

**EVALUASI DIMENSI SALURAN DRAINASE SEBAGAI UPAYA
PENGENDALIAN BANJIR DI DESA MINANGANDALA KECAMATAN
MASAMA**

***EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL DIMENSIONS AS A FLOOD CONTROL
MEASURE IN MINANGANDALA VILLAGE, MASAMA DISTRICT***

Diah Indradewi¹, Diah Hariyami², Rahmawati Hilipito³.

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tompotika Luwuk
email : diahindradewi@gmail.com¹, diahhariyamik68@gmail.com²,
amahilipito@gmail.com³.

Abstrak

Ketidaklayakan saluran drainase, kurangnya perawatan, dimensi yang tidak sesuai kebutuhan, penurunan kapasitas tampung serta penyumbatan yang terjadi pada saluran menjadi masalah dalam pengendalian banjir di Desa Minangandala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir rancangan yang membebani saluran drainase di Desa Minangandala dan menemukan dimensi saluran yang tepat sebagai upaya pengendalian banjir. Saluran drainase dievaluasi dimensinya dengan membandingkan debit banjir rancangan berdasarkan metode rasional dengan debit eksisting saluran. Diketahui dimensi eksisting saluran memiliki lebar dasar 40 cm, lebar atas 60 cm dan tinggi 70 cm. Diperoleh debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun pada saluran S1 sebesar 0,5742 m³/s dan S6 sebesar 0,1884 m³/s. Nilai tersebut lebih besar dari debit eksisting saluran S1 yaitu 0,5337 m³/s dan S6 yaitu 0,1738 m³/s. Oleh karena itu dimensi saluran drainase dirancang ulang dengan menambah tinggi saluran sebesar 10 cm sehingga didapatkan debit saluran baru S1 sebesar 0,6508 m³/s dan S6 sebesar 0,2120 m³/s.

Kata kunci : evaluasi, dimensi saluran, drainase, banjir

Abstract

Inadequacy of drainage channels, lack of maintenance, dimensions that do not meet requirements, decreased capacity and blockages that occur in channels are problems in controlling floods in Minangandala Village. This research aims to determine the design flood discharge that burdens the drainage channel in Minangandala Village and find the appropriate channel dimensions as a flood control measure. The dimensions of the drainage channel are evaluated by comparing the design flood discharge based on the rational method with the existing channel discharge. It is known that the existing dimensions of the channel have a base width of 40 cm, top width of 60 cm and height of 70 cm. The 5-year return period design flood discharge in channel S1 was 0.5742 m³/s and S6 was 0.1884 m³/s. This value is greater than the existing discharge of channel S1, namely 0.5337 m³/s and S6, namely 0.1738 m³/s. Therefore, the dimensions of the drainage channel were redesigned by increasing the channel height by 10 cm so that the new channel discharge S1 was 0.6508 m³/s and S6 was 0.2120 m³/s.

Keywords : evaluation, channel dimensions, drainage, flooding

PENDAHULUAN

Banjir adalah fenomena alam yang sering terjadi. Banjir merupakan suatu kondisi dimana tidak dapat menampung air pada saluran pembuang atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang. Banjir disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain curah hujan yang tinggi, kondisi daerah tangkapan hujan, kondisi topografi, serta kapasitas jaringan saluran air (drainase) (Astuti & Sudarsono, 2018).

Daerah Kecamatan Masama ialah daerah yang setiap tahunnya mengalami banjir salah satunya di Desa Minangandala. Menurut Laporan Jurnalis Asnawi Zikri dalam TribunPalu.com (2022), sumber air banjir berasal dari aliran air sungai yang meluap apabila dalam waktu yang lama terjadi curah hujan berintensitas tinggi. Hal ini sering terjadi pada setiap musim penghujan karena kondisi topografi Desa Minangandala terletak pada daerah dataran rendah. Air yang meluap menggenangi area pemukiman warga dan area persawahan. Hal ini mengakibatkan kerugian yang besar bagi masyarakat Desa Minangandala.

Banjir yang terjadi di daerah tersebut dapat dikendalikan pengalirannya, dan diminimalisir frekuensinya apabila terdapat saluran drainase yang baik. Namun yang terjadi di Desa Minangandala adalah saluran drainasenya tidak sanggup mewadahi debit banjir yang terjadi. Oleh karena itu banjir menyebar luas ke pemukiman warga dan area persawahan.

Drainase berdasarkan fungsinya:

- Drainase *single purpose* ialah saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan satu jenis air buangan antara lain air hujan atau air limbah atau lainnya.
- Drainase *multipurpose* ialah saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan lebih dari satu air buangan, secara bercampur ataupun bergantian.

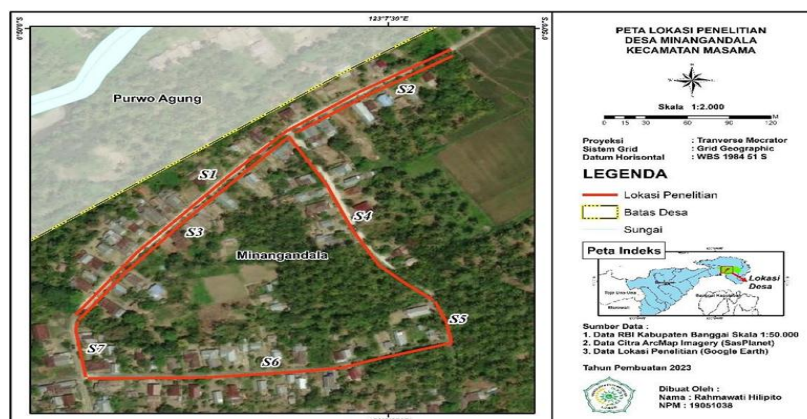
METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Pada penelitian ini dipilih metode penelitian evaluatif. Penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi keberhasilan manfaat, kegunaan, kelayakan dan sumbangan suatu program/rencana kegiatan yang dilaksanakan oleh unit/Lembaga tertentu (Yuniari dkk., 2021). Obyek penelitian yaitu saluran drainase akan dievaluasi dimensinya untuk dapat berfungsi sebagai pengendali banjir tahunan yang terjadi di Desa Minangandala.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Minangandala Kecamatan Masama Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah. Obyek dalam penelitian ini adalah saluran drainase Desa Minangandala.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data hidrologi dan data hidrolika yang meliputi data eksisting saluran drainase, data curah hujan selama 10 tahun, peta topografi, dan peta tata guna lahan.

Teknik Analisis Data

Data hidrologi diolah untuk menganalisa curah hujan menggunakan analisis distribusi frekuensi yang sebelumnya dihitung parameter statistiknya terlebih dahulu kemudian ditentukan akan dihitung menggunakan metode distribusi Gumbel, Normal, Log Normal, atau Log Pearson III. Kemudian dilakukan uji kecocokan menggunakan Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi-Kuadrat. Selanjutnya dilakukan analisis debit banjir rancangan dengan metode rasional.

Data eksisting saluran yang diperoleh langsung di lapangan digunakan untuk memperoleh dimensi saluran drainase dan kapasitasnya. Kemudian dilakukan analisa hidrolika untuk menentukan kecepatan pengaliran dan dilakukan perhitungan debit aliran maksimum. Setelah semua data yang diperoleh telah dianalisis, dilakukan evaluasi masing-masing nilai yang dihasilkan untuk mendapatkan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrolika

1. Curah Hujan Rata-Rata

Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan harian maksimum tahunan dari stasiun terdekat dengan lokasi penelitian yaitu Stasiun Hujan Cemerlang Kecamatan Masama. Digunakan sebanyak 10 tahun data curah hujan, dari 2013 hingga 2022. Data tersebut disajikan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1 Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												CH
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Maks
2013	3	8	33	61	42	42	68	70	57	48	68	11	70
2014	10	14	41	42	79	132	47	69	29	36	5	12	132
2015	16	4	16	21	186	-	109	9	6	-	4	17	186
2016	73	33	38	73	29	92	43	51	55	16	29	23	92

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												CH
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Maks
2017	7	13	-	20	104	79,5	162	41	197	33	11	9	197
2018	20	10	18	72	102	127	64	69	106	9,5	16	22	127
2019	23	16	5	145	88	49	31	26	23	97	2	11	145
2020	6	28	70	28	68	150	124	55	36	37	41,5	12	150
2021	33	40	50	26	67	35	96	53	73	36	33	17,5	96
2022	24	19	36	18,5	72	36	140	104,5	117	21	23	3	140

Sumber: BMKG Kab. Banggai

2. Analisa Frekuensi

Ada empat metode untuk menghitung periode ulang rencana yakni distribusi normal, distribusi gumbel, distribusi log normal, serta distribusi log pearson type III. Sebelum itu, data yang diperoleh perlu dihitung parameter statistiknya terlebih dahulu untuk menentukan metode distribusi yang sesuai. Syarat parameter tiap metode ditunjukkan pada Tabel 2. Perhitungan parameter statistiknya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Analisa Frekuensi Curah Hujan

No Tahun	Xi	x	(Xi-x)	(Xi-x) ²	(Xi-x) ³	(Xi-x) ⁴
1 2013	70	133,5	-63,5	4032,25	-256047,9	16259040
2 2014	132	133,5	-1,5	2,25	-3,375	5,0625
3 2015	186	133,5	52,5	2756,25	144703,1	7596914
4 2016	92	133,5	-41,5	1722,25	-71473,38	2966145
5 2017	197	133,5	63,5	4032,25	256047,9	16259040
6 2018	127	133,5	-6,5	42,25	-274,625	1785,063
7 2019	145	133,5	11,5	132,25	1520,875	17490,06
8 2020	150	133,5	16,5	272,25	4492,125	74120,06
9 2021	96	133,5	-37,5	1406,25	-52734,38	1977539
10 2022	140	133,5	6,5	42,25	274,625	1785,063
Jumlah	1335		0	14440,5	26505	45153863,625

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

- Nilai rata-rata ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=0}^n xi}{n} = \frac{1335}{10} = 133,5$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (xi - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{14440,5}{10 - 1}} = 40,056$$

- Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{40,056}{133,5} = 0,3$$

- Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=0}^n (xi - \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times 26505}{(10 - 1)(10 - 2)40,056^3} = 0,57$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \times \sum_{i=0}^n (xi - \bar{x})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4}$$

$$Ck = \frac{10 \times 45153863,635}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)40,056^4} = 0,348$$

Tabel 3 Hasil Uji Parameter Statistik

Jenis Distribusi	Data	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs	0	0,057	Tidak Diterima
	Ck	3	0,348	Tidak Diterima
Gumbel	Cs	1,14	0,057	Tidak Diterima
	Ck	5,4	0,348	Tidak Diterima
Log Normal	Cs	0,927	0,057	Tidak Diterima
	Ck	4,566	0,348	Tidak Diterima
Log Pearson Type III	Cs	tanpa syarat	0,057	Diterima
	Ck	tanpa syarat	0,348	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Dari hasil analisa parameter statistik, satu-satunya jenis distribusi yang di terima menurut syaratnya ialah metode distribusi log pearson type III. Maka digunakan metode distribusi log pearson type III untuk penyelesaian tugas akhir.

3. Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4 Perhitungan Distribusi Log Pearson Type III

Tahun	Xi	LogXi	LogX	(LogX-LogX)	(LogX-LogX) ²	(LogX-LogX) ³
2013	70	1,845	2,106	-0,261	0,068	-0,018
2014	132	2,121	2,106	0,014	0,000	0,000
2015	186	2,270	2,106	0,163	0,027	0,004
2016	92	1,964	2,106	-0,143	0,020	-0,003
2017	197	2,294	2,106	0,188	0,035	0,007
2018	127	2,104	2,106	-0,003	0,000	0,000
2019	145	2,161	2,106	0,055	0,003	0,000
2020	150	2,176	2,106	0,070	0,005	0,000
2021	96	1,982	2,106	-0,124	0,015	-0,002
2022	140	2,146	2,106	0,040	0,002	0,000
Jumlah	1335	21,063		0	0,176	-0,011

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Prosedur perhitungan distribusi Log Pearson Type III yaitu sebagaiberikut.

- (1) Menentukan log dari semua variat X
- (2) Menghitung nilai rata-ratanya

$$\log X = \frac{\sum_{i=0}^n \log X}{n} = \frac{21,063}{10} = 2,106$$

(3) Menghitung standar deviasi dari log X

$$S \log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (\log Xi - \log X)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,176}{10 - 1}} = 0,140$$

(4) Koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum_{i=0}^n (\log xi - \log X)^3}{(n - 1)(n - 2)(S \log x)^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times (-0,011)}{(10 - 1)(10 - 2)(0,140)^3} = -0,563$$

(5) Tentukan nilai K_T , diperoleh dari Tabel 2.3. Namun karena hasil $Cs = -0,563$ tidak tercantum pada tabel tersebut, maka digunakan rumus interpolasi untuk mendapatkan nilai K_T .

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Dengan :

y = k yang di cari

y1 = k diatasnya

y0 = k dibawahnya

x = CS yang di cari

x1 = CS diatasnya

x0 = CS dibawahnya

Berikut contoh perhitungan untuk periode ulang 2 tahun.

$$y = y_0 + \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

$$y = 0,083 + \frac{0,099 - 0,083}{-0,6 - (-0,5)} (-0,0563 - (-0,5)) = 0,093$$

Tabel 5 Perhitungan Interpolasi Nilai K_T

Cs	2	5	10	25	50	100
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
-0,563	0,093	0,857	1,206	1,543	1,741	1,908
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

- (6) Hitung logaritma nilai X , berikut contoh perhitungan untuk periode ulang 2 tahun ($T = 2$).

$$\log X_2 = \log X + K_2 \times S \log X = 2,106 + 0,093 \times 0,140 = 2,119$$

- (7) Tentukan nilai anti log X ,

$$X_2 = 10^{\log X_2} = 10^{2,119} = 131,615$$

Tabel 6 Curah Hujan Rancangan

Kala Ulang (Tahun)	KT	XT
2	0,093	131,615
5	0,857	168,262
10	1,206	188,276
25	1,543	209,808
50	1,741	223,659
100	1,908	235,983

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

4. Uji Kecocokan Distribusi

a. Uji Chi-Kuadrat

Dalam pengujian distribusi Chi-Kuadrat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

- (1) Data pengamatan diurutkan dari kecil ke besar,

Tabel 7 Data Curah Hujan Diurutkan Dari Kecil Ke Besar

No	X
1	197
2	186
3	150
4	145
5	140
6	132
7	127
8	96
9	92
10	70

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

- (2) Menghitung jumlah kelas, Jumlah data (n) = 10

$$K = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 10 = 4,3 \approx 5 \text{ kelas}$$

- (3) Menghitung nilai DK dan parameter X^2_{cr} ,

$$DK = K - (P + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$$

Jika $DK = 2$, nilai $\alpha = 5\%$, maka $X^2_{cr} = 5,991$ (tabel 2.8)

- (4) Menghitung kelas distribusi,

$$EF = \frac{n}{K} = \frac{10}{5} = 2$$

- (5) Menghitung interval kelas,

$$P(x) = \frac{1}{K} \times 100\% = \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$$

$$P(x) = 20\% \text{ dengan } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{20\%} = 5 \text{ tahun}$$

$$P(x) = 40\% \text{ dengan } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{40\%} = 2,5 \text{ tahun}$$

$$P(x) = 60\% \text{ dengan } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{60\%} = 1,67 \text{ tahun}$$

$$P(x) = 80\% \text{ dengan } T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{80\%} = 1,25 \text{ tahun}$$

Kemudian dihitung distribusi log pearson type III dengan persamaan garis lurus, sebelumnya dicari nilai KT terlebih dahulu dengan cara interpolasi dan didapat persamaan berikut; $y = 0,4444\ln(x) + 0,0141$.

Tabel 8 Uji Chi-Kuadrat dengan Metode Distribusi
Log Pearson Type III

PUH	KTR	XTR
5 tahun	0,729	161,512
2,5 tahun	0,421	146,275
1,67 tahun	0,241	138,037
1,25 tahun	0,113	132,475

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

- (6) Menghitung parameter X^2 ,

Tabel 9 Perhitungan nilai X^2 untuk Uji Chi-Kuadrat Dengan Metode Distribusi
Log Pearson Type III

Kelas	Interval	EF	OF	$(EF-OF)^2$	$((EF-OF)^2)/EF$
1	< 132,4751	2	5	9	4,5
2	132,4751 - 138,0369	2	0	4	2
3	138,03689 - 146,2746	2	2	0	0
4	146,2746 - 161,5116	2	1	1	0,5
5	> 161,5116	2	2	0	0
Jumlah		10	10		7

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

- (7) Membandingkan nilai X^2 terhadap X^2_{cr} .

Dari tabel 4.9 didapat nilai $X^2 = 7$. Jika dibandingkan dengan nilai X^2_{cr} maka $X^2 = 7 > X^2_{cr} = 5,991$. Sehingga berdasarkan hasil uji chi-kuadrat dinyatakan bahwa metode distribusi Log Pearson Type III tidak dapat diterima.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel 4. 10 Uji Smirnov-Kolmogorov dengan Metode Distribusi LogPearson Type III

No	Xi	Log Xi	Log X	Pe	f(t)	P'	Pt	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	197	2,294	2,106	0,091	1,35	0,911	0,089	-0,002
2	186	2,27		0,182	1,17	0,879	0,121	-0,061
3	150	2,176		0,273	0,5	0,691	0,309	0,036
4	145	2,161		0,364	0,39	0,652	0,348	-0,015
5	140	2,146		0,455	0,29	0,614	0,386	-0,069
6	132	2,121		0,545	0,1	0,54	0,46	-0,085
7	127	2,104		0,636	-0,02	0,492	0,508	-0,128
8	96	1,982		0,727	-0,89	0,187	0,813	0,086
9	92	1,964		0,818	-1,02	0,154	0,846	0,028
10	70	1,845		0,909	-1,87	0,031	0,969	0,06
n = 10							ΔP maks = 0,086	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Keterangan tabel:

- Kolom 1) :Nomor urut data
 Kolom 2) :Data urut dari besar ke kecil (Xi)
 Kolom 3) :Log dari semua data (log Xi)
 Kolom 4) :Rata-rata dari log Xi
 Kolom 5) :Peluang empiris
 contoh perhitungan baris 1 (m = 1) :

$$Pe = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

- Kolom 6) : nilai f(t) digunakan untuk menentukan nilai tabel wilayah luas di bawah kurva normal

$$f(t) = K_T - \frac{\log Xi - \log X}{S \log X} - \frac{2,294 - 2,106}{0,140} = 1,35$$

- Kolom 7) : P' = nilai dari tabel wilayah luas di bawah kurva normal P' ditentukan berdasarkan nilai f(t)

- Kolom 8) : Pt = 1 - P'
 Pt(1) = 1 - P'(1) = 1 - 0,911 = 0,089

- Kolom 9) : ΔP = Pe - Pt
 ΔP = 0,091 - 0,089 = -0,002

Dari tabel perhitungan di atas, didapat hasil nilai ΔPmaks = 0,086. Dari tabel 2.9, untuk α = 5% didapat nilai ΔPkritis = 0,41. Jika dibandingkan nilai ΔPmaks < ΔPkritis. Maka berdasarkan hasil Uji Smirnov-Kolmogorov dinyatakan bahwa Distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun didapat sebesar 168,262mm. Berdasarkan nilai curah hujan tersebut didapat debit banjir rancangan berkisar 0,0371-0,5781 m³/s.
2. Beberapa saluran drainase di Desa Minangandala masih ada yang tidak memenuhi kapasitas untuk menampung debit banjir rancangan diantaranya adalah saluran S1 dan S6. Oleh karena itu direncanakan ulang saluran dengan melakukan penambahan tinggi saluran yang semula dimensi saluran memiliki lebar dasar 40cm dan tinggi 70cm dirancang ulang dengan dimensi yang memiliki lebar dasar 40cm dan tinggi 80cm dan diperoleh debit saluran baru S1 sebesar 0,6508 m³/s dan S6 sebesar 0,2120 m³/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F., Junaedi, N. I., & Wijaya, I. (2022). Analisa Debit Rancangan Dan Kapasitas Tampang Drainase Serta Mengevaluasi Sistem Saluran Drainase Di Jalan Kh Wahid Hasyim Sempaja Kota Samarinda. *Rang Teknik Journal*, 5(1), 94–103. <https://doi.org/10.31869/Rtj.V5i1.2815>
- Astika, M. N., & Cahyonugroho, O. H. (2020). Evaluasi Sistem Drainase Di Wilayah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Dengan Software Hec- Ras. *Jurnal Envirous* Vol, 1(1), 55–64.
- Astuti, A. F., & Sudarsono, H. (2018). Analisis Penanggulangan Banjir Sungai Kanci. *Jurnal Konstruksi*, Vii(3), 163–170.
- Junaedi, N. I., & Agustina, F. (2021). Analisa Debit Banjir Rancangan Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Jalan K.H Wahid Hasyim Sempaja Samarinda.
- Krisnayanti, D. S., & Hunggurami, E. (2017). Perencanaan Drainase Kota Seba. *Jurnal Teknik Sipil*, VI (1), 89–102.
- Laxsmanta, S. B. (2022). Studi Evaluasi Dan Perencanaan Kapasitas Drainase Perkotaan Jl. Ahmad Yani Kecamatan Turen. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Mahendro, J. D. (2022). Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Genangan Di Kawasan Jalan Airlangga Mataram. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Standar Metode Perhitungan Debit Banjir (SK SNI M-18-1989-F), Bandung, Yayasan Lpmb - Departemen Pekerjaan Umum (1989).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, (2014).
- Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial No :P. 04/V-Set/2009 Tentang Pedoman Monitoring Dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai.
- Safitri, H., Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2021). Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Wilayah Kecamatan Kaimana Kota Kaimana Papua Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 10(4), 44–56.
- Sari, N. S. M. (2019). Studi Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Di Desa Babulu Darat Kecamatan Babulu Kabupaten Penajam Paser Utara Provinsi Kalimantan Timur. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Siklus Hidrologi Atau Siklus Air. (2014). *Siswapedia.Com*.
- Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Tahir, M., & Musa, R. (2020). Kajian Koefisien Kekasaran Manning (N) Pasangan Batu Dan Beton Berdasarkan Kuantifikasi Kekasaran Hidrolis (Studi Kasus Daerah Irigasi Wawotobi Kab. Konawe Sultra). *Jurnal Teknik Sipil Macca*, 5(2), 118–132.
- Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta Offset. Wesli. (2008). Drainase Perkotaan (1 Ed.). Graha Ilmu.

- Yulius, E. (2018). Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raya Sarua- Ciputat Tangerang Selatan Drainage Channel Evaluation On Sarua- Ciputat Raya Road Tangerang Selatan. Dalam Bentang Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil (Vol. 6, Nomor 2).
- Yuniari, Abdiyah, L., Nurjanah, S., Siregar, S. L., & Riani, P. (2021). Penelitian Evaluatif Dalam Pendidikan. Yasin : Jurnal Pendidikan Dan Sosial Budaya, 1(1), 73–87.
- Yusuf, R. M., Suganda, B. R., Barkah, M. N., & Arfiansyah, K. (2021). Analisis Debit Banjir Dengan Membandingkan Nilai Debit Banjir Metode Rasional Dan Kapasitas Debit Aliran Sungai Pada Sub-Das Ciwaringin Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. Padjadjaran Geoscience Journal, 5(4), 424–432.
- Zikri, A. (2022). Puluhan Rumah Warga Di Kecamatan Masama Banggai Tergenang. Tribunpalu.Com.
<https://Palu.Tribunnews.Com/2022/08/22/Puluhan-Rumah-Warga-Di- Kecamatan-Masama-Banggai-Tergenang>
- Zubair, A., Hatta, M. P., & Rudyanto. (2015). Identifikasi Zona Genangan Banjir Kota Makassar Berbasis Sig.