

STUDI EVALUASI SALURAN DRAINASE DI KECAMATAN KRAKSAAN KABUPATEN PROBOLINGGO

Hofifa Indra Fansah, Bambang Suprpto² dan Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: hofifahindra1@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: bambang.suprpto@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

District Kraksaan is one of the areas that often experiences flooding in Probolinggo Regency. When the rainy season arrives, and rain falls with high intensity, the road will experience flooding. This happens because of the overflow of drainage water caused by inadequate water channels and also many narrowed drainage channels. Drainage system planning to evaluate existing drainage channels, namely by increasing the volume of channels or adding new channels that can accommodate rainwater channels to the maximum. Calculation of rainfall using the Algebraic average method The calculation of the design rainfall height using in this study uses the rational method with the ArcGis 10.8 application and the Log Pearson III method and the design rainfall results are 161,510 mm/day with a return period of 5 years. The results of the calculation of the drainage channel capacity in Kraksaan District are that out of 52 channels evaluated, there are 16 channels that are unable to accommodate the design discharge and need to be repaired, namely East Krajan (1B), North Pengadangan channel (2), East Yos Sudarso channel (2A), Sahara channel (2B), etc.

Keywords: Drainage Channel, Kraksaan, ArcGis 10.8

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir dan genangan merupakan salah satu bentuk fenomena alam yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh jaringan pematusan suatu wilayah. Kondisi tersebut berdampak pada timbulnya genangan di wilayah tersebut yang dapat merugikan masyarakat [1].

Selain itu, faktor tingginya pertumbuhan penduduk juga menjadi penyebab terjadinya banjir. Pertumbuhan penduduk dan perubahan tata guna lahan menyebabkan areal lahan terbuka menjadi areal pemukiman dan industri. Perubahan terjadi di kawasan perkotaan, dan sudah merambah ke Kawasan budidaya dan Kawasan lindung [2].

Terdapat berbagai cara pengolahan air pada suatu wilayah untuk mengalirkan air hujan

langsung ke sungai atau dengan cara ramah lingkungan. Perlunya perbaikan dan pemeliharaan saluran drainase sebagai saluran jalannya air agar terhindar dari permasalahan drainase yang tersumbat sampah, sehingga perlu perencanaan yang matang agar fungsi drainase berjalan maksimal [3].

Jika air hujan yang mengalir memasuki struktur jalan, struktur perkerasan tanah dan dasar (*subgrade*) maka dapat menyebabkan konstruksi jalan menjadi rentan terjadi kerusakan [4].

Permasalahan banjir sering terjadi di beberapa wilayah di Indonesia seperti yang terjadi di Jawa Timur. Salah satu wilayah yang mengalami banjir di Jawa Timur yaitu Kabupaten Probolinggo. Dalam kurun waktu tahun 2019, hujan turun sepanjang tahun dan banyaknya curah hujan pertahun yaitu 712 mm [5].

Perencanaan tersebut memerlukan suatu analisa yang tepat, baik dari segi teknis maupun sosial yang menyangkut hidup orang banyak. Pendekatannya pun harus memperhatikan aspek-aspek sosial dan teknis, dengan harapan akan memberikan kenyataan bagi kehidupan penghuni perkotaan [6].

Dalam mengatasi permasalahan banjir dan genangan di Kecamatan Kraksaan, maka diperlukan upaya evaluasi salah satunya pada saluran drainase yang merupakan salah satu penyebab utama terjadinya banjir. Evaluasi ini menggunakan aplikasi *ArcGIS 10.8* untuk menghitung debit air hujan metode rasional *Log Pearson III* untuk menghitung debit air hujan. Selanjutnya dilakukan evaluasi perbaikan drainase dengan menambahkan dimensi untuk saluran yang tidak dapat menampung debit air hujan rancangan.



Gambar 1. Foto saat Terjadi Banjir di Jalan Hassanudin, 2025
Sumber : Dokumentasi Pribadi

1.2. Identifikasi Masalah

1. Wilayah studi berada di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo pada daerah yang mengalami banjir dan genangan.
2. Kondisi kapasitas saluran drainase yang sudah tidak mampu menampung debit air limpasan sehingga air menggenangi beberapa ruas jalan. yang ada di Kecamatan Kraksaan.
3. Melakukan evaluasi saluran drainase dengan kala ulang 10 tahun karena kondisi saluran drainase di Kecamatan Kraksaan tidak dapat menampung debit air limpasan.
4. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan software *Arcgis 10.8* pada evaluasi saluran drainase Kecamatan

Kraksaan, Kabupaten Probolinggo.

1.3. Rumusan Masalah

1. Berapa besar curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun di Kecamatan Kraksaan?
2. Berapa besar debit banjir rancangan total dengan kala ulang 5 tahun di Kecamatan Kraksaan?
3. Berapakah saluran drainase yang tidak dapat menampung debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun di Kecamatan Kraksaan?
4. Bagaimana solusi tepat guna untuk mengatasi banjir dan genangan yang terjadi di Kecamatan Kraksaan?

1.4. Batasan Masalah

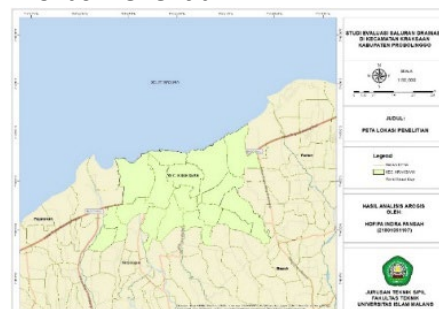
1. Tidak menghitung kualitas air.
2. Tidak menghitung rencana anggaran biaya (RAB).
3. Tidak menghitung sedimentasi pada saluran drainase eksisting.
4. Periode ulang evaluasi yang digunakan adalah 10 tahun.

1.5. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui besar curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun di kecamatan Kraksaan.
2. Mengetahui debit banjir rancangan total dengan kala ulang 5 tahun di Kecamatan Kraksaan.
3. Mengetahui saluran drainase yang tidak dapat menampung debit rancangan kala ulang 5 tahun di Kecamatan Kraksaan.
4. Mengetahui solusi yang tepat guna mengatasi genangan banjir yang terjadi di Kecamatan Kraksaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

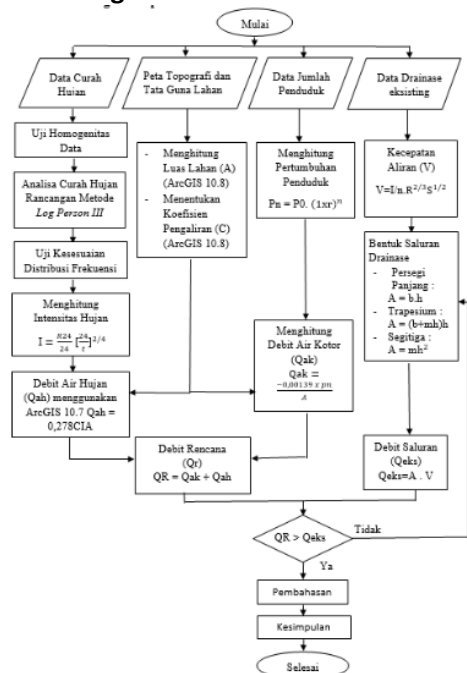


Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : *ArcGIS*

Lokasi penelitian terletak di Kecamatan Kraksaan, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur dengan luas area yaitu 37,80 Km². Kecamatan Kraksaan sendiri berjarak 27 km ke arah timur Kota Probolinggo dan terdiri dari 18 Desa dan Kelurahan

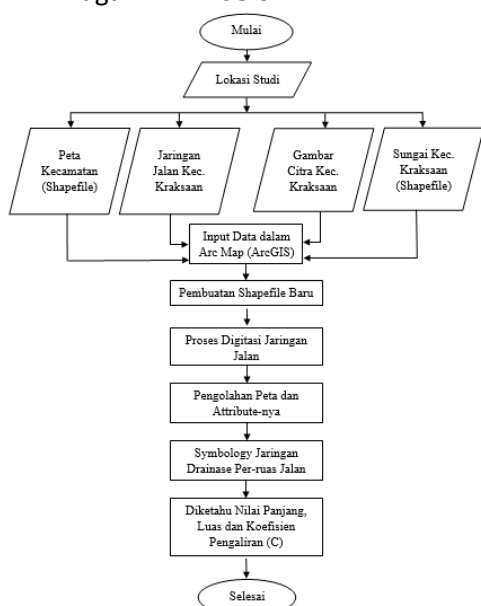
2.2. Diagram Alir

• Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Gambar Pribadi, 2025

• Bagan Alir ArcGIS



Gambar 4. Bagan Alir ArcGIS
Sumber: Gambar Pribadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

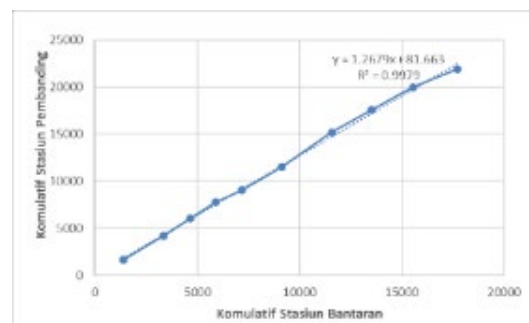
3.1. Analisa Hidrologi

3.1.1. Uji Konsistensi Data

Tabel 1. Curah Hujan Tahunan di 3 Stasiun

No	Tahun	Sta. Bantaran (mm)	Sta. Ronggotali (mm)	Sta. Gemito (mm)
		R1	R2	R3
1.	2024	1414	1379	2292
2.	2023	1962	1145	4436
3.	2022	1283	1648	2585
4.	2021	1250	2549	1364
5.	2020	1273	1496	1099
6.	2019	1976	2208	3201
7.	2018	2424	3080	5483
8.	2017	1936	2584	2485
9.	2016	2022	2120	3192
10.	2015	2192	1648	1946

Sumber : PU PSDA Kab. Probolinggo



Gambar 5. Kurva Massa Ganda Sta. Bantaran
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Kurva menunjukkan hasil uji kumulatif sistem koordinat kartesian didapatkan nilai $R^2 < 1,0$ dan garis y tidak bersinggungan dengan garis x berarti dapat diterima.

3.1.2. Analisa Hujan

Analisis curah hujan maksimum harian rata-rata daerah dilakukan dengan menggunakan metode rata – rata Aljabar.

Tabel 2. Perhitungan Aljabar

Thn	Stasiun Curah Hujan (mm)			Rata - rata (mm)	Hujan Daerah (mm)
	Bantaran	Ronggotali	Gemito		
2015	108	86	100	98	108
2016	162	87	90	113	162
2017	212	173	130	171.7	212
2018	106	91	88	95	106
2019	161	106	140	135.7	161
2020	84	97	58	79.7	97
2021	86	107	132	108.3	132
2022	69	100	107	92	107
2023	147	81	120	116	147
2024	132	67	87	95.3	132

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.1.3. Analisa Frekuensi

Perhitungan analisis frekuensi bertujuan untuk menentukan metode yang cocok untuk perhitungan curah hujan rencana.

$$1. \text{ Nilai Rata-rata (Xrt)} = \sum Xi/n = 1364/10 = 136,4 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Standar Deviasi (Sd)} = \sqrt{\frac{\sum (Xi - Xrt)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{11274,4}{10-1}} = 11,798$$

$$3. \text{ Koefisien Skewness (Cs)} = \frac{n \sum (Xi - Xrt)^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{10 (328381,1)}{(9)(8)11,798^3} = \frac{3283811}{118238,2} = 27,773$$

$$4. \text{ Koefisien Kuortoscis (Ck)} = \frac{n^2 \sum (Xi - Xrt)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{10^2 (38135980,2)}{(9)(8)(7)11,798^4} = 3,9$$

$$5. \text{ Koefisien Variasi (Cv)} = \frac{Sd}{Xr} = \frac{11,798}{136,4} = 0,086$$

Dari pengujian nilai Cs dan Ck hasil dari analisis frekuensi, metode yang memenuhi persyaratan dalam uji jenis distribusi untuk curah hujan rencana adalah metode *Log Pearson Type III*.

3.1.4. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode *Log Pearson Type III*

Tahun	Xi	Log Xi	LogXi-LogXrt	(LogXi-LogXrt)^2	(LogXi-LogXrt)^3
2019	97	1.9868	-0.1358	0.01845	-0.00251
2021	106	2.0253	-0.0973	0.00947	-0.00092
2017	107	2.0294	-0.0932	0.00869	-0.00081
2024	108	2.0334	-0.0892	0.00795	-0.00071
2015	132	2.1206	-0.002	0.000004	-8.4E-09
2018	132	2.1206	-0.002	0.000004	-8.4E-09
2916	147	2.1673	0.04471	0.00199	0.000004
2020	161	2.2068	0.08422	0.00709	0.000597
2023	162	2.2095	0.08691	0.00755	0.000657
2022	212	2.3263	0.20373	0.04151	0.008456
Jumlah		21.226	0.0000	0.10272	0.004853
LogXrt		2.1226			
Sd		0.107			
Cs		0,059			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Selanjutnya menghitung besarnya curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun yang telah ditentukan dengan memasukkan nilai Log Xrt sebesar 2,1226, nilai G = 0,800, Cs = 0,6 dan nilai Sd = 0,107

Tabel 4. Curah Hujan Rancangan Metode *Log Pearson III*

Kala ulang	Pr%	Cs	K	Log Xrt	Log XT	XT(mm)
2	50	0.6	-0.099	2.1226	2.11201	129.422
5	20	0.6	0.800	2.1226	2.2082	161.510
10	10	0.6	1.328	2.1226	2.2647	183.948
25	4	0.6	1.939	2.1226	2.33007	213.832

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3.1.5. Uji *Smirnov Kolmogorov* pada *Log Pearson Type III*

Tabel 5. Uji *Smirnov Kolmogorov*

X	P(x)	Pe	Log X	G	P'(x)	Pt	ΔPi
97	0.09	0.909	1.98	-1.269	0.11	0.88	0.020
106	0.18	0.818	2.02	-0.909	0.22	0.77	0.040
107	0.27	0.727	2.03	-0.871	0.33	0.67	0.060
108	0.36	0.636	2.03	-0.833	0.44	0.56	0.080
132	0.45	0.545	2.12	-0.018	0.56	0.44	0.101
132	0.54	0.455	2.12	-0.018	0.67	0.33	0.121
147	0.64	0.364	2.16	0.417	0.78	0.22	0.141
161	0.73	0.273	2.21	0.787	0.89	0.11	0.161
162	0.82	0.182	2.21	0.812	1.00	0.00	0.181
212	0.91	0.091	2.33	1.904	1.11	-0.11	0.202
Jumlah			21.22			Dmaks	0.202
Rata - rata			2.122				
(Sd)			0.107				
(Cs)			0.6				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.2. Analisa Hidrolika

3.2.1. Perhitungan Debit Air Hujan

Debit air hujan adalah besarnya volume air yang mengalir melalui penampung sungai per satuan waktu. Untuk mengetahui besarnya debit air hujan, dapat menggunakan rumus $Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$. Untuk mencari nilai C, I dan A dapat dilihat pada pengolahan data dengan menggunakan aplikasi Arcgis

Tabel 6. Perhitungan debit limpasan air hujan

Kode	C	I	A	Qah
		(mm/jam)	(Km ²)	(m ³ /detik)
1	0.2269	103.0947	0.5207	3.496
1A	0.1837	110.0352	1.6952	9.8345
1B	0.2374	108.9401	0.9974	7.4034
2	0.1163	78.82548	3.7186	9.7838
2A	0.5288	81.43124	2.0947	25.888
2B	0.1981	126.0436	1.422	10.19
2C	0.2933	138.7807	0.4895	5.7179
3	0.2192	99.81223	3.3086	20.775
3A	0.309	103.4313	0.46	4.2194
3B	0.4626	95.18693	0.8123	10.266
3C	0.5811	104.867	0.1673	2.9256
4	0.1328	102.9299	1.4441	5.6653
4A	0.0984	112.682	2.0689	6.5839
4B	0.3558	154.3634	0.1357	2.1389
5	0.2388	131.1376	0.6662	5.9876
5A	0.1654	154.8967	0.5393	3.9658
5B	0.304	144.2892	0.3777	4.7545
5C	0.2254	109.3217	0.4826	3.4132
6	0.3154	103.8562	0.8885	8.353
6A	0.2575	88.53189	1.1095	7.259
6B	0.301	110.1295	0.3477	3.3083
7	0.5099	75.02205	0.4758	5.2233
7A	0.6	158.2405	0.1506	4.1042
7B	0.476	167.3027	0.4378	10.006
7C	0.2145	82.63574	0.2435	1.2385
7D	0.2163	117.3997	0.4907	3.5761
7E	0.5002	90.68869	0.1573	2.0473
8	0.3178	140.9509	0.177	2.2756
8A	0.1944	111.6761	0.5966	3.7173
8B	0.1618	151.5935	0.5761	4.0555
8C	0.2823	168.0972	0.2902	3.9519
9	0.2553	154.1521	0.0945	1.067
9A	0.3513	175.7211	0.1026	1.8184
10	0.6	213.4243	0.032	1.1775
10A	0.2002	210.7573	1.4275	17.286
10B	0.2056	123.8031	0.4243	3.0996
11	0.2745	119.7193	0.4134	3.8988
Kode	C	I	A	Qah
		(mm/jam)	(Km ²)	(m ³ /detik)
12	2.0853	75.49656	0.2496	11.279
12A	0.2193	110.1288	0.4317	2.9921
13	0.3131	92.02313	1.4343	11.861
13A	0.2491	105.8274	0.972	7.3537
13B	0.15	158.1955	0.1494	1.0177
14	0.6	161.6101	0.1322	3.6793
14A	0.4222	108.5556	0.3663	4.8188
14B	0.4001	92.33386	0.6825	7.2363
15	0.15	161.1494	0.2229	1.5466
15A	0.1821	154.5796	0.313	2.5287
16	0.3494	155.8103	0.1028	1.606
17	0.2513	148.9584	0.2084	2.239
17A	0.6	222.2848	0.0672	2.5712
17B	0.2538	195.6499	0.1312	1.8701

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.2.2. Perhitungan Jumlah Penduduk

Perhitungan jumlah pertumbuhan penduduk menggunakan cara perhitungan laju pertumbuhan geometri, pertumbuhan eksponensial dan metode aritmatika.

Tabel 7. Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Kraksaan

No	Kelurahan	Rerata Pertambahan Penduduk	
		Jiwa	%
1	Bulu	85	0.001239
2	Kregengan	-52	-0.000716
3	Rondokuning	67.5	0.000964
4	Semampir	175	0.006833
5	Sidomukti	442.5	0.006129
6	Kraksaan Wetan	296.5	0.004136
7	Rangkang	487.5	0.006627
8	Kandangjati Kulon	-	-0.014819
9	Kandangjati Wetan	-47	-0.000625
10	Alas Sumur Kulon	-	-0.04042
11	Sumber Lele	-20.5	-0.000297
12	Tamansari	-34.5	-0.000472
13	Asembakor	-49	-0.000665
14	Kebonagung	-183	-0.002582
15	Sidopekso	-64	-0.000896
16	Patokan	1075.5	0.01504
17	Asembagus	-28.5	-0.000376
18	Kalibuntu	-148	-0.002172

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Proyeksi pertumbuhan penduduk dengan metode geometri dihitung dengan menggunakan rumus $P_n = P_o \cdot (1 + r)^n$.

Tabel 8. Proyeksi Penduduk Secara Geometri

'No	Kelurahan/Desa	(n)	r (Laju Pertumbuhan)	Jumlah Penduduk			
				2019	2024	2029	2034
1	Bulu	5	0.001239	5062	5093	5125	5156
2	Kregengan	5	-0.000716	3897	3883	3869	3855
3	Rondokuning	5	0.000964	2602	2614	2627	2639
4	Semampir	5	0.006833	4408	4560	4718	4882
5	Sidomukti	5	0.006129	4920	5072	5230	5392
6	Kraksaan Wetan	5	0.004136	6551	6687	6827	6969
7	Rangkang	5	0.006627	2643	2732	2823	2918
8	Kandangjati Kulon	5	-0.014819	2272	2108	1957	1816
9	Kandangjati Wetan	5	-0.000625	1710	1704	1699	1694
10	Alas Sumur Kulon	5	-0.04042	5831	4744	3859	3140
11	Sumber Lele	5	-0.000297	1632	1629	1627	1625
12	Tamansari	5	-0.000472	1053	1050	1048	1045
13	Asembakor	5	-0.000665	2645	2636	2627	2618
14	Kebonagung	5	-0.002582	3923	3872	3823	3774
15	Sidopekso	5	-0.000896	4163	4144	4126	4107
16	Patokan	5	0.01504	8050	8673	9345	10070
17	Asembagus	5	-0.000376	3208	3202	3195	3190
18	Kalibuntu	5	-0.002172	7702	7619	7536	7455
Jumlah				72272	72029	72066	72350

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.2.3. Perhitungan Debit Air Domestik

Berdasarkan UNESCO dan Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, kebutuhan air bersih di kota kecil adalah 90 liter per orang setiap harinya. Sehingga untuk menghitung debit air kotor dihitung dengan rumus $Q_{ak} = \frac{0,0012 \times P_n}{A}$.

Tabel 9. Debit Air Kotor Setiap Saluran

Kode	Nama Saluran	A	Qak	Qaki
1	Jl. Karanganyar Barat	0.5207	9.2562	0.00482
1A	Jl. Karanganyar Timur	1.6952	9.2562	0.01569
1B	Jl. Krajan Timur	0.9974	9.2562	0.00923
1C	Jl. Krajan Barat	0.6554	9.2562	0.00607
2	Jl. Pengadangan Utara	3.7186	9.2562	0.03442
2A	Jl. Yos Sudarso Timur	2.0947	9.2562	0.01939
2B	Jl. Sahara	1.422	9.2562	0.01316
2C	Jl. Mahkota	0.4895	9.2562	0.00453
3	Jl. Calok Elang	3.3086	9.2562	0.03063
3A	Jl. Dusun Masjid	0.46	9.2562	0.00426
3B	Jl. Yos Sudarso Barat	0.8123	9.2562	0.00752
3C	Jl. Ir. H. Juanda	0.1673	9.2562	0.00155
4	Jl. Asem Kandang	1.4441	9.2562	0.01337
4A	Jl. Pattimura Utara	2.0689	9.2562	0.01915
4B	Jl. Pattimura Selatan	0.1357	9.2562	0.00126
5	Jl. Kraksaan	0.6662	9.2562	0.00617
5A	Jl. Dr. Saleh	0.5393	9.2562	0.00499
5B	Jl. Alasumur Kulon	0.3777	9.2562	0.0035
5C	Jl. Sumber Armi	0.4826	9.2562	0.00447
6	Jl. Dr. Sutomo	0.8885	9.2562	0.00822
6A	Jl. Wahidin Sudirohusodo	1.1095	9.2562	0.01027
6B	Jl. KH. Aminudin	0.3477	9.2562	0.00322
Kode	Nama Saluran	A	Qak	Qaki
7	Jl. Letjens Suprpto	0.4758	9.2562	0.0044
7A	Jl. Hasanudin	0.1506	9.2562	0.00139
7B	Jl. MT. Haryono	0.4378	9.2562	0.00405
7C	Jl. Kepelaan	0.2435	9.2562	0.00225
7D	Jl. Kyai Ronggo	0.4907	9.2562	0.00454
7E	Jl. Sarangan	0.1573	9.2562	0.00146
8	Jl. Letjens MT. Haryono	0.177	9.2562	0.00164
8A	Jl. Semampir Indah	0.5966	9.2562	0.00552
8B	Jl. Bu Rondo	0.5761	9.2562	0.00533
8C	Jl. Padukuhan Utara	0.2902	9.2562	0.00269
9	Jl. Lesan	0.0945	9.2562	0.00087
9A	Jl. Padukuhan Selatan	0.1026	9.2562	0.00095
10	Jl. Satempuk	0.032	9.2562	0.0003
10A	Jl. Rondokuning Utara	1.4275	9.2562	0.01321
10B	Jl. Rondokuning Selatan	0.4243	9.2562	0.00393
11	Jl. Rondoluning Barat	0.4134	9.2562	0.00383
12	Jl. Rangkang Utara	0.2496	9.2562	0.00231
12A	Jl. Rangkang Selatan	0.4317	9.2562	0.004
13	Jl. Raya Kraksaan Besuk	1.4343	9.2562	0.01328
13A	Jl. Pasar Bambu Utara	0.972	9.2562	0.009
13B	Jl. Pasar Bambu Selatan	0.1494	9.2562	0.00138
14	Jl. Dusun Krajan	0.1322	9.2562	0.00122
14A	Jl. Dusun Jujuk	0.3663	9.2562	0.00339
14B	Jl. Raya Dr. Sutomo	0.6825	9.2562	0.00632
15	Jl. Komtor Utara	0.2229	9.2562	0.00206
15A	Jl. Komtor Selatan	0.313	9.2562	0.0029
16	Jl. Komtor Timur	0.1028	9.2562	0.00095
17	Jl. Wakaf Timur	0.2084	9.2562	0.00193
17A	Jl. Wakaf Barat	0.0672	9.2562	0.00062
17B	Jl. Alasumur Kulon	0.1312	9.2562	0.00121

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.2.4. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan (Qr) adalah hasil

dari penjumlahan antara Debit air kotor (Qak) dan Debit air hujan (Qah)

Tabel 10. Debit Rancangan pada setiap saluran

Kode	Qah (m ³ /dt)	Qak (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)
1	3.496026	0.00482	3.50085
1A	9.834481	0.015691	9.85017
Kode	Qah (m ³ /dt)	Qak (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)
1B	7.403361	0.009232	7.41259
1C	2.663525	0.006067	2.66959
2	9.783832	0.03442	9.81825
2A	25.88774	0.019389	25.9071
2B	10.19049	0.013162	10.2037
2C	5.717902	0.004531	5.72243
3	20.7753	0.030625	20.8059
3A	4.219415	0.004258	4.22367
3B	10.26612	0.007519	10.2736
3C	2.925571	0.001549	2.92712
4	5.665269	0.013367	5.67864
4A	6.583855	0.01915	6.60301
4B	2.138865	0.001256	2.14012
5	5.987634	0.006166	5.9938
5A	3.965757	0.004992	3.97075
5B	4.754528	0.003496	4.75802
5C	3.413214	0.004467	3.41768
6	8.353023	0.008224	8.36125
6A	7.25898	0.01027	7.26925
6B	3.308341	0.003218	3.31156
7	5.223319	0.004404	5.22772
7A	4.104164	0.001394	4.10556
7B	10.00598	0.004052	10.01
7C	1.238479	0.002254	1.24073
7D	3.576066	0.004542	3.58061
7E	2.047334	0.001456	2.04879
8	2.275629	0.001638	2.27727
8A	3.717306	0.005522	3.72283
8B	4.055539	0.005332	4.06087
8C	3.951884	0.002686	3.95457
9	1.067006	0.000875	1.06788
9A	1.818376	0.00095	1.81933
10	1.177487	0.000296	1.17778
10A	17.2862	0.013213	17.2994
10B	3.099607	0.003927	3.10353
11	3.898777	0.003827	3.9026
12	11.27905	0.00231	11.2814
12A	2.992067	0.003996	2.99606
13	11.86068	0.013276	11.874
13A	7.353703	0.008997	7.3627
13B	1.017672	0.001383	1.01906
14	3.67925	0.001224	3.68047
14A	4.818801	0.003391	4.82219
14B	7.236333	0.006317	7.24265
15	1.546649	0.002063	1.54871
15A	2.528679	0.002897	2.53158
16	1.605992	0.000952	1.60694
17	2.239041	0.001929	2.24097
Kode	Qah (m ³ /dt)	Qak (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)
17A	2.571211	0.000622	2.57183
17B	1.870078	0.001214	1.87129
Jumlah			296.0684

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3.2.5. Perhitungan Debit Banjir Hujan Sistem

Contoh perhitungan pada saluran yang berada di Jalan “Sukolilo” adalah sebagai berikut :

Diketahui : Saluran yang melewati saluran 1B

adalah saluran 1, maka debit hujan yang melewati saluran 1B adalah:

$$\begin{aligned} Q_r \text{ Sistem} &= 1B + 1 \\ &= 7.412593 + 3.500846 \\ &= 10.91344 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

3.3. Perhitungan Kapasitas Drainase Eksisting

Contoh untuk saluran drainase berbentuk segi empat dan trapesium adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Kode	Kemiringan Saluran S	Lebar Atas B	Dasar Bawah b	Tinggi h	Debit Qeks
		(m)	(m)	(m)	(m ³ /dt)
1	0.04	0.80	0.80	0.95	4.9947
1A	0.08	0.95	0.95	1.10	11.101
1B	0.04	0.95	0.75	1.00	8.5961
1C	0.07	0.95	0.95	1.10	10.515
2	0.04	0.85	0.85	0.95	5.6669
2A	0.07	0.85	0.85	0.95	7.0289
2B	0.04	0.85	0.85	0.95	5.1961
2C	0.06	0.85	0.85	0.95	6.6644
3	0.04	0.80	0.80	1.00	5.4214
3A	0.11	0.85	0.85	0.95	9.0323
3B	0.04	0.85	0.85	0.95	5.6152
3C	0.05	0.85	0.85	0.95	6.1604
4	0.07	0.8	0.80	0.95	6.4106
4A	0.11	0.85	0.85	0.95	8.8987
4B	0.07	0.80	0.80	0.95	6.8050
5	0.13	1.00	0.80	0.95	23.683
5A	0.14	1.00	0.80	0.95	26.144
5B	0.06	0.80	0.80	0.85	5.5557
5C	0.04	0.95	0.55	0.95	9.3537
6	0.09	0.95	0.55	0.95	14.374
6A	0.03	1.00	0.60	0.95	10.028
6B	0.04	0.90	0.35	0.95	9.0185
7	0.04	0.95	0.40	0.95	7.3070
7A	0.23	0.80	0.80	0.90	11.239
7B	0.23	0.80	0.80	0.90	11.351
7C	0.06	0.70	0.35	0.75	6.5172
7D	0.07	0.70	0.70	0.80	4.3213
7E	0.04	0.70	0.35	0.75	4.2061
8	0.17	0.80	0.80	0.75	7.8809
8A	0.04	0.80	0.80	0.75	3.8937
8B	0.09	0.80	0.80	0.75	5.7410
8C	0.08	0.80	0.40	0.80	7.8666
9	0.08	0.80	0.80	0.95	7.254
9A	0.13	0.75	0.75	0.80	6.625
10	0.13	0.75	0.75	0.80	6.5933
10A	0.27	0.75	0.75	0.80	9.5640
10B	0.08	0.75	0.75	0.80	5.3413
11	0.09	0.70	0.70	0.80	4.9585
12	0.03	0.65	0.65	0.80	2.7567
12A	0.11	0.65	0.65	0.80	4.9039
13	0.06	0.70	0.35	0.75	5.5977
13A	0.05	0.85	0.85	0.95	6.2752
13B	0.12	0.85	0.85	0.95	9.5777
14	0.12	0.85	0.85	0.95	9.4534
14A	0.06	0.85	0.85	0.95	6.6575
14B	0.04	0.85	0.85	0.95	5.7695
15	0.09	0.65	0.65	0.75	4.0654
15A	0.11	0.65	0.65	0.75	4.5372
16	0.21	0.70	0.70	0.85	8.3423
17	0.11	0.80	0.80	0.95	4.0654
17A	0.18	0.75	0.75	0.80	4.5372
17B	0.15	0.75	0.75	0.80	8.3423

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Bentuk penampang persegi saluran 1 “Jl. Karanganyar Barat”:

$$\text{Lebar dasar saluran (b)} = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran (h)} = 0.85 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan saluran} = 0.04$$

$$\text{Koefisien kekasaran manning (n)} = 0,013$$

(Saluran beton)

- Luas penampang

$$A = b \times h$$

$$= 0,8 \times 0,85 = 0,68 \text{ m}^2$$

- Keliling basah penampang

$$P = b + 2h$$

$$= 0,8 + 2(0.85) = 2,5 \text{ m}$$

- Jari – jari hidrolis saluran

$$R = A/P$$

$$= \frac{0,68}{2,5} = 0,272$$

- Kecepatan aliran dalam saluran

$$V_{\text{saluran}} = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,013} \times 0,272^{\frac{2}{3}} \times 0,04^{\frac{1}{2}}$$

$$= 6.423557 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Debit saluran

$$Q_{\text{saluran}} = A \times V$$

$$= 0,68 \times 6.423557$$

$$= 4.368018 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3.4. Analisis Kapasitas Saluran Drainase

Contoh perhitungan untuk saluran 1 “Jl.

Karanganyar Barat”:

Diketahui :

Debit saluran eksisting

$$(Q_{\text{eks}}) = 4.368018 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Debit banjir rancangan

$$(Q_r) = 3.500846 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Maka selisih debit saluran eksisting terhadap debit banjir rancangan adalah :

$$Q_{\text{Selisih}} = Q_{\text{eks}} - Q_r$$

$$= 4.368018 - 3.500846$$

$$= 0.867173 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Jadi, saluran 1 tidak diperlukan perbaikan.

Tabel 12. Debit Rancangan pada setiap saluran

Kode	Qeks (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)	Q Selisih (m ³ /dtk)	Keterangan
1	4.9947	3.500846	1.493858	Memenuhi
1A	11.101	9.850172	1.251653	Memenuhi
1B	8.5961	10.91344	-2.31733	Tidak Memenuhi
1C	10.515	9.912242	0.603391	Memenuhi
2	5.6669	19.66842	-14.0015	Tidak Memenuhi
2A	7.0289	25.90713	-18.8782	Tidak Memenuhi
2B	5.1961	10.20366	-5.00753	Tidak Memenuhi
2C	6.6644	5.722433	0.942043	Memenuhi
3	5.4214	20.80592	-15.3844	Tidak Memenuhi
3A	9.0323	30.1308	-21.0985	Tidak Memenuhi
3B	5.6152	13.20076	-7.58553	Tidak Memenuhi
3C	6.1604	2.927119	3.233333	Memenuhi
4	6.4106	5.678636	0.73199	Memenuhi
4A	8.8987	8.743126	0.155637	Memenuhi
4B	6.8050	29.54905	-22.7439	Tidak Memenuhi
5	23.683	14.16951	9.514452	Memenuhi

5A	26.144	3.970749	22.17397	Memenuhi
5B	5.5557	4.758024	0.797707	Memenuhi
5C	9.3537	3.417681	5.936073	Memenuhi
6	14.374	8.361248	6.013236	Memenuhi
6A	10.028	7.26925	2.759005	Memenuhi
6B	9.0185	3.311559	5.707009	Memenuhi
7	7.3070	20.58404	-13.277	Tidak Memenuhi
7A	11.239	14.11559	-2.87612	Tidak Memenuhi
7B	11.351	11.25076	0.100914	Memenuhi
7C	6.5172	1.240733	5.276559	Memenuhi
7D	4.3213	3.580608	0.740781	Memenuhi
7E	4.206196	5.360349	-1.15415	Tidak Memenuhi
8	7.880982	2.277268	5.603714	Memenuhi
8A	3.893701	3.722828	0.170873	Memenuhi
8B	5.741002	5.128753	0.612249	Memenuhi
8C	7.866683	3.95457	3.912113	Memenuhi
9	7.25499	1.067881	6.187109	Memenuhi
9A	6.62577	1.819326	4.806444	Memenuhi
10	6.593395	1.177783	5.415612	Memenuhi
10A	9.564028	17.29941	-7.73539	Tidak Memenuhi
10B	5.34139	3.103534	2.237856	Memenuhi
11	4.958538	3.902603	1.055935	Memenuhi
12	2.756778	14.27743	-11.5206	Tidak Memenuhi
12A	4.903946	2.996063	1.907883	Memenuhi
13	5.597787	26.15138	-20.5536	Tidak Memenuhi
13A	6.275228	8.381755	-2.10653	Tidak Memenuhi
13B	9.577756	1.019055	8.558701	Memenuhi
14	9.453485	3.680474	5.773011	Memenuhi
Kode	Qeks (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)	Q Selisih (m ³ /dtk)	Keterangan
14A	6.657559	4.822192	1.835368	Memenuhi
14B	5.769543	7.242651	-1.47311	Tidak Memenuhi
15	4.065426	1.548712	2.516714	Memenuhi
15A	4.537232	4.080289	0.456943	Memenuhi
16	8.342312	1.606943	6.735368	Memenuhi
17	8.277914	2.24097	6.036945	Memenuhi
17A	7.942477	2.571833	5.370644	Memenuhi
17B	7.158388	1.871293	5.287095	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.5. Rencana Perbaikan Saluran Drainase

Perbaikan ini dilakukan dengan merencanakan ulang saluran lama agar bisa menampung debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun.

Contoh Perhitungan untuk saluran Trapesium Kode 1B:

Debit rancangan (Qr) = 10,91344 (m³/dtk)

Kemiringan Saluran (S) = 0,04

Lebar Atas Saluran (B) = 0,95 m

Lebar Bawah Saluran (b) = 0,75 m

Kemiringan dinding saluran (m) = 0,3

Koefisien kekasaran manning (n) = 0,013

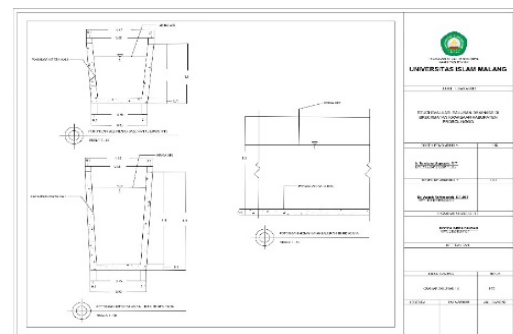
(Saluran beton)

Mencari nilai h yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 R &= \frac{A}{P} = \frac{(b+m \cdot h)h}{b + 2h \sqrt{1 + m^2}} \rightarrow \text{Jika } h = 2b, \\
 \text{maka } b &= 0.5h \\
 &= \frac{(0.5h + 0.3 \cdot 0.5h)h}{0.5h + 2h \sqrt{1 + 0.3^2}} \\
 &= \frac{(0.65h)h}{0.5h + 2h \sqrt{1 + 0.3^2}} = \frac{0.65h^2}{2.588h} \\
 &= 0.25 h
 \end{aligned}$$

- $V = 1/n \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$
 $V = 1/0,013 \times 0,25h^{\frac{2}{3}} \times 0,04^{\frac{1}{2}}$
 $V = 3,84615 h^{\frac{2}{3}}$
- $Q = A \times V$
 $10,91344 = (0,25h \times h)(1/n \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}})$
 $10,91344 = 0,25h^2 \times 3,84615 h^{\frac{2}{3}}$
 $10,91344 = 2,115 h^{\frac{8}{3}}$
 $h = 5,16001^{\frac{3}{8}}$
 $h = 1,8 \text{ m}$
- Luas penampang
 $A = (b + mh) \times h$
 $= (0,95 + (0,3 \times 1.8)) \times 1.8$
 $= 2,682 \text{ m}^2$
- Keliling basah penampang
 $P = b + 2h \sqrt{1 + m^2}$
 $= 0,95 + (2 \times 1,8) \sqrt{1 + 0,3^2}$
 $= 4,7084 \text{ m}$
- Jari – jari hidrolis saluran
 $R = A/P$
 $= 2,682 / 4,7084$
 $= 0,5696$
- Kecepatan aliran dalam saluran
 $V_{sal} = 1/n \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$
 $= 1/0,013 \times 0,5696^{\frac{2}{3}} \times 0,04^{\frac{1}{2}}$
 $= 10,571 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Debit Saluran
 $Q_{saluran} = A \times V$
 $= 2,682 \times 10,571$
 $= 28,351 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- $(Q_{rencana} < Q_{hitung})$
 $= 28,351 - 14,1695$
 $= 14,1815 \text{ (Memenuhi)}$

Jadi penampang saluran dengan b = 0.95 m dan h = 1.8 m sudah cukup untuk menampung debit rencana saluran 1B.



Gambar 6. Gambar Potongan Rencana Perbaikan Drainase Saluran 1B.

Tabel 13. Perencanaan Perbaikan Drainase

Kode	B (m)	b (m)	H (m)	Q _{eks} (m ³ /dt)	Q _r (m ³ /dt)	Keterangan
1B	0.95	0.75	1.8	28.3510	10.91344	Memenuhi
2	1.2	1.2	1.8	20.1688	19.66842	Memenuhi
2A	1.3	1.3	1.8	28.1688	25.90713	Memenuhi
2B	0.85	0.85	1.7	10.8925	10.20366	Memenuhi
3	1.3	1.3	1.8	22.3341	17.80592	Memenuhi
3A	1.2	1.2	1.8	32.1153	30.1308	Memenuhi
3B	1	1	1.8	15.1577	13.20076	Memenuhi
4B	1.3	1.3	1.8	29.8046	24.54905	Memenuhi
Kode	B (m)	b (m)	H (m)	Q _{eks} (m ³ /dt)	Q _r (m ³ /dt)	Keterangan
7	0.95	0.4	1.6	21.1128	20.58404	Memenuhi
7A	0.8	0.8	1.6	22.0031	14.11559	Memenuhi
7E	0.7	0.35	0.9	6.0191	5.360349	Memenuhi
10A	0.75	0.75	1.35	17.7098	17.29941	Memenuhi
12	1.1	1.1	1.8	15.6637	11.27743	Memenuhi
13	0.7	0.35	1.6	26.2629	26.15138	Memenuhi
13A	0.85	0.85	1.3	9.0992	8.381755	Memenuhi
14B	0.85	0.85	1.25	7.9918	7.242651	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

1. Besarnya curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun total di Kecamatan Kraksaan adalah sebesar 161,51 mm/hari.
2. Besarnya debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun total di Kecamatan Kraksaan adalah sebesar 296.07 m³/detik
3. Jumlah saluran yang tidak dapat menampung debit rancangan dan perlu dilakukan perbaikan adalah 16 saluran dari total jumlah yang dievaluasi yaitu 52 saluran. Diantaranya adalah saluran Krajan Timur (1B), saluran Pengadangan Utara (2), saluran Yos Sudarso Timur (2A), saluran Sahara (2B), dsb. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan ulang saluran dengan cara menambah dimensi dalam mengatasi debit banjir yang tidak mampu ditampung oleh saluran.
4. Solusi tepat guna yang perlu dilakukan setelah mengevaluasi saluran drainase

pada Kecamatan Kraksaan adalah dengan melakukan perbaikan ulang saluran drainase dengan menambahkan dimensi saluran sebagai alternatif untuk mengatasi debit banjir rancangan yang tidak mampu ditampung oleh saluran.

4.2. Saran

1. Pada Analisa ini dilakukan menggunakan aplikasi ArcGIS 10.8, untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa menggunakan jenis aplikasi yang lain seperti ArcGIS Pro 2.6 atau aplikasi HEC-RAS 5.2.
2. Untuk penelitian selanjutnya bisa mempertimbangkan menggunakan penampang dengan tipe saluran tertutup dan sumur resapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwikora, D., Azizah Rokhmawati and Anita Rahmawati. 2021. Studi Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan Berbasis Ecodrainage pada Wilayah Desa Subulussalam Utara Kecamatan Simpang Kiri Kota Subulussalam Aceh. Jurnal Rekayasa Sipil.
- [2] Rachmawati, A., Suhardodjono, S., Andawayanti, U. & Juwono, P.t. 2020. Model Faktor Geometrik Sumur Resapan Berdasarkan Faktor Tinggi Dinding Porus dan Jari-jari Sumur, Seri Konferensi IOP: Ilmu Bumi dan Lingkungan, 437, 012031.
- [3] Ilhamsyah, F., Bambang Suprpto, and Azizah Rokhmawati. 2023 Evaluasi Saluran Drainase Kecamatan Klojen Kota Malang. Jurnal Rekayasa Sipil. 4(2), pp. 185–194
- [4] Pradana, E., Bambang Suprpto, and Azizah Rokhmawati. 2023. Studi Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Menggunakan Software ArcGIS Kec. Turen Kab. Malang. Jurnal Rekayasa Sipil.
- [5] BPS Kabupaten Probolinggo. 2021. Kabupaten Probolinggo Dalam Angka 2021. Badan Pusat Statistik Kabupaten Probolinggo.
- [6] Nurrahmania., Bambang Suprpto, & Azizah Rokhmawati. 2023. Analisa Kapasitas Saluran Drainase Terhadap Genangan dan Banjir di Kecamatan Pungging Kabupaten Mojokerto Berbasis ArcGis. Jurnal Rekayasa Sipil.