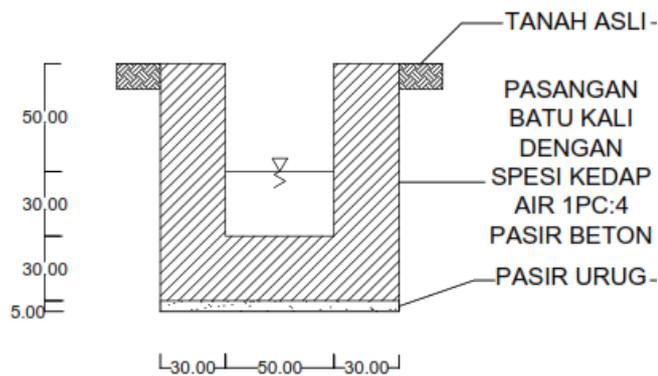
Dimensi Saluran Eksisting

Lebar saluran (b) 0,4 m dan kedalaman saluran (y) 0,35 m. didapatkan luas penampang basah (A) = 0,140 m²; keliling basah (P) = 1,100m; jari-jari hidrolis (R) = 0,127 m. kecepatan aliran dengan bahan batu kali adalah 0,2 m/s untuk batas minimum dan 2 m/s untuk batas maksimal, dan didapatkan V = 0,697 m/s dan dinyatakan memenuhi syarat. Untuk kontrol aliran ditentukan menggunakan bilangan Froude < 1 dan didapatkan nilai Fr = 0,376 dan dinyatakan memenuhi syarat. Debit hitungan harus lebih besar dari debit rencana. Dengan debit hitung sebesar 0,097 m³/s dan debit

rencana sebesar 0,258 m³/s maka debit hitungan tidak memenuhi.
Maka saluran 32-33 harus direncanakan ulang karena debit hitungan tidak memenuhi syarat.

Dimensi Saluran Baru

Dikarenakan saluran eksisting tidak dapat menampung debit rencana maka saluran eksisting akan diperbesar dengan Lebar saluran (b) 0,5 m dan kedalaman saluran (y) 0,6 m. didapatkan luas penampang basah (A) = 0,300 m²; keliling basah (P) = 1,700m; jari-jari hidrolis (R) = 0,176 m. kecepatan aliran dengan bahan batu kali adalah 0,2 m/s untuk batas minimum dan 2 m/s untuk batas maksimal, dan didapatkan V = 0,867 m/s dan dinyatakan memenuhi syarat. Untuk kontrol aliran ditentukan menggunakan bilangan Froude < 1 dan didapatkan nilai Fr = 0,357 dan dinyatakan memenuhi syarat. Debit hitungan harus lebih besar dari debit rencana. Dengan debit hitung sebesar 0,260 m³/s dan debit rencana sebesar 0,258 m³/s maka debit hitungan telah memenuhi syarat.



Gambar 5. Dimensi Saluran Rencana

Bangunan Terjunan

Untuk menentukan dimensi yang digunakan untuk bangunan terjunan menurut direktorat jenderal pengairan adalah menggunakan rumus:

$$q = Q / b$$

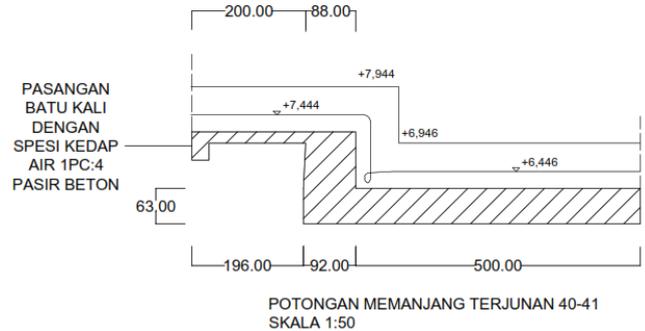
$$= 0,2358 / 0,5$$

$$= 0,4716 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dikarenakan nilai q tidak sampai 0,50 m³/detik dan nilai z tidak sampai 1 m maka didapatkan dimensi seperti dibawah ini:

- yi = 0,44 m
- yd = 0,64 m
- L1 = 2,00 m
- L2 = 0,88 m
- L3 = 4,98 m
- t1 = 0,92 m

- t2 = 0,63 m
- t3 = 0,50 m



Gambar 6. Desain Bangunan Terjunan

Pemanenan Air Hujan

Probabilitas hujan andalan didapatkan sebesar 83% dikarenakan dipilih dengan yang mendekati peluang terjadi sebesar 80%. Dan didapatkan debit andalan seperti dibawah ini:

Tabel 7. Debit andalan Q80

No	Debit Andalan, Q80 (mm/bulan)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
10	98	253	216	47	22	0	0	0	0	0	22	130

Dan dari debit andalan diatas didapatkan volume ketersediaan air hujan seperti dibawah ini:

Tabel 8. Volume ketersediaan air hujan setiap bulan

No	Bulan	Hujan Andalan	Luas Atap	C	V(m ³ /bulan)
		(mm)	A(m ²)		(RxAxC)
1	JAN	98	36	0,75	2,646
2	PEB	253	36	0,75	6,831
3	MAR	216	36	0,75	5,832
4	APR	47	36	0,75	1,269
5	MEI	22	36	0,75	0,594
6	JUN	0	36	0,75	0,000
7	JUL	0	36	0,75	0,000
8	AGU	0	36	0,75	0,000
9	SEP	0	36	0,75	0,000
10	OKT	0	36	0,75	0,000
11	NOV	22	36	0,75	0,594
12	DES	130	36	0,75	3,510

Kemudian diasumsikan kebutuhan air setiap rumah adalah 60 lt/hari dan menjadi 1.800 lt/bulan. Dan didapatkan perhitungan neraca air seperti dibawah ini:

Tabel 9. Perhitungan neraca air untuk tangki PAH

No	Bulan	Vol.Suplai	Awal	Keb.Air rumah/bulan	Akhir
		m ³	m ³	m ³	m ³
1	JAN	2,646	0,000	1,800	0,846
2	PEB	6,831	0,846	1,800	5,877
3	MAR	5,832	5,877	1,800	9,909
4	APR	1,269	9,909	1,800	9,378

5	MEI	0,594	9,378	1,800	8,172
6	JUN	0,000	8,172	1,800	6,372
7	JUL	0,000	6,372	1,800	4,572
8	AGU	0,000	4,572	1,800	2,772
9	SEP	0,000	2,772	1,800	0,972
10	OKT	0,000	0,972	1,800	-0,828
11	NOV	0,594	-0,828	1,800	-2,034
12	DES	3,510	-2,034	1,800	-0,324

Dari perhitungan neraca air tersebut didapatkan volume air terbesar pada bulan maret sebesar 9,909 m³ yang dikonversi menjadi 9.909 liter sehingga dibutuhkan tangka sebesar 11.000 liter.

Pemodelan Menggunakan Aplikasi SWMM

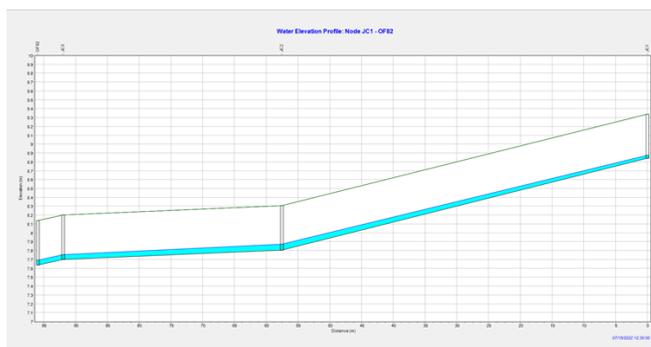
Memasukkan data dari DTA seperti luas area tangkapan air, lebar area, kemiringan DTA untuk rumah 1% dan jalan 2%, area kedap air atau *impervious* diasumsikan untuk rumah 90% dan jalan 100%, koefisien N kedap air untuk rumah 0,02 dan jalan 0,013. koefisien ini merujuk ke **tabel 10**. kemudian memasukkan data saluran yang digunakan seperti bentuk saluran persegi, dimensi kedalaman saluran, panjang saluran, dan koefisien kekasaran manning 0,025 untuk pasangan batu kali.

Tabel 10. Estimasi koefisien kekasaran manning untuk aliran darat [9]

source	ground cover	n	range
Crawford and Linsley (1966)	Smooth Asphalt	0,012	
	Asphalt of concrete paving	0,014	
	packed clay	0,03	
	light turf	0,20	
	dense turf	0,35	
Engman (1986)	dense shrubbery and forest litter	0,4	
	Concrete or Asphalt	0,011	0,01-0,013
	Bare sand	0,01	0,01-0,016
	Graveled Surface	0,02	0,012-0,03
	Bare clay-loam (eroded)	0,02	0,012-0,033
	Range (natural)	0,13	0,01-0,32
	Bluegrass sod	0,45	0,39-0,63
	Short grass prairie	0,15	0,10-0,20
bermuda grass	0,41	0,30-0,48	

sumber: William, Lewis, dan W. Robert, 2010

Setelah melakukan perhitungan manual dan mensimulasikan dengan aplikasi SWMM ditemukan kesalahan limpasan permukaan sebesar -0,17% dan kesalahan perhitungan untuk rute aliran sebesar -0,40%. Dan berikut adalah contoh profil saluran untuk saluran di titik 2 sampai titik 82.



Gambar 7. Profil muka air di penampang saluran titik 2 sampai 82

Rencana Anggaran Biaya.

Untuk pekerjaan perencanaan ulang saluran drainase di perumahan Pondok Sidokare Asri memiliki total rencana Anggaran Biaya sebesar Rp10.659.288.181. dengan rencana anggaran biaya tersebut dibebankan kepada 259 rumah dengan biaya sebesar Rp41.155.553.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini adapun kesimpulan yang didapat sebagai berikut:

1. Debit banjir rancangan terbesar dalam kala ulang 10 tahun adalah 0,0851 m³/s pada saluran 48-49
2. Saluran yang harus di redesain adalah saluran dengan titik nomor 20-21, 19-22, 26-25, 30-29, 35-36, 64-65, 70-69, 74-73, 32-33, 36-37, 37-38, 35-38, 40-41, 44-45, 48-49, 49-50, 51-54, 41-42, 45-46, 55-58, 58-57, 66-65, 79-80, 80-81. Dengan jumlah saluran sebanyak 24 saluran.
3. Dimensi saluran baru yang direncanakan ulang adalah 0,4 m x 0,6 m, 0,5 x 0,8 m, 0,6 x 1,2 m
4. Volume maksimum air hujan yang dapat ditampung adalah sebesar 9,909 m³ yang terjadi di bulan Maret.
5. Hasil dari pemodelan menggunakan aplikasi SWMM adalah kesalahan perhitungan untuk limpasan permukaan adalah sebesar -0,17% dan kesalahan perhitungan untuk rute aliran adalah sebesar -0,40%.
6. Rencana anggaran biaya untuk pekerjaan redesain saluran drainase di perumahan pondok sidokare asri adalah sebesar Rp10.659.288.181

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggrahini. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: SC. Citra Media. 1997
- [2] Bonnier. *Probability Distribution and Probability Analysis*. Bandung: DPMA. 1980.
- [3] Chow, Ven Te. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta. Erlangga. 1985
- [4] Chow, Ven Te. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta. Erlangga. 1997

-
- [5] Direktorat Jenderal Pengairan. Standar Perencanaan Irigasi Bag. Bangunan KP-03. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum. 1986.
- [6] Ekananda, Fahri. Nora Herdianan Pandjaitan. Maulana Ibrahim Rau. Evaluasi Saluran Drainase di Perumahan Alam Sinar Sari Kabupaten Bogor. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2019.
- [7] Harto, Sri. *Analisis Hidrologi*. Jakarta. 1993.
- [8] Herdianto, Probo. Perencanaan Ulang Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan RW 08 Kelurahan Sukun Kecamatan Sukun Kota Malang Jawa Timur. Malang: Politeknik Negeri Malang. 2020.
- [9] James, William. Lewis E. Rossman. W. Robert C. James. *User's Guide To SWMM5 13TH Edition*. Canada: CHI. 2010.
- [10] Kamiana, I Made. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2011
- [11] Kartiko, Luthfi. Roh Santoso Budi Waspodo. Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor Jawa Barat. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2018.
- [12] Marta, Joyce. *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi*. Bandung: Nova. 1983.
- [13] Mcguen, Richard H. *Hydrologic Analysis and Design*. New Jersey: Prentice- Hall. 1989
- [14] Mukomuko, J.A. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: Gaya Media Pratama. 1985.
- [15] Singh, P.V. *Elementary Hydrology*. New Jersey: Prentice-Hall. 1992.
- [16] Suparman. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: EGC. 2001.
- [17] Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Indonesia. Andi offset. 2004.