

Evaluasi Sistem Drainase terhadap Banjir pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek Km 08+000 s.d. Km 10+000

Evaluation of Drainage System Against Flooding on the Jakarta-Cikampek Toll Road from Km 08+000 to Km 10+000

Abu Rizal Khairi¹, Nuzul Barkah Prihutomo²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta

Informasi Artikel

Dikirim, 29 Agustus 2024
Direvisi, 10 Juli 2025
Diterima, 25 Juli 2025

Korespondensi Penulis:

Abu Rizal Khairi
Program Studi Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. DR. G.A Siwabessy,
Depok, Indonesia , 16425
Email:
aburizalkhairi@gmail.com

ABSTRAK

Peristiwa banjir kerap sekali terjadi pada wilayah Ibukota. Salah satu wilayah ruas jalan tol Jatibening. Pada 25 Februari 2020, ruas tol Jatibening menuju Jakarta terendam banjir dengan ketinggian air di pintu tol mencapai 1,5 meter. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi, meninjau, dan mengatasi permasalahan sistem drainase dengan langkah-langkah seperti mengumpulkan data primer berupa hasil observasi secara langsung, wawancara pada warga sekitar dan petugas keamanan, dan pengajuan dokumen kepada instansi terkait serta mengumpulkan data sekunder sebagai penunjang data primer berupa data curah hujan dan peta topografi. Setelah data didapatkan, maka dilakukan analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Hasil analisis pada kapasitas saluran terdapat beberapa saluran yang tidak dapat menampung air dan dapat mengakibatkan genangan atau banjir di saluran B3 Segmen 2 yang dimana hasil debit saluran sebenarnya sebesar 0,047 m³/detik tidak dapat menampung debit banjir rencana pada periode ulang 2 tahun sebesar 0,05 m³/detik, 5 tahun sebesar 0,07 m³/detik, dan 10 tahun sebesar 0,08 m³/detik. Dengan melakukan perencanaan ulang pada dimensi saluran yang tidak aman, didapatkan hasil yang dapat menampung limpasan sebesar 1,47 m³/detik pada saluran B3 Segmen 1 dan 0,83 m³/detik pada saluran B3 Segmen 2, agar tidak terjadinya genangan atau banjir yang sama dengan periode ulang 2,5, dan 10 tahun.

Kata Kunci : Banjir, Curah hujan, Jalan tol.

ABSTRACT

Flood events often occur in the Capital Region. One of the areas of the Jatibening toll road section. On February 25, 2020, the Jatibening toll road to Jakarta was flooded with the water level at the toll gate reaching 1.5 meters. This research was carried out to identify, review, and overcome drainage system problems with steps such as collecting primary data in the form of direct observation results, interviews with local residents and security officers, and submitting documents to related agencies as well as collecting secondary data to support primary data in the form of rainfall data and topographic maps. After the data is obtained, hydrological analysis and hydraulic analysis are carried out. The results of the analysis on the channel capacity there are several channels that cannot accommodate water and can result in inundation or flooding in the B3 Segment 2 channel where the actual channel discharge result of 0.047 m³/second cannot accommodate the planned flood discharge in the 2-year repeat period of 0.05 m³/second, 5 years of 0.07 m³/second, and 10 years of 0.08 m³/second. By re-planning the unsafe channel dimensions, results were obtained that could accommodate runoff of 1.47 m³/s in channel B3 Segment 1 and 0.83 m³/second in channel B3 Segment 2, so that inundation or flooding did not occur in the same period as the recurrence period of 2.5 and 10 years.

Keyword : Flood, Rainfall, Toll road

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembang pesat pertumbuhan penduduk menuntut adanya ketersediaan lahan. Banyak kawasan yang berfungsi sebagai kawasan penyerapan air hujan beralih fungsi menjadi kawasan infrastruktur. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Fenomena banjir yang terjadi pada drainase jalan tol telah menjadi perhatian besar bagi pemerintah dan masyarakat karena tidak hanya mengganggu lalu lintas tetapi juga menyebabkan kerugian material dan meningkatkan risiko kecelakaan bagi pengguna jalan. Penyebab terjadinya peristiwa banjir dapat disebabkan curah hujan tinggi, topografi wilayah, pasang surut pada air sungai, pertumbuhan penduduk, pembangunan sarana dan prasarana, dan pengurangan kapasitas air sungai (Setiawan et al, 2020).

Peristiwa banjir sering terjadi pada wilayah Ibukota. Salah satu wilayah yang terkena dampaknya yaitu beberapa ruas tol Jakarta-Cikampek khususnya ruas tol Jatibening. Pada 25 Februari 2020, ruas tol Jatibening menuju Jakarta terendam banjir dengan ketinggian air di pintu tol mencapai 1,5 meter. Sehingga beberapa kendaraan baik bus maupun truk tidak dapat melintas di jalan tol, bahkan pengguna jalan tol yang sudah terlanjur melewati jalan terjebak di tengah jalan tol (Kompas, 2020). Pada 20 Februari 2021, tol Jatibening ditutup total karena jalan menuju tol Jatibening tergenang air dengan ketinggian sekitar 40-60 cm dan jalan ruas tersebut tergenang sepanjang 500 meter (Liputan6, 2021).

Banjir merupakan suatu kondisi dimana saluran pembuang air sudah tidak dapat menampung sehingga mengakibatkan air meluap dan menggenangi kawasan sekitarnya (Suripin dalam Prasaptiami, 2021). Banjir menjadi permasalahan umum yang sering terjadi di beberapa kawasan di Indonesia, khususnya kawasan perkotaan. Kerugian yang disebabkan sangat besar baik dari kerugian materi maupun jiwa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian tersebut dilakukan pada sekitar Jalan Tol Jakarta-Cikampek Ruas Jatibening KM 8+000 S.D. KM 10+000 dari koordinat 6°15'26.58"S, 106°56'18.04"E sampai 6°15'22.36"S, 106°57'31.26"E dan objek yang akan ditinjau adalah sistem drainase pada Kawasan yang disebutkan sebelumnya.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Untuk alat yang dibutuhkan dalam pengumpulan data pada penelitian tersebut adalah ponsel seluler sebagai pengumpulan data-data primer dan sekunder untuk sementara dan mencadangkan data dan alat ukur berupa meteran sebagai pengukuran dimensi drainase.

Pada penelitian ini, Teknik analisis dan pengolahan data yang dilakukan dalam evaluasi drainase adalah sebagai berikut.

Analisa Hidrologi:

a. Analisa Data Hujan (Metode Rata-rata Aritmatik)

Jika hilang data kurang dari 10%, maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$H_x = 1/3 (H_a + H_b + H_c) \quad (1)$$

Dimana:

H_x = curah hujan pos X

$H_a, H_b, \text{ dan } H_c$ = curah hujan pos A, B, dan C

Jika hilang data lebih dari 10%, maka dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$H_x = 1/3 [N_x/N_a \dots H_a + N_x/N_b H_b + N_x/N_c H_c] \quad (2)$$

Dimana:

N_a, N_b dan N_c = hujan normal tahunan di pos A, B dan C

H_x, H_a, H_b dan H_c = curah hujan pos X, A, B, dan C

b. Tebal Rata-Rata Hujan (Metode Rata-rata Hitung)

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (3)$$

Dimana:

\bar{R} = curah hujan rata-rata

$R_1 - R_n$ = curah hujan untuk masing-masing pos

n = banyaknya pos hujan

c. Analisa Frekuensi Hujan (Metode Log Person)

Pada bagian Analisa frekuensi, dibuatlah hitungan elemen rumus seperti $(x_i - \bar{x})$, $(x_i - \bar{x})^2$, $(x_i - \bar{x})^3$, dan $(x_i - \bar{x})^4$. Setelah elemen rumus didapatkan, maka dapat membuat hitungan parameter terlebih dahulu pada metode yang digunakan dapat menggunakan perhitungan berikut.

- Nilai Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (4)$$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (5)$$

- Standar Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \quad (7)$$

- Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

- Koefisien Kemenceng

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (8)$$

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (9)$$

- Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (X_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad (10)$$

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (\log X_i - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad (11)$$

Dimana:

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{x} = nilai rata-rata curah hujan harian maksimum (mm)

n = jumlah tahun data hujan

s = standar deviasi

C_v = koefisien variasi

C_s = koefisien kemenceng

C_k = koefisien kurtosis

Untuk syarat yang digunakan dalam memilih jenis distribusi adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pedoman Penentuan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Gumbell	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$
Log Person III	$C_s \neq 0$

Sumber : C.D. Soemarto, Hidrologi Teknik, Edisi 2

d. Uji Distribusi Probabilitas (Metode Chi-Kuadrat)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (12)$$

Dimana:

χ^2 = nilai chi kuadrat

E_i = frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya

O_i = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

n = jumlah sub kelompok dalam satu grup (jumlah kelas)

Untuk nilai E_i didapatkan dari:

$$E_i = \frac{n}{N} \quad (13)$$

Dimana:

N = jumlah kelas

N = jumlah data

Untuk derajat kebebasan didapatkan dari:

$$dk = K - (\alpha + 1)$$

$$k = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana:

dk = derajat kebebasan

k = banyak kelas

α = jumlah parameter (untuk chi kuadrat = 2)

n = jumlah data

Jika nilai derajat kebebasan sudah didapatkan, maka nilai chi kuadrat kritis (χ^2_{ct}) didapatkan dari tabel sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Chi kuadrat kritis

Dk	0.99	0.975	0.95	0.05
1	0.000157	0.000982	0.00393	3.841
2	0.0201	0.0506	0.103	5.991

Sumber : C.D. Soemarto, *Hidrologi Teknik, Edisi 2*

Jika nilai perbandingan pada x^2 (nilai chi kuadrat) lebih kecil dari x^2_{ct} (nilai chi kuadrat kritis), maka sampel dapat diterima

e. Analisis Intensitas Curah Hujan (Metode Dr. Monosobe)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (14)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya turun hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

Analisa Hidrolika:

a. Debit Banjir Rencana

Untuk tahapan dalam analisis yang digunakan adalah sebagai berikut.

a) Kecepatan Aliran

$$V = 72. \left(\frac{H}{L} \right)^{0,6} \quad (15)$$

Dimana:

H = Beda tinggi antara titik terjauh dan mulut daerah pengaliran (km)

L = panjang sungai (km)

V = kecepatan banjir (km/jam)

b) Waktu Konsentrasi

$$t_c = t_o + t_d \quad (16)$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \cdot 3.28 \cdot L_o \cdot \frac{nd}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,167} \quad (17)$$

$$t_d = \frac{L}{60 \cdot V} \quad (18)$$

Dimana:

t_o = waktu limpasan (menit)

L_o = panjang limpasan (m)

S_o = kemiringan medan limpasan (%)

C = angka pengaliran

L = panjang saluran (m)

V = kecepatan alir rata-rata (m/detik)

c) Intensitas Curah Hujan

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (19)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya turun hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

d) Koefisien Aliran

$$C_w = \frac{A_1.C_1 + A_2.C_2 + \dots + A_n.C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (20)$$

Dimana:

$C_1, C_2,$ dan C_n = koefisien pengaliran untuk setiap sub catchment area

$A_1, A_2,$ dan A_n = sub area dengan karakteristik permukaan tanah berbeda

e) Debit Banjir Rencana

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (21)$$

Dimana:

Q = kapasitas pengaliran ($m^3/detik$)

C = koefisien pengaliran

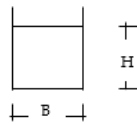
I = intensitas hujan pada periode ulang tertentu (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

b. Analisa Kapasitas Saluran

a) Dimensi Penampang Saluran

- Penampang Persegi



Luas Penampang

$$(F_s) = B.H \quad (22)$$

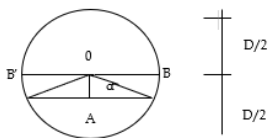
Keliling Basah

$$(P_s) = B + 2H \quad (23)$$

Radius Hidrolik

$$(R_s) = F_s/P_s \quad (24)$$

- Penampang Lingkaran



Luas Penampang

$$(F_s) = (1/2.BB'.OA) + ((2\alpha/360^\circ).1/4\pi D^2) \quad (25)$$

Keliling Basah

$$(P_s) = 2\alpha/360\pi D \quad (26)$$

Radius Hidrolik

$$(R_s) = F_s/P_s \quad (27)$$

b) Kecepatan Aliran (Metode Manning)

$$v = \frac{1}{n} R_s^{2/3} S^{1/2} \quad (28)$$

Dimana:

- v = kecepatan aliran air di saluran (m/detik)
 n = koefisien kekerasan dinding
 Rs = radius hidrolis
 S = kemiringan saluran

c) *Run Off Coefficient*

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (29)$$

Dimana:

- Q = kapasitas pengaliran (m³/detik)
 C = koefisien pengaliran
 I = intensitas hujan pada periode ulang tertentu (mm/jam)
 A = luas daerah pengaliran (km²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 3 stasiun yang ditinjau, maka data curah hujan yang diambil pada penelitian ini adalah data curah hujan Stasiun BMKG Halim Perdanakusuma.

Tabel 3. Data Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maks Tahunan (mm)
1	2014	120.80
2	2015	124.60
3	2016	111.60
4	2017	136.30
5	2018	101.20
6	2019	100.65
7	2020	214.01
8	2021	91.99
9	2022	180.24
10	2023	72.61
rata-rata		125.40

3.1. Tebal Rata-rata Hujan

Untuk rata-rata curah hujan yang hanya hanya menggunakan 1 stasiun terdekat saja dan mengambil contoh rata-rata curah hujan pada tahun 2014 dihitung dengan menggunakan metode aritmatik dan rumus nomor 3, maka dapat diperoleh rata-rata curah hujan selama 10 tahun sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tebal rata-rata hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maks Tahunan (mm)
1	2014	120.80
2	2015	124.60
3	2016	111.60
4	2017	136.30
5	2018	101.20
6	2019	100.65
7	2020	214.01
8	2021	91.99
9	2022	180.24
10	2023	72.61
rata-rata		125.40

3.2. Analisa Frekuensi

Pada bagian Analisa frekuensi, maka dapat membuat hitungan elemen rumus terlebih dahulu pada metode yang digunakan, setelah elemen rumus didapat, maka dapat membuat hitungan parameter terlebih dahulu dan

dari hasil analisa frekuensi yang diperoleh, maka diambil dari perbandingan syarat distribusi yang memenuhi kriteria dengan ditunjukkan tabel sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Syarat Distribusi dan Hasil Perhitungan

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Gumbell	$C_s \leq 1.1396$	1.1641	Tidak Memenuhi
	$C_k \leq 5.4002$	4.8730	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3$	0.4996	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.383$	4.1411	Tidak Memenuhi
Normal	$C_s \approx 0$	1.1641	Tidak Memenuhi
	$C_k \approx 3$	4.8730	Tidak Memenuhi
Log Person III	$C_s < 0$	0.4996	Memenuhi

Untuk jenis distribusi yang digunakan adalah metode distribusi Log Person III, maka dapat diperoleh hasil periode ulang tahun sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Analisis Frekuensi

Periode Ulang (Tahun)	G	Log X	Xt
2	-0.083	2.066439	116.5304
5	0.808	2.189216	154.6022
10	1.323	2.260181	182.0459
20	1.714	2.314105	206.1129
25	1.91	2.341067	219.3145
50	2.311	2.396324	249.0713
100	2.686	2.447997	280.5417

3.3. Uji Distribusi Probabilitas

Sebelum melakukan pengujian kesesuaian distribusi probabilitas, data curah hujan harus diurutkan terlebih dahulu dari nilai curah hujan yang terbesar sampai dengan yang terkecil atau sebaliknya, setelah mendapatkan periode ulang dari kelas distribusi, dilakukan pengujian kesesuaian distribusi probabilitas, sebelum menghitung nilai untuk x_2 , maka menghitung dahulu nilai pada interval kelas sesuai dengan kelas distribusi dan periode ulang (tahun) seperti pada tabel berikut.

Tabel 7. Interval Kelas distribusi Probabilitas

Periode Ulang (Tahun)	Kt	Log Xt	Xt (mm)
5	0.81	2.1892	154.6022
2.5	0.066	2.0869	122.1524
1.67	-0.42	2.0196	104.6096
1.25	-0.86	1.9599	91.1848

Untuk perhitungan nilai x^2 pada distribusi probabilitas seperti pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Uji Chi-kuadrat

Kelas	Interval	Oi	Ei	(Oi-Ei)	(Oi-Ei) ² /Ei
1	< 91.1848	1	2	-1	0.5
2	91.1848 – 104.6096	3	2	1	0.5
3	104.6096 – 122.1524	2	2	0	0
4	122.1524 – 154.6022	2	2	0	0
5	> 154.6022	2	2	0	0
Jumlah		10	10	0	1

Sesuai dengan syarat sampel distribusi tersebut dapat dianalisis adalah nilai $x_2 < x_{2ct}$. Dari hasil diatas, maka dapat dilakukan analisis dengan sebagai berikut $x_2 = 1 < x_{2ct} = 5,991 \rightarrow$ Dapat dilakukan analisis

3.4. Intensitas Curah Hujan

Dengan menggunakan rumus yang sama dalam menghitung intensitas curah hujan di jam berikutnya, maka dapat diperoleh intensitas curah hujan selama 24 jam dengan tabel 5 jam sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Perhitungan pada Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	116.53	154.60	182.05	219.31	249.07	280.54
1	40,3988	53,5976	63,1118	76,0321	86,3482	97,2584
2	25,4497	33,7644	39,7579	47,8972	54,3960	61,2689
3	19,4217	25,7670	30,3410	36,5524	41,5119	46,7569
4	16,0323	21,2702	25,0459	30,1734	34,2673	38,5970
5	13,8162	18,3301	21,5839	26,0026	29,5307	33,2619

3.5. Debit Banjir Rencana

Untuk contoh debit banjir rencana pada saluran GA1 Segmen 1 didapatkan dari saluran yang membawa aliran air pada saluran sebelumnya, yaitu A1A segmen 4 dan 5. Dengan menggunakan rumus yang sama dalam menghitung debit banjir rencana untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 10. Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran

Saluran	Segmen	A km ²	to (menit)	td (menit)	tc (jam)	I			Cw	Qr (m ³ /detik)		
						R2	R5	R10		R2	R5	R10
saluran samping 1 (arah cikampek)												
a1		0,005	1,48	8,15	0,16	30,42	40,36	47,53	0,95	0,04	0,05	0,06
a1a	1	0,000	0,25	4,90	0,09	24,62	32,67	38,47	0,95	0,00	0,00	0,00
	2	0,000	0,47	9,55	0,17	15,80	20,96	24,68	0,95	0,00	0,00	0,00
	3	0,005	0,37	3,26	0,06	31,06	41,21	48,53	0,95	0,04	0,05	0,06
	4	0,001	0,44	0,82	0,02	62,91	83,47	98,29	0,95	0,01	0,02	0,02
	5	0,000	0,33	5,73	0,10	22,08	29,30	34,50	0,95	0,00	0,00	0,00
gal	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,02	0,02
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,02	0,02
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,04	0,05
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,06	0,07
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,10	0,11
a2		0,007	1,99	11,80	0,22	13,12	17,40	20,49	0,84	0,02	0,03	0,04
a3	1	0,000	1,64	5,55	0,12	19,71	26,15	30,79	0,95	0,00	0,00	0,00
	2	0,000	1,43	0,55	0,03	46,63	61,86	72,84	0,95	0,00	0,00	0,00
	3	0,002	1,44	7,63	0,15	16,88	22,39	26,36	0,94	0,01	0,01	0,01
	4	0,005	2,77	6,36	0,13	18,90	25,07	29,52	0,52	0,01	0,02	0,02
	5	0,002	2,83	1,64	0,07	27,03	35,86	42,22	0,40	0,00	0,01	0,01
a3a	1	0,003	1,57	3,75	0,09	24,08	31,94	37,61	0,95	0,02	0,02	0,03
	2	0,006	1,42	15,23	0,28	11,26	14,94	17,59	0,95	0,02	0,02	0,03
	3	0,000	1,24	1,56	0,05	36,97	49,05	57,76	0,95	0,00	0,00	0,00
	4	0,011	1,44	28,95	0,51	7,54	10,00	11,78	0,95	0,02	0,03	0,03
a4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,03	0,04
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,06	0,07
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,09	0,11
	4	0,004	1,37	17,12	0,31	10,50	13,93	16,40	0,95	0,01	0,02	0,02
	5	0,001	1,34	5,85	0,12	19,70	26,13	30,77	0,95	0,01	0,01	0,01
saluran samping 2 (arah jakarta)												
b1		0,005	0,67	0,56	0,02	537,12	712,61	839,10	0,95	0,69	0,91	1,07
gb1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	0,91	1,07
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,37	1,82	2,14
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2,06	2,73	3,22
b1a	1	0,000	1,12	1,11	0,04	363,25	481,92	567,47	0,85	0,01	0,02	0,02
	2	0,002	1,05	11,33	0,21	115,69	153,48	180,73	0,61	0,04	0,05	0,06
	3	0,001	0,78	6,06	0,11	171,84	227,98	268,45	0,64	0,02	0,03	0,04
	4	0,000	0,77	1,76	0,04	333,16	442,00	520,46	0,60	0,01	0,02	0,02
	5	0,002	0,91	14,28	0,25	100,92	133,90	157,67	0,68	0,04	0,05	0,06
b2		0,006	0,61	11,95	0,21	114,61	152,05	179,04	0,95	0,18	0,24	0,28
b3	1	0,006	0,73	5,92	0,11	175,13	232,35	273,60	0,95	0,28	0,37	0,44
	2	0,006	1,07	2,33	0,06	274,08	363,62	428,17	0,95	0,44	0,58	0,69

gb2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	0,96	1,13
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,16	1,54	1,82
b4		0,006	0,53	16,98	0,29	91,83	121,83	143,46	0,95	0,14	0,18	0,22	
saluran median													
m1		0,010	0,69	8,26	0,15	143,68	190,63	224,47	0,95	0,37	0,49	0,58	
mg		-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,53	0,63	
m2		0,030	0,55	37,73	0,64	54,52	72,33	85,17	0,95	0,43	0,57	0,67	
box culvert													
bc		-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	1,41	1,67	

3.6. Analisa Kapasitas dan Perbandingan

Dengan menggunakan rumus yang sama dalam menghitung kapasitas saluran untuk, maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 11. Hasil Analisa kapasitas dan Perbandingan dengan Debit rencana

Saluran	Segmen	B	H	Fs	Ps	Rs	So	nd	V	Qs	Keterangan		
		(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(%)		(m/detik)	(m ³ /detik)	R2	R5	R10
saluran samping 1 (arah cikampek)													
a1		1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,002	0,033	0,82	1,38	AMAN	AMAN	AMAN
a1a	1	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,047	0,033	3,68	6,18	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,007	0,033	1,43	2,41	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,014	0,033	2,05	3,44	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,008	0,033	1,55	2,60	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,020	0,033	2,41	4,05	AMAN	AMAN	AMAN
ga1	1	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,042	0,033	3,49	5,87	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,045	0,033	3,59	6,03	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,013	0,033	1,96	3,30	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,007	0,033	1,46	2,46	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,20	1,40	1,68	4,00	0,42	0,051	0,033	3,85	6,47	AMAN	AMAN	AMAN
a2		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,003	0,033	0,49	0,12	AMAN	AMAN	AMAN
a3	1	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,006	0,033	1,17	1,87	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,022	0,033	2,23	3,57	AMAN	AMAN	AMAN
	3	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,015	0,033	1,86	2,98	AMAN	AMAN	AMAN
	4	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,001	0,033	0,41	0,66	AMAN	AMAN	AMAN
	5	0,60	1,00	1,60	4,60	0,35	0,001	0,033	0,57	0,91	AMAN	AMAN	AMAN
a3a	1	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,003	0,035	0,55	0,27	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,009	0,035	0,96	0,46	AMAN	AMAN	AMAN
	3	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,052	0,035	2,37	1,14	AMAN	AMAN	AMAN
	4	0,60	0,80	0,48	2,20	0,22	0,009	0,035	0,96	0,46	AMAN	AMAN	AMAN
a4	1	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,018	0,035	2,47	5,45	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,103	0,035	5,82	12,84	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,071	0,035	4,84	10,70	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,022	0,035	2,69	5,95	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,044	0,035	3,81	8,42	AMAN	AMAN	AMAN
saluran samping 2 (arah jakarta)													
b1		1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,002	0,035	0,88	1,95	AMAN	AMAN	AMAN
gb1	1	1,00	1,00	0,67	2,21	0,30	0,043	0,035	2,68	1,80	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,00	1,00	0,67	2,21	0,30	0,091	0,035	3,90	2,62	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,00	1,00	0,67	2,21	0,30	0,073	0,035	3,49	2,35	AMAN	AMAN	AMAN
b1a	1	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,022	0,035	2,69	5,93	AMAN	AMAN	AMAN
	2	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,026	0,035	2,94	6,49	AMAN	AMAN	AMAN
	3	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,066	0,035	4,65	10,27	AMAN	AMAN	AMAN
	4	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,067	0,035	4,71	10,40	AMAN	AMAN	AMAN
	5	1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,040	0,035	3,65	8,06	AMAN	AMAN	AMAN
b2		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,003	0,033	0,48	0,12	AMAN	AMAN	AMAN
b3	1	0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,002	0,033	0,37	0,09	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,001	0,033	0,21	0,05	TIDAK AMAN	TIDAK AMAN	TIDAK AMAN

gb2	1	2,00	2,00	4,00	6,00	0,67	0,009	0,035	2,11	8,42	AMAN	AMAN	AMAN
	2	2,00	2,00	4,00	6,00	0,67	0,006	0,035	1,66	6,64	AMAN	AMAN	AMAN
b4		1,60	1,38	2,21	4,36	0,51	0,005	0,035	1,28	2,83	AMAN	AMAN	AMAN
saluran median													
m1		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,002	0,033	0,41	0,10	AMAN	AMAN	AMAN
mg		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,002	0,033	0,36	0,09	AMAN	AMAN	AMAN
m2		0,40	0,60	0,24	1,60	0,15	0,004	0,033	0,57	0,14	AMAN	AMAN	AMAN
box culvert													
bc		2,60	6,00	15,60	14,60	1,07	0,031	0,033	5,57	86,82	AMAN	AMAN	AMAN

3.7. Pemecahan Masalah

Dengan menggunakan rumus, maka hasil perhitungan perencanaan ulang yang diperoleh, maka perbandingan antara debit saluran sebenarnya dengan debit rencana banjir dapat ditunjukkan tabel sebagai berikut.

Tabel 12. Hasil Perencanaan Ulang dan Perbandingannya

Saluran	Segmen	Qs	Qr (m ³ /detik)			Keterangan		
		(m ³ /detik)	R2	R5	R10	R2	R5	R10
b3	1	1.471408995	0.28	0.37	0.44	AMAN	AMAN	AMAN
	2	0.834107213	0.44	0.58	0.69	AMAN	AMAN	AMAN

4. KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi yang dilakukan pada kawasan terjadinya banjir hingga ketinggian air di pintu tol mencapai 1,5meter dan ketinggian sekitar 40-60 cm yang tergenang sepanjang 500meter diakibatkan kondisi dari beberapa saluran dikawasan tersebut terdapat sedimentasi yang diakibatkan adanya sampah, tumbuhnya tanaman liar, sedimentasi akibat Proyek pembangunan kereta cepat KCIC khususnya pada bagian sekitar tol Jatibening arah Jakarta dan curah hujan yang tinggi pada saat waktu tersebut. Saluran yang tidak dapat menampung air dan dapat mengakibatkan genangan atau banjir, walaupun saluran tersebut dilakukan pembersihan dari sampah dan tanaman liar seperti pada saluran B3 Segmen 2 yang dimana hasil debit saluran sebenarnya sebesar 0,047 m³/detik tidak dapat menampung debit banjir rencana pada periode ulang 2 tahun sebesar 0,05 m³/detik, 5 tahun sebesar 0,07 m³/detik, dan 10 tahun sebesar 0,08 m³/detik. Dengan melakukan perencanaan ulang pada dimensi saluran yang tidak aman, didapatkan hasil yang dapat menampung limpasan sebesar 1,47 m³/detik pada saluran B3 Segmen 1 dan 0,83 m³/detik pada saluran B3 Segmen 2, agar tidak terjadinya genangan atau banjir yang sama dengan periode ulang 2,5, dan 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurmajida N. *Perencanaan Drainase Jalan Tol Pandaan-Malang STA. 15+000-STA. 30+000*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November; 2019.
- [2] Meuraxa YRP. *Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1*. Medan. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2021.
- [3] Reza T. KompasTV. 2020. *Banjir di Tengah Tol Jakarta-Cikampek, Truk dan Mobil Terjebak*. Available from: <https://www.kompas.tv/nasional/68263/banjir-di-tengah-tol-jakarta-cikampek-truk-dan-mobil-terjebak>
- [4] Ramadhan HF. *Analisis Intensitas Hujan Kala Ulang 2, 5 Dan 10 Tahun Di Kampus I Universitas Muhammadiyah Purwokerto Menggunakan Metode Analisis Frekuensi*. Purwokerto. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. 2017.
- [5] Setiawan H, Jalil M, Purwadi F, S CA, Brata AW, Jufda AS. *Analisis Penyebab Banjir di Kota Samarinda*. J Geogr Gea. 2020;20(1):39-43.
- [6] Sinulingga B. Liputan6. 2021. *Terendam Banjir 60 Sentimeter, Gerbang Tol Jatibening Bekasi Ditutup*. Available from: <https://www.liputan6.com/news/read/4488089/terendam-banjir-60-sentimeter-gerbang-tol-jatibening-bekasi-ditutup>
- [7] Prasaptiami I, Anggraeni R. *Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Banjir Di Wilayah Bulak Barat Dan Tengah, Klender, Jakarta Timur*. Politeknik Negeri Jakarta; 2021.
- [8] Bukhori A, Winskayati. *Kajian Perencanaan Drainase Pada Jalan Tol Cisumdawu Seksi 6A Kecamatan Ujung Jaya Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat*. Semin Nas dan Disem Tugas Akhir 2023. 2023;272-7.
- [9] Saidah H, Nur NK, Parea RR, Nur NK. *Drainase Perkotaan*. Watrianthos R, editor. Vol. 20, Yayasan Kita Menulis. Medan; 2021.
- [10] Arasty DM. *Perencanaan Saluran Drainase Jalan Tol Serpong Balaraja Seksi 1B STA. 5+150 – STA. 8+150*. J Online Skripsi Manaj Rekayasa Konstr Politek Negeri Malang. 2024;5(2):1-5.
- [11] Permana S, Fadilah M. *Analisis Curah Hujan dan Debit Banjir DAS Cipeles Terhadap Drainase Jalan Tol Cisumdawu Phase III*. J Konstr Inst Teknol Garut. 2022;20:240-51.

