

EVALUASI PENAMPANG SALURAN KEBONSARI UNTUK MENANGGULANGI BANJIR DI WILAYAH KETINTANG SELATAN KOTA SURABAYA

Diswahyudi Cahyo¹, Faradlillah Saves, ST., MT.²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Taman Pondok Jati AX 10, Sidoarjo

Email: diswahyudicahyo@gmail.com

ABSTRACT

Flooding is an event when an area is filled with water because there is no drainage that absorbs the water so that it leaves the area. Some of the causes are due to high rainfall, such as in the South Ketintang area of Surabaya which causes the canals to not accommodate rainwater properly. Evaluation of the cross-section of the canal as an alternative to accommodate the 10-year return period flood discharge of 11.054 m³/second. Evaluation of the channel cross-section was obtained from the calculation of the design rainfall for the 10 year period of 124.346 mm and with the design discharge of the HSS Nakayasu method for the 10 year period of 11.05434 m³/second. The results of the flood tracing of the Kebonsari canal show that the channel's planned flood discharge is 7,566 m³/second.

Keywords: flood, rainfall, flood discharge

ABSTRAK

Banjir merupakan sebuah kejadian ketika kawasan dipenuhi dengan air yang disebabkan tidak terdapat drainase yang menyerap air itu agar keluar kawasan. Beberapa penyebabnya dikarenakan dari tingginya curah hujan, seperti di wilayah Ketintang Selatan Surabaya yang menyebabkan saluran tidak bisa menampung air hujan secara baik. Evaluasi penampang saluran sebagai alternatif untuk menampung debit banjir rencana kala ulang 10 tahun sebesar 11,054 m³/detik. Evaluasi penampang saluran didapat dari perhitungan curah hujan rancangan periode 10 tahun sebesar 124,346 mm dan dengan debit rancangan metode HSS Nakayasu periode 10 tahun 11,05434 m³/detik. Hasil dari penelusuran banjir terhadap saluran Kebonsari didapatkan debit banjir rencana saluran sebesar 7.566 m³/detik.

Kata kunci: banjir, curah hujan, debit banjir,

1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai beberapa kota besar yang salah satunya yaitu Surabaya. Jumlah penduduk yang tinggi serta situasi kota yang lebih modern, menjadikan adanya tata guna lahan terbuka hijau yang sudah berubah menjadi bangunan tempat tinggal serta bangunan perkantoran. Hal itu bisa menyebabkan berkurangnya daerah resapan air yang menyebabkan terjadinya genangan apa bila kurang baik dan sistem drainase yang sudah ada terlihat kurang tertata dengan baik.

Menurut Surabaya Drainage Master Plan 2018, menjelaskan jika sistem drainase di Kota Surabaya digolongkan menjadi 6 rayon diantaranya yaitu Rayon Gubeng, Jambangan, Genteng, Wiyung, Tandes Barat dan Tandes Timur (Marga 2015). Pada rayon Jambangan terdapat prioritas penanganan yang dilakukan dengan wawancara dan survey lokasi, prioritas penanganan pertama merupakan titik pantauan di wilayah Ketintang Selatan Surabaya khususnya pada saluran Karah Agung atau dengan Bahasa lapangan disebut Afour Ketintang. Ketintang Selatan adalah sebuah daerah yang padat penduduk

yang ada di wilayah Surabaya sebelah selatan. Sering terjadi banjir di daerah Ketintang Selatan yang disebabkan karena saluran drainase tidak lagi mampu menampung debit banjir serta pada akhirnya meluap. Kedalaman genangan air pada tahun 2018 tercatat sekitar 19.83 cm, dengan durasi genangan sekitar 76 menit serta luasnya mencapai 19.78 hektar sementara itu kedalaman genangan pada tahun 2015 sekitar 20.89 cm, durasi waktunya sekitar 82 menit serta luasnya mencapai 21.17 hektar (Risky Aditya dan Soebagio, 2019).

Untuk menanggulangi masalah tersebut diperlukan evaluasi penampang saluran Kebonsari untuk menanggulangi banjir di wilayah Ketintang Selatan berdasarkan analisis debit banjir rencana periode kala ulang 10 tahun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut M. Natsir Abduh (2018) drainase atau dapat disebut juga dengan pengatusan, dapat diartikan proses membuang air secara alami atau dapat juga dengan cara buatan oleh manusia dari suatu tempat. Cara pembuangannya pun bermacam-macam seperti

dengan cara mengalirkan, menguras, membuang, dan juga dapat pula dengan mengalihkan air.

Luas Penampang Saluran

Luas profil basah berbentuk trapesium

$$A = \frac{(B+T)}{2} \cdot h \dots\dots\dots (2.1)$$

$$P = B + m + t \dots\dots\dots (2.2)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.3)$$

di mana:

- h = Ketinggian hidrolis
- A = Area penampang basah
- P = Keliling basah
- R = Jari-jari hidrolis

Sedangkan menghitung kecepatan debit yang bisa dibawa di dalam saluran drainase bisa digunakan persamaan Manning. Rumus persamaan Manning adalah sebagai berikut

$$R = A \cdot \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.4)$$

di mana:

- Q = Debit pada saluran (m³/dt);
- A = Luas penampang basah (m²);
- V = Kecepatan aliran di saluran (m/dt);
- n = Koefisien kekasaran Manning;
- R = Jari-jari hidrolis (m);
- S = Kemiringan dasar saluran.

Curah Hujan Rerata Daerah

Curah hujan rata-rata daerah didapat melalui jalan mengumpulkan data curah hujan yang asalnya dari masing-masing stasiun pengamatan yang tersebar di lokasi DAS yang ditinjau. (Harisuseno dan Bisri 2017).

Standart luas daerah adalah acuan umum yang digunakan dalam menetapkan metode curah hujan daerah yang sangat cocok dengan metode yang digunakan. (Suyono dan Takeda 2003) Dapat ditentukan dengan kriteria yaitu;

1. Daerah tinjauan seluas 250 hektare yang wilayah kecil bisa diwakilkan oleh sebuah stasiun observasi;
2. Pada area pantauan seluas 250-50.000 hektare yang memiliki dua ataupun tiga stasiun observasi bisa memakai perhitungan rerata aljabar;
3. Pada area pantauan seluas 120.000 – 500.000 hektare yang mempunyai sejumlah stasiun observasi dengan luas yang merata yang bisa memakai perhitungan rerata aljabar, namun bila stasiun observasi sebarannya tidak merata bisa memakai metode Thiessen;
4. Pada area tinjauan yang luasnya diatas 500.000 hektare memakai metode Isohyet ataupun metode potongan antara.

Disebutkan di atas terdapat tiga cara melaksanakan perhitungan hujan rerata daerah, yakni: rerata

Aljabar/Aritmatik, metode Theisen, serta metode Isohyet.

Curah Hujan Rancangan

Yang dimaksud curah hujan rancangan ialah kemungkinan akan terjadinya curha hujan paling tinggi yang akan terjadi di sebuah area dengan suatu kesempatan. Stasiun pengamatan hujan terbesar di beberapa titik wilayah.

Metode tersebut itu metode distribusi frekuensi. Ada tiga metode distribusi fekuensi yang sering digunakan yakni

1. Metode Gumbel,
2. Metode Normal,
3. Metode Log Pearson III.

Parameter statistic adalah hal yang harus dihitung dahulu sebelum menentukan metode yang digunakan. Parameter statistic yakni koefisien kemiringan atau C_S, serta koefisien kepuncakan ataupun C_K. Rumusan untuk memperoleh koefisien kemiringan (C_S) adalah sebagai berikut

$$C_s = \frac{n \sum_{i=0}^n (Xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.5)$$

Sedangkan rumusan untuk memperoleh koefisien kurtois C_K terdapat dibawah ini

$$C_K = \frac{n^2 \sum_{i=0}^n (Xi - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots (2.6)$$

Selanjutnya diselaraskan menggunakan syarat pemiihan metode frekuensi yang akan diajikan dalam tabel berikut

Tabel 2. 10 Pemilihan metode frekuensi

Jenis Metode	C _K	C _s
Gumbel	<5,402	1,139
Normal	3	0
Log Person III	Bebas	bebas

Sumber: Harto 1993

Jikan melihat metode Gumbel dan metode Normal, di mana keduanya diharuskan menghitung koefisien skewness dan koefisien kurtosis dahulu, maka kedua metode tersebut tidak bisa diterapkan pada seluruh jenis sebaran data. Lain halnya dengan metode Log Pearson III yang tidak harus menghitung koefisien skewness dan koefisien kurtosis terlebih dahulu, sehingga metode Log Pearson III bisa digunakan pada seluruh sebaran data.

Untuk menghitung dengan metode Log Pearson III, digunakan berbagai parameter statistik sebagai berikut

1. Harga rata-rata
2. Standar deviasi,
3. Koefisien kemiringan (Cs).

Dalam menghitung curah hujan rencana dengan mempergunakan tahapan metode Log Pearson III yaitu (Soemarto 1987)

1. Merubah data hujan sejumlah n buah menjadi berbentuk loagaritma;
2. Rumus mencari harga rata-rata logaritma yaitu:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log Xi}{n} \dots\dots\dots (2.7)$$

3. Simpangan baku dapat diketahui melalui formulasi

di bawah ini;

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.8)$$

4. Koefisien kemiringan (Cs) dapat dihitung dengan formulasi;

$$C_s = n \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.9)$$

5. Logaritma curah hujan rencana dapat dihitung dengan periode ulang tertentu

$$\log X_T = \log \bar{X} + G.S \dots\dots\dots (2.10)$$

Di mana harga G didapatkan dari harga Cs dan taraf probabilitasnya;

6. Langkah terakhirnya yaitu menganalisis curah hujan rencana dengan kala ulang khusus dengan mengambil harga X_T .

Keterangan:

X_T = curah hujan rencana dengan kala ulang T tahun;

$\log \bar{X}$ = rata-rata logaritma dari curah hujan;

X_i = curah hujan tahun ke-I;

n = jumlah tahun pengamatan;

S = standar deviasi;

Cs = koefisien kemiringan;

G = koefisien frekuensi.

Uji Kesesuaian Distribusi

Keandalan data serta ketepatan data sangat diperlukan supaya hasil nyatanya. Dari hal tersebut, maka sangat diperlukan sebuah pengujian, yaitu pengujian kesesuaian distribusi data. Penelitian ini menggunakan dua metode pengujian, diantaranya: uji Smirnov-Kolmogorov, dan uji Chi Square.

Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji normalitas dilakukan dengan uji Smirnov-Kolmogorov digunakan jika data yang diuji berupa data tunggal, ataupun bukan berbentuk interval. Konsep dasar dari pengujian ini yakni memperbandingkan distribusi data dengan distribusi normal baku di mana distribusi normal baku didistribusikan ke dalam bentuk z-skor. Adapun langkah-langkah untuk menguji formalitas dengan menggunakan Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut (Ismail 2018).

Menentukan hipotesis uji formalitas data,

1. Data disusun dari yang terkecil ke yang paling besar.

2. Menetapkan proporsi kumulatif (KP)

3. Menentukan rata-rata dengan rumus

$$\bar{X} = \frac{\sum f X_i}{n} \dots\dots\dots (2.11)$$

4. Standar deviasi data menggunakan rumus

$$S = \sqrt{\frac{\sum f(X-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.12)$$

5. Rumus yang digunakan untuk enentukan angka baku yaitu

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s} \dots\dots\dots (2.13)$$

6. Mencari nilai Z_{wb} dengan tabel Z mengacu pada

angka Z_i

7. Menghitung nilai a_1 dengan cara

$$a_1 = K_p - Z_{wb} \dots\dots\dots (2.14)$$

8. Menghitung a_0 dengan cara

$$a_0 = P - a_1 \dots\dots\dots (2.15)$$

9. Mencari nilai maksimum pada a_1 atau a_0 ,

10. Mencari harga D_{wb} dengan menggunakan tabel Swirnov-Kolmogorov,

11. Menarik kesimpulan dengan cara membandingkan nilai a_{max} dan a_{wb} ,

12. H_0 dapat diterima apabila $a_{max} < D_{wb}$

Uji Chi Square

Uji chi kuadrat bertujuan agar mengetahui apakah chi persamaan distribusi probabilitas yang sudah dipilih bisa merepresentasikan distribusi statistik sampel yang dianalisa. Ketentuan yang digunakan adalah parameter X^2 , sehingga dinamakan sebagai uji chi square. X^2 bisa diketahui dengan formulasi: (Soewarno 1995)

$$X_h^2 = \sum_{i=0}^g \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.16)$$

Di mana:

X_h^2 = parameter chi square terhitung;

G = jumlah sub kelompok;

O_i = jumlah nilai pengamatan pada subkelompok ke I

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i.

Uji chi kuadrat dapat dinyatakan berhasil apabila X^2 hitung < X^2 kritis. Adapun prosedur untuk uji chi kuadrat yaitu;

1. Rumus yang dipakai untuk mengetahui jumlah kelas yaitu

$$K = 1 + 3,322 \log n \dots\dots\dots (2.17)$$

Di mana:

K = jumlah kelas,

n = banyaknya kelas

2. Membagi ke dalam berbagai kelompok kelas berdasarkan jumlah kelas;

3. Menghitung frekuensi pengamatan $O_i \frac{n}{ju \text{ kelas}}$;

4. Mencari besaran curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_i)

5. Menghitung X rumus yang digunakan adalah

$$X_h^2 = \sum_{i=0}^g \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.18)$$

6. Mencari tingkat kebebasan $dk=G-R-1$;

7. Membandingkan X hitung dengan X kritis, jika X hitung < X kritis maka analisis distribusi curah hujan pengamatan berdasarkan model teoritis.

Analisis Limpasan Permukaan

Menganalisis limpasan permukaan adalah dengan menganalisis debit yang terjadi dalam hitungan per satu tahun dengan kemungkinan kejadian pada waktu tertentu, maupun dengan sebuah kemungkinan periode ulang tertentu. Untuk menganalisis debit limpasan

permukaan dapat memakai metode hidrograf dan non-hidrograf.

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

Hidrograf dalam pengertiannya secara singkat adalah sebuah kurva yang mengkorelasikan antara parameter debit aliran air dan waktu, namun ada pula parameter yang menghubungkan antara debit aliran air dan kedalaman elevasi air. Metode hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu dipilih sebab metode tersebut sering digunakan untuk menghitung debit di Jawa Timur, khususnya pada DAS sungai Brantas. Penggunaan metode tersebut membutuhkan sejumlah karakteristik parameter yaitu (Limantara 2018)

- 1) Interval waktu mulai awal hujan hingga maksimum hidrograf dilambangkan dengan huruf T_p ,
 - 2) Interval waktu mulai titik berat hujan hingga titik berat hidrograf dilambangkan dengan huruf t_g ,
 - 3) Tenggang waktu hidrograf dilambangkan dengan huruf TB,
 - 4) Luas area aliran dilambangkan dengan huruf A,
 - 5) Panjang aliran sungai utama yang plaining rpanjang dilambangkan dengan L,
 - 6) Koefisien pegalirna dilambangkan dengan huruf c.
- Rumusan untuk metode HSS Nakayasu dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu: rumusan debit puncak banjir (peak discharge), rumusan persamaan hidrograf satuan pada kurva naik, dan ruusan persamaan hidrograf satuan pada kurva turun. Rumusannya adalah sebagai berikut (Limantara 2018)

- 1) Debit puncak banjir;

$$Q_p = \frac{c.A.R_0}{3,6(0,3T_p+T_{0,3})} \dots\dots (2.19)$$

Di mana:

- H = Q_{maks} , adalah debit puncak banjir (m^3/dt);
- c = koefisien aliran;
- A = luas DAS hingga ke outlet (km^2);
- R_0 = hujan satuan (mm);
- T_p = tenggang waktu dari awal hujan hingga puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$ = waktu yang dibutuhkan oleh penurunan debit, dari debit puncak hingga menjadi 30% dari debit puncak (jam)

- 2) Rumusan persamaan hidrigraf satuan pada kurva naik;

$$0 \leq t < T_p$$

$$Q_t = Q_{maks} \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \dots\dots (2.20)$$

Rumussen persamaan hidrograf satuan pada kurva turun.

Untuk $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$

$$Q_t = Q_{maks} 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \dots\dots (2.21)$$

Untuk $(T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = Q_{maks} 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}} \dots\dots (2.22)$$

Untuk $t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = Q_{maks} 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}} \dots\dots (2.23)$$

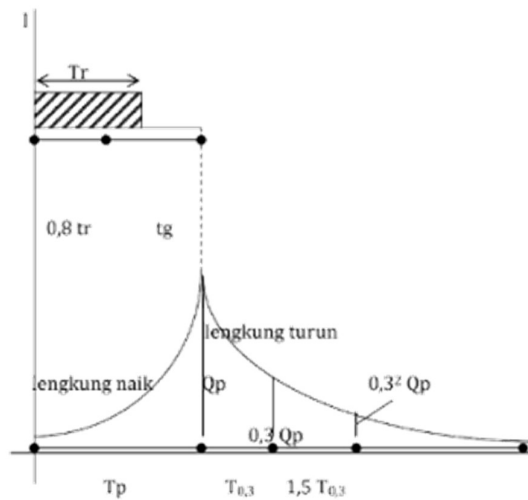
Rumus penunjang

$$T_p = T_g + 0,8t_r \dots\dots (2.24)$$

$$T_{0,3} = a t_g \dots\dots (2.25)$$

Dimana:

- T_p = tenggang waktu sari permulaan hujan hingga puncak banjir (jam);
- t_g = waktu konsentrasi hujan (jam);
- $T_{0,3}$ = waktu yang dibutuhkan oleh penurunan debit, dari debit puncak hingga menjadi 30% dari debit puncak (jam)



Gambar 2.1 HSS Nakayasu

Analisis Kapasitas Saluran

Untuk menganalisis apakah saluran cukup mengakomodir air hujan, dibutuhkan analisis debit aliran dari saluran tersebut. Debit aliran ini yang menentukan meluber atau tidaknya saluran untuk menampung debit air yang mengalir pada saluran. Berikut rumus perhitungan debit:

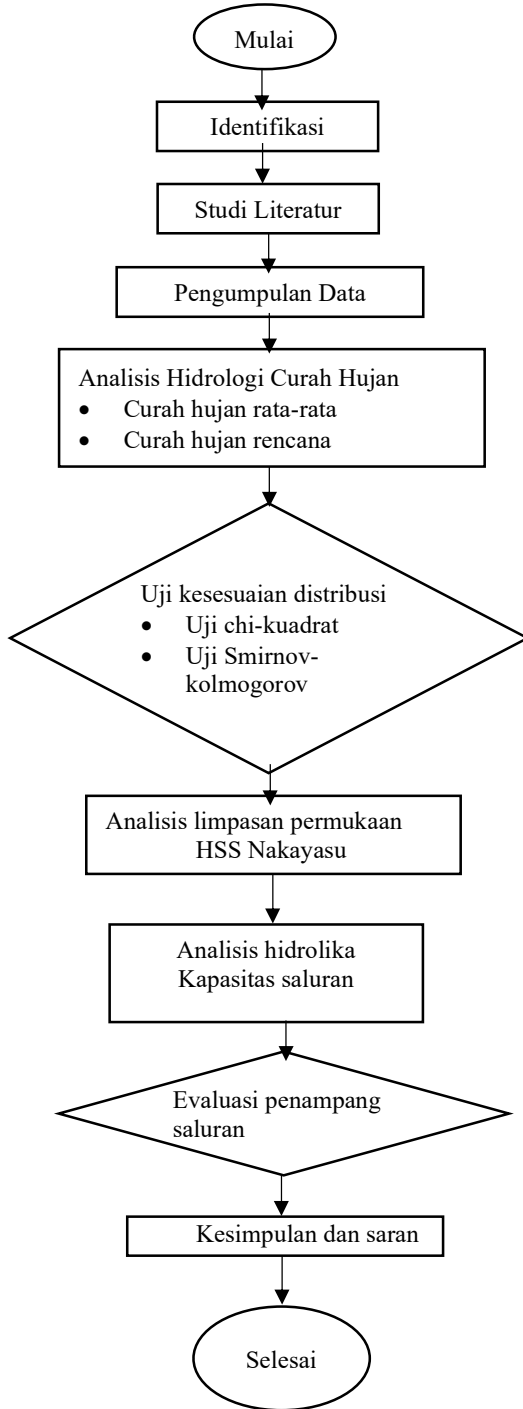
$$Q = V A \dots\dots (2.26)$$

Di mana:

- Q = Debit Aliran (m^3/dt)
- V = Kecepatan Aliran (m/dt)
- A = Luas Penampang Saluran (m^2)

3. METODE PENELITIAN

Diagram Alur Penelitian



4. ANALISIS DAN HASIL

Curah Hujan Maksimum Daerah

Tabel 4.1 Curah hujan maksimum daerah

Tahun	R Kebon Agung (mm)
2008	134
2012	114
2017	112
2010	109
2011	197
2013	95
2014	89
2016	87
2009	76
2015	68
$\Sigma R=981,00 \text{ mm}$	
$\bar{X}=98,100 \text{ mm}$	

Sumber: PPK UPT PSAWS Buntung Paketingan, Surabaya

Tabel 4.2 Curah hujan rerata daerah metode Log Pearson III

No.	Tahun	X_i	$\log X_i$
1	2008	134,00	2,127
2	2012	114,00	2,057
3	2017	112,00	2,049
4	2010	109,00	2,037
5	2011	97,00	1,987
6	2013	95,00	1,978
7	2014	89,00	1,949
8	2016	87,00	1,940
9	2009	76,00	1,881
10	2015	68,00	1,833
			$\Sigma=19,837$
			$\bar{X}=1,9837$

Sumber: Hasil analisis 2023

$$S_x = \sqrt{\frac{0,069722}{(10 - 1)}} = 0,088$$

$$C_s = \frac{10 \times (-0,00090220)}{(10 - 1)(10 - 2)0,1122^3} = -0,184$$

Telah ditentukan bahwa waktu periode ulang yang dipergunakan adalah 2, 5 dan 10 tahun, sehingga dapat

ditentukan nilai dari Kt. Dikarenakan nilai dari Cs yang tidak bulat, maka dilakukan perhitungan interpolasi masing-masing tahunnya, hasilnya seperti berikut:

Tabel 4.3 Hasil interpolasi nilai Kt

Periode ulang	Kt
2	0,03
5	0,42
10	1,26

Sumber: Hasil analisis 2023

Sehingga didapatkan hasilnya sebagai berikut:

$$\log X_{T2} = 1,9837 + 0,088 \times 0,03 = 1,986$$

$$X_{T2} = 96,921 \text{ mm/24 jam}$$

$$\log X_{T5} = 1,9837 + 0,088 \times 0,420 = 2,021$$

$$X_{T5} = 104,883 \text{ mm/24 jam}$$

$$\log X_{T10} = 1,9837 + 0,088 \times 1,260 = 2,095$$

$$X_{T10} = 124,346 \text{ mm/24 jam}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Agar dapat dilihat dengan mudah, hasil dua uji kesesuaian distribusi terdapat pada table berikut ini.

Tabel 4.4 Rekapitulasi uji kesesuaian distribusi

Persamaan Distribusi	Uji kecocokan							
	Uji Chi Kuadrat				Uji Smirnov-Kolmogorov			
	X ²	Nilai	Xh ²	Evaluasi	Dmax	Nilai	D0	Evaluasi
Log Pearson III	1	<	5,99	Diterima	0,093	<	0,4	Diterima

Sumber: Hasil Analisis 2023

Analisis Limpasan Permukaan

Berdasarkan nilai koefisien limpasan dan curah hujan rancangan, maka dapat dihitung hujan efektif yang terjadi adalah:

Tabel 4.5 Hujan efektif

Curah Hujan	C	Hujan efektif
R ₂₄		R _e
96,92	0,540	52,30
104,88	0,540	56,595
124,35	0,540	67,097

Sumber: Hasil analisis 2023

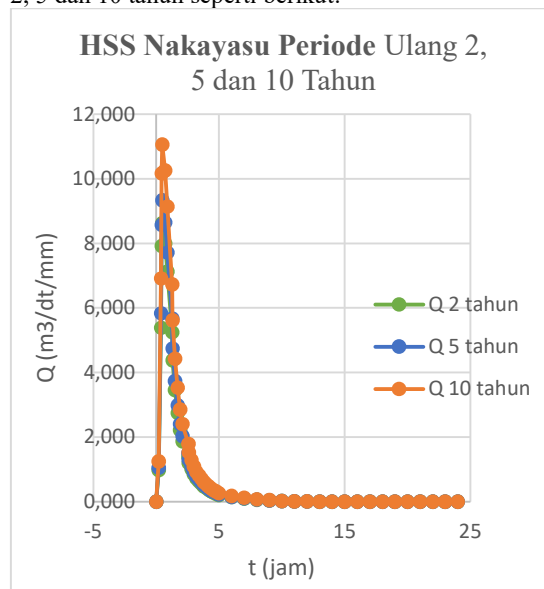
Menurut Surabaya Drainage Masterplan, hujan terpusat yang terjadi di Surabaya rata-rata selama 5 jam. Dengan rata-rata hujan terpusat tersebut dapat diketahui nilai dari pola hujan jam-jaman sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hujan efektif

R efektif	Jam ke -				
	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5
	0.585R ₂₄	0.151R ₂₄	0.107R ₂₄	0.085R ₂₄	0.072R ₂₄
52,298	30,542	7,949	5,596	4,811	4,075
56,595	33,051	8,602	6,056	4,811	4,075
67,097	39,185	10,199	7,179	5,703	4,831

Sumber: Hasil analisis 2023

Hasil analisis debit HSS Naksayau berdasar kala ulang 2, 5 dan 10 tahun seperti berikut:



Gambar4.1 Perbandingan debit banjir HSS Nakayasu

Tabel 4.7 Rekapitulasi debit banjir maksimum

No.	Metode	Debit Banjir Maksimum		
		2 tahun	5 tahun	10 tahun
1	HSS Nakayasu	8,61625709	9,324085	11,05434

Sumber: Hasil analisis 2023

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika pada saluran Kebonsari Kebonsari dilakukan dengan menggunakan perhitungan metode rasional, sehingga dapat dilihat skema geometri aliran dan profil aliran air yang mengalir pada saluran yang direncanakan

Tabel 4.8 Rekap analisis hidrologi

No	Nama Saluran	Hijau Rencana 10 Tahun	Lnas DAS (A)	C	nd	I	S	to	L Saluran	V	tf	te	tb	I	Q hidrologi
		mm	km ²					menit	m	m ³ /detik	menit	menit	menit	mm/jam	m ³ /detik
1	STA 0+000	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,47	0,88	30,54	61,09	67,61	7,507
2	STA 0+025	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,47	0,88	30,54	61,08	67,62	7,507
3	STA 0+050	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,48	0,88	30,54	61,07	67,63	7,508
4	STA 0+075	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,47	0,89	30,55	61,09	67,61	7,506
5	STA 0+100	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,50	0,83	30,49	60,98	67,69	7,516
6	STA 0+125	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,49	0,85	30,51	61,02	67,66	7,512
7	STA 0+150	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,48	0,86	30,52	61,04	67,65	7,510
8	STA 0+175	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,54	0,77	30,43	60,87	67,78	7,525
9	STA 0+200	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,55	0,76	30,42	60,83	67,80	7,528
10	STA 0+225	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,52	0,80	30,46	60,93	67,73	7,520
11	STA 0+250	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,52	0,81	30,47	60,94	67,73	7,519
12	STA 0+275	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,53	0,78	30,44	60,89	67,76	7,523
13	STA 0+300	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,50	0,84	30,50	61,00	67,68	7,514
14	STA 0+325	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,49	0,86	30,52	61,03	67,66	7,511
15	STA 0+350	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,48	0,87	30,53	61,07	67,63	7,509
16	STA 0+375	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,45	0,93	30,59	61,18	67,55	7,499
17	STA 0+400	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,47	0,89	30,55	61,10	67,61	7,506
18	STA 0+425	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,45	0,93	30,59	61,17	67,55	7,500
19	STA 0+450	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,45	0,92	30,58	61,16	67,56	7,501
20	STA 0+475	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,51	0,82	30,48	60,96	67,71	7,518
21	STA 0+500	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,55	0,76	30,42	60,84	67,80	7,527
22	STA 0+525	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,59	0,71	30,37	60,74	67,87	7,536
23	STA 0+550	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,79	0,53	30,19	60,37	68,15	7,566
24	STA 0+575	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,79	0,53	30,19	60,37	68,15	7,566
25	STA 0+600	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,79	0,53	30,19	60,37	68,15	7,566
26	STA 0+625	124	0,740	0,540	0,110	1,532	0,07	29,66	25	0,79	0,53	30,19	60,37	68,15	7,566

Sumber: Hasil analisis 2023

Aliran pada saluran Kebonsari berupa saluran dengan aliran terbuka. Analisis kondisi aliran banjir sungai pada kondisi eksisting dimaksudkan untuk mengetahui sampai seberapa besar kemampuan saluran Kebonsari untuk dapat mengalirkan debit, dengan kata lain seberapa besar daya tampung/kapasitas penampang sungai.

Tabel 4.9 Rekap analisis saluran

No	Nama Saluran	Rencana 10 Tahun	n	Elevasi		Jarak m	I	A	P	R	V	Q Hidrolika
				Hulu	Hilir							
1	STA 0+000	124	0,110	23,667	23,626	25	0,0016	20,57	13,75	1,50	0,482	9,919
2	STA 0+025	124	0,110	23,626	23,585	25	0,0016	20,85	13,84	1,51	0,484	10,102
3	STA 0+050	124	0,110	23,585	23,544	25	0,0016	21,18	13,94	1,52	0,487	10,319
4	STA 0+075	124	0,110	23,544	23,503	25	0,0016	21,46	14,03	1,53	0,489	10,501
5	STA 0+100	124	0,110	23,503	23,462	25	0,0016	16,02	12,00	1,34	0,447	7,161
6	STA 0+125	124	0,110	23,462	23,421	25	0,0016	16,17	12,07	1,34	0,448	7,243
7	STA 0+150	124	0,110	23,421	23,380	25	0,0016	16,73	12,29	1,36	0,453	7,578
8	STA 0+175	124	0,110	23,380	23,339	25	0,0016	16,88	12,36	1,37	0,454	7,66
9	STA 0+200	124	0,110	23,339	23,298	25	0,0016	15,25	11,79	1,29	0,438	6,678
10	STA 0+225	124	0,110	23,298	23,257	25	0,0016	15,42	11,88	1,30	0,439	6,769
11	STA 0+250	124	0,110	23,257	23,216	25	0,0016	16,70	12,33	1,35	0,451	7,537
12	STA 0+275	124	0,110	23,216	23,175	25	0,0016	16,59	12,29	1,35	0,450	7,473
13	STA 0+300	124	0,110	23,175	23,134	25	0,0016	17,07	12,51	1,36	0,454	7,743
14	STA 0+325	124	0,110	23,134	23,093	25	0,0016	17,23	12,59	1,37	0,454	7,830
15	STA 0+350	124	0,110	23,093	23,052	25	0,0016	17,39	12,67	1,37	0,455	7,916
16	STA 0+375	124	0,110	23,052	23,011	25	0,0016	18,25	13,46	1,36	0,452	8,240
17	STA 0+400	124	0,110	23,011	22,969	25	0,0016	18,70	13,49	1,39	0,458	8,572
18	STA 0+425	124	0,110	22,969	22,928	25	0,0016	19,06	13,66	1,40	0,460	8,776
19	STA 0+450	124	0,110	22,928	22,887	25	0,0016	22,92	14,82	1,55	0,493	11,305
20	STA 0+475	124	0,110	22,887	22,846	25	0,0016	17,69	13,58	1,30	0,440	7,778
21	STA 0+500	124	0,110	22,846	22,805	25	0,0016	17,72	13,65	1,30	0,439	7,776
22	STA 0+525	124	0,110	22,805	22,764	25	0,0016	18,54	14,02	1,32	0,444	8,234
23	STA 0+550	124	0,110	22,764	22,723	25	0,0016	18,01	13,86	1,30	0,439	7,907
24	STA 0+575	124	0,110	22,723	22,682	25	0,0016	17,78	13,83	1,29	0,436	7,750
25	STA 0+600	124	0,110	22,682	22,641	25	0,0016	20,11	14,41	1,40	0,460	9,257
26	STA 0+625	124	0,110	22,641	22,600	25	0,0016	20,53	14,60	1,41	0,463	9,500

Sumber: Hasil analisis 2023

Setelah menghitung Debit Rencana (Q Hidrologi) dan Debit Eksisting (Q Hidraulika), maka keduanya akan dibandingkan untuk mengetahui lokasi saluran yang aman maupun meluber.

Tabel 4.9 Perbandingan debit saluran kebonsari eksisting

No	Nama Saluran	Q Hidrologi m ³ /detik	Q Hidrolika m ³ /detik	Δ Q m ³ /detik	Keterangan
1	STA 0+000	7,507	9,919	-2,413	Aman
2	STA 0+025	7,507	10,102	-2,594	Aman
3	STA 0+050	7,508	10,319	-2,811	Aman
4	STA 0+075	7,506	10,501	-2,995	Aman
5	STA 0+100	7,516	7,161	0,355	Meluber
6	STA 0+125	7,512	7,243	0,270	Meluber
7	STA 0+150	7,510	7,578	-0,068	Aman
8	STA 0+175	7,525	7,663	-0,138	Aman
9	STA 0+200	7,528	6,678	0,850	Meluber
10	STA 0+225	7,520	6,769	0,751	Meluber
11	STA 0+250	7,519	7,537	-0,018	Aman
12	STA 0+275	7,523	7,473	0,050	Meluber
13	STA 0+300	7,514	7,743	-0,229	Aman
14	STA 0+325	7,511	7,830	-0,319	Aman
15	STA 0+350	7,509	7,916	-0,407	Aman
16	STA 0+375	7,499	8,240	-0,741	Aman
17	STA 0+400	7,506	8,572	-1,066	Aman
18	STA 0+425	7,500	8,776	-1,276	Aman
19	STA 0+450	7,501	11,305	-3,804	Aman
20	STA 0+475	7,518	7,778	-0,260	Aman
21	STA 0+500	7,527	7,776	-0,250	Aman
22	STA 0+525	7,536	8,234	-0,698	Aman
23	STA 0+550	7,566	7,907	-0,341	Aman
24	STA 0+575	7,566	7,750	-0,184	Aman
25	STA 0+600	7,566	9,257	-1,692	Aman
26	STA 0+625	7,566	9,500	-1,934	Aman

Sumber: Hasil Analisis 2023

Dari tabel di atas bisa dilihat bahwa pada STA 100,125,200,225 dan 275 meluber dan beberapa titik hampir meluber. Jadi, perlu dilakukan evaluasi terhadap penampang saluran kebonsari dengan menambah lebar saluran dengan penambahan 1 meter dari lebar saluran eksisting.

Tabel 4.10 Evaluasi panampang saluran Kebonsari penambahan lebar 1 meter

No	Nama Saluran	Rencana 10 Tahun	Elevasi		Jarak m	I	A	P	R	V	Q Hidrolika
			Hulu	Hilir							
1	STA 0+000	124	23,667	23,626	25	0,0016	20,57	13,75	1,50	0,482	9,919
2	STA 0+025	124	23,626	23,585	25	0,0016	20,85	13,84	1,51	0,484	10,102
3	STA 0+050	124	23,585	23,544	25	0,0016	21,18	13,94	1,52	0,487	10,319
4	STA 0+075	124	23,544	23,503	25	0,0016	21,46	14,03	1,53	0,489	10,501
5	STA 0+100	124	23,503	23,462	25	0,0016	18,72	13,00	1,44	0,470	8,801
6	STA 0+125	124	23,462	23,421	25	0,0016	18,91	13,07	1,45	0,472	8,916
7	STA 0+150	124	23,421	23,380	25	0,0016	19,51	13,29	1,47	0,476	9,294
8	STA 0+175	124	23,380	23,339	25	0,0016	19,70	13,36	1,48	0,478	9,413
9	STA 0+200	124	23,339	23,298	25	0,0016	18,11	12,79	1,42	0,465	8,423
10	STA 0+225	124	23,298	23,257	25	0,0016	18,32	12,88	1,42	0,466	8,547
11	STA 0+250	124	23,257	23,216	25	0,0016	19,64	13,33	1,47	0,477	9,376
12	STA 0+275	124	23,216	23,175	25	0,0016	19,51	13,29	1,47	0,476	9,292
13	STA 0+300	124	23,175	23,134	25	0,0016	20,10	13,51	1,49	0,481	9,659
14	STA 0+325	124	23,134	23,093	25	0,0016	20,30	13,59	1,49		

Tabel 4.11 Perbandingan debit Saluran Kebonsari setelah evaluasi penambahan lebar 1 meter
Sumber: Hasil analisis 2023

No	Nama Saluran	Q Hidrologi	Q Hidrolika	Δ Q	Keterangan
		m ³ /detik	m ³ /detik	m ³ /detik	
1	STA 0+000	7,507	9,919	-2,413	Aman
2	STA 0+025	7,507	10,102	-2,595	Aman
3	STA 0+050	7,508	10,319	-2,811	Aman
4	STA 0+075	7,506	10,501	-2,995	Aman
5	STA 0+100	7,516	8,801	-1,286	Aman
6	STA 0+125	7,512	8,916	-1,404	Aman
7	STA 0+150	7,510	9,294	-1,784	Aman
8	STA 0+175	7,525	9,413	-1,887	Aman
9	STA 0+200	7,528	8,423	-0,895	Aman
10	STA 0+225	7,520	8,547	-1,027	Aman
11	STA 0+250	7,519	9,376	-1,857	Aman
12	STA 0+275	7,523	9,292	-1,769	Aman
13	STA 0+300	7,514	9,659	-2,145	Aman
14	STA 0+325	7,511	9,780	-2,268	Aman
15	STA 0+350	7,509	9,900	-2,391	Aman
16	STA 0+375	7,499	10,058	-2,559	Aman
17	STA 0+400	7,506	10,281	-2,775	Aman
18	STA 0+425	7,500	10,553	-3,053	Aman
19	STA 0+450	7,501	13,372	-5,871	Aman
20	STA 0+475	7,518	10,040	-2,522	Aman
21	STA 0+500	7,527	10,022	-2,495	Aman
22	STA 0+525	7,536	10,749	-3,213	Aman
23	STA 0+550	7,566	10,172	-2,606	Aman
24	STA 0+575	7,566	9,906	-2,340	Aman
25	STA 0+600	7,566	11,588	-4,022	Aman
26	STA 0+625	7,566	11,926	-4,360	Aman

Pada tabel 4.11 titik padan saluran Kebonsari dinormalisasi dengan menambah lebar saluran 1 meter, maka tidak ada titik yang meluber lagi pada saluran Kebonsari.

5. KESIMPULAN

1. Debit limpasan maksimum dengan menggunakan metode HSS Nakayasu pada periode 2,5, dan 10 tahun secara berturut-turut adalah 8,616 m³/detik, 9,324 m³/detik dan 11,054 m³/detik.
2. Berdasarkan hasil analisis, penampang saluran Kebonsari eksisting pada STA 0 + 100, STA 0 + 125, STA 0 + 200, STA 0 + 225 dan STA 0 + 275 meluber karena tidak dapat mengakomodir debit rencana periode 10 tahun.
3. Untuk mengakomodir debit banjir rencana evaluasi penampang saluran Kebonsari adalah

dengan penambahan lebar saluran pada STA 0+100 sampai dengan STA 0+625 sebesar 1 meter.

Saran yang dapat diberikan dalam evaluasi penampang saluran Kebonsari adalah.

- a) Diperlukan pembersihan sedimen pada saluran Kebonsari secara berkala agar aliran saluran Kebonsari lancar
- b) Penambahan lebar saluran pada STA 0+100 sampai dengan STA 0+625 sebesar 1 meter untuk mengakomodir debit banjir maksimum

DAFTAR PUSTAKA

Abduh, Ir M Natsir. 2018. *1 Ilmu dan rekayasa lingkungan*. Sah Media.

Harto, Sri. 1993. *"Analisis hidrologi."* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Harisuseno, Donny, dan Mohammad Bisri. 2017. *Limpasan Permukaan secara Keruangan: Spatial Runoff*. Universitas Brawijaya Press.

Kodoatie, Robert J, dan Roestam Sjarief. 2010. *Tata ruang air*. Penerbit Andi.

Limantara, Ir Lily Montarcih. 2018. *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi.

Nasional, Badan Standardisasi. 2016. *"Tata cara perhitungan debit banjir rencana."* SNI 2415: 2016.

Permen, P U. 2014. 12 (2014) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12. PRT/M/2014 tentang *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, Lampiran 1

Surabaya, Bappeda Kotamadya, dan Dinas P U Bina Marga. 2000. *"Surabaya Drainage Master Plan 2018."* Surabaya, Indonesia.

Fara, Ridwan Mustofa, Faradillah Saves, dan Hudhiyantoro Hudhiyantoro. 2022. "EVALUASI SISTEM DRAINASE KAWASAN PERUMAHANKEPUH PERMAI Kec. WARU Kab. SIDOARJO." *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 5(1): 398–407.

tanggal