



Penataan Ruang Air Milik Sungai Tallo dalam Rangka Pengendalian Banjir

M. Yoesril Al-Qadri¹, Sri Legowo Wignyo Darsono²

Fakultas Teknik Sipil Dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

Email: yoesril1218@gmail.com, sri.legowo@ftsl.itb.ac.id

Abstrak

Kota Makassar sering mengalami banjir di sekitar Sungai Tallo, khususnya pada ruas tengah kota sepanjang 3,2 km. Masalah banjir ini disebabkan oleh tingginya intensitas curah hujan dan faktor manusia yang menyebabkan perubahan karakteristik sungai. Meskipun banjir di Sungai Tallo telah menjadi objek penelitian dari berbagai universitas, belum ada strategi penanganan banjir yang handal karena belum menyentuh akar permasalahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis kapasitas Sungai Tallo secara akurat untuk memahami potensi banjir yang terjadi, serta mencari solusi penataan ruang air milik Sungai Tallo yang dapat membantu dalam pengendalian banjir di Kota Makassar. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Analisis hidrologi dilakukan untuk menganalisis curah hujan dan analisis hidrolika untuk menganalisis sebaran genangan banjir. Hasil analisis debit menggunakan metode HSS Nakayasu menunjukkan debit banjir periode ulang (Q25) pada daerah penelitian sebesar 552.87 m³/detik, yang menyebabkan kenaikan tinggi muka air 0.8 meter di kawasan sekitar lokasi penelitian. Penentuan garis sempadan sungai dengan lebar 15 meter dari tepi sungai menunjukkan terdapat 21 rumah yang melanggar di daerah kawasan sempadan sungai. Banjir di Sungai Tallo disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan faktor manusia. Penentuan garis sempadan sungai sangat penting untuk menjaga keselamatan sungai. Penelitian ini menyarankan untuk melakukan pengendalian banjir yang lebih efektif dan berkelanjutan, melibatkan masyarakat, serta melakukan koordinasi antara pemerintah daerah, masyarakat, dan instansi terkait.

Kata Kunci: Banjir, Hec-Ras 2D, Sempadan Sungai, Sungai Tallo

Abstract

The city of Makassar often experiences flooding around the Tallo River, especially in the central section of the city along 3.2 km. This flood problem is caused by the high intensity of rainfall and human factors that cause changes in the characteristics of the river. Although the flood in the Tallo River has been the object of research from various universities, there is no reliable flood management strategy because it has not touched the root of the problem. This study aims to accurately measure and analyze the capacity of the Tallo River to understand the potential for flooding that occurs, as well as to find solutions for the spatial arrangement of the water belonging to the Tallo River that can help in flood control in Makassar City. This study uses a descriptive method by collecting primary and secondary data. Hydrological analysis was carried out to analyze rainfall and hydraulic analysis to analyze the distribution of flood inundation. The results of the discharge analysis using the Nakayasu HSS method showed that the flood discharge of the re-period (Q25) in the study area was 552.87 m³/second, which caused an increase in the water level of 0.8 meters in the area around the research site. The determination of the river boundary line with a width of 15 meters from the river bank showed that there were 21 houses that violated in the river border area. Flooding in the Tallo River is caused by high rainfall and human factors. The determination of river boundary lines is very important to maintain river safety. This research suggests more effective and sustainable flood control, involving the community, and coordinating between local governments, communities, and related agencies.

Keywords: Cloudflare dns proxy, hide ip address, Webserver security

PENDAHULUAN

Kota Makassar memiliki luas 175,8 km², yang di lewati 2 sungai besar yaitu Sungai Tallo dan Sungai Jenneberang yang dimana Makassar menjadi muara dari 2 sungai besar tersebut (Wicaksono 2021). Sungai Tallo sering menimbulkan banjir disekitar alur sungai di dalam Kota Makassar, yang sering terjadi pada ruas tengah kota sepanjang 3,2 km (Bahri 2018). Dimana daerah ini menjadi objek penelitian tentang banjir di Kota Makassar dari banyak mahasiswa di berbagai universitas termasuk Unhas dan Swasta lainnya, baik pada Tugas Akhir Skripsi/Tesis. Namun demikian, belum ada strategi penanganan pengendalian banjir yang handal dikarenakan belum menyentuh pada akar permasalahan penyebab utama banjir di Sungai Tallo (Ratnasari 2021). Jadi rencana penelitian ini lanjutan akan menelusuri akar permasalahan dan berbagai alternatif yang komprehensif dan terpadu sehingga dapat terpilih yang efektif dan operationabel yang dapat menjadi masukan sebagai strategi penanganan banjir Sungai Tallo khususnya pada daerah studi penelitian, yang sering terjadi banjir pada setiap tahun dan puncak banjir terbesar pada tahun 2019.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Makassar Tahun 2006-2015, Kota Makassar termasuk dalam kategori daerah yang rentan terhadap banjir (Wardoyo 2020); (Sultia 2019). Hal ini disebabkan oleh kondisi topografi Kota Makassar yang berupa dataran rendah dekat pantai dengan ketinggian antara 0-25 meter di atas permukaan laut (Mdpl), serta merupakan tempat bermuaranya dua sungai besar, yaitu Sungai Jeneberang dan Sungai Tallo (Sambas 2017); (Pasa, Achmad, and Faridah 2017).

Sungai Tallo adalah sungai yang mengalir melintasi Kota Makassar (Tiwow and Rampe 2022). Sungai ini bermuara di Selat Makassar dan mengalir melalui tiga wilayah, yaitu Kota Makassar, Kabupaten Gowa, dan Kabupaten Maros. Dengan panjang 72 km, tingginya curah hujan serta aktivitas manusia yang mengubah karakteristik daerah hulu menyebabkan air dari aliran hulu Sungai Tallo sering meluap saat musim hujan. Masalah ini timbul karena kapasitas daya tampung Daerah Aliran Sungai (DAS) lebih rendah dari debit banjir dan kapasitas saluran sungai yang lebih kecil dari debit banjir (Gunawan, 2014) ; (Al-Qadri et al. 2023); (Manunggal 2023); (Jaya 2021).

Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nabila Islamaiya Alhadar (2023) menggunakan metode analisa Metode SCS, HEC-RAS 1D/2D dan menghasilkan analisis debit banjir periode ulang(Q25) pada daerah hilir Sungai Tallo sebesar 703.06 m³/dtk (Musa and Mallombassi 2022). Pemodelan banjir menggunakan HEC-RAS menghasilkan luasan banjir sebesar 7,46 km², sementara upaya pengendalian dengan skenario pembangunan tanggul berhasil mengurangi luas banjir menjadi 6,02 km². Dengan demikian, luas area yang terkena banjir berkurang sebesar 1,44 km².

Manfaat penelitian ini dilakukan agar mengurangi risiko banjir yang sering terjadi di wilayah sekitarnya. Dengan melakukan penataan ruang air yang tepat, diharapkan dapat meningkatkan ketahanan lingkungan dan keselamatan masyarakat dari dampak banjir. Sedangkan, tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah mengurangi risiko banjir yang sering terjadi di wilayah sekitarnya, mengidentifikasi permasalahan terkait penataan ruang air milik sungai tallo yang berkontribusi terhadap risiko banjir di wilayah tersebut serta merumuskan strategi penataan ruang air yang efektif dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Hilir Sungai Tallo sekitar Perumahan Puri Kencana Sari, Tamalanrea Indah, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar. Panjang ruas sungai penelitian yaitu 3.2 km di Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Jenis penelitian ini adalah deskriptif, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan fenomena yang menjadi fokus atau objek penelitian. Metode yang digunakan adalah survei lapangan dan survei kepustakaan.

Analisis data dalam penelitian ini dimulai dengan analisis hidrologi, yang mencakup curah hujan wilayah, curah hujan rencana melalui analisis distribusi frekuensi, uji kesesuaian distribusi, distribusi curah hujan per jam, dan analisis debit banjir rencana. Setelah itu, dilanjutkan dengan analisis hidrolika. Untuk analisis hidrolika, digunakan program HEC-RAS dengan memasukkan parameter-parameter data hidrolika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Perhitungan Curah Hujan Rerata

Analisis curah hujan rata-rata wilayah dilakukan menggunakan metode Poligon Thiessen, yang sangat sesuai untuk digunakan pada daerah aliran sungai (DAS) dengan luas antara 100 hingga 500 km² (Soemarto, 1987) ; (Chaerunnisa 2023). Luas DAS yang dipengaruhi oleh ketiga stasiun curah hujan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Luas DAS yang Masuk Pengaruh Tiga Stasiun Curah Hujan

No	Nama Stasiun	Luas Pengaruh (km ²)	(%)	Koefisien Thiessen
1	Sta. Paotere	23.87	17	0.20
2	Sta. Senre	90.65	64	0.60
3	Sta. Panakkukang	27.4	19	0.20
Jumlah		141.92	100	1.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan curah hujan rata-rata wilayah menggunakan metode Poligon Thiessen kemudian disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Metode Polygon Thiessen

No	Tahun	Tanggal Kejadian	Stasiun			Rata-Rata Thiessen	Max
			Paotere	Senre	Panakkukang		
1	2014	26 Oktober	91	67	8	59.68	59.86
		24 Maret	0	90	1	57.68	
		04 Februari	0	12	217	49.56	
2	2015	20 Januari	150	0	20	29.09	84.45
		08 Januari	0	118	47	84.45	
		14 Maret	70	0	115	33.98	
3	2016	01 Januari	142	0	193	61.15	164.16
		02 Januari	119	203	75	164.16	
		01 Januari	142	0	193	61.15	
4	2017	08 Maret	100	6	0	20.65	74.61
		07 Desember	0	115	6	74.61	
		07 April	0	0	135	26.06	
5	2018	18 Desember	140	169	131	156.79	156.79
		18 Desember	140	169	131	156.79	
		17 Desember	119	23	139	61.54	
6	2019	25 September	155	45	0	54.81	79.19
		12 Februari	0	114	33	79.19	
		24 Oktober	120	24	142	62.93	
7	2020	05 Januari	160	8	8	33.57	151.03
		21 Desember	86	160	178	151.03	
		21 Desember	86	160	178	151.03	
8	2021	08 Februari	159	31	29	52.14	146.62
		07 Februari	63	193	66	146.62	
		13 Maret	0	97	145	89.95	
9	2022	22 Januari	163	110	55	108.30	196.46
		21 Januari	136	237	115	196.46	
		28 April	4	72	125	70.80	
10	2023	19 Oktober	139	154	16	124.83	124.83
		19 Oktober	139	154	16	124.83	

	27 Mei	0	0	160	30.89	
Jumlah						1237.8
Rata-rata						123.78

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Sebelum menerapkan metode distribusi, perlu diuji terlebih dahulu melalui pengukuran dispersi. Pengukuran dispersi dapat melibatkan parameter statistik seperti koefisien kemencengan (skewness) atau Cs, koefisien kepuncakan (kurtosis) atau Ck, dan koefisien variasi (Cv) (Ija 2022) ; (Alfianshar et al. 2023). Parameter yang diuji untuk distribusi statistik konvensional akan ditampilkan dalam Tabel 3, sementara distribusi statistik dalam skala logaritmik dapat dilihat dalam Tabel 3 juga.

Tabel 3. Parameter Pengujian Distribusi Statistik Biasa

No	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Xi-Xrt	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1	2014	59.68	-64.10	4108.42	-263336.85	16879083.34
2	2015	84.45	-39.34	1547.30	-60864.46	2394152.00
3	2016	164.16	40.38	1630.38	65831.54	2658145.08
4	2017	74.61	-49.17	2417.47	-118861.39	5844146.17
5	2018	156.79	33.00	1089.30	35952.06	1186583.56
6	2019	79.19	-44.59	1988.60	-88678.87	3954517.56
7	2020	151.03	27.25	742.43	20229.55	551207.47
8	2021	146.62	22.83	521.40	11905.71	271856.78
9	2022	196.46	72.68	5281.96	383877.59	27899110.23
10	2023	124.83	1.05	1.11	1.17	1.23
Jumlah		1237.81	0.00	19328.37	-13943.95	61638803.42
Rata-rata (Xrt)		123.78				

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. Parameter Uji Distribusi Statistik Dalam Log

No	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Log Xi	Xi-Xrt	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1	2014	59.68	1.78	-0.29	0.0818	-0.0234	0.0067
2	2015	84.45	1.93	-0.14	0.0183	-0.0025	0.0003
3	2016	164.16	2.22	0.15	0.0235	0.0036	0.0006
4	2017	74.61	1.87	-0.19	0.0358	-0.0068	0.0013
5	2018	156.79	2.20	0.13	0.0178	0.0024	0.0003
6	2019	79.19	1.90	-0.16	0.0267	-0.0044	0.0007
7	2020	151.03	2.18	0.12	0.0137	0.0016	0.0002
8	2021	146.62	2.17	0.10	0.0109	0.0011	0.0001
9	2022	196.46	2.29	0.23	0.0535	0.0124	0.0029
10	2023	124.83	2.10	0.03	0.0012	0.0000	0.0000
Jumlah			20.62	0.00	0.2832	-0.0159	0.0131
Rata-rata (Xrt)			2.06				

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. Hasil Pengujian Distribusi Statistik

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3	-0.02 2.65	Tidak memenuhi
2	Gumbel	Cs = 1.1396 Ck = 5.4002	-0.02 2.65	Memenuhi
3	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv = 3 Ck = Cv ⁸ +6Cv ⁶ +15Cv ⁴ + 16Cv ² +3 = 5.383	0.26 3.12	Tidak memenuhi
4	Log Pearson III	Selain dari nilai di atas/fleksibel	-0.39 2.62	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan statistik dalam tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa Log Pearson tipe III memenuhi persyaratan dari pengujian distribusi. Oleh karena itu, untuk melakukan analisis distribusi curah hujan rencana, akan digunakan metode Log Pearson tipe III.

a. Analisis Distribusi Curah Hujan Rencana

Perhitungan distribusi curah hujan rencana kemudian akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan perhitungan sebagai berikut :

1) Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 6. Perhitungan Curah Hujan Rancangan dengan Metode Log Pearson Type III

No	Tahun	Hujan Harian (Xi)	Log Xi	Log Xi-Log Xrt	(Log Xi-Log Xrt) ²	(Log Xi-Log Xrt) ³
1	2014	1.78	-0.2861	0.0818	0.0005	1.78
2	2015	1.93	-0.1354	0.0183	0.0000	1.93
3	2016	2.22	0.1533	0.0235	0.0000	2.22
4	2017	1.87	-0.1891	0.0358	0.0000	1.87
5	2018	2.20	0.1334	0.0178	0.0000	2.20
6	2019	1.90	-0.1633	0.0267	0.0000	1.90
7	2020	2.18	0.1171	0.0137	0.0000	2.18
8	2021	2.17	0.1042	0.0109	0.0000	2.17
9	2022	2.29	0.2313	0.0535	0.0002	2.29
10	2023	2.10	0.0344	0.0012	0.0000	2.10
Jumlah			20.62	0.0000	0.2832	0.0008
Log Xrt			2.06			

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada pengujian distribusi untuk log, didapatkan nilai Sd sebesar 0,18 dan Xrt yang tercatat di tabel adalah 2,06. Selanjutnya, melalui perhitungan interpolasi, diperoleh nilai Cs sebesar -0,39. Informasi lebih lanjut mengenai nilai Cs dapat dilihat di lampiran (Lampiran 4 Cs).

$$\text{Log Xt} = \text{Log Xrt} + G \cdot S \cdot \text{Log Xi}$$

$$= 2.06 + 0.855$$

$$= 2.21$$

$$\text{Xt} = 10^{\text{Log Xt}}$$

$$= 102.21$$

$$= 163.52 \text{ mm}$$

Tabel 7. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi Log Pearson Type III

No	Periode Ulang	Log Xrt	G	S Log Xi	Log Xt	Xt
1	5	2.06	0.855	0.18	2.21	163.52
2	10	2.06	1.232	0.18	2.28	190.73
3	25	2.06	1.608	0.18	2.35	222.40
4	50	2.06	1.837	0.18	2.39	244.20
5	100	2.06	2.033	0.18	2.42	264.55
6	200	2.06	2.206	0.18	2.45	283.91

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode Log Pearson tipe III tercantum dalam tabel di atas, dengan nilai Xt yang didapatkan untuk setiap periode ulang. Untuk periode ulang 5 tahun sebesar 163,52 mm, 10 tahun sebesar 190,73 mm, 25 tahun sebesar 222,40 mm, 50 tahun sebesar 244,20 mm, 100 tahun sebesar 264,55 mm, dan 200 tahun sebesar 283,91 mm.

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk menentukan apakah distribusi tersebut sesuai atau tidak sesuai (Lestari 2016) ; (Sofia and Nursila 2022).

Tabel 8. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Distribusi Hujan	Chi-Square				Smirnov			Hipotesa
	X ²	X ² Cr	Kondisi	Status	ΔP Max	ΔP Kritis	Status	
Log Pearson III	5.000	5.991	X ² <X ² Cr	True	0.2020	0.409	True	Diterima
Log Normal	5.000	5.991	X ² <X ² Cr	True	0.4098	0.409	False	Ditolak
Normal	5.000	5.991	X ² <X ² Cr	True	0.1653	0.409	True	Ditolak
Gumbel	6.000	5.991	X ² <X ² Cr	False	0.8212	0.409	False	Ditolak

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisis Intensitas Hujan

Hasil distribusi curah hujan rencana menunjukkan bahwa distribusi yang sesuai adalah Log Pearson tipe III, dengan data sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rancangan

No	Kala Ulang	Distribusi Log Pearson Type III
	(tahun)	(mm)
1	5	163.52
2	10	190.73
3	25	222.40
4	50	244.20
5	100	264.55
6	200	283.91

Sumber : Hasil Perhitungan

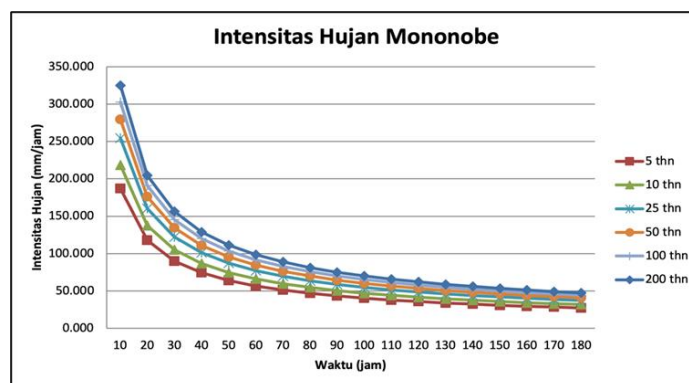
Untuk waktu berikutnya di dapat hasilnya sebagai berikut seperti terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Analisis Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

t (menit)	163.52	190.73	222.40	244.20	164.55	183.91
	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
10	187.185	218.328	254.585	279.541	302.835	324.995
20	117.919	137.538	160.378	176.100	190.774	204.734
30	89.989	104.961	122.392	134.389	145.588	156.241
40	74.284	86.643	101.032	110.936	120.180	128.974
50	64.016	74.667	87.067	95.602	103.568	111.147
60	56.690	66.121	77.102	84.660	91.715	98.426
70	51.153	59.664	69.572	76.392	82.757	88.813
80	46.796	54.582	63.646	69.885	75.709	81.249
90	43.262	50.460	58.840	64.608	69.991	75.113
100	40.328	47.037	54.849	60.225	65.244	70.018
110	37.845	44.141	51.472	56.518	61.227	65.708
120	35.712	41.654	48.571	53.332	57.777	62.004
130	33.856	39.489	46.047	50.561	54.774	58.783
140	32.224	37.586	43.828	48.124	52.134	55.949
150	30.776	35.896	41.857	45.961	49.790	53.434
160	29.480	34.384	40.095	44.025	47.694	51.184
170	28.312	33.022	38.506	42.281	45.804	49.156
180	27.253	31.788	37.067	40.700	44.092	47.318

Sumber : Hasil Perhitungan

Secara grafis Intensitas Hujan dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 1. Grafik Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

Grafik tersebut menunjukkan korelasi antara intensitas hujan (mm/jam) dan durasi hujan (jam) menggunakan metode Mononobe, yang diekspresikan dalam bentuk IDF (Intensity Duration Frequency). Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa:

- Semakin pendek durasi hujan, intensitas hujan semakin tinggi.
- Semakin besar periode ulang, intensitas hujan semakin tinggi.

Distribusi Hujan Jam-Jaman

Tabel 1. Perhitungan Hujan Rata-Rata dalam T Jam

No	t (jam)	(%)	Rt
A	1	55.032%	0.550
B	2	14.304%	0.143
C	3	10.034%	0.100
D	4	7.988%	0.080
E	5	6.746%	0.067
F	6	5.896%	0.058

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 12. Perhitungan Hujan Netto

Kala Ulang (tahun)	Curah Rancangan (mm)	Hujan Koefisien Pengaliran (C)	Hujan Netto Rn (mm)
5	163.521	0.70	114.465
10	190.727	0.70	133.509
25	222.400	0.70	155.680
50	244.202	0.70	170.941
100	264.551	0.70	185.185
200	283.910	0.70	198.737

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 13. Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman

		Hujan Netto (Rn, mm) dengan Kala Ulang (tahun)					
t (jam)	Rt (%)	5	10	25	50	100	200
			114.465	133.509	155.680	170.941	185.185
		Hujan Netto Jam-Jaman = Rn x Rt					
1	55.032%	62.992	73.473	85.674	94.073	101.911	109.369
2	14.304%	16.373	19.097	22.269	24.451	26.489	28.427
3	10.034%	11.485	13.396	15.621	17.152	18.581	19.941
4	7.988%	9.143	10.665	12.436	13.655	14.793	15.875
5	6.746%	7.721	9.006	10.502	11.531	12.492	13.406
6	5.896%	6.749	7.872	9.180	10.079	10.919	11.718

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil Perhitungan Aliran Dasar (Base Flow)

Luas DAS (A) : 432.21 km²

Panjang Sungai Utama (L) : 10 km

Panjang Sungai Semua Tingkat (L') : 70.5 km

Kerapatan Jaringan Kuras (D)

$$D = \frac{L'}{A} = \frac{70.5}{432.21} = 0.163 \text{ km/km}^2$$

Aliran Dasar / Base Flow (QB)

$$QB = 0.4751 \cdot A^{0.6444} \cdot D^{0.9439}$$

$$QB = 0.4751 \times 432.21^{0.6444} \times 0.163^{0.9439}$$

$$QB = 4.291 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Perhitungan Debit Maksimum Menggunakan HSS Nakayasu

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas DAS} &= 88.33 \text{ km}^2 \\ \text{Panjang Saluran} &= 3.1 \text{ km} \\ a &= 5.809 \\ \text{Ro} &= 1.00 \text{ mm} \\ c &= 0.70\end{aligned}$$

Untuk perhitungan dilakukan dengan cara :

Untuk $L < 15 \text{ km}$

1) Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir T_g ($L < 15 \text{ km}$)

$$\begin{aligned}T_g &= 0.4 + 0.058 \times L \\ &= 0.4 + 0.058 \times 3.1 \\ &= 0.58 \text{ jam}\end{aligned}$$

2) Waktu hujan (T_r)

$$\begin{aligned}T_r &= 0.55 \times T_g \\ &= 0.55 \times 0.58 \\ &= 0.32 \text{ jam}\end{aligned}$$

3) Waktu mencapai puncak (T_p)

$$\begin{aligned}T_p &= T_g + (0.8 \times T_r) \\ &= 0.58 + (0.8 \times 0.32) \\ &= 0.83 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow T_{0.3} &= a \times T_g \\ &= 5.809 \times 0.58 \\ &= 3.37 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow T_p + T_{0.3} &= 0.83 + 3.37 \\ &= 4.2 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow 1.5 T_{0.3} &= 1.5 \times 3.37 \\ &= 5.05 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow T_p + 1.5 T_{0.3} &= 0.83 + 5.05 \\ &= 5.89 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3} &= 0.83 + 3.37 + 5.05 \\ &= 9.26 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow 0.5 T_{0.3} &= 0.5 \times 3.37 \\ &= 1.68 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow 2 T_{0.3} &= 2 \times 3.37 \\ &= 6.74 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow Q_p &= \frac{C \times R_o \times A}{3.6 (0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\ &= \frac{0.7 \times 1 \times 88.33}{3.6 (0.3 \times 0.83 + 3.37)} \\ &= \frac{61.83}{13.03} \\ &= 4.746 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

4) Persamaan Hidrograf Satuannya adalah sebagai berikut

Rumus waktu naik :

$$Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4}$$

Rumus waktu turun 1 :

$$Q_t = Q_{max} \times 0.3 \left(\frac{t-T_p}{T_{0.3}}\right)$$

Rumus waktu turun 2 :

$$Q_t = Q_{max} \times 0.3 \left(\frac{t-T_p+T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}}\right)$$

Rumus waktu naik 3

$$Q_t = Q_{max} \times 0.3 \left(\frac{t-T_p+1.5 T_{0.3}}{2 T_{0.3}}\right)$$

Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Perhitungan HSS Nakayasu

t (Jam)	Q m ³ /detik	Keterangan
0	0.000	Q naik
0.83	4.746	QP
1	4.474	
2	3.130	
3	2.189	
4	1.531	
4.20	1.424	Q Turun 1
5	1.071	
6	0.749	
7	0.524	
8	0.366	
9	0.454	
9.26	0.427	
10	0.358	
11	0.282	
12	0.222	
13	0.175	Q Turun 2
14	0.138	
15	0.109	
16	0.086	
17	0.067	
18	0.053	
19	0.075	
20	0.063	
21	0.052	
22	0.044	
23	0.037	
24	0.031	
25	0.026	
26	0.021	Q Turun 3
27	0.018	
28	0.015	
29	0.013	
30	0.010	
31	0.009	
32	0.007	
33	0.006	

34	0.005
35	0.004
36	0.004
37	0.003
38	0.003

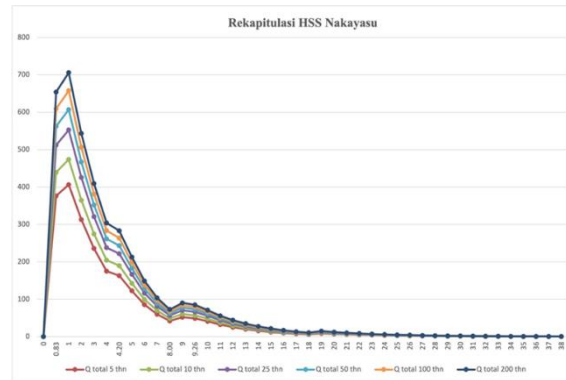
Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 15. Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rencana Metode Nakayasu

t	Qt	Q total					
		5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
0	0.000	0	0	0	0	0	0
0.83	4.746	376.70	439.37	512.33	562.56	609.43	654.03
1	4.474	406.50	474.13	552.87	607.06	657.65	705.77
2	3.130	312.94	365.01	425.62	467.35	506.29	543.34
3	2.189	235.79	275.02	320.69	352.13	381.47	409.38
4	1.531	175.26	204.42	238.36	261.73	283.54	304.29
4.20	1.424	162.99	190.10	221.67	243.40	263.69	282.98
5	1.071	122.58	142.98	166.72	183.07	198.32	212.83
6	0.749	85.74	100.01	116.62	128.05	138.72	148.87
7	0.524	59.97	69.95	81.57	89.56	97.03	104.13
8	0.366	41.95	48.93	57.05	62.64	67.86	72.83
9	0.454	51.96	60.61	70.67	77.60	84.07	90.22
9.26	0.427	48.90	57.03	66.50	73.02	79.11	84.89
10	0.358	40.95	47.76	55.69	61.15	66.24	71.09
11	0.282	32.26	37.63	43.88	48.18	52.20	56.02
12	0.222	25.42	29.65	34.58	37.97	41.13	44.14
13	0.175	20.03	23.36	27.24	29.92	32.41	34.78
14	0.138	15.78	18.41	21.47	23.57	25.54	27.40
15	0.109	12.44	14.51	16.92	18.57	20.12	21.59
16	0.086	9.80	11.43	13.33	14.64	15.86	17.02
17	0.067	7.72	9.01	10.50	11.53	12.49	13.41
18	0.053	6.08	7.10	8.28	9.09	9.84	10.56
19	0.075	8.57	9.99	11.65	12.80	13.86	14.88
20	0.063	7.17	8.36	9.75	10.70	11.59	12.44
21	0.052	5.99	6.99	8.15	8.95	9.70	10.41
22	0.044	5.01	5.85	6.82	7.49	8.11	8.70
23	0.037	4.19	4.89	5.70	6.26	6.78	7.28
24	0.031	3.51	4.09	4.77	5.24	5.67	6.09
25	0.026	2.93	3.42	3.99	4.38	4.74	5.09
26	0.021	2.45	2.86	3.34	3.66	3.97	4.26
27	0.018	2.05	2.39	2.79	3.06	3.32	3.56
28	0.015	1.72	2.00	2.33	2.56	2.77	2.98
29	0.013	1.43	1.67	1.95	2.14	2.32	2.49
30	0.010	1.20	1.40	1.63	1.79	1.94	2.08
31	0.009	1.00	1.17	1.36	1.50	1.62	1.74
32	0.007	0.84	0.98	1.14	1.25	1.36	1.46
33	0.006	0.70	0.82	0.95	1.05	1.14	1.22
34	0.005	0.59	0.68	0.80	0.88	0.95	1.02
35	0.004	0.49	0.57	0.67	0.73	0.79	0.85
36	0.004	0.41	0.48	0.56	0.61	0.66	0.71
37	0.003	0.34	0.40	0.47	0.51	0.56	0.60
38	0.003	0.29	0.33	0.39	0.43	0.46	0.50
Q Max		406.50	474.13	552.87	607.06	657.65	705.77

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa debit maksimum pada setiap periode ulang adalah sebagai berikut: 406.50 m³/dtk untuk periode ulang 5 tahun, 474.13 m³/dtk untuk periode ulang 10 tahun, 552.87 m³/dtk untuk periode ulang 25 tahun, 607.06 m³/dtk untuk periode ulang 50 tahun, 657.65 m³/dtk untuk periode ulang 100 tahun, dan 705.77 m³/dtk untuk periode ulang 200 tahun.

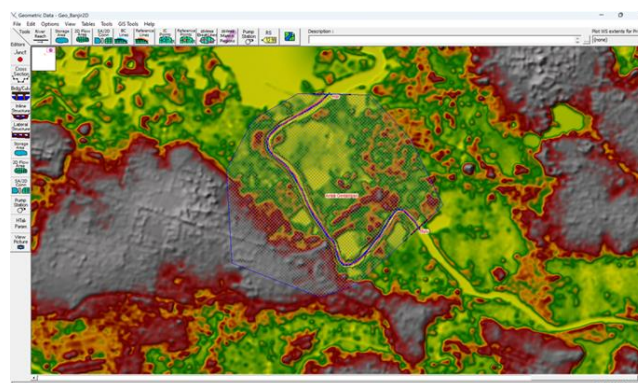


Gambar 2. Hasil Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

Gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin panjang periode ulang dalam perhitungan debit maksimum, semakin besar nilai debitnya. Kurva pada gambar tersebut mengilustrasikan hubungan antara waktu (t) dan debit total per jam untuk periode ulang 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 tahun. Antara jam 1 dan jam 2, kurva menunjukkan peningkatan debit maksimum. Kurva setelah jam 3 menggambarkan penurunan debit aliran permukaan dari puncak hingga akhir pengaruh hujan.

Analisis Hidrolika HEC-RAS

Dalam penelitian ini, analisis hidrolika dilakukan dengan menggunakan model HEC-RAS yang tidak stabil. Data yang digunakan berasal dari DEM (Model Elevasi Digital). Data tersebut kemudian diolah menjadi data raster yang dikombinasikan dengan pengukuran sungai Tallo. Keterbatasan dalam mendapatkan data pengukuran sungai Tallo menyebabkan analisis selanjutnya hanya mengandalkan data dari DEM.



Gambar 3. Model HEC-RAS 2D Sungai Tallo

Boundary Condition

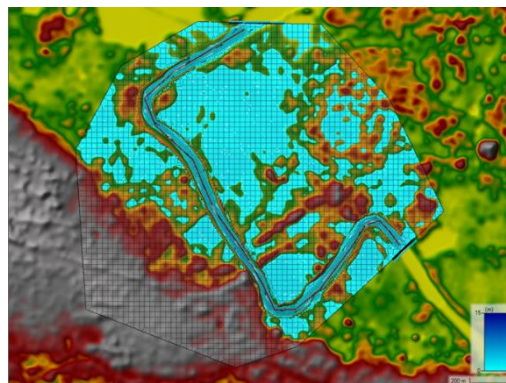
Data kondisi batas seperti yang digunakan dalam model HEC-RAS dua dimensi terdiri dari beberapa elemen penting. Di bagian hulu sungai, input utamanya adalah debit sungai yang diturunkan dari analisis debit menggunakan HSS Nakayasu, yang disajikan dalam bentuk hidrograf banjir. Sementara itu, di bagian hilir sungai, data yang digunakan adalah kedalaman normal. Ilustrasi input data kondisi batas pada model HEC-RAS dua dimensi Sungai Tallo dapat dilihat pada Tabel

Tabel 16. Input Debit dan Normal Depth

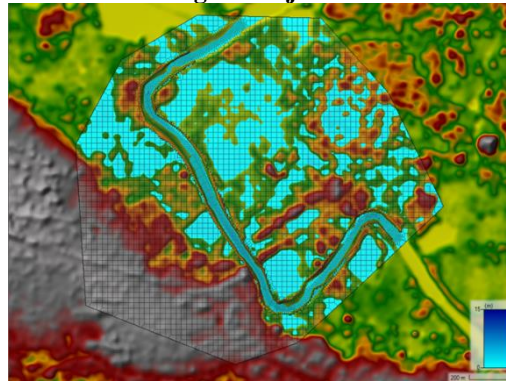
Storage/2D Flow Areas	Boundary Condition
1 Area Genangan BCLine: Hulu	Flow Hydrograph
2 Area Genangan BCLine: Hilir	Normal Depth

Output HEC-RAS 2D

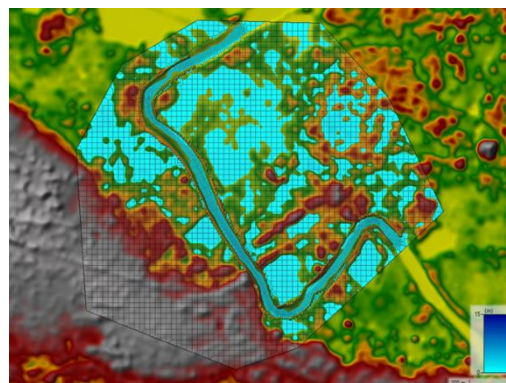
Data batas seperti yang digunakan dalam model HEC-RAS dua dimensi untuk Sungai Tallo melibatkan beberapa aspek. Di bagian hulu sungai, masukan utamanya adalah debit sungai yang diperoleh dari analisis menggunakan HSS Nakayasu, yang diwakili oleh hidrograf banjir. Di bagian hilir sungai, data yang dimasukkan adalah kedalaman normal. Gambar menunjukkan input data kondisi batas pada model HEC-RAS dua dimensi untuk Sungai Tallo.



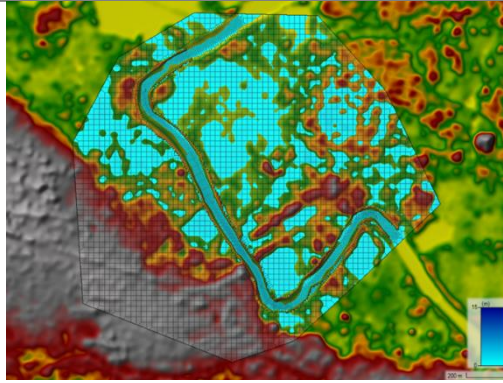
Gambar 5. Potensi Genangan Banjir Debit Kala Ulang 5 Tahun



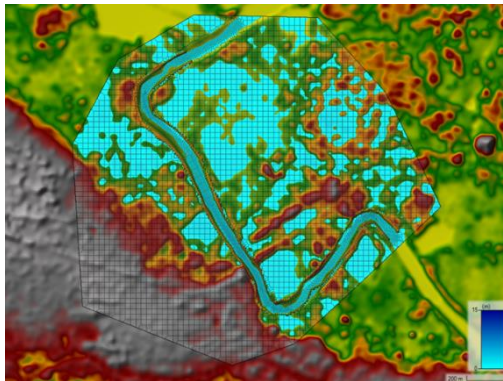
Gambar 6. Potensi Genangan Banjir Debit Kala Ulang 10 Tahun



Gambar 7. Potensi Genangan Banjir Debit Kala Ulang 25 Tahun



Gambar 8. Potensi Genangan Banjir Debit Kala Ulang 50 Tahun



Gambar 9. Potensi Genangan Banjir Debit Kala Ulang 100 Tahun

Sempadan Sungai

1. Penentuan Tepi Palung Sungai

Penentuan tepi palung sungai dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, seperti :

- Kondisi jenis sungai dan/atau ruas sungai tertentu
- Kemiringan memanjang sungai
- Kedalaman sungai
- Potongan melintang sungai

Dengan demikian, penentuan tepi palung sungai harus mempertimbangkan beberapa faktor yang berbeda tergantung pada kondisi sungai dan ruas sungai, seperti pada gambar berikut:



Gambar 10. Tepi Palung Sungai pada Profil Melintang

Penentuan Garis Sempadan Sungai

Penetapan garis sempadan sungai dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain:

- Karakteristik geomorfologi sungai
- Kondisi sosial budaya masyarakat setempat
- Akses jalan bagi peralatan, bahan, dan tenaga kerja untuk melakukan operasi dan pemeliharaan sungai.

Dengan demikian, penentuan garis sempadan sungai harus mempertimbangkan beberapa faktor yang berbeda tergantung pada kondisi sungai dan masyarakat setempat.



Gambar 11. Kawasan Sekitar Lokasi Penelitian

Peraturan Penetapan Garis Sempadan Sungai

Peraturan penetapan garis sempadan sungai ditentukan oleh Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya. Peraturan ini mempertimbangkan berapa faktor, seperti :

- Kedalaman sungai
- Jarak antara bangunan dan jalan
- Batas properti yang akan dibangun

No.	Tipe Sungai	Typical Potongan Melintang	Diluar Kawasan Perkotaan		Didalam Kawasan Perkotaan		Pasal
			Kriteria	Sempadan Sekurang-Kurangnya	Kriteria	Sempadan Sekurang-Kurangnya	
1	Sungai bertanggul (diukur dan kaki tanggul sebelah luar)			5 m		3 m	Ps. 6
2	Sungai tak bertanggul (diukur dari tepi sungai)		Sungai besar (Luas DPS > 500 Km ²)	100 m	Kedalaman > 20 m	30 m	Ps 7 dan 8
			Sungai kecil (Luas DPS < 500 Km ²)	50 m	Kedalaman 3 m sd. 20 m kedalaman sd. 3 m	10 m	Ps 7 dan 8
3	Danau/Waduk (diukur dan tihk pasang tertinggi ke arah darat)		-	50 m	-	50 m	Ps 10
4	Mata air (sekitar mata air)		-	200 m	-	200 m	Ps 10
5	Sungai yang terpengaruh pasang surut air laut (dari tepi sungai)		-	100 m	-	100 m	Ps 10

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 63/PRT/1993 pasal 5 s.d 10

Gambar 12. Kriteria Penetapan Garis Sempadan Sungai

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 63 Tahun 1993, penetapan garis sempadan sungai bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan perlindungan, penggunaan, dan

pengendalian sumber daya alam yang terdapat di sungai, danau, atau waduk dapat dilakukan sesuai dengan tujuan-tujuannya. Tujuan dari penetapan garis sempadan sungai meliputi:

- Memastikan tidak terganggunya fungsi sungai, danau, atau waduk oleh aktivitas yang berada di sekitarnya.
- Meningkatkan pemanfaatan dan nilai sumber daya alam yang ada dengan hasil yang optimal, serta menjaga fungsi sungai, danau, atau waduk.
- Membatasi kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas di sungai, danau, atau waduk.

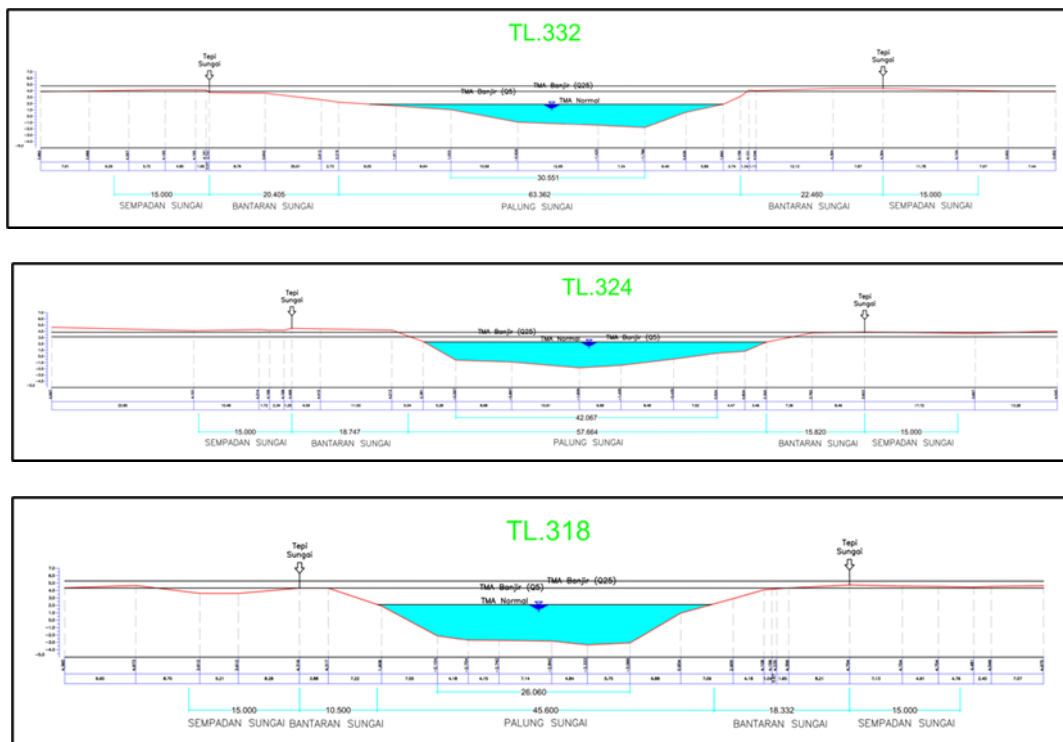
Penetapan Garis Sempadan Sungai

Penetapan garis sempadan sungai sesuai dengan peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang sempadan sungai, seperti pada gambar berikut:



Gambar 13. Garis Sempadan Sungai dengan Lebar 15 meter

Penetapan garis sempadan sungai pada gambar di atas sesuai dengan Peraturan Pemerintahan dengan kriteria sungai tak bertanggul (diukur dari tepi sungai) dengan kedalaman 3 meter sampai 20 meter. Adapun garis sempadan sungai yang ditinjau dari profil melintang sungai tallo dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14. Garis Sempadan Sungai pada Profil Melintang

KESIMPULAN

Setelah dilakukan kajian terkait Penataan Ruang Air Milik Sungai Tallo dalam Rangka Pengendalian Banjir, beberapa hasil dapat disimpulkan sebagai berikut :

Hasil analisis debit banjir rencana Q25 pada daerah hilir Sungai Tallo sebesar 552.87 m³/detik. Menyebabkan kenaikan tinggi muka air 0.8 meter di Kawasan sekitar lokasi penelitian. Dengan begitu dengan kondisi debit sungai yang besar perlu adanya tanggul karena dengan pengaturan sempadan sungai pun tetap terjadi banjir. Berdasarkan penentuan garis sempadan dengan lebar 15 meter dari tepi sungai, terdapat 21 rumah yang melanggar masuk di daerah kawasan sempadan sungai sekitar lokasi penelitian. Sungai Tallo di Kota Makassar merupakan salah satu sungai yang sering mengalami banjir. Banjir disebabkan oleh berbagai faktor seperti curah hujan yang tinggi, perubahan lingkungan, dan perencanaan pengendalian banjir yang tidak optimal. Pengendalian banjir Sungai Tallo dapat dilakukan dengan menggunakan metode struktur seperti pembangunan waduk atau normalisasi sungai. Selain itu, perlu dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui sebaran genangan banjir pada setiap kala ulang banjir. Penetapan garis sempadan sungai sangat penting dalam menjaga keselamatan dan kelestarian sungai. Penetapan batas sungai harus memperhatikan sifat alami sungai, konteks sosial dan budaya masyarakat di sekitarnya, serta kelancaran pelaksanaan operasi dan pemeliharaan sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qadri, M. Yoesril, Muhammad Ichsan, Ratna Musa, Muhammad Haris, and Andi Amin Latif. 2023. "Studi Kapasitas Dan Debit Banjir Pada Sungai Tallo Kota Makassar." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil* 5(2):174–85.
- Alfianshar, Muh, Muhammad Nur Fath, Indriyanti Azis, and Farida Gaffar. 2023. "Analisis Perencanaan Sistem Drainase Sebagai Upaya Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Tallo Kota Makassar." *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial* 10(11):5099–5106.
- Bahri, Syamsul. 2018. "Kajian Adaptasi Terhadap Banjir Di Kota Makassar."
- Chaerunnisa, Runi. 2023. "Pengaruh Sumur Resapan Pada Pengurangan Debit Limpasan Permukaan Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Yogyakarta."
- Ija, Lulu Isnaini. 2022. "Analisis Penambahan Sistem Polder Pada Daerah Aliran Sungai Gonjol Dalam Upaya Menanggulangi Banjir Di Kecamatan Sayung."
- Jaya, Sumber. 2021. "Normalisasi Sungai Winongo Untuk Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Mlati Kabupaten Sleman Yogyakarta Menggunakan Aplikasi Hec-Ras 5.0. 7."
- Lestari, Utami Sylvia. 2016. "Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio)." *Poros Teknik* 8(2):86–96.
- Manunggal, Bayu Trisno. 2023. "Studi Alternatif Penanggulangan Banjir Sungai Code Dengan Metode Sudetan Di Kecamatan Gondomanan Kota Yogyakarta Menggunakan Hec-Ras 5.0. 7."
- Musa, Ratna, And Ali Mallombassi. 2022. "Kajian Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Gilireng (Das Gilireng)." *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur Dan Sains* 1(8):12–19.
- Pasa, Kezia, Mahmud Achmad, And Sitti Nur Faridah. 2017. "Hydrograph Debit Banjir Rencana Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Tallo Makassar Dengan Model Hidrologi Hec-Hms." *Jurnal Agritechno* 152–66.
- Ratnasari, Beta. 2021. "Kajian Penetapan Daerah Sempadan Sungai Di Provinsi Lampung (Studi Kasus Di Sungai Way Ketibung)."
- Sambas, Amirul Mu'minin. 2017. "Kajian Kawasan Berpotensi Banjir Dan Mitigasi Bencana Banjir

-
- Pada Sub Daerah Aliran Sungai (Das) Walanae Kecamatan Dua Boccoe Kabupaten Bone.” *Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Sofia, Dewi Ayu, And Noneng Nursila. 2022. “Analisis Frekuensi Curah Hujan Di Daerah Aliran Sungai Cimandiri Sukabumi.” Pp. 424–31 In *Semnastera (Seminar Nasional Teknologi Dan Riset Terapan)*. Vol. 4.
- Sulftia, Andryani. 2019. “Studi Pengendalian Banjir Di Jalan Urip Sumoharjo Kota Makassar Dengan Metode Sistem Polder.”
- Tiwow, Vistarani Arini, And Meytij Jeanne Rampe. 2022. “Studi Suseptibilitas Magnetik Bergantung Frekuensi Pada Sedimen Sungai Tallo, Kota Makassar, Indonesia.” *Jurnal Fisika Unand* 11(4):474–81.
- Wardoyo, Ir Wasis. 2020. “Analisa Pengaruh Tampungandan Terhadap Pengendalian Banjir Dan Penyediaan Air Baku Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Kemuning-Sampang.”
- Wicaksono, Ega Adhi. 2021. “Kajian Cemarandan Mikroplastik Pada Sungai-Sungai Di Kota Makassar Serta Dampaknya Terhadap Ikan Komersial= Study On Microplastic Pollution In Rivers Of Makassar City And Its Impact On Commercial Fish.”



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License