



Penataan Sistem Drainase Di Kawasan Gereja Kampus Universitas Sam Ratulangi Manado

Sari Darinding^{#a}, Tiny Mananoma^{#b}, Jeffry S. F. Sumarauw^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^asaridarinding021@student.unsrat.ac.id, ^btmananoma@yahoo.com, ^cjeffreysumarauw@unsrat.ac.id

Abstrak

Genangan air sering terjadi di Kawasan Gereja Kampus UNSRAT, Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, akibat sistem drainase yang belum berfungsi optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis penyebab genangan serta merencanakan sistem drainase yang efektif. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, analisis hidrologi dengan data curah hujan maksimum 10 tahun, dan analisis hidraulika untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting. Hasil menunjukkan genangan disebabkan oleh tidak adanya saluran pada beberapa ruas jalan, saluran tertutup tanpa inlet, dimensi saluran yang terbatas, serta sedimentasi. Kondisi topografi rendah juga memperburuk masalah karena menerima limpasan dari wilayah lebih tinggi. Berdasarkan perhitungan debit rencana periode ulang 10 tahun, sebagian saluran eksisting tidak memenuhi kapasitas yang disyaratkan. Perencanaan sistem drainase yang diusulkan meliputi pembangunan saluran baru, penambahan inlet pada saluran tertutup, serta penyesuaian dimensi hidraulik agar mampu mengalirkan debit rencana secara aman menuju saluran pembuangan akhir.

Kata kunci: analisis hidraulika, analisis hidrologi, genangan air, sistem drainase

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Genangan air di kawasan perkotaan merupakan masalah umum dalam pengelolaan jalan dan drainase. Kondisi ini tidak hanya mengganggu aktivitas masyarakat dan lalu lintas, tetapi juga mempercepat kerusakan perkerasan jalan. Penyebab utama biasanya adalah sistem drainase yang tidak direncanakan atau tidak berfungsi optimal.

Di Kawasan Gereja Kampus Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT), Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado, genangan air sering terjadi saat hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi. Observasi lapangan menunjukkan beberapa ruas jalan tidak memiliki saluran drainase, sementara saluran tertutup yang ada tidak dilengkapi inlet sehingga air hujan tidak dapat masuk. Selain itu, kondisi topografi yang lebih rendah dibandingkan wilayah sekitarnya menyebabkan limpasan air terkonsentrasi di kawasan ini.

Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor penyebab genangan dan merencanakan sistem drainase yang sesuai dengan kondisi lapangan. Solusi yang diusulkan meliputi pembangunan saluran baru, penambahan inlet, serta penyesuaian dimensi saluran agar mampu mengalirkan debit rencana secara efektif. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar teknis untuk penanganan genangan dan peningkatan fungsi jalan serta kenyamanan aktivitas masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini mengkaji faktor utama penyebab genangan di Kawasan Gereja Kampus UNSRAT, dampaknya terhadap fungsi jalan, serta perencanaan sistem drainase yang efektif dari segi ketersediaan saluran dan dimensi hidraulik.

1.3. Batasan Penelitian

1. Penelitian ini meninjau aspek hidrologi dan hidraulika terkait perencanaan sistem drainase.
2. Perencanaan drainase mencakup evaluasi saluran eksisting, kebutuhan saluran baru, serta perhitungan dimensi hidraulis.
3. Kajian ini tidak membahas detail konstruksi drainase, termasuk perhitungan struktur maupun metode pelaksanaan.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor penyebab genangan air di Kawasan Gereja Kampus UNSRAT, menilai pengaruhnya terhadap fungsi jalan, serta merencanakan sistem drainase yang efektif melalui penyediaan saluran dan perhitungan dimensi hidraulis yang sesuai.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menjadi bahan pertimbangan teknis dalam penanganan genangan air di Kawasan Gereja Kampus UNSRAT. Perencanaan sistem drainase yang diusulkan diharapkan mampu mengurangi genangan, meningkatkan fungsi jalan, serta mendukung kenyamanan aktivitas masyarakat. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi perencanaan drainase di kawasan perkotaan dengan permasalahan serupa.

1.6. Lokasi Penelitian

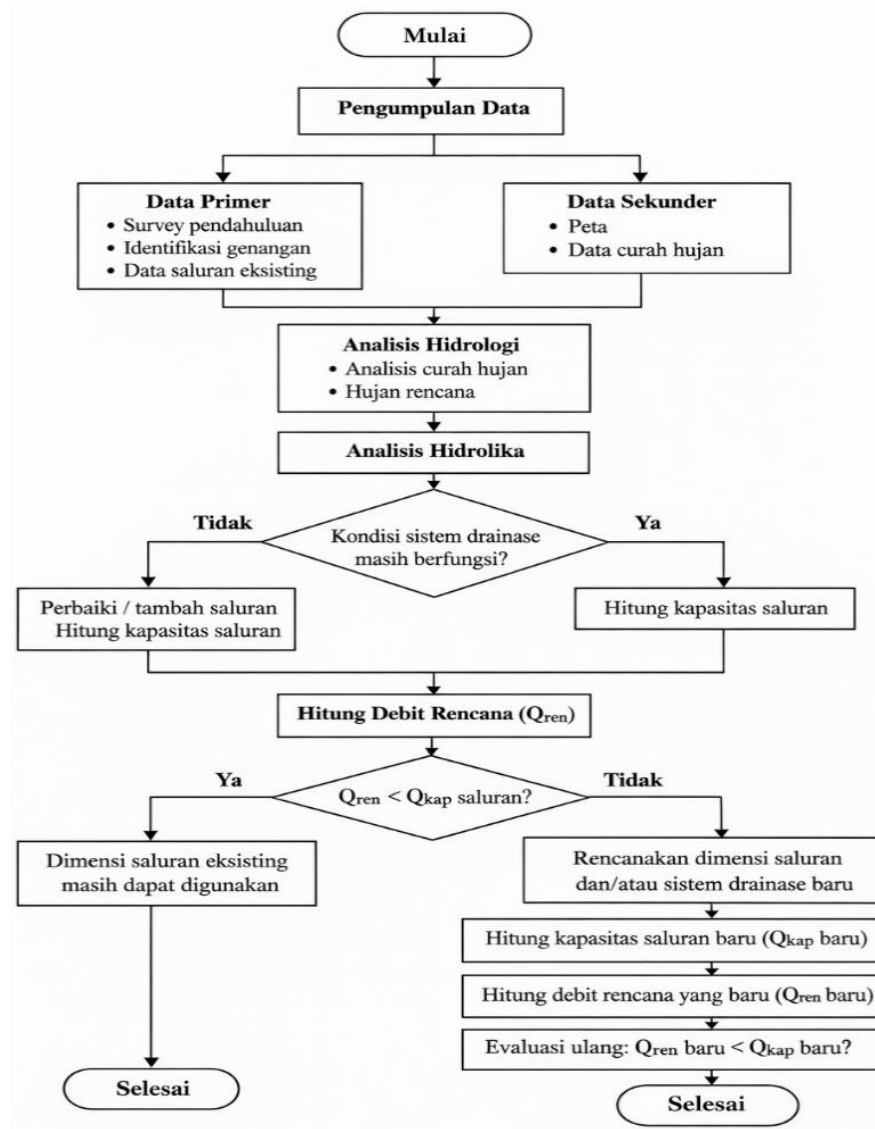
Kawasan gereja kampus UNSRAT. Kawasan Gereja Kampus Universitas Sam Ratulangi, Kelurahan Bahu, Kecamatan Malalayang, Kota Manado, Sulawesi Utara, dengan koordinat lokasi $1^{\circ}27'38.96''N$ $124^{\circ}49'36.52''E$.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1 Dasar Perencanaan Sistem Drainase

Drainase berasal dari kata Inggris “*drainage*” yang berarti mengalirkan atau membuang air. Dalam Teknik Sipil, drainase diartikan sebagai tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik dari hujan, rembesan, maupun irigasi, agar lahan tetap berfungsi. Sistem drainase merupakan rangkaian bangunan air yang berfungsi mengalirkan atau membuang kelebihan air sehingga wilayah dapat berfungsi optimal (Suripin, 2004).

3.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan tahap awal dalam penanggulangan banjir dan perencanaan sistem drainase. Tujuannya adalah mengetahui besarnya debit air yang harus dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran drainase yang sesuai (Tri *et al.*, 2021).

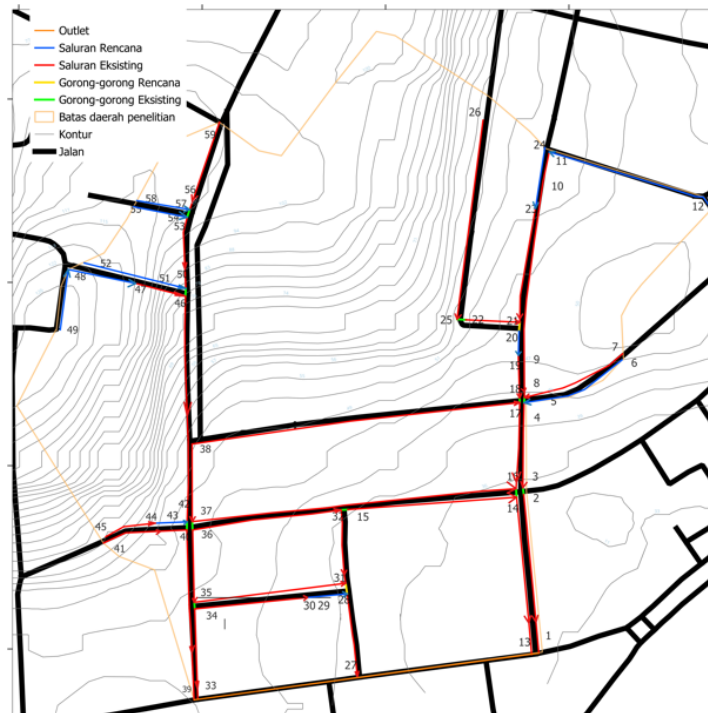
3.3 Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika bertujuan memastikan saluran drainase mampu menyalurkan debit rencana secara aman dan efektif, dengan dimensi yang sesuai serta kecepatan aliran yang tidak menimbulkan genangan, erosi, atau sedimentasi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perencanaan Sistem Drainase

Trase saluran drainase ditentukan berdasarkan peta lokasi dengan prinsip air mengalir ke tempat lebih rendah agar galian dan timbunan minimal. Perencanaan di Kawasan Gereja Kampus UNSRAT menghasilkan lima sub-sistem, yaitu sub-sistem 1 dengan 6 saluran dan 2 gorong-gorong, sub-sistem 2 dengan 12 saluran dan 5 gorong-gorong, sub-sistem 3 dengan 6 saluran dan 1 gorong-gorong, sub-sistem 4 dengan 3 saluran dan 2 gorong-gorong, serta sub-sistem 5 dengan 13 saluran dan 3 gorong-gorong.



Gambar 3. Hasil Perencanaan Sistem Drainase

4.2 Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi ini digunakan data curah hujan harian maksimum pengamatan selama 10 tahun (2015-2024) yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I yang menggunakan Stasiun Tinoor. Data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
2015	108,2
2016	90,3
2017	156
2018	108,1
2019	120,3
2020	134,4
2021	156,4
2022	79,6
2023	126,2
2024	126,2

4.2.1 Rangking Data

Rangking data dilakukan dengan mengurutkan curah hujan harian maksimum dari nilai terbesar hingga terkecil, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai terendah tercatat 79,6 mm, sedangkan nilai tertinggi mencapai 156,4 mm. Dalam analisis hidrologi juga dilakukan uji outlier untuk memastikan tidak ada data yang menyimpang, dan hasilnya menunjukkan tidak terdapat outlier pada periode 2015–2024. Selanjutnya, analisis distribusi peluang menunjukkan bahwa data curah hujan mengikuti distribusi Log-Pearson III.

Tabel 2. Rangking Data

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
2022	79,6
2016	90,3
2018	108,1
2015	108,2
2019	120,3
2023	126,2
2024	126,2
2020	134,4
2017	156
2021	156,4

Hasil penentuan tipe distribusi ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penentuan Tipe Distribusi Sebaran Berdasarkan Parameter Statistik

No.	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Parameter Hasil Analisis	Keterangan
1.	Distribusi Normal	$Cs = 0$ $Ck = 3$ $Cs = Cv^3 + 3Cv$	$Cs = 0$ $Ck = 3$		Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log-Normal	$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	$Cs = 0,6351$ $Ck = 3,7257$	$Cs = -0,05984$ $Ck = -0,54452$	Tidak Memenuhi
3.	Distribusi Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,40$	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,40$		Tidak Memenuhi
4.	Distribusi Log-Pearson III	Karena tidak ada yang memenuhi dari ketiga kriteria di atas, maka tipe sebaran ini dianggap mengikuti tipe Distribusi Log- Pearson III			

4.2.2 Analisis Hujan Rencana Dengan Berbagai Kala Ulang

Berdasarkan data hujan tahun 2015–2024 diperoleh nilai statistik: standar deviasi (S) = 25,159; koefisien kemencengan (Cs) = -0,0598; koefisien kurtosis (Ck) = -0,545; dan koefisien variasi (Cv) = 0,21. Dengan mempertimbangkan syarat distribusi, digunakan distribusi Log-Pearson III. Hasil analisis menunjukkan hujan rencana sebesar 155,83 mm dengan kala ulang 10

tahun. Nilai ini kemudian digunakan dalam analisis hidrologi untuk menentukan debit rencana di lokasi penelitian.

Tabel 4. Hujan Rencana dengan Berbagai Kala Ulang

T (Tahun)	K_T	S_{log}	1/T (%)	Log X_T	Hujan rencana (mm)
5	0,84436	0,0944	20	2,1520	141,91
10	1,27492	0,0944	10	2,1927	155,83
25	1,14035	0,0944	4	2,1799	151,34
50	2,02214	0,0944	2	2,2632	183,32
100	2,28234	0,0944	1	2,2878	193,99

Tabel 5. Perhitungan Debit Rencana

No.	Saturan & Gorong-gorong	A (km ²)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	Kemiringan Dasar Saluran (S)	n	Travel Time di Lahan		Travel Time di Saluran		C	Tc (jam)	I (mm/jam)	Qlimpasan (m ³ /det)	Qtambahan jumlah Q (m ³ /det)	Q rencana (m ³ /det)
							L _L (m)	T _L (menit)	L _S (m)	T _S (menit)						
SUB SISTEM 1																
1	S(2-1)	0,00120	87,987	0,9	0,010228784	0,025	30,46	16,46419468	1,5	59,385	0,659833333	0,6	0,285400467	124,6280136	0,024879126	0,024879126
2	G(3-2)														0,018616797	0,018616797
3	S(4-3)	0,00062	47,38	0,7	0,014774166	0,025	21,13	9,503215957	1,5	30,49	0,338777778	0,6	0,164033229	180,2869271	0,018616797	0,113845758
4	S(6-5)	0,00028	59,938	1,1	0,018552297	0,025	13,45	5,427497834	1,5	47,75	0,530555556	0,6	0,09930089	251,9320181	0,011682861	0,011682861
5	G(9-4)														0,083546101	0,083546101
6	S(7-8)	0,00147	58,774	2	0,034028652	0,025	28,24	8,368833204	1,5	34,12	0,379111111	0,6	0,145799072	195,0214073	0,047666686	0,047666686
7	S(10-9)	0,00261	132,687	1,2	0,00904384	0,025	53,97	31,02405601	1,5	74,7	0,83	0,6	0,530900934	82,39669643	0,053879415	0,090893144
8	S(12-11)	0,00373	95,578	1,1	0,011508925	0,025	54,87	27,96019399	1,5	58,55	0,650555556	0,6	0,476845826	88,51158861	0,055013729	0,055013729
SUB SISTEM 2																
9	S(14-13)	0,00201	87,87	0,9	0,010242404	0,025	43,1	23,28085479	1,5	49,5	0,55	0,6	0,397180913	99,98308796	0,033460525	0,133543854
10	S(15-14)	0,00170	92,305	0,6	0,00650019	0,025	33,21	22,5179296	1,5	39,59	0,439888889	0,6	0,382630308	102,5020491	0,029054197	0,059567552
11	G(16-14)														0,071029132	0,071029132
12	S(17-16)	0,00044	48,08	0,4	0,008319468	0,025	17,32	10,38060617	1,5	26,5	0,294444444	0,6	0,17791751	170,7810439	0,012409591	0,09079269
13	G(18-17)														0,019627352	0,019627352
14	S(19-18)	0,00038	20,256	0,6	0,029620853	0,025	13,1	4,160975014	1,5	14,52	0,161333333	0,6	0,072038472	312,0391806	0,019627352	0,029846546
15	S(20-19)	0,00025	14,14	0,15	0,010608204	0,025	11,47	6,087866025	1,5	8,36	0,092888889	0,6	0,103012582	245,8434324	0,010219194	0,042358669
16	G(21-20)														0,042358669	0,042358669
17	S(22-21)	0,00018	30,432	0,58	0,019058885	0,025	11,15	4,415183027	1,5	15,37	0,170777778	0,6	0,07643268	299,96188	0,009237361	0,083599919
18	S(23-21)	0,00234	63,824	0,5	0,007834044	0,025	48,71	30,08484167	1,5	40,18	0,446444444	0,6	0,508854769	84,75972908	0,033121308	0,056077871
19	S(24-23)	0,00124	33,582	0,56	0,0166756	0,025	47,53	20,12100518	1,5	23,1	0,256666667	0,6	0,339627864	110,9813278	0,022956563	0,022956563
20	G(25-22)														0,074362558	0,074362558
21	S(26-25)	0,00994	110,518	0,62	0,005609946	0,025	107,292	78,30880525	1,5	90,88	1,009777778	0,6	1,321976384	44,83074497	0,074362558	0,074362558
22	G(32-15)														0,030513356	0,030513356
23	S(36-32)	0,00166	82,76	0,49	0,005920735	0,025	28,43	20,19815283	1,5	29,39	0,326555556	0,6	0,342078473	110,4506555	0,030513356	0,030513356
24	S(37-16)	0,00389	178,518	0,39	0,002184654	0,025	22,84	26,71329104	1,5	91,54	1,017111111	0,6	0,462173369	90,3751177	0,05861954	0,05861954
25	S(38-17)	0,00377	181,17	0,58	0,003201413	0,025	26,22	25,33287184	1,5	92,76	1,030666667	0,6	0,439392308	93,4724929	0,058755747	0,058755747
SUB SISTEM 3																
26	S(28-27)	0,00031	46,986	0,3	0,006384881	0,025	12,17	8,326007186	1,5	23,29	0,258777778	0,6	0,143079749	197,4846502	0,01023746	0,068466216
27	S(30-29)	0,00053	22,74	0,4	0,01759015	0,025	25,51	10,5147339	1,5	12,16	0,135111111	0,6	0,177497417	171,0504027	0,015043792	0,044518993
28	G(31-28)														0,043184963	0,043184963
29	S(32-31)	0,00033	44,173	0,5	0,011319132	0,025	14,66	7,532688513	1,5	22,4	0,248888889	0,6	0,129692957	210,8504497	0,011685782	0,042199138
30	S(34-30)	0,00129	62,733	0,5	0,007970287	0,025	23,66	14,48773054	1,5	27,59	0,306555556	0,6	0,246571455	137,390578	0,029475201	0,029475201
31	S(35-31)	0,00139	84,211	0,5	0,005937467	0,025	20,7	14,68562212	1,5	30,1	0,334444444	0,6	0,230334443	136,0102758	0,011499181	0,04438872
SUB SISTEM 4																
32	S(34-33)	0,00035	50,315	0,62	0,012322369	0,025	13,84	6,815717435	1,5	28,77	0,319666667	0,6	0,118923068	223,3956549	0,013131566	0,013131566
33	G(35-34)														0,014438872	0,014438872
34	S(36-35)	0,00032	40,461	0,97	0,023973703	0,025	14,53	5,130038762	1,5	20,44	0,227111111	0,6	0,089285831	270,4355379	0,014438872	0,014438872
35	G(37-36)														0,024652776	0,024652776
36	S(38-37)	0,00054	43,31	2,7	0,062341261	0,025	22,96	5,026974554	1,5	22,56	0,250666667	0,6	0,087960687	273,1448714	0,024652776	0,024652776
SUB SISTEM 5																
37	S(40-39)	0,00131	93,81	1,7	0,018121735	0,025	30,5	20,30756415	1,5	66,09	0,734333333	0,6	0,354031625	107,950338	0,023522421	0,239531038
38	S(41-40)	0,00024	47,583	1,1	0,0231175	0,025	7,66	2,754107769	1,5	23,25	0,258333333	0,6	0,050207352	396,9543659	0,015844198	0,015844198
39	G(42-40)														0,22368684	0,22368684
40	S(44-43)	0,00085	18,261	0,2	0,010952303	0,025	77,41	40,43588392	1,5	10,89	0,121	0,6	0,675948065	10,14174606	0,009901782	0,028898759
41	S(45-44)	0,00079	29,872	0,2	0,006695233	0,025	20,25	13,52897123	1,5	17,34	0,192666667	0,6	0,228693965	144,4604387	0,018986977	0,018986977
42	S(46-42)	0,00820	126,138	12,2	0,096719466	0,025	74,79	13,14647081	1,5	78,39	0,871	0,6	0,233624514	142,4207228	0,194798081	0,211466535
43	S(47-46)	0,00014	29,19	6	0,205549846	0,025	7,3	0,88021117	1,5	28,1	0,312222222	0,6	0,01987389	736,3148165	0,016668274	0,011730724
44	S(48-47)	0,00019	38,544	2	0,051888751	0,025	12,5	2,99982555	1,5	21,6	0,24	0,6	0,053997093	378,156766	0,011730724	0,021497447
45	S(49-48)	0,00013	34,15	1	0,029282577	0,025	7,7	2,45985027	1,5	15,5	0,172222222	0,6	0,043867875	434,3312339	0,009766723	0,009766723
46	G(50-46)														0,067835662	0,067835662
47	S(52-51)	0,00048	57,094	6	0,105089832	0,025	18,4	3,10284608	1,5	31,5	0,35	0,6	0,05754741	362,4390111	0,028716587	0,028716587
48	S(53-50)	0,00117	42,94	3	0,069864928	0,025	39,9	8,252126593	1,5	15,9	0,176666667	0,6	0,140479888	199,9137618	0,039119075	0,065097602
49	S(55-54)	0,00010	30,722	2,5	0,08137491	0,025	4,74	0,90835513	1,5	17,73	0,197	0,6	0,018422585	774,4946199	0,013474069	0,013474069
50	G(56-53)														0,051623533	0,051623533
51	S(58-57)	0,00030	30,199	3,1	0,102652406	0,025	18,26	3,115579235	1,5	16,54	0,183777778	0,6	0,054899284	373,5941652	0,018519795	0,018519795
52	S(59-56)	0,00089	53,312	2	0,037515006	0,025	24,43	6,895147328	1,5	21,171	0,235233333	0,6	0,118839678	223,5001482	0,033103739	0,033103739

4.3 Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika pada penelitian ini dilakukan untuk menentukan kapasitas dan dimensi saluran drainase dengan menggunakan penampang persegi, sehingga debit rencana dapat dialirkan secara efektif tanpa menimbulkan genangan.

4.3.1 Analisis Kapasitas Saluran

Pada perencanaan ini digunakan penampang saluran bentuk persegi. Kapasitas yang ditinjau adalah saluran (22-21) dengan debit rencana sebesar $0,0836 \text{ m}^3/\text{detik}$, yang kemudian dihitung melalui langkah-langkah analisis hidraulika sebagai berikut:

1. Diketahui dimensi dan parameter saluran sebagai berikut:

$$H (\text{tinggi saluran}) = 0,47 \text{ m}$$

$$B (\text{lebar saluran}) = 0,4 \text{ m}$$

2. Tinggi Aliran di Saluran

$$y = H - F = 0,47 - 0,2 = 0,27 \text{ m}$$

3. Luas penampang basah

$$A = (B \times y) = 0,4 \times 0,27 = 0,108 \text{ m}^2$$

4. Keliling basah

$$P = B + 2 \times y = 0,4 + 2 \times 0,27 = 0,94 \text{ m}$$

5. Jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,108}{0,94} = 0,115 \text{ m}$$

6. Kecepatan aliran

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

$$= \frac{1}{0,025} \times 0,115^{\frac{2}{3}} \times 0,0191^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,305 \text{ m/det}$$

7. Debit kapasitas

$$Q_{\text{kapasitas}} = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,025} \times 0,108 \times 0,115^{\frac{2}{3}} \times 0,0191^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0,1409 \text{ m}^3/\text{det}$$

8. Debit rencana

$$Q_{\text{saluran}} = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,6 \times 299,962 \times 0,000185 = 0,0096$$

$$Q_{\text{tambahan}} = 0,0744 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{rencana}} = 0,0836 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 6. Perhitungan Kapasitas Saluran Rencana

No	Saluran & Gorong-gorong	Penampang	S	Dimensi Saluran			F	y (m)	m	A (m ²)	P (m)	n	R (m)	V (m/det)	Debit Kapasitas (m ³ /det)	Debit Rencana (m ³ /det)	Keterangan	
				Ba (m)	B (m)	H (cm)												
SUB SISTEM 1																		
1	S(2-1)	Trapesium	0,010229	0,99	0,7	0,63	0,2	0,55	0,14	0,230159	0,399968	1,582484	0,025	0,252747	1,617196	0,646827	0,02487913	Memenuhi
2	G(3-2)																	Gorong-gorong
3	S(4-3)	Persegi	0,014774		0,48	0,43	0,2	0,23		0,1104	0,94	0,025	0,117447	1,166019	0,128728	0,11384576	Memenuhi	
4	S(6-5)	Persegi	0,018352		0,6	0,3	0,2	0,1		0,06	0,8	0,025	0,075	0,963709	0,057823	0,01168286	Memenuhi	
5	G(9-4)																	Gorong-gorong
6	S(7-8)	Persegi	0,034029		0,28	0,45	0,2	0,25		0,07	0,78	0,025	0,089744	1,479056	0,103534	0,04766669	Memenuhi	
7	S(10-9)	Persegi	0,009044		0,55	0,58	0,2	0,38		0,209	1,31	0,025	0,159542	1,118973	0,233865	0,09089314	Memenuhi	
8	S(12-11)	Persegi	0,011509		0,7	0,35	0,2	0,15		0,105	1	0,025	0,105	0,955074	0,100283	0,05501373	Memenuhi	
SUB SISTEM 2																		
9	S(14-13)	Trapesium	0,010242	0,98	0,77	0,75	0,2	0,55	0,14	0,5005	1,880728	0,025	0,26612	1,674865	0,83827	0,13354385	Memenuhi	
10	S(15-14)	Trapesium	0,00665	0,79	0,63	0,64	0,2	0,44	0,125	0,3322	1,516848	0,025	0,219007	1,171731	0,389249	0,05956755	Memenuhi	
11	G(16-14)																	Gorong-gorong
12	S(17-16)	Persegi	0,008319		0,68	0,37	0,2	0,17		0,1156	1,02	0,025	0,113333	0,854436	0,098773	0,09079269	Memenuhi	
13	G(18-17)																	Gorong-gorong
14	S(19-18)	Persegi	0,029621		0,8	0,4	0,2	0,2		0,16	1,2	0,025	0,133333	1,796737	0,287478	0,02984655	Memenuhi	
15	S(20-19)	Persegi	0,010608		1	0,5	0,2	0,3		0,3	1,6	0,025	0,1875	1,349631	0,404889	0,05257786	Memenuhi	
16	G(21-20)																	Gorong-gorong
17	S(22-21)	Persegi	0,019059		0,4	0,47	0,2	0,27		0,108	0,94	0,025	0,114894	1,305087	0,140949	0,08359992	Memenuhi	
18	S(23-21)	Persegi	0,007834		0,42	0,49	0,2	0,29		0,1218	1	0,025	0,1218	0,86993	0,105958	0,0560787	Memenuhi	
19	S(24-23)	Persegi	0,016676		0,6	0,3	0,2	0,1		0,06	0,8	0,025	0,075	0,918632	0,055118	0,02295656	Memenuhi	
20	G(25-22)																	Gorong-gorong
21	S(26-25)	Persegi	0,00561		0,43	0,8	0,2	0,6		0,258	1,63	0,025	0,158282	0,876652	0,226176	0,07436256	Memenuhi	
22	G(32-15)																	Gorong-gorong
23	S(36-32)	Persegi	0,005921		0,63	0,35	0,2	0,15		0,0945	0,93	0,025	0,101613	0,670214	0,063335	0,03051336	Memenuhi	
24	S(37-16)	Persegi	0,002185		0,49	0,49	0,2	0,29		0,1421	1,07	0,025	0,132804	0,486659	0,069154	0,05861954	Memenuhi	
25	S(38-17)	Persegi	0,003201		0,8	0,4	0,2	0,2		0,16	1,2	0,025	0,133333	0,590686	0,09451	0,05875575	Memenuhi	
SUB SISTEM 3																		
26	S(28-27)	Persegi	0,006385		0,8	0,4	0,2	0,2		0,16	1,2	0,025	0,133333	0,834185	0,13347	0,06846622	Memenuhi	
27	S(30-29)	Persegi	0,01759		0,6	0,3	0,2	0,1		0,06	0,8	0,025	0,075	0,943486	0,056609	0,04451899	Memenuhi	
28	G(31-28)																	Gorong-gorong
29	S(32-31)	Persegi	0,011319		0,84	0,42	0,2	0,22		0,1848	1,28	0,025	0,144375	1,171191	0,216436	0,04219914	Memenuhi	
30	S(34-30)	Persegi	0,00797		0,8	0,4	0,2	0,2		0,16	1,2	0,025	0,133333	0,932015	0,149122	0,0294752	Memenuhi	
31	S(35-31)	Persegi	0,005937		0,8	0,4	0,2	0,2		0,16	1,2	0,025	0,133333	0,804427	0,128708	0,04593805	Memenuhi	
SUB SISTEM 4																		
32	S(34-33)	Persegi	0,012322		0,59	0,37	0,2	0,17		0,1003	0,93	0,025	0,107849	1,006049	0,100907	0,01313157	Memenuhi	
33	G(35-34)																	Gorong-gorong
34	S(36-35)	Persegi	0,023974		0,51	0,39	0,2	0,19		0,0969	0,89	0,025	0,108876	1,412158	0,136838	0,01443887	Memenuhi	
35	G(37-36)																	Gorong-gorong
36	S(38-37)	Persegi	0,062341		0,49	0,54	0,2	0,34		0,1666	1,17	0,025	0,142393	2,723373	0,453714	0,02465278	Memenuhi	
SUB SISTEM 5																		
37	S(40-39)	Persegi	0,018122		0,69	0,79	0,2	0,59		0,4071	1,87	0,025	0,217701	1,948646	0,793294	0,26305346	Memenuhi	
38	S(41-40)	Persegi	0,023117		0,5	0,49	0,2	0,29		0,145	1,08	0,025	0,134259	1,59463	0,231221	0,0158442	Memenuhi	
39	G(42-40)																	Gorong-gorong
40	S(44-43)	Persegi	0,010952		1	0,5	0,2	0,3		0,3	1,6	0,025	0,1875	1,371346	0,411404	0,02888876	Memenuhi	
41	S(45-44)	Persegi	0,006695		0,48	0,34	0,2	0,14		0,0672	0,76	0,025	0,088421	0,649601	0,043653	0,01898698	Memenuhi	
42	S(46-42)	Persegi	0,096719		0,72	0,36	0,2	0,16		0,1152	1,04	0,025	0,110769	2,869215	0,330534	0,21146635	Memenuhi	
43	S(47-46)	Persegi	0,20555		0,38	0,39	0,2	0,19		0,0722	0,76	0,025	0,095	3,77573	0,272608	0,028399	Memenuhi	
44	S(48-47)	Persegi	0,051889		1	0,5	0,2	0,5		0,5	2	0,025	0,25	3,615957	1,807979	0,02149745	Memenuhi	
45	S(49-48)	Persegi	0,029283		1,2	0,6	0,2	0,6		0,72	2,4	0,025	0,3	3,067459	2,208571	0,00976672	Memenuhi	
46	G(50-46)																	Gorong-gorong
47	S(52-51)	Persegi	0,10509		1	0,5	0,2	0,3		0,3	1,6	0,025	0,1875	4,247903	1,274371	0,02871659	Memenuhi	
48	S(53-50)	Persegi	0,069865		0,65	0,41	0,2	0,21		0,1365	1,07	0,025	0,12757	2,679305	0,365725	0,10421668	Memenuhi	
49	S(55-54)	Persegi	0,081375		1	0,5	0,2	0,3		0,3	1,6	0,025	0,1875	3,738001	1,1214	0,01347407	Memenuhi	
50	G(56-53)																	Gorong-gorong
51	S(58-57)	Persegi	0,102652		1	0,5	0,2	0,3		0,3	1,6	0,025	0,1875	4,198351	1,259505	0,01851979	Memenuhi	
52	S(59-56)	Persegi	0,037515		0,69	0,35	0,2	0,15		0,1035	0,99	0,025	0,104545	1,719357	0,177953	0,03310374	Memenuhi	

4.3.2 Analisis Kapasitas Gorong-gorong

Pada perencanaan ini digunakan penampang gorong-gorong bentuk persegi. Kapasitas yang ditinjau adalah gorong-gorong (25-22) dengan debt rencana sebesar 0,0744 m³/detik, yang kemudian dihitung melalui langkah-langkah analisis hidraulika sebagai berikut:

1. Diketahui dimensi dan parameter gorong-gorong sebagai berikut:

$$H \text{ (tinggi gorong-gorong)} = 0,5 \text{ m}$$

$$B \text{ (lebar gorong-gorong)} = 0,65 \text{ m}$$

2. Tinggi aliran di gorong-gorong

$$y = H - F = 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ m}$$

3. Luas penampang basah

$$A = (B \times y) = 0,65 \times 0,3 = 0,195 \text{ m}^2$$

4. Keliling basah

$$P = B + 2 \times y = 0,65 + 2 \times 0,3 = 1,25 \text{ m}$$

5. Jari-jari hidraulik

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,195}{1,25} = 0,156 \text{ m}$$

6. Debit kapasitas

$$\begin{aligned}
 Q_{kapasitas} &= \mu \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\
 &= 0,8 \times \frac{1}{0,025} \times 0,195 \times 0,156^{2/3} \times 0,0822^{1/2} \\
 &= 0,5185 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

7. Debit rencana

$$\begin{aligned}
 Q_{rencana} &= 0,278 \times 0,6 \times 44,851 \times 0,00994 \\
 &= 0,0744 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi, hidraulika, serta survei lapangan yang dilakukan di Kawasan Gereja Kampus UNSRAT, dapat disimpulkan bahwa genangan air terjadi akibat sistem drainase eksisting yang belum berfungsi secara optimal. Pada beberapa ruas jalan tidak tersedia saluran drainase, sedangkan pada ruas lainnya terdapat saluran drainase tertutup yang tidak dilengkapi lubang masuk air (*inlet*), sehingga limpasan air hujan di badan jalan tidak dapat masuk ke dalam sistem drainase.

Selain itu, kondisi topografi kawasan yang relatif lebih rendah dibandingkan area sekitarnya menyebabkan limpasan air dari daerah hulu terkonsentrasi di kawasan penelitian dan memperbesar potensi genangan.

Upaya penanganan genangan dilakukan melalui perencanaan sistem drainase yang mencakup penyediaan saluran drainase pada ruas jalan yang belum memiliki saluran, perencanaan *inlet* pada saluran tertutup, serta penyesuaian dimensi hidraulis saluran berdasarkan debit rencana periode ulang 10 tahun agar aliran air dapat dialirkan secara aman menuju saluran pembuangan akhir.

Referensi

- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I. (2024). *Data curah hujan harian maksimum Stasiun Tinoor*. Direktorat PLP Departemen PU. (2012). *Tata cara penyusunan rencana induk sistem drainase perkotaan*. Direktorat Jenderal Pengairan Departemen PU. (1986). *Standar perencanaan irigasi: Kriteria perencanaan bagian bangunan KP-04*.
- Seyhan, E. (1977). *Dasar-dasar hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk perencanaan bangunan air*. Bandung: Idea Dharma.
- Karim, I. A. N. S. A., Supit, C. J., & Hendratta, L. A. (2016). Perencanaan sistem penyediaan air bersih di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondouw Timur. *Jurnal Sipil Statik*, 4(11), 705–714. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Anggrahini, A. (1997). *Hidrolika saluran terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media.
- Lengkong, J., Sumarauw, J. S. F., & Wuisan, E. M. (2018). Penataan sistem saluran drainase di Kompleks Perumahan Minanga Permai Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 6(5). Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Ondang, G., Sumarauw, J. S. F., & Wuisan, E. M. (2018). Pengembangan sistem drainase di Lingkungan Lima Kelurahan Wawalintouan Kecamatan Tondano Barat Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 6(2), 75–90. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Pania, H. G., Tangkudung, H., Kawet, L., & Wuisan, E. M. (2013). Perencanaan sistem drainase kawasan kampus Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3), 164–170. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Peraturan Menteri PU RI. (2014). *Penyelenggaraan sistem drainase perkotaan*.
- Rotikan, J., Sumarauw, J. S. F., & Mananoma, T. (2019). Penataan sistem drainase di Jalan Singa Laut Malalayang Dua. *Jurnal Sipil Statik*, 7(3), 337–350. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Rurung, M. A., Riogilang, H., & Hendratta, L. A. (2019). Perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan dengan sumur resapan di lahan perumahan Wenwin-Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 189–200. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.