
KAJIAN SISTEM DRAINASE KOTA NABIRE

Wahyuddin Manambun¹ dan Thelly S.H Sembor²

¹ Wahyuddin Manambun, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura,

² Thelly S.H Sembor, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, putri_deva@yahoo.co.id

ABSTRAK

Banjir merupakan sebuah keadaan dimana daerah yang biasanya tidak tergenang oleh air menjadi tergenang, dan keadaan seperti ini sangat merugikan seperti terhambatnya jalur transportasi yang berimbas pada laju roda perekonomian suatu daerah.

Di Kelurahan Oyehe dan Kelurahan Kalibobo banjir terjadi menyebabkan genangan di beberapa titik, hal ini terjadi karena drainase yang tidak mampu lagi bekerja sebagaimana mestinya untuk menampung dan mengalirkan debit air, Faktor utama penyebab banjir yang terjadi pada wilayah Distrik Nabire, khususnya pada daerah Kelurahan Oyehe dan Kelurahan Kalibobo adalah terganggunya aliran air yang disebabkan oleh ulah manusia dan aktivitas alam yang menyebabkan sedimentasi dan sampah yang menumpuk di drainase.

Kata kunci : *Banjir, Drainase, Sedimen.*

1. PENDAHULUAN

Nabire adalah sebuah distrik yang berada di Kabupaten Nabire, Provinsi Papua, Indonesia, sekaligus merupakan ibu kota kabupaten Nabire. Di Nabire terdapat lapangan terbang dan pelabuhan yang menghubungkan Nabire dan Kabupaten lain yang ada di Indonesia. Perkembangan jumlah penduduk yang tiap tahun bertambah, menuntut pemerintah untuk lebih memperhatikan saran dan prasarana drainase untuk menunjang kelancaran mobilisasi kendaraan di Kota Nabire.

Dengan adanya sedimentasi, sampah yang terus meningkat dan drainase yang belum ada, mengakibatkan penurunan kinerja drainase di Kota Nabire serta mengganggu kenyamanan bagi pengguna jalan itu sendiri, berkaitan dengan hal tersebut di atas maka di butuhkan suatu penyelesaian yang dapat diterima oleh semua pihak tetapi secara teknis mampu mengatasi permasalahan banjir saat ini dan di masa mendatang. Itu yang membuat kami untuk melakukan penelitian ini dengan judul KAJIAN SISTEM DRAINASE KOTA NABIRE

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan dimensi drainase pada wilayah yang belum ada dan dimensi saluran yang memerlukan perubahan.
2. Bagaimana pola jaringan drainase kota nabire untuk perencanaan yang baik.

Adapun tujuan kajian ini adalah :

1. Mengidentifikasi karakteristik drainase yang ada
2. Merencanakan drainase yang tidak berfungsi dengan baik agar pola alirannya dapat berjalan dengan lancar pada cuaca normal maupun cuaca hujan.
3. Sebagai salah satu syarat akademi guna memperoleh gelar sarjana teknik sipil.
4. Sebagai sumber rekomendasi (masukan) kepada pemerintah setempat tentang masalah drainase dan penanganannya.

2. STUDI PUSTAKA

Definisi Drainase Jalan Raya

Drainase jalan raya adalah drainase yang melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (surface drainage) atau lewat di bawah permukaan tanah (sub surface drainage), untuk dibuang ke sungai, lau atau danau.

Tujuan Drainase Jalan Raya

- a. Untuk meningkatkan kesehatan lingkungan pemukiman.
- b. Pengendalian kelebihan air permukaan dapat dilakukan secara aman, lancar dan efisien serta sejauh mungkin dapat mendukung kelestarian lingkungan.
- c. Dapat mengurangi / menghilangkan genangan - genangan air yang menyebabkan bersarangnya nyamuk malaria dan penyebab penyakit - penyakit lain, seperti demam berdarah, desentri serta penyakit lain yang disebabkan kurang sehatnya lingkungan pemukiman.
- d. Untuk memperpanjang umur ekonomis sarana - sarana fisik antara lain : jalan, kawasan pemukiman, kawasan perdagangan dari kerusakan dan atau gangguan kegiatan akibat tidak berfungsinya sarana drainase.

Sistem Jaringan Drainase

Fungsi jaringan drainase dari sistem air buangan yang dapat diperhatikan ada dua macam yaitu air hujan dan air kotor. Cara sitem buangan dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian sebagai berikut :

1. Sistem jaringan drainase terpisah
2. Sistem jaringan drainase tercampur dan
3. Sistem jaringan drainase kombinasi

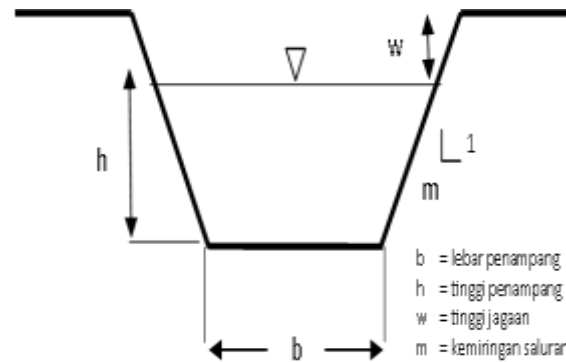
Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase menurut Sidharta Karmawan (1997:1-8) terdiri dari sembilan macam, antara lain:

1. Siku
2. Paralel
3. Grid Iron
4. Alamiah
5. Radial
6. Jaring – Jaring
7. Pola Perpendicular
8. Pola Interceptor dan Pola Zone
9. Pola Van

Bentuk Umum Saluran Terbuka Dan Fungsinya

1. Trapesium
Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuas kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.



Gambar 1. Bentuk Trapesium

2. Segi empat

Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil.

3. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Dalam menganalisa sistem drainase, diperlukan data-data yang digunakan. Pada penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan teknik pengumpulan data dengan observasi secara langsung (primer) maupun secara tidak langsung (sekunder).

Data Primer

Data primer adalah data yang diambil atau ditinjau secara langsung oleh penulis ataupun merupakan hasil wawancara dari orang yang terlibat dalam masalah yang difokuskan dalam tugas akhir ini.

Adapun data – data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Lebar penampang drainase
- Kedalaman penampang drainase
- Kuesioner

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil atau dikutip dari lembaga/instansi ataupun peneliti sebelumnya dan bukan merupakan hasil observasi langsung dari penulis.

Adapun data – data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

- Data curah hujan
- Peta kontur daerah studi

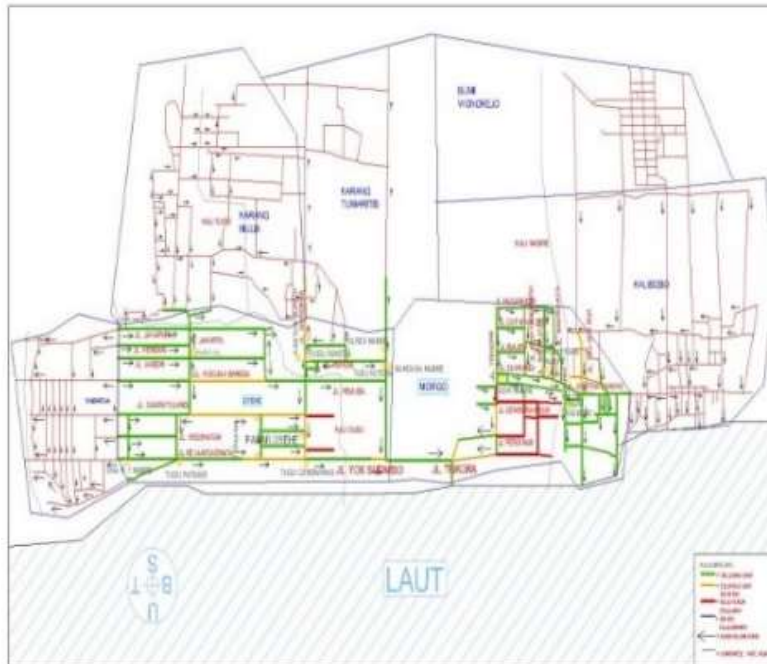
Lokasi

Tempat penelitian berada pada wilayah Distrik Nabire,



Gambar 2. Wilayah Pemerintah kabupaten Nabire

Sementara itu lokasi penelitian lebih detailnya berada di Distrik Nabire, Kelurahan Oyehe dan Kelurahan Morgo



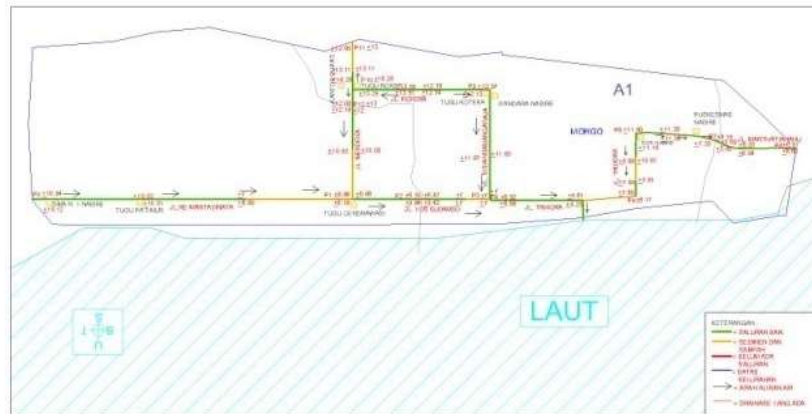
Gambar 3. Lay Out Lokasi Studi

Data Perencanaan

Merupakan data-data sekunder dan data – data primer yang tercatat antara lain:

Topografi Daerah Perencanaan

Topografi adalah gambaran tentang tingkat kemiringan dan ketinggian tanah dari permukaan.



Gambar 4. Topografi Lokasi Studi

Hidrologi (Curah Hujan)

Tabel 1. Data Curah Hujan Bulanan (Milimeter) Stasiun Meteorologi BMKG 2015

Tahun	Bulan												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Agus	Sep	Okta	Nov	Des	Maha
2006	498.8	301.3	227.3	424	222.3	300.3	109.4	68	136.7	78.3	148.1	265.9	498.8
2007	347.5	459.4	304.8	397.6	365.7	200.4	370.7	340.2	225.8	303.8	150.6	297.5	459.4
2008	251.2	458.4	271.3	348	367.6	480.1	492.2	603.7	838.1	524	346.4	276.7	838.1
2009	255.8	599.4	487.1	451.5	226.6	286	294.8	377.9	356.9	259.8	129.7	172.5	599.4
2010	581.6	140.4	387.7	348.7	541	486.2	374.7	404.3	325.8	153.6	453.3	364.7	581.6
2011	581.6	299.2	657.3	506.4	289.7	255.8	481	253.7	339.3	153.7	480.6	477.1	657.3
2012	292.6	245.5	603.6	678.7	240	367.4	705.7	505.5	410.8	286.5	429.8	531.5	705.7
2013	280.7	245.5	603.6	678.7	480	367.4	707.7	505.5	428.3	329.8	456.3	487.9	707.7
2014	198.6	279.7	341	378.1	246.7	200.4	123.9	136.2	144.5	144.1	577.1	556	577.1
2015	288	483.1	234.1	406.8	190.7	561.3	288.2	129.3	115.9	280.3	426.1	642.4	642.4

(Sumber : Data Curah Hujan BMKG)

Populasi

Dalam penelitian ini, sebagai populasi adalah masyarakat yang tinggal di Kelurahan Oyehe adalah 9.748 jiwa dan di Kelurahan Morgo 6.969 jiwa. Total keseluruhan penduduk adalah 16.717 jiwa.

Analisa Catchment Area

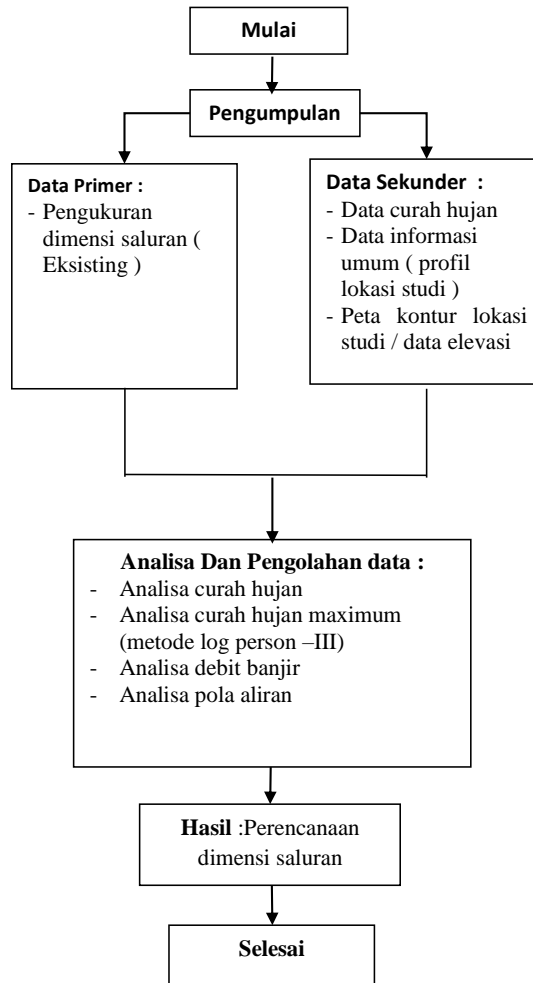
Dengan memperhatikan keadaan topografi Kabupaten Nabire dan lebih khususnya Distrik Nabire maka dapat dianalisa bahwa kondisi area studi adalah daerah dataran.



Gambar 5. Catchment Area Lokasi Studi

Bagan Alur Penelitian

Untuk lebih jelasnya dapat dibaca melalui gambar flowchart tahapan penelitian dibawah :

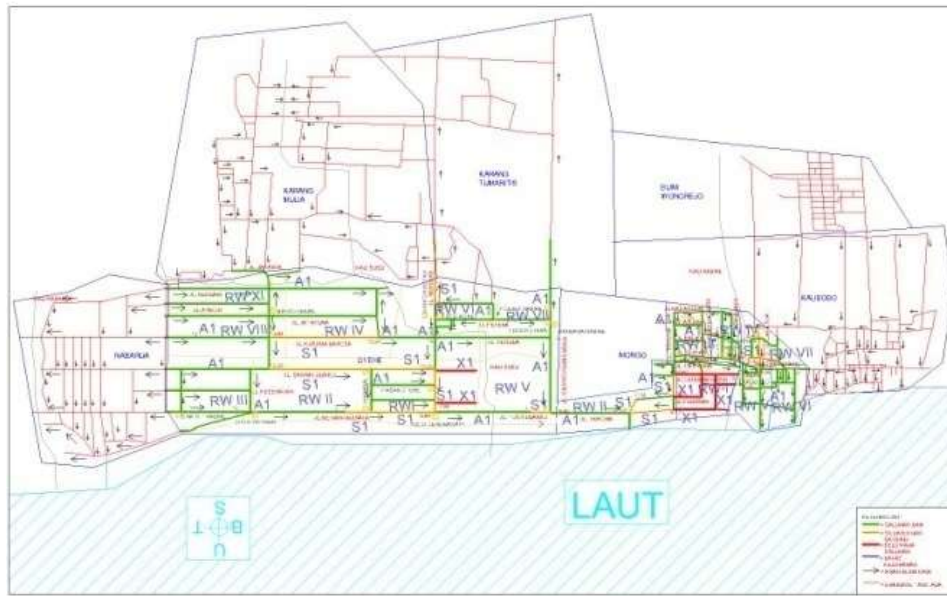


Gambar 6. Bagan Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Drainase Perwilayah

Kelurahan Oyehe dan kelurahan Morgo terletak di distrik Nabire dengan luasan wilayah kelurahan Oyehe 153.37 Ha dan 9 RW, Sedangkan kelurahan Morgo 88.24 Ha dan 7 RW. Dengan Ketinggian bervariasi 1-500 mdpl. Untuk area lain di kedua wilayah adalah area permukiman penduduk, berikut ini gambar identifikasi di setiap wilayah :



Gambar 7. Layout Lokasi Studi

Wilayah X1

Wilayah X1 Terdiri dari jalan Merdeka, jalan cendrawasih dan jalan persinar, adalah kondisi wilayah yang belum memiliki saluran dan membuat air tergenang tidak mengalir. Berikut ini adalah table rekapitulasi wilayah X1 :

Tabel 2. Rekapitulasi Drainase Wilayah X1

NO.	NAMA JALAN	Pj (m)	A (m ²)	JUMLAH FASILITAS UMUM								
				Sek	Psr	Trml	T.Smph	Prnk	Halt	KP	M/G	TR
1	MERDEKA	320	3600	-	-	-	-	5	-	-	-	-
2	CENDRAWASIH	202	600	-	-	-	-	-	-	1	-	-
3	PERSINAR	793	23790	-	-	-	-	-	-	-	2	-

Wilayah S1

Wilayah S1 terdiri dari jalan RE. Martadinata, jalan Samratulangi, jalan kusuma bangsa, jalan Merdeka, jalan Yos Sudarso, jalan Trikora, jalan Kelapa Dua adalah kondisi saluran drainase yang terdapat sedimen dan sampah yang membuat saluran menjadi tidak berfungsi mengalirkan air dengan baik. Berikut ini tabel rekapitulasi wilayah S1.

Tabel 3. Rekapitulasi Drainase Wilayah S1

NO.	NAMA JALAN	PS (m)	TS (cm)	LA (cm)	LB (cm)	A (m ²)	TSE (cm)	JUMLAH FASILITAS UMUM								
								Sek	Psr	Trml	T.Smph	Prnk	Halt	KP	M/G	TR
1	RE. MARTADINATA	388	80	70	70	19400	10	-	-	-	-	36	-	-	-	-
2	SAMRATLANGI	579	60	50	50	28950	6	-	-	1	1	48	1	-	-	-
3	KUSUMABANGSA	255	60	50	50	12750	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
4	MERDEKA	444	70	60	60	22200	12	-	-	-	-	20	-	2	-	-
5	YOS SUDARSO	68	80	70	70	3400	7	-	1	1	-	24	-	-	1	1
6	TRIKORA	213	80	70	70	6390	15	-	-	-	-	18	-	-	-	1
7	KELAPADUA	319	60	50	50	9570	16	-	-	-	-	-	-	-	1	-

Wilayah A1

Wilayah A1 terdiri dari jalan RE.Martadinata, jalan SMP 1, jalan Kesehatan, jalan Soetomo, jalan Samratulangi, jalan Kusuma Bangsa, jalan Ambon, jalan Kendari, jalan Jayapura, jalan Jakarta, Pasar Oyehe, jalan Merdeka, jalan Pepera, jalan Pemuda, jalan Sisingamangaraja, jalan Yos Sudarso, jalan Trikora, jalan Patimura, jalan Siliwangi, jalan Baliem, jalan Cut Nyadien, jalan Hasanudin, jalan Bhayangkara, jalan Sriwijaya, jalan Brawijaya, jalan Gajah Mada, jalan Marthatihahu, Pasar Kalibobo adalah Kondisi saluran drainase pada wilayah ini cukup bagus di karenakan air mengalir dengan baik dan kondisi fisik saluran yang masih baik membuat saluran berfungsi dengan baik. Berikut ini tabel rekapitulasi wilayah A1.

Tabel 4. Rekapitulasi Drainase Wilayah A1

NO.	NAMA JALAN	PS (m)	TS (cm)	LA (cm)	LB (cm)	A (m ²)	JUMLAH FASILITAS HURUM								
							Sek	Par	Trml	T.Simp	Prtak	Kak	KP	MGC	TR
1	RE. MARTADINATA	773	60	70	70	46300	2	-	-	-	-	-	-	-	-
2	SMP 1	156	60	50	50	12360	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	KESIHATAN	104	70	60	60	11040	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	SOETOMO	482	60	50	50	30600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	SAMRATULANGI	583	60	50	50	34000	1	-	-	-	15	-	-	-	-
6	KUSUMA BANGSA	904	60	50	50	45200	-	-	-	-	-	-	-	1	-
7	AMBON	828	60	50	50	43050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	KENDARI	472	60	50	50	41400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	JAYAPURA	831	60	50	50	43050	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	JAKARTA	744	60	50	50	37200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	PASAR OYEHE	574	60	50	50	28700	-	-	-	-	90	-	-	-	-
12	MERDEKA	360	70	60	60	18000	-	-	-	-	18	-	-	2	-
13	PEPERA	1718	70	60	60	85900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	PEMUDA	819	70	60	60	81900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	SISINGAMANGARAJA	775	100	200	200	38750	-	-	-	-	-	-	1	-	-
16	YOS SUDARSO	751	80	70	70	37550	-	-	-	-	17	-	1	-	1
17	TRIKORA	1002	80	70	70	50100	-	-	-	-	16	-	1	-	-
18	PATIMURA	384	60	50	50	19200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	SILIWANGI	330	70	60	60	4950	1	-	-	-	-	-	1	1	-
20	BALIEM	119	60	50	50	4760	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	CUT NYADIEN	119	60	50	50	4760	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	HASANUDIN	304	60	50	50	12160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	BHAYANGKARA	305	60	50	50	12150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	SRIWIJAYA	305	60	50	50	12150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	BRAWIJAYA	300	60	50	50	12000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	GAJAH MADA	352	60	50	50	14000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	MARTHATIAHAHU	321	60	50	50	12000	-	1	-	-	10	-	-	-	-
28	PASAR KALIBOBO	770	60	50	50	23100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	PASAR KALIBOBO	1655	60	50	50	55650	-	-	1	1	160	1	-	1	-

Keterangan :

- PS = Panjang Saluran
- TS = Tinggi Saluran
- LA = Lebar Atas
- LB = Lebar Bawah
- TSE = Tinggi Sedimentasi
- Sek = Sekolah
- Psr = Pasar
- Trml = Terminal

- i. T.Smph= Tempat Sampah
- j. Prtok = Pertokoan
- k. Halt = Halte
- l. KP = Kantor Pemerintah
- m. M/G = Masjid/Gereja
- n. TR = Tempat Rekreasi
- o. A =Luas Area Pengair

Analisa Teknis

Perhitungan Data Curah Hujan

Perhitungan debit curah hujan rata – rata dilakukan dengan metode Log Pearson dikarenakan pertimbangan ini lebih fleksibel dan dapat digunakan untuk semua sebaran data. Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data dari tahun 2006 – 2015 yang didapat dari Stasiun BMKG Kabupaten Nabire.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Curah Hujan

No	Tahun	Debit Maks (mm)	Log X1 (mm)	(Log X1 - Log Xi) (mm)	(Log X1 - Log Xi) ² (mm)	(Log X1 - Log Xi) ³ (mm)
1	2006	498.8	2.7	-0.1	0.01	-0.001000
2	2007	459.4	2.66	-0.14	0.0196	-0.002744
3	2008	838.1	2.92	0.12	0.0144	-0.000008
4	2009	599.4	2.77	-0.03	0.0009	-2.7E-05
5	2010	581.6	2.76	-0.04	0.0016	-6.4E-05
6	2011	657.3	2.82	0.02	0.0004	8E-06
7	2012	705.7	2.84	0.04	0.0016	6.4E-05
8	2013	707.7	2.85	0.05	0.0025	0.000125
9	2014	577.1	2.76	-0.04	0.0016	-6.4E-05
10	2015	642.4	2.81	0.01	0.0001	1E-06
Jumlah		6267.5	27.89		0.0527	-0.003709

(sumber : Hasil Analisa Lapangan)

$$Xi = \frac{1}{n} \sum Xi$$

$$Xi = \frac{1}{10} \times 6267.5$$

$$Xi = 626.75 \quad \text{Log Xi} = 2.80 \quad \longrightarrow$$

$$\text{Deviasi Standar (S)} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log Xi} - \text{Log Xi})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0527}{10-1}} = 0.0765$$

$$S = 0,0765$$

Koefisien Kepencengan (Penyimpangan) (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log Xi} - \text{Log Xi})^3}{(n-1).(n-2).(S)^3}$$

$$= \frac{10 (-0.003709)}{(10-1).(10-2).(0,0765)^3} = -1.1506$$

$C_s = -1.1506 \approx -1.2$ (Kemencengan Negatif)

Untuk periode 2 tahun :

Untuk nilai K di peroleh dari table 2.4 (Kemencengan Negatif)

$$K = 0.195$$

Maka untuk debit yang terjadi pada 2 tahunan adalah :

$$X_2 = X_i + K_2 \times S$$

$$X_2 = 2.80 + 0.195 \times 0,0765$$

$$X_2 = 2.81$$

Debit dengan periode 2 tahunan dapat di hitung dengan anti logaritmanya yaitu:

$$Q_2 = \text{arc Log } 2.8 = 645.55 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk lebih jelasnya hasil perhitungan curah hujan di sajikan dalam table berikut :

Dari hasil perhitungan diatas bahwa intensitas curah hujan semakin naik maka harus ada perencanaan dimensi yang lebih baik atau baru dari dimensi yang sekarang agar dapat mengalirkan debit air dengan baik juga.

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Curah Hujan Tahunan

Stasiun	Tahun periode (T)	P = 1/T .100%	S	Cs	K	XT	XT (m ³ /dt)
Nabire	2	0.5	0.0765	-1.2	0.195	2.81	645.55
	5	0.2	0.0765	-1.2	0.844	2.86	724.43
	10	0.1	0.0765	-1.2	1.086	2.88	758.78

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

$$I = \frac{90\% \cdot XT}{4}$$

Maka untuk periode yang terjadi 2 tahun adalah :

$$I = \frac{90\% \cdot 645.55}{4} = 145.25 \text{ mm/jam}$$

Maka untuk periode yang terjadi 5 tahun adalah :

$$I = \frac{90\% \cdot 724.43}{4} = 163 \text{ mm/jam}$$

Maka untuk periode yang terjadi 10 tahun adalah :

$$I = \frac{90\% \cdot 758.78}{4} = 189.70 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Debit Air Hujan

Dalam perhitungan debit banjir di gunakan persamaan dasar yang di gunakan untuk mendimensi saluran drainase yaitu metode rasional. Dimana pada daerah studi di pilih koefisien pengaliran 0,7 sesuai dengan table 2.6.

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Untuk wilayah X1

Untuk periode 2 tahun saluran di Jalan Merdeka (X1a)

$$C = 0,7 \text{ (table 2.6)}$$

$$A = 38400 \text{ m}^2$$

$$I = 145.25 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 0.00278 \times 0.7 \times 145.25 \times 38400 = \mathbf{1.0854 \text{ m}^3/\text{dt}}$$

Untuk periode 5 tahun saluran di Jalan Merdeka (X1a)

$$C = 0,7 \text{ (table 2.6)}$$

$$A = 38400 \text{ m}^2$$

$$I = 163 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 0.00278 \times 0.7 \times 163 \times 38400 = 1.2180 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk periode 10 tahun saluran di Jalan Merdeka (X1a)

$$C = 0,7 \text{ (table 2.6)}$$

$$A = 38400 \text{ m}^2$$

$$I = 189.7 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 0.00278 \times 0.7 \times 189.7 \times 38400 = 1.4175 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan Debit Air Limbah

$$Q = 150 \text{ liter/jiwa/hari} \times 70\% \text{ jumlah penduduk} \times A$$

Jika di ketahui penduduk kelurahan Oyehe dan kelurahan Morgo adalah $9.748 + 6.969 = 16.717$ jiwa dengan luas area kelurahan Oyehe dan kelurahan Morgo adalah yaitu $10.12 + 10.93 = 21.05$ Ha maka perhitungan dapat dilakukan sebagai berikut :

Untuk Proyeksi Penduduk 2 Tahun adalah :

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi 2 Tahun} &= P_0 \cdot (1 + r)^n \\ &= 16717 \times (1 + 0.1151)^2 = 16938 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$Q_2 = 150 \times 0,7 \times 16938 \times 21.05$$

$$Q_2 = 37.437.214 \text{ lt/jiwa/hari}$$

$$Q_2 = 0.37437 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk Proyeksi Penduduk 5 Tahun adalah :

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi 5 Tahun} &= P_0 \cdot (1 + r)^n \\ &= 16717 \times (1 + 0.1151)^5 = 16717 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$Q_5 = 150 \times 0,7 \times 16717 \times 21.05$$

$$Q_5 = 36948749.37 \text{ lt/jiwa/hari}$$

$$Q_5 = 0,36949 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk Proyeksi Penduduk 10 Tahun adalah :

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi 10 Tahun} &= P_0 \cdot (1 + r)^n \\ &= 16717 \times (1 + 0.1151)^{10} = 16718 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$Q_{10} = 150 \times 0,7 \times 16718 \times 21.05$$

$$Q_{10} = 36.948.749.27 \text{ lt/jiwa/hari}$$

$$Q_{10} = 0.369487 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Perhitungan Debit Maksimum

Perhitungan debit maksimum dapat di lakukan dengan cara menambahkan perhitungan debit akibat hujan dengan debit air limbah yang kemudian dikalikan koefisien 1,1 karena perhitungan di tambah dengan yang dapat pada aliran banjir sebesar 10%. Secara detail perhitungan debit maksimum dapat di lihat pada table berikut.

Tabel 7. Rekapitulasi Debit Maksimum

Wilayah	No	Saluran	T	C	I (mm/jam)	A (m ²)	Q ₁	Q ₂	(Q ₁ + Q ₂)	L ₁ (Q ₁ + Q ₂)
SI	XIa	H. Merdeka	2	0,7	145,25	38400	1,0854	0,37437	1,45977	1,606
			5	0,7	168		1,288	0,36049	1,58749	1,746
			10	0,7	189,7		1,4175	0,36048	1,78698	1,966
	XIb	H. Cenderawasih	2	0,7	145,25	6060	0,1712	0,37437	0,54557	0,600
			5	0,7	168		0,1922	0,36049	0,55669	0,608
			10	0,7	189,7		0,2237	0,36048	0,58318	0,652
	XIc	H. Pesisir	2	0,7	145,25	23790	0,6724	0,37437	1,04677	1,151
			5	0,7	168		0,7546	0,36049	1,11409	1,236
			10	0,7	189,7		0,8382	0,36048	1,24768	1,372
SI	SIIa	H. KR Mekarjaya	2	0,7	145,25	19400	0,55	0,37437	0,92437	1,02
			5	0,7	168		0,61	0,36049	0,97049	1,08
			10	0,7	189,7		0,72	0,36048	1,08048	1,20
	SIIb	H. Saccatibangi	2	0,7	145,25	28950	0,82	0,37437	1,19437	1,31
			5	0,7	168		0,92	0,36049	1,28049	1,42
			10	0,7	189,7		1,07	0,36048	1,43048	1,58
	SIIc	H. Kintora Bangsa	2	0,7	145,25	12750	0,36	0,37437	0,73437	0,81
			5	0,7	168		0,40	0,36049	0,76049	0,85
			10	0,7	189,7		0,47	0,36048	0,83048	0,92
	SIIe	H. Merdeka	2	0,7	145,25	22200	0,68	0,37437	1,05437	1,10
			5	0,7	168		0,7	0,36049	1,06049	1,18
			10	0,7	189,7		0,82	0,36048	1,18048	1,31
	SIIe	H. Tim Sriban	2	0,7	145,25	3400	0,09	0,37437	0,46437	0,51
			5	0,7	168		0,1	0,36049	0,46049	0,52
			10	0,7	189,7		0,12	0,36048	0,48048	0,54
	SIIe	H. Trikora	2	0,7	145,25	6990	0,18	0,37437	0,55437	0,61
			5	0,7	168		0,2	0,36049	0,56049	0,63
			10	0,7	189,7		0,23	0,36048	0,59048	0,66
SIIg	H. Kelapa Dua	2	0,7	145,25	9570	0,27	0,37437	0,64437	0,71	
		5	0,7	168		0,3	0,36049	0,66049	0,74	
		10	0,7	189,7		0,35	0,36048	0,71048	0,79	

Maka dari perhitungan debit telah di hitung dan debit maksimal telah di ketahui, $X1a = 1.606$, $X1b = 0.652$, $X1c = 1.372$, $S1a = 1.20$, $S1b = 1.58$, $S1c = 0.92$, $S1d = 1.31$, $S1e = 0.54$, $S1f = 0.66$, $S1g = 0.79$, $A1a = 2.29$, $A1b = 0.92$, $A1c = 0.86$, $A1d = 1.65$, $A1e = 1.83$, $A1f = 2.23$, $A1g = 2.14$, $A1h = 2.09$, $A1i = 2.16$, $A1j = 1.91$, $A1k = 1.57$, $A1l = 1.13$, $A1m = 3.89$, $A1n = 3.73$, $A1o = 1.98$, $A1p = 1.92$, $A1q = 2.43$, $A1r = 1.19$, $A1s = 0.60$, $A1t = 0.59$, $A1u = 0.59$, $A1v = 0.90$, $A1w = 0.89$, $A1x = 0.89$, $A1y = 0.89$, $A1z = 0.98$, $A1aa = 0.92$, $A1ab = 1.34$, $A1ac = 2.66$ yang berada pada table 2.8 di atas maka tahap selanjutnya adalah tahap kontrol dimensi saluran drainase yang di khususkan pada wilayah yang mengalami sedimentasi yaitu pada wilayah $S1a - S1g$ dan melakukan perencanaan drainase pada wilayah yang belum ada sama sekali drainase yaitu pada wilayah $X1a - X1c$ dengan menggunakan cara analisa hidrolika.

Analisa Hidrolika

Kontrol Dimensi Eksisting

Dalam analisa ini perlu dilakukan control dimensi eksisting terhadap dimensi untuk mengecek dimensi drainase yang ada masih mampu debit yang ada.

Tabel 8. Wilayah Yang Di Tinjau $S1a - S1g$

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Q_{max}	Beban Saluran		Beban Tinggi		Keterangan
					h (m)	h (m)	Hulu	Hilir	
1	S1a	Jl. RE Martadinata	388	1.20	0.80	0.70	7.00	6.94	Terdapat sedimentasi
2	S1b	Jl. Samudra	579	1.58	0.60	0.50	12.53	11.53	Terdapat sedimentasi
3	S1c	Jl. Kencana Bangsa	255	0.92	0.60	0.50	13.94	13.94	Terdapat sedimentasi dan campak-campak
4	S1d	Jl. Merdeka	444	1.31	0.70	0.60	14.25	6.94	Terdapat sedimentasi
5	S1e	Jl. Yos Sudarso	68	0.54	0.80	0.70	7.00	7.00	Terdapat sedimentasi
6	S1f	Jl. Toloka	213	0.66	0.80	0.70	10.61	5.61	Terdapat sedimentasi
7	S1g	Jl. Kelapa Dua	319	0.79	0.60	0.50	8.90	6.55	Terdapat sedimentasi

(Sumber : Lapangan)

Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada perhitungan berikut :

Saluran Primer di Jalan RE Martadinata ($S1a$)

$$Q_r = 1.20 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$b = 1.0 \text{ h (table 2.12)}$$

$$n = 0,013 \text{ (table 2.8)}$$

$$V_r = 1,5 \text{ m/dt (table 2.11)}$$

Sehingga :

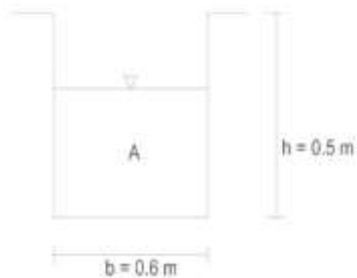
$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 1.0 \text{ h} \cdot h \\ &= 1.0 \text{ h}^2 \end{aligned}$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{1.20}{1.0}$$

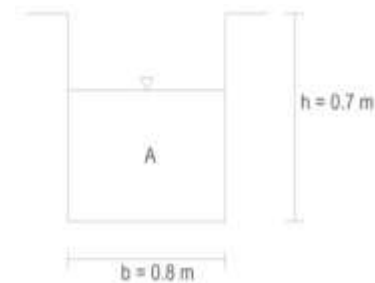
$$1.0 \text{ h}^2 = \frac{1.20}{1.0}$$

$$\text{h}^2 = 1.20 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 h &= 1.09 \text{ m} \\
 b &= 1.0 \text{ h} \\
 &= 1.09 \text{ m} \\
 A &= b \cdot h \\
 &= 1.09 \times 1.09 \\
 &= 1.18 \text{ m}^2 \\
 P &= b + 2 h \\
 &= 1.09 + (2 \cdot 1.09) \\
 &= 3.27 \text{ m} \\
 R &= A/P \\
 &= 1.18/3.27 \\
 &= 0.36 \text{ m} \\
 I &= \left[\frac{v \cdot n}{R^{2/3}} \right]^2 \\
 &= \left[\frac{1.5 \cdot 0.013}{0.36^{2/3}} \right]^2 \\
 &= [0.025]^2 = 0.00065 \\
 W &= \text{dari table 2.7} = 0.20 \\
 V &= \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (I)^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0.013} \cdot (0.36)^{2/3} \cdot (0.00065)^{1/2} \\
 &= 0.99 \text{ m/dt} < V \dots \text{OK!!!!} \\
 Q_{\text{maks}} &= V \cdot A \\
 &= 0.99 \times 1.18 \\
 &= 1.18 \text{ m}^3/\text{dt} < Q_r \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

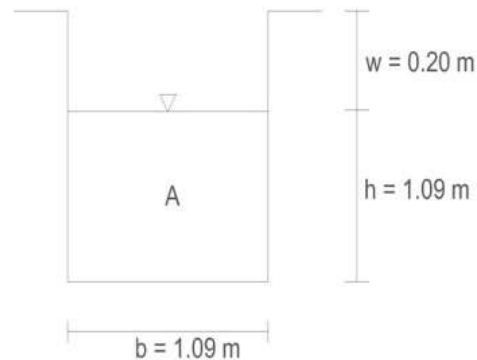


Gambar 8. Eksisting Saluran Drainase



Gambar 9. Eksisting Saluran Drainase

Dapat di simpulkan bahwa dimensi eksisting saluran harus di ubah sesuai dimensi rencana karna tidak memenuhi kapasitas.



Gambar 10. Saluran Drainase Baru

Tabel 9. Rekapitulasi Kontrol Dimensi Wilayah S1a – S1g

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Q _{max}	Eksisting Saluran		Rencana Saluran Baru			Keterangan
					h (m)	b (m)	h (m)	b (m)	w (m)	
1	S1a	Jl. RE. Martadinata	388	1.20	0.80	0.70	1.09	1.09	0.20	Di rihab karena tidak memenuhi kapasitas
2	S1b	Jl. Samudrahoji	579	1.58	0.60	0.50	1.24	0.83	0.25	Di rihab karena tidak memenuhi kapasitas
3	S1c	Jl. Kramat Bangsa	255	0.92	0.60	0.50	0.95	0.95	0.20	Di rihab karena tidak memenuhi kapasitas
4	S1d	Jl. Merdeka	444	1.31	0.70	0.60	1.14	1.14	0.20	Di rihab karena tidak memenuhi kapasitas
5	S1e	Jl. Yos Sudirso	68	0.54	0.80	0.70	0.73	0.73	0.20	Tetap karena memenuhi kapasitas baru
6	S1f	Jl. Teluk	213	0.66	0.80	0.70	0.81	0.81	0.20	Tetap karena memenuhi kapasitas baru
7	S1g	Jl. Kelapa Dua	319	0.79	0.60	0.50	0.88	1.1	0.20	Di rihab karena tidak memenuhi kapasitas

Dari perhitungan di atas dapat dilihat saluran drainase S1a, S1b, S1c, S1d dan S1f, sudah tidak mampu menampung debit maksimum, sehingga yang terjadi dapat mengakibatkan genangan yang mengganggu aktifitas, untuk menanggulangi masalah tersebut perlu dilakukan analisa pola aliran agar air yang mengalir dengan baik.

Perencanaan Drainase Wilayah Yang Belum Ada Sama Sekali Drainase

Tabel 10. Wilayah yang ditinjau X1a – X1c

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Q _{max}	Eksisting Saluran		Beda Tinggi		Keterangan
					h (m)	b (m)	Mah	Miir	
1	X1a	Jl. Merdeka	320	1.96	belum ada	belum ada	10.53	7.06	Belum ada saluran
2	X1b	Jl. Cendrawasih	202	0.652	belum ada	belum ada	11.40	8.00	Belum ada saluran
3	X1c	Jl. Persada	793	1.372	belum ada	belum ada	8.00	6.17	Belum ada saluran

Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada perhitungan berikut:

$$Q_r = 1.966 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$b = 1.5 \text{ h (table 2.12)}$$

$$n = 0,013 \text{ (table 2.8)}$$

$$V_r = 1,5 \text{ m/dt (table 2.11)}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 1.5 \text{ h} \cdot \text{h} \\ &= 1.5 \text{ h}^2 \end{aligned}$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{1.966}{1.5}$$

$$1.5 \text{ h}^2 = \frac{1.966}{1.5}$$

$$\text{h}^2 = 0.87 \text{ m}^2$$

$$\text{h} = 0.93 \text{ m}$$

$$b = 1.5 \text{ h}$$

$$= 1.39 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 1.39 \times 0.93 \\ &= 1.29 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2 \text{ h} \\ &= 1.39 + (2 \cdot 0,93) \\ &= 3.25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

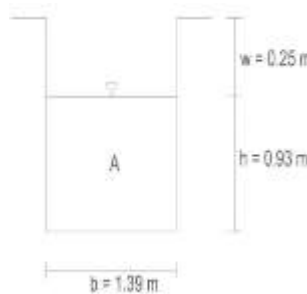
$$\begin{aligned} R &= A/P \\ &= 1.29/3.25 \\ &= 0.39 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \left[\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right]^2 \\ &= \left[\frac{1,5 \times 0,013}{0,39^{2/3}} \right]^2 \\ &= [0,036]^2 = 0,00133 \end{aligned}$$

$$W = \text{dari table 2.7} = 0,25$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times (R)^{2/3} \times (I)^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,013} \times (0,39)^{2/3} \times (0,00133)^{1/2} \\ &= 1.49 \text{ m/dt} < V \dots \text{OK!!!!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{maks}} &= V \cdot A \\ &= 1.49 \times 1.29 \\ &= 1.94 \text{ m}^3/\text{dt} < Q_r \dots \text{OK} \end{aligned}$$



Gambar 11. Saluran Drainase Baru

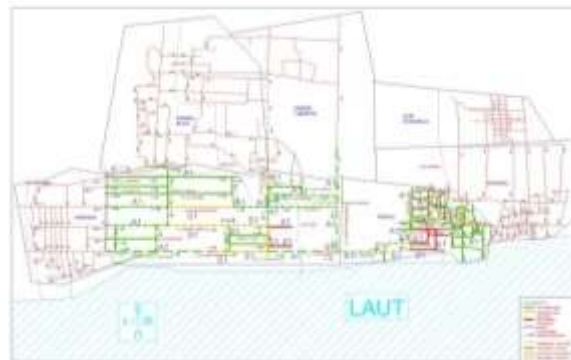
Tabel 11. Rekapitulasi Kontrol Dimensi Wilayah X1a – X1c

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Q _{max}	Eksisting Saluran		Rencana Saluran Baru			Keterangan
					b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	w (m)	
1	X1a	M. Merdeka	320	1.966	belum ada	belum ada	1.39	0.93	0.25	Baru karena belum ada saluran
2	X1b	M. Cenderawasih	202	0.652	belum ada	belum ada	0.80	0.80	0.20	Baru karena belum ada saluran
3	X1c	M. Pesisir	793	1.372	belum ada	belum ada	1.17	1.17	0.20	Baru karena belum ada saluran

Setelah di lakukan perhitungan dimnesi selanjutnya adalah merencanakan pola aliran agar air dapat mengalir dengan baik dan tidak menyebabkan genangan

Analisa Pola Aliran

Pada aliran pola saluran drainase kota nabire menggunakan pola jaring-jaring yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi yang cukup datar, sesuai dengan prinsip pengaliran yang baik harus di salurkan secepat mungkin sehingga tidak terjadi peluapan di badan jalan.



Gambar 12. Pola Aliran Drainase Eksisting





Wilayah S1a – S1g

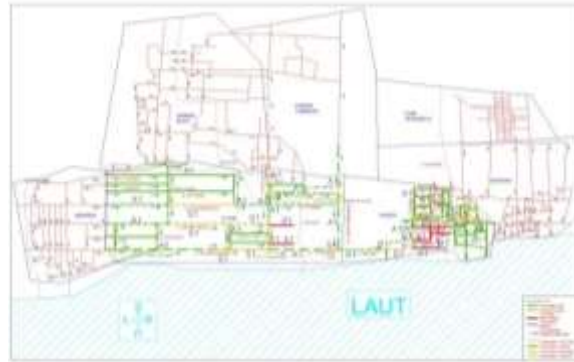
pada lokasi studi wilayah drainase S1a = JL. RE Martadinata, S1b = JL. Samrat ulangi, S1c = JL. Kusuma Bangsa, S1d = JL. Merdeka dan S1f = JL. Kelapa Dua tidak perlu di ubah pola aliran karena sudah sesuai elevasi untuk mengalirkan air dengan baik,



Gambar 13. Sketsa Pola Aliran air di JL. Persinab

Keterangan :

- a.  = Saluran yang ada sedimentasi
- b.  = Tidak ada saluran
- c.  = Saluran yang baik
- d.  = Pola aliran air



Gambar 14. Pola Aliran Yang baru

Pembahasan

Kontrol Dimensi Eksisting Dan Perencanaan Drainase Wilayah Yang Belum Ada Sama Sekali Drainase Perhitungan data curah hujan menggunakan metode log person type III dengan mempertimbangkan data curah hujan paling maksimum untuk mendapatkan beban aliran yang di rencanakan dapat terpenuhi.

Setelah di dapat debit maksimum yang telah di hitung maka selanjutnya adalah mengontrol dimensi eksisting pada wilayah yang khusus mengalami sedimentasi yaitu wilayah S1a – S1g dan merencanakan drainase pada wilayah yang belum ada drainase sama sekali yaitu wilayah X1a – X1c. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada tabel berikut :

Tabel 13. Rekapitulasi Kontrol Dimensi Wilayah S1a – S1g

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Qmax	Eksisting Saluran		Rencana Saluran Baru			Keterangan
					b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	v (m)	
1	S1a	JL. RE. Martadinata	368	1.25	0.80	0.70	1.50	1.00	0.70	Ditambah luas salak secara keseluruhan
2	S1b	JL. Samratulangi	579	1.50	0.60	0.50	1.50	0.80	0.50	Ditambah luas salak secara keseluruhan
3	S1c	JL. Kusuma Bangsa	265	0.92	0.60	0.50	0.90	0.90	0.70	Ditambah luas salak secara keseluruhan
4	S1d	JL. Merdeka	444	1.30	0.70	0.60	1.50	1.00	0.70	Ditambah luas salak secara keseluruhan
5	S1f	JL. Van Duijn	68	0.94	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	Tetap sama secara keseluruhan
6	S1f	JL. Tolak	213	0.66	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70	Tetap sama secara keseluruhan
7	S1g	JL. Kelapa Dua	319	0.79	0.60	0.50	0.80	1.1	0.70	Ditambah luas salak secara keseluruhan

Dari perhitungan di atas dapat di lihat saluran drainase S1a, S1b, S1c, S1d dan S1f , sudah tidak mampu menampung debit maksimum, sehingga yang terjadi dapat mengakibatkan genangan yang mengganggu aktifitas, untuk menanggulangi masalah tersebut perlu dilakukan analisa pola aliran agar air yang mengalir dengan baik. Dan untuk Perencanaan Drainase Wilayah Yang Belum Ada Sama Sekali Drainase dapat di lihat pada tabel berikut :

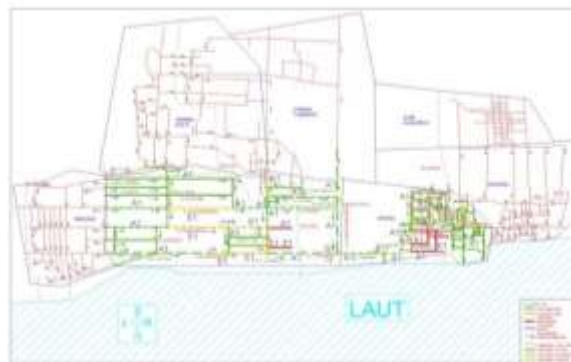
Tabel 14. Rekapitulasi Kontrol Dimensi Wilayah X1a – X1

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Qmax	Eksisting Saluran		Rencana Saluran Baru			Keterangan
					b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	v (m)	
1	X1a	JL. Merdeka	375	1.90	lebar salak	lebar salak	1.0	0.8	0.75	Tan luas lebar salak sama
1	X1b	JL. Garuda	382	0.90	lebar salak	lebar salak	0.8	0.8	0.75	Tan luas lebar salak sama
1	X1c	JL. Pantai	390	1.10	lebar salak	lebar salak	1.0	1.0	0.75	Tan luas lebar salak sama

Setelah di lakukan perhitungan dimensi selanjutnya adalah merencanakan pola aliran agar air dapat mengalir dengan baik dan tidak menyebabkan genangan.

Pola Aliran Air

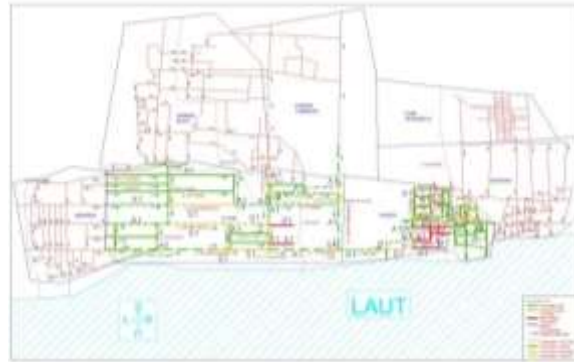
Dari perhitungan di atas pergitungan kontrol dimensi dan merencanakan drainase yang baru pada wilayah belum sama sekali untuk tahapan selanjutnya adalah pola aliran air terhadap kondisi topografi daerah tersebut.



Gambar 15. Pola Aliran Drainase Eksisting

Dengan melihat pola aliran eksisting di lokasi studi pada wilayah yang di khususkan yaitu wilayah drainase S1a = JL. RE Martadinata, S1b = JL. Samratulangi, S1c = JL. Kusuma Bangsa, S1d = JL. Merdeka dan S1f = JL. Kelapa Dua tidak perlu di ubah pola aliran karena sudah sesuai elevasi untuk mengalirkan air dengan baik, dan untuk pola aliran yang baru pada wilayah X1a – X1c tetap mengikuti pola jaring jaring yang mengikuti arah jalan raya yang sudah ada, hanya pada wilayah X1a = JL. Merdeka air dari drainase baru di alirkan pada

drainase saluran sekunder X1d = JL. Merdeka yang selanjutnya akan di alirkan ke saluran drainase di JL. RE. Martadinata dan ke JL. Yos Sudarso, untuk wilayah X1b = JL. Cenderawasih air dari drainase baru di alirkan pada drainase saluran sekunder S1e = JL. Trikora dan wilayah X1c = JL. Persinab air dari drainase baru dan air yang di terima dari X1b = JL. Cebderawasih di alirkan pada drainase saluran sekunder S1e = JL. Trikora hingga di alirkan ke pumbuangan akhir di laut, dengan adanya sistem drainase yang baru ini aliran air dapat mengalir dengan baik .



Gambar 16. Pola Aliran Yang baru

Rekomendasi

Dari hasil Pembahasan, maka ada beberapa rekomendasi sebagai berikut :

1. Dalam sistem drainase eksisting pada wilayah X1a, X1b, X1c harus dibuat agar dapat mengatasi genangan yang tiap tahunnya debit air semakin meningkat.
2. Pada wilayah S1e = jalan Yos Sudarso dan S1f = Trikora , 2 dimensi saluran eksisting tetap di pertahankan karna memenuhi kapasitas dimensi sesuai dengan dimensi rencana dengan melakukan penanganan dengan cara pembersihan sedimentasi di saluran,
3. Sedangkan untuk 5 saluran di wilayah S1a = RE Maretadinata, S1b = jalan Samratulangi, S1c = jalan Kusuma Bangsa, S1d = jalan Merdeka, S1g jalan Kelapa Dua harus di buat saluran baru agar dapat menampung debit air.
4. Perlu di buat saringan sampah pada bagi intel saluran agar sampah tidak menumpuk di saluran S1c = jalan Kusuma Bangsa.

5. Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

1. Dengan adanya analisa drainase maka genangan yang terjadi bisa di cegah karena sudah ada perubahan dimensi atau pembersihan sedimentasi dan ada drainase yang baru yang berfungsi untuk selanjutnya mengalirkan air dengan baik

Tabel 15. Rekapitulasi Kontrol Dimensi Wilayah S1a – S1g

No.	Wilayah	Nama Saluran	Pada Saluran (m)	Qmaks	Eksisting Saluran		Rencana Saluran Baru			Keterangan
					h (m)	h (m)	h (m)	h (m)	h (m)	
1	S1a	JL. RE. Martadinata	388	1.20	0.80	0.70	1.00	1.00	0.20	Di alihkan ke arah tidak memenuhi kapasitas
2	S1b	JL. Samratulangi	579	1.50	0.60	0.50	1.20	0.85	0.25	Di alihkan ke arah tidak memenuhi kapasitas
3	S1c	JL. Kusuma Bangsa	255	0.92	0.60	0.50	0.95	0.95	0.20	Di alihkan ke arah tidak memenuhi kapasitas
4	S1d	JL. Merdeka	444	1.31	0.70	0.60	1.30	1.10	0.20	Di alihkan ke arah tidak memenuhi kapasitas
5	S1e	JL. Yos Sudarso	68	0.54	0.80	0.70	0.75	0.75	0.20	Tetap karena memenuhi kapasitas lama
6	S1f	JL. Trikora	213	0.66	0.80	0.70	0.80	0.80	0.20	Tetap karena memenuhi kapasitas lama
7	S1g	JL. Kelapa Dua	319	0.79	0.60	0.50	0.85	1.1	0.20	Di alihkan ke arah tidak memenuhi kapasitas

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 16. Rekapitulasi Kontrol Dimensi Wilayah X1a – X1c

No.	Wilayah	Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	Q _{max}	Eksisting Saluran		Rencana Saluran Baru			Keterangan
					b (m)	h (m)	b (m)	h (m)	w (m)	
1	X1a	M. Merdeka	320	1.966	belum ada	belum ada	1.39	0.93	0.25	Ram karena belum ada saluran
2	X1b	M. Cenderasasih	202	0.662	belum ada	belum ada	0.80	0.80	0.20	Ram karena belum ada saluran
3	X1c	M. Pesisir	793	1.372	belum ada	belum ada	1.17	1.17	0.20	Ram karena belum ada saluran

Saran

Adapun saran yang penulis dapat sampaikan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pemerintah perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat sekitar untuk ikut menjaga dan memelihara saluran drainase dan tidak membuang sampah di drainase tersebut.
2. Pemerintah di harapkan memperhatikan keadaan saluran yang tidak berfungsi dengan baik agar tidak terjadi genangan dengan cara pengerukan sedimentasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Suripin, M. Eng 2004. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan Penerbit ANDI, Yogyakarta
- Ir. I Made Kamiana, MT 2011. Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan air.Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J dan Sugiyanto, 2002.Banjir , Beberapa penyebab dan Metode pengendaliannya, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Teo Pakabu, Analisa Sistem Drainase Jalan Raya di Depan Hotel Sentani Indah Kabupaten Jayapura. 2011 eprints.undip.ac.id