

ANALISIS KONDISI SALURAN DRAINASE RW VIII KOMPLEKS PERUMAHAN WAJIB SENYUM KELURAHAN HAMADI KOTA JAYAPURA

Stevanus Y. Hanuebi¹, Andung Yunianta², Sigit Riswanto³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹ andersonhanuebi@gmail.com, ² andung.ay@gmail.com, ³ sigitriswanto2015@gmail.com

ABSTRAK

Sistem *drainase* merupakan salah satu bangunan air yang dibuat untuk mengurangi jumlah air yang berlebihan dipermukaan maupun dibawah permukaan. Hal ini khusus dilakukan untuk mengatasi terjadinya musibah banjir. Maka dari itu Analisis Kondisi Saluran *Drainase* sangat diperlukan guna mengevaluasi kembali saluran eksisting yang sudah ada guna mengetahui informasi kapasitas penampangnya dalam mengatasi debit banjir rencana. Dalam hal ini pada RW VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum Kelurahan Hamadi. Analisis Kondisi Saluran Drainase dengan menggunakan metode Rasional dan periode rencana kala ulang 10 tahun sebagai acuan. Hasil analisa perhitungan debit rencana didapatkan 0,2394 m³/detik yang terbagi dalam 4 Area .dan setiap area mampu menampung debit banjir rencana adapun di beberapa titik terjadi luapan karena tersumbatnya saluran dengan sampah, sehingga butuh dilakukannya pembersihan pada saluran tersebut agar saluran dapat menampung debit rencana. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan untuk lebih mengoptimalkan semua saluran di RW VIII kompleks Perumahan Wajib Senyum Kelurahan Hamadi Kota Jayapura.

Kata kunci : Kapasitas, Debit, Drainase, Rasional

ABSTRACT

A drainage system is a water structure created to reduce the amount of excessive water on the surface and below the surface. This is specifically done to overcome flood disasters. Therefore, Drainage Channel Condition Analysis is very necessary to re-evaluate existing channels in order to find out information on their cross-sectional capacity to handle the planned flood discharge. In this case, at RW VIII, the Mandatory Smile Housing Complex, Hamadi Village. Analysis of the Drainage Channel Condition using the Rational method and a 10 year return planning period as a reference. The results of the analysis of the planned discharge calculation showed that it was 0.2394 m³/second which was divided into 4 areas. And each area was able to accommodate the planned flood discharge, while at some points overflow occurred due to blockage of the channel with rubbish, so it was necessary to clean the channel so that the channel could accommodate the discharge. plan. Therefore, planning needs to be carried out to further optimize all channels in RW VIII of the Mandatory Smile Housing complex, Hamadi Village, Jayapura City.

Keywords: Capacity, Discharge, Drainage, Rational

1. PENDAHULUAN

Drainase merupakan salah satu upaya teknis guna mengurangi kelebihan air pada lahan ataupun kawasan, baik itu air hujan, air rembesan, ataupun air irigasi yang kelewatan dari lahan ataupun kawasan, sehingga lahan ataupun kawasan bisa beroperasi secara wajar Sistem drainase menggambarkan salah satu komponen berarti infrastruktur perkotaan buat menanggulangi permasalahan banjir serta genangan air (Pania, 2013). RW VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum merupakan salah satu kompleks yang berada di dalam wilayah Kelurahan Hamadi, Distrik Jayapura Selatan Kota Jayapura yang terbagi atas 10 Rukun Warga (RW). Berdasarkan data dari kelurahan hamadi pada tahun 2022 jumlah penduduk kelurahan Hamadi adalah sejumlah 19.059 jiwa. Jumlah penduduk yang besar dan terus meningkat mengingat pesatnya pembangunan kawasan perumahan dan pertokoan di wilayah ini.

Berdasarkan hasil observasi awal, adapun keadaan drainase pada RW VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum cukup buruk dimana drainase pada RW VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum tersebut banyak mengalami kerusakan.

Kerusakan yang terjadi yakni pada beberapa titik ditemui keruntuhan saluran beton. Penyumbatan saluran diakibatkan oleh banyaknya sampah yang berserakan karena kurang sadarnya warga dalam melindungi area serta menjaga saluran drainase. Perihal ini menimbulkan drainase tidak berperan dengan baik sehingga pada saat turun hujan, terjadi genangan di banyak titik pada RW VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum. Bersumber pada perihal ini penulis tertarik melaksanakan riset dengan judul “Analisis Kondisi Saluran Drainase RW.VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum Kelurahan Hamadi Kota Jayapura”.

1.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase pada kawasan Perumahan Wajib Senyum ?
2. Berapa debit rencana yang dapat ditampung oleh drainase di kawasan perumahan wajib senyum ?
3. Bagaimana cara menanggulangi genangan air atau banjir tersebut?

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi eksisting di kawasan Perumahan Wajib Senyum
2. Mengetahui debit rencana yang harus ditampung oleh drainase di kawasan RW VIII kompleks Perumahan Wajib Senyum Kelurahan Hamadi Kota Jayapura
3. Menghasilkan desain sistem jaringan drainase yang sesuai dengan jaringan saluran air/sungai di kawasan RW VIII Kompleks Perumahan Wajib Senyum Kelurahan Hamadi Kota Jayapura

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Drainase

Sistem drainase adalah cara pengaliran air dengan pembuatan saluran (tersier) untuk menampung air hujan yang mengalir diatas permukaan tanah, kemudian dialirkan ke sistem yang lebih besar (sekunder dan premier) dan selanjutnya dialirkan ke sungai dan laut (Robert J Kodoatie, 2005).

2.2 Analisis Hidrologi

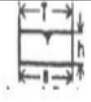


Analisis hidrologi dilakukan guna menerima besarnya intensitas curah hujan, sebagai dasar perhitungan debit rencana dalam suatu wilayah untuk mengevaluasi perencanaan sistem drainase. Hal ini bermanfaat untuk menentukan ukuran dan besaran hidroliknya. Sehingga diperlukan dapat membentuk rancangan yang bisa mencukupi kebutuhan debit rencana (debit maksimum). Dalam analisis hidrologi dilakukan beberapa tahap untuk memperoleh debit sampai pada tahun rencana yaitu:

- a. Pengumpulan data curah hujan
- b. Analisis frekuensi hujan
- c. Pemilihan jenis metode distribusi
- d. Analisis curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu
- e. Analisis intensitas hujan

2.3 Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui dimensi penampang saluran drainase dalam menampung debit banjir rencana. analisa kapasitas tampung saluran merupakan analisa hidrolika dengan maksud untuk melakukan evaluasi kapasitas tampung saluran dengan debit banjir rencana.

Tabel 1. Jenis – Jenis Penampang Saluran Drainase

Penampang Melintang	Area (A)	Keliling Penampang Basah (P)	Radius (R)	Lebar Atas (T)	Kedalaman (D)
 Persegi Panjang	Bh	B + 2h	$\frac{bh}{b + 2h}$	b	h
 Trapezium	$(b + zh)h$	$b + 2h\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zh)h}{b + 2h\sqrt{1 + z^2}}$	B + 2y	$\frac{(b + zh)h}{b + 2z}$
 Segitiga	Zh ²	$2h\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1 + z^2}}$	2zh	$\frac{1}{2h}$

Sumber: Chow, 1997

Tabel 2. Nilai Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1) Baja	0,011 – 0,014
2) Baja permukaan gelombang	0,021 – 0,030
3) Semen	0,010 – 0,013
4) Beton	0,011 – 0,015
5) Pasangan batu	0,017 – 0,030
6) Kayu	0,010 – 0,014
7) Bata	0,011 – 0,015
8) Aspal	0,013

Sumber: Wesli, 2008

Perhitungan kecepatan aliran terbuka menggunakan persamaan yang bisa dilihat pada persamaan berikut:

$$V = \frac{1}{N} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m/det)

N = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran

Kapasitas pengaliran sungai dihitung menurut rumus Manning, dimana perhitungannya berdasarkan atas nilai pengukuran profil yaitu long section dan cross section saluran drainase (Manahan, 2017). Persamaan yang bisa dilihat.

$$Q_s = V \times A$$

Dimana:

Q = Debit aliran dalam saluran (m³/det)

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)

A = Luas penampang basah saluran (m²)

Membandingkan debit rencana (Q_r) dengan kapasitas saluran (Q_s) (Supriyani, 2012), apabila:

- $Q_r < Q_s$ berarti saluran mampu menampung debit yang terjadi.
- $Q_r > Q_s$ berarti saluran tidak mampu menampung debit yang terjadi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi yaitu: Pengambilan data curah hujan dari Kantor Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika untuk tahun 2014-2023. Dan data yang diambil adalah data maksimum setiap bulan yang dirata-ratakan.

- Analisis frekuensi hujan, sebelum menentukan metode yang dipilih maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan parameter statistik, yaitu menghitung Nilai rata-rata, Standar deviasi, Koefisien kemencengan, Koefisien kurtosis dan Koefisien variasi untuk menentukan metode apa yang akan dipakai.
- Analisis curah hujan rencana digunakan untuk mendapatkan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 metode, yaitu Metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson III
- Uji kecocokan data menggunakan 2 pengujian yaitu Uji chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov
- Analisis intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe dan selanjutnya dibuat kurva IDF (Intensitas Durasi Frekuensi)
- Analisis debit rencana yaitu menentukan debit banjir rencana, metode yang digunakan adalah metode Rasional. Pada metode ini dibutuhkan nilai Koefisien limpasan, intensitas hujan dan luas area tangkapan hujan (Panja, 2013).

$$Q_r = 0,278.C.I.A$$

Dimana:

Q_r = Debit Rencana ($m^3/detik$)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

3.2 Analisis Hidrolika

- Kecepatan aliran pada aliran terbuka menggunakan ketentuan seperti Tabel 3.

Tabel 3. Ketetapan Kecepatan Aliran

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/det)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
kerikil Kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

Sumber: SNI 03-3424-1994

- Kapasitas saluran drainase eksisting yang mana perhitungannya berdasarkan hasil dari luas penampang saluran dan kecepatan saluran. Persamaannya yaitu:

$$Q_s = V \times A$$

Dimana:

Q_s = Debit aliran dalam saluran (m^3)

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)



3. Evaluasi kapasitas saluran drainase yaitu membandingkan debit rencana (Q_r) dengan kapasitas saluran (Q_s), apabila:
 - 1) $Q_r < Q_s$, berarti saluran mampu menampung debit yang terjadi.
 - 2) $Q_r > Q_s$, berarti saluran tidak mampu menampung debit yang terjadi.
4. Mencari luas penampang basah menggunakan persamaan:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Dimana:

A = Luas Penampang basah (m^2)

Q = Debit aliran (m^3 / det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

5. Merencanakan dimensi saluran drainase dengan menggunakan penampang saluran persegi dengan persamaan:

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana:

A = Luas penampang (m^2)

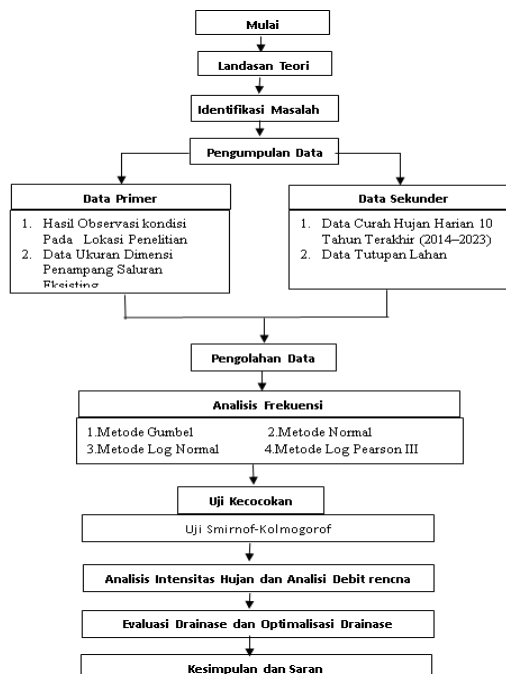
h = Kedalam air (m)

b = Lebar saluran (m)

P = Keliling basah

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

3.3 Bagan Alir



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian
Sumber: Data Pribadi, 2024

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

1. Pengolahan data curah hujan

Tabel 4. Rata-rata Curah Hujan Harian Maksimum Tahun 2014 -2023

Tahun	Curah Hujan (mm)
2014	222.42
2015	213.25
2016	20.04
2017	18.08
2018	17.75
2019	264.67
2020	180.67
2021	242.50
2022	195.00
2023	203.75
Jumlah	1582.13

Sumber: BMKG Balai Besar Wilayah V Entrop, 2024

Dari Tabel 4. dapat diperoleh data Rata-rata Curah Hujan Harian Maksimum untuk tahun 2014-2023, kemudian dilakukannya perhitungan dan pemilihan metode debit rencana.

2. Perhitungan dan Pemilihan Metode Debit Rencana

Tabel 5. Syarat-Syarat Distribusi

No	Distribusi	Kriteria	Hasil Hitungan	
1	Normal	$C_s = \text{Sama/mendekati } 0$	$C_s = -0,82$	Tidak Diterima
		$C_k = \text{Sama/mendekati } 3$	$C_k = 2,78$	
2	gumbel	$C_s = \text{Sama/mendekati } 1,139$	$C_s = -0,82$	Tidak Diterima
		$C_k = \text{Sama/mendekati } 5,402$	$C_k = 2,78$	
3	Log Normal	$C_s = 3C_v = 1,88$	$C_s = -1,007$	Tidak Diterima
		$C_k > 0$	$C_k = 2,83$	
4	Log Pearson III	$C_s = \text{Fleksibel}$	$C_s = -1,007$	Diterima
		$C_k = \text{Fleksibel}$	$C_k = 2,83$	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Dari Tabel 5 dapat diperoleh Syarat-Syarat Distribusi, dimana distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi Log Pearson III. Distribusi yang diterima dan ditolak ditentukan dengan persyaratan tertentu, jika nilai distribusi sesuai dengan persyaratan maka distribusi tersebut bisa digunakan. Selanjutnya dilakukannya perhitungan hujan rencana dan intensitas hujan.

3. Perhitungan Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

Tabel 6. Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Log Pearson Type III

Periode Ulang (Tahun)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	2,02	0,172	-0,171	1,927	84.54
5	2,02	0,172	0,092	2,487	303.56
10	2,02	0,172	1,181	2,631	423.14
25	2,02	0,172	1,409	2,748	554.73
50	2,02	0,172	1,520	2,806	633.67

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

4. Uji Distribusi Probabilitas

Tabel 7. Hasil rekapitulasi ΔP

Distribusi Probabilitas	ΔP terhitung	ΔP kritis	Keterangan
Gumbel	-5,61	0,41	Diterima
Normal	-0,31	0,41	Diterima
Log Normal	-1,74	0,41	Diterima
Log Pearson III	2,17	0,41	Ditolak

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Berdasarkan hasil persyaratan distribusi dan pengujian dengan 2 metode, yaitu: metode Chi-Kuadrat (χ^2), dan metode Smirnov-Kolmogorov, maka dapat disimpulkan distribusi yang paling baik untuk menganalisis data curah hujan pada penelitian ini adalah Distribusi Probabilitas Normal.

5. Perhitungan Intensitas Hujan Rencana

Tabel 8. Hasil Intensitas Hujan Rencana

Durasi Menit	Periode Ulang (Tahunan)				
	2	5	10	25	50
	Intensitas Hujan (mm)				
5	62,103	93,867	110,138	136,026	138,614
10	181,105	270,684	317,606	392,256	399,725
15	138,209	206,570	242,379	299,347	305,043
20	114,089	170,520	200,079	247,105	251,808
30	87,066	130,131	152,689	188,576	192,166
45	66,444	100,46	117,877	143,911	146,650
60	54,848	81,977	96,188	118,796	121,057
120	34,552	52,072	61,098	75,459	76,260
180	26,368	39,685	36,564	57,111	58,198
240	21,766	32,727	38,401	47,144	48,041
300	18,758	28,182	33,068	40,627	41,400

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

6. Perhitungan Debit

Debit air hujan (Q) dalam penelitian ini didapatkan berdasarkan metode rasional, dengan membutuhkan data koefisien pengaliran (c), intensitas curah hujan (I), dan luas area tangkapan (A). Metode Rasional dapat dilakukan dengan pendekatan nilai C gabungan atau C rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang. Rumus umum dari Metode Rasional adalah:

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

$$Q = 0,278$$

Perhitungan Debit (Q)

$$Q = 0,278 \times 0,47 \times 152,689 \text{ mm/jam} \times 12 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$$

$$Q = 0,239404 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan demikian diperoleh debit rencana yang dapat ditampung oleh drainase RW VIII Kompleks Perumahan Wajib senyum sebesar 0,239404 m³/detik.

4.2 Analisis Hidrolika

1. Perhitungan Dimensi Saluran yang Ekonomis

Tabel 9. Perhitungan dimensi saluran ekonomis

1	0,45 m	0,50 m	1,5 m/s	0,225 m ²	1,45 m	0,155 m
2	0,40 m	0,45 m	1,5 m/s	0,180 m ²	1,30 m	0,138 m
3	0,70 m	0,55 m	1,5 m/s	0,385 m ²	1,80 m	0,214 m
4	0,60 m	0,65 m	1,5 m/s	0,390 m ²	1,90 m	0,205 m
5	0,40 m	0,35 m	1,5 m/s	0,140 m ²	1,10 m	0,127 m
6	0,40 m	0,38m	1,5 m/s	0,156 m ²	1,17 m	0,133 m
7	0,40 m	0,35m	1,5 m/s	0,144 m ²	1,11 m	0,129 m

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Data saluran 1 Diketahui:

- Lebar dasar saluran (b) = 0,45 m
- Tinggi saluran (h) = 0,50 m
- Kecepatan saluran penampang = 1,5 m/s

Luas penampang saluran 1 persegi panjang

$$\begin{aligned}
 A &= b \cdot h \\
 &= 0,45 \times 0,50 \\
 &= 0,225 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Keliling penampang saluran 1

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \\
 &= 0,45 + (2 \times 0,50) \\
 &= 0,45 + 1 \\
 &= 1,45 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jari-jari hidrolis penampang saluran 1

$$R = 0,155 \text{ m}$$

Debit Eksisting

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,5 \text{ m/s} \times 0,225 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{eksisting}} = 0,3375 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{hidrologi}} = 0,2394 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Tidak banjir)}$$

2. Evaluasi Kondisi Saluran

Tabel 10. Perbandingan Debit Banjir Rencana Saluran dengan Kapasitas saluran

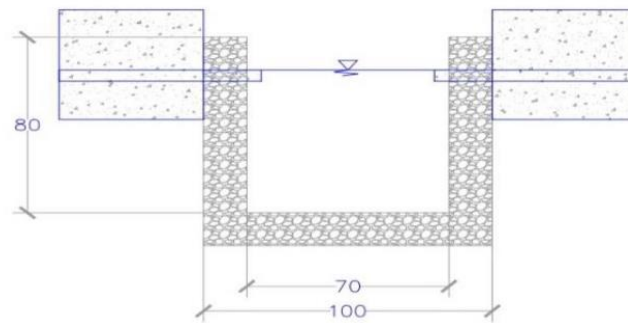
Saluran	Debit		Keterangan
	Eksisting	Hidrologi	
	m ³ /s	m ³ /s	
Saluran 1	0,3375	0,2394	Aman
Saluran 2	0,2700	0,2394	Aman
Saluran 3	0,5775	0,2394	Aman
Saluran 4	0,5850	0,2394	Aman
Saluran 5	0,2100	0,2394	Tidak Aman
Saluran 6	0,2337	0,2394	Tidak Aman
Saluran 7	0,2153	0,2394	Tidak Aman

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Dari Tabel 10 dapat diperoleh perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran yaitu drainase pada RW VIII Kompleks Perumahan Wajib senyum masih bisa menampung debit rencana. Apabila debit Qrencana lebih kecil daripada kapasitas saluran, maka saluran tersebut dapat menampung debit yang terjadi.

Tetapi, apabila debit rencana lebih besar daripada kapasitas saluran maka saluran tersebut banjir (Supriyani, 2012). Permasalahannya yaitu terletak pada sistem jaringan drainase, dimana sistem jaringan drainase pada RW VIII Kompleks Perumahan Wajib senyum tidak sesuai pengalirannya, maka perlu dilakukannya perencanaan ulang sistem jaringan drainase.

3. Perencanaan Ulang Sistem Jaringan Drainase



Gambar 2. Perencanaan Ulang Saluran Drainase
Sumber: Data Pribadi, 2024

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Permasalahan pada Kompleks Perumahan Wajib Senyum adalah saluran drainase di Kompleks Perumahan Wajib Senyum sudah tidak mampu mengalirkan debit air disebabkan oleh jaringan aliran drainase yang tidak jelas ke mana air akan mengalir, banyak drainase yang rusak dan tidak adanya *catchment area*
2. Debit rencana di kompleks Kompleks Perumahan Wajib Senyum adalah 0,2394 m³/detik sementara debit yang bisa ditampung oleh saluran drainase eksisting adalah 0,3375 m³/detik, 0,2700 m³/detik, 0,5775 m³/detik, dan 0,5850 m³/detik, sehingga ke empat dimensi saluran eksisting ini sudah bisa menampung debit rencana.
3. Selain Jaringan drainase eksisting bermasalah, jadi perlu dibuat pola aliran jaringan drainase yang baru untuk memperbaiki kondisi drainase yang ada dengan menambahkan beberapa kemiringan pada titik tertentu dan membuat jalur buangan drainase yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvin, E. F. 2017. “Evaluasi Sistem Drainase Dan Pengendalian Genangan Air Di Kampus Dan Perumahan ITS Surabaya.” *Surabaya: Departemen Teknik Lingkungan FTSP ITS*.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. “Tata Cara Desain Drainase Permukaan Jalan.” 1–53.
- Huddiankuwera, Asep. 2016. “Pengaruh Panjang Data Terhadap Besarnya Penyimpangan Curah Hujan Rancangan (Studi Kasus Daerah Aliran Sungai Tabo-Tabo).” *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Informatika* 1(2):36–41.
- Litbang Permukiman, Pusat, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum Jl Panyawungan, and Cileunyi Wetan-Kabupaten Bandung. 2014. “Kriteria Desain Drainase Kawasan Permukiman Kota Berwawasan Lingkungan Design Criteria of the Urban Area Sustainable Drainage For Human Settlements Sarbidi.” *Jurnal Permukiman* 9(1):1–16.
- Manahan, E. T. 2017. “Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Medokan Semampir.” 5:398–407.
- Nurhamidin, Achmad Erwin, M. Ihsan Jasin, and Fuad Halim. 2015. “Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa).” *Jurnal Sipil Statik* 3(9):599–612.



- Pania, Heri Giovan, H. Tangkudung, L. Kawet, and E. M. Wuisan. 2013. “Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas SAM Ratulangi.” *Jurnal Sipil Statik* 1(3):164–70.
- Saragi, Tiurma Elita, Yetty Riris Saragi, Eben Oktavianus Zai, and Masati Harefa. 2021. “Analisis Dan Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pelita 1 Kecamatan Medan Perjuangan Kota Medan.” *Jurnal Visi Eksakta* 2(1):97–110.
- Studi, Program, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, and Universitas Batanghari. 2022. “Evaluasi Sistem Drainase Kelurahan Rajawali Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.”
- Supriyani, Endah, M. Bisri, and Dan Very Dermawan. 2012. “Pengembangan Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus Sub Sistem Drainase Magersari Kota Mojokerto).” *Jurnal Teknik Pengairan* 3(2):112–21.
- Tamimi. 2016. “Jurnal Rekayasa Sipil.” *Rekayasa Sipil* 10(2):106–13.
- Wesli. 2008. “Buku Drainase Perkotaan.” *Drainase Perkotaan* 1–12.
- Yulianto, Dwi. 2012. “Kajian Sistem Drainase Pada Universitas Negeri Yogyakarta Kampus Karangmalang.” 1–85.
- Yunianta, Andung, Reny Rochmawati, and Dian Dwilaga. 2022. “Sistem Drainase Berkelanjutan Dalam Mengatasi Genangan Air Pada Kawasan Hamadi Rawa Kota Jayapura.” *Jurnal Median Arsitektur Dan Planologi* 12(2) : 54–61.