

ANALISIS SISTEM DRAINASE MENGUNAKAN HEC-RAS 5.0.2 UNTUK PENANGANAN GENANGAN DI KAWASAN SEMOLOWARU – SURABAYA

Norman Sasongko¹⁾, Nurul Jannah A²⁾, Rizki Astri Apriliani³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo,
Surabaya, Indonesia

Email: normansas252525@gmail.com

²⁾S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan
Surabaya, Jawa Timur (60231)

Email: nurulasid@unesa.ac.id

³⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo
Surabaya, Indonesia

Email: rizki.apriliiani@unitomo.ac.id

Abstract

The city of Surabaya is experiencing very rapid development in various sectors, one of which is the drainage system. One factor in this is the change in land use from suburbs to settlements, so that the reduction in landfill areas and the increase in flow coefficients is increasing. The province of Semolowaru in the eastern part of Surabaya is one of the important areas, where there are socio-economic facilities and other supporters such as shops, settlements, as well as educational facilities. The area of JL. Semolowaru has water shelters that come from the Primary Channels, as well as the Secondary and Tertiary channels which come from residential dwellings. During the rainy season, many residents complain of flooding or clogging that the existing channels cannot accommodate. Referring to the circumstances, this script aims to analyze the large-scale discharge of the five-year plan on the existing channel capacity as well as to analyse efforts to prevent the occurrence of flooding in the area of catchment of the channel JL. Semolowaru. Hydrological analysis includes analysis of maximum rainfall, analysis of frequency distribution and flood discharge of the plan, while hydraulic analysis includes planning of the canal dimensions using the application of HEC-RAS. Hydrologic analysis produces a plan (R24) 5-year recurrence of rainfall values of 34,857 mm obtained from Gubeng, Keputih and Wonorejo Rain Station. Hydraulic analysis using HEC -RAS shows the existence of flooding in the North Semolowaru Tertiary Channel and North Semolowaru Channel 3, as well as the Semolowaru Secondary Channel. The solution to flood stagnation with increased drainage capacity is to change the dimensions of Tertiary Channel 3 and 4 to 2.5 metres x 2 metres respectively; and Secondary Channel to 5 meters x 2.5 meters respectively. Efforts to cope with the flooding in the area include increased canal capacity, construction of retention and sewage pools, use of permeable pavements, management of open green spaces, as well as regular maintenance of drainage systems.

Keywords: Debit, Drainase, HEC-RAS, Enhancement, Redesign.

Abstrak

Kota Surabaya mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam berbagai sektor, salah satunya adalah sistem drainase. Salah satu faktor dalam hal ini adalah adanya perubahan tata guna lahan dari persawahan menjadi lahan pemukiman, sehingga adanya pengurangan daerah resapan dan peningkatan koefisien pengaliran menjadi semakin besar. Wilayah Semolowaru di Surabaya bagian Timur merupakan salah satu kawasan penting, dimana terdapat fasilitas sosial ekonomi dan penunjang lainnya seperti pertokoan, permukiman, serta sarana pendidikan. Kawasan Jl. Semolowaru memiliki penampungan air yang berasal dari Saluran Primer Semolowaru serta Saluran Sekunder dan Tersier yang berasal dari perumahan-perumahan penduduk. Pada musim hujan, banyak penduduk mengeluhkan adanya banjir ataupun genangan yang tidak mampu ditampung oleh saluran eksisting tersebut. Mengacu pada keadaan tersebut, skripsi ini bertujuan menganalisis besar debit rencana 5 tahun pada kapasitas saluran eksisting serta menganalisis usaha untuk mencegah terjadinya banjir pada wilayah catchment area saluran Jl. Semolowaru. Metode penelitian dalam skripsi ini meliputi analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi meliputi analisis curah hujan maksimum, analisis distribusi frekuensi dan debit banjir rencana. Sedangkan analisis hidrolika meliputi perencanaan dimensi saluran menggunakan aplikasi HEC-RAS. Analisis hidrologi menghasilkan nilai curah hujan rencana (R24) Periode Ulang Hujan 5 tahun sebesar 34,857 mm yang didapat dari Stasiun Hujan Gubeng, Keputih dan Wonorejo. Analisis hidrolika menggunakan HEC-RAS menunjukkan adanya banjir di Saluran Tersier Semolowaru Utara dan Semolowaru Utara 3, serta Saluran Sekunder Semolowaru. Solusi genangan banjir dengan peningkatan kapasitas saluran drainase yang disarankan adalah perubahan dimensi Saluran Tersier 3 dan 4 menjadi 2,5 x 2; serta Saluran Sekunder menjadi 5 x 2,5. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi banjir di kawasan tersebut antara lain peningkatan kapasitas saluran, pembuatan kolam retensi dan resapan, penggunaan permeable pavement, pengelolaan ruang terbuka hijau, serta pemeliharaan rutin sistem drainase.

Kata Kunci: Debit, Drainase, HEC-RAS, Peningkatan, Redesign.

PENDAHULUAN

Kota Surabaya sekarang ini memiliki perkembangan yang sangat pesat dalam berbagai sektor, salah satunya adalah saluran drainase yang ada dimana-mana. Hal ini dikarenakan terjadi perubahan tata guna lahan dari persawahan menjadi lahan pemukiman, akibatnya daerah peresapan semakin mengecil dan sebaliknya koefisien pengaliran semakin besar. Wilayah Semolowaru merupakan salah satu kawasan penting di Surabaya. Saluran Semolowaru merupakan salah satu saluran yang ada di Surabaya Timur dan saluran ini berfungsi sebagai saluran drainase. Total luas sub-catchment Semolowaru menurut SDMP (Surabaya Drainage Master Plan) 2018 adalah seluas ±764.290 Ha. Wilayah Semolowaru merupakan salah satu kawasan penting, sebab di daerah ini terdapat berbagai fasilitas sosial ekonomi dan fasilitas penunjang lainnya seperti pertokoan, permukiman, sarana pendidikan. Hal ini menuntut adanya fasilitas-fasilitas yang baik dan memadai. Salah satu fasilitas tersebut adalah sistem drainase, karena apabila sistem drainase belum memadai maka akan menimbulkan genangan di wilayah tersebut terutama pada saat musim hujan.

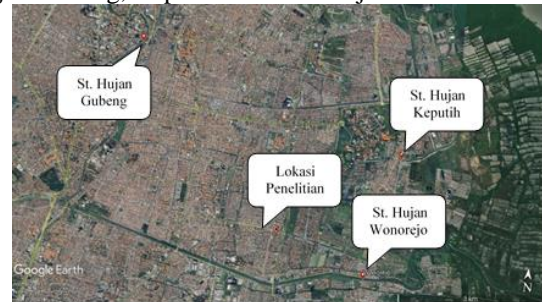
Wilayah Surabaya Timur khususnya kawasan Jl. Semolowaru memiliki penampungan air yang berasal dari saluran primer Semolowaru serta saluran sekunder dan tersier perumahan-perumahan penduduk Semolowaru dimana sering terjadi genangan pada saat hujan yang cukup deras. Saluran Semolowaru merupakan salah satu saluran yang ada di Surabaya Timur yang berfungsi sebagai saluran drainase. Saluran Semolowaru terletak di sebelah selatan saluran Kali Bokor dan sebelah utara kali Panjang Jiwo, serta sebelah barat dari Selat Madura. Aliran saluran Semolowaru mengalir menuju kali Panjang Jiwo dan langsung mengalir menuju ke Selat Madura secara gravitasi pada saat air laut surut.

Lama genangan biasanya terjadi selama 1-2 jam dengan kedalaman mencapai 10-50 cm. Kondisi seperti ini sangat meresahkan masyarakat, baik yang tinggal di daerah tersebut maupun yang tinggal di luar daerah tersebut. Bila musim hujan tiba, banyak kerugian materi maupun non-materi yang harus ditanggung masyarakat. Mengacu pada keadaan tersebut, analisis dilakukan guna mengetahui kemampuan saluran di Jl. Semolowaru untuk menampung air dari catchment area sekitarnya. Analisis yang dihasilkan nantinya akan memperlihatkan berapa rasio debit overflow yang terbuang ketika terjadi banjir di catchment area Jl. Semolowaru. Solusi dari adanya genangan banjir tersebut nantinya akan dilakukan redesign saluran berupa peningkatan dimensi sesuai dengan kondisi saluran tersebut apakah banjir atau tidak. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Analisis Sistem Drainase Menggunakan HEC-RAS 5.0.2 untuk Penanganan Genangan di Kawasan Semolowaru – Surabaya”.

Analisis Hidrologi

• Penentuan Stasiun Hujan

Surabaya memiliki total 7 stasiun pencatat curah hujan berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari SDMP 2018 dan BMKG Karang Ploso Malang. Penentuan stasiun hujan yang berpengaruh pada lokasi penelitian dapat dilihat berdasarkan jarak stasiun hujan terdekat menuju lokasi penelitian. Berdasarkan peta layout SDMP 2018, lokasi penelitian terletak di dalam wilayah pengaruh Stasiun Hujan Gubeng, Keputih dan Wonorejo.



Gambar 1. Kedudukan Stasiun Hujan terhadap Lokasi Penelitian

Sumber: Google Earth, 2024

• Analisis Curah Hujan Harian Maksimum

Data yang digunakan mencakup curah hujan harian maksimum yang dicatat setiap tahun, kemudian dihitung rata-ratanya untuk tiap tahun pengamatan. Dalam analisis skripsi ini, data yang dianalisis mencakup tiap bulan dalam setahun terakhir di tahun 2023. Hasil pencatatan curah hujan dari tiap stasiun hujan beserta rata-ratanya, disajikan dalam Tabel berikut ini.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Rata-rata Stasiun Hujan

No.	Bulan	Stasiun			Rata-rata
		Gubeng	Keputih	Wonorejo	
1	Januari	56,00	56,00	45,00	52,33
2	Februari	71,00	38,00	74,00	61,00
3	Maret	79,00	70,00	70,00	73,00
4	April	83,00	68,00	0,00	50,33
5	Mei	58,40	0,00	0,00	19,47
6	Juni	2,20	17,00	0,00	6,40
7	Juli	3,20	0,00	0,00	1,07
8	Agustus	0,00	0,00	0,00	0,00
9	September	0,00	0,00	45,00	15,00
10	Oktober	7,00	1,50	46,00	18,17
11	November	17,20	51,00	0,00	22,73
12	Desember	73,80	0,00	0,00	24,60

Pengujian kecocokan distribusi statistik merupakan langkah penting dalam mengevaluasi model hidrologi yang akan digunakan dalam perencanaan sistem

drainase. Kondisi lokasi penelitian yang dipengaruhi oleh tiga stasiun hujan sesuai Tabel 4.1, diperlukan perhitungan parameter dasar statistik untuk menentukan jenis distribusi statistik yang akan digunakan. Perhitungan parameter dasar ini mencakup nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis, dan koefisien variasi untuk menguji persyaratan analisis distribusi frekuensi curah hujan. Pengujian kecocokan distribusi statistik merupakan langkah penting dalam mengevaluasi model hidrologi yang akan digunakan dalam perencanaan sistem drainase. Kondisi lokasi penelitian yang dipengaruhi oleh tiga stasiun hujan sesuai Tabel 1, diperlukan perhitungan parameter dasar statistik untuk menentukan jenis distribusi statistik yang akan digunakan. Perhitungan parameter dasar ini mencakup nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis, dan koefisien variasi untuk menguji persyaratan analisis distribusi frekuensi curah hujan. Sebelum itu, dilakukan beberapa perhitungan variabel $(x - \bar{x})^2$, $(x - \bar{x})^3$, dan $(x - \bar{x})^4$ untuk mempermudah dalam pengolahan parameter dasar statistik pada data non-logaritmik.

Tabel 2. Perhitungan Variabel pada Data Non-Logaritmik

No.	Bulan	R _{Max} (mm)	X _i	(X _i - \bar{x}) ²	(X _i - \bar{x}) ³	(X _i - \bar{x}) ⁴
1	Januari	52,33	73,00	1964,706	87085,577	3860068,193
2	Februari	61,00	61,00	1044,906	33776,574	1091827,765
3	Maret	73,00	52,33	559,717	13241,965	313282,825
4	April	50,33	50,33	469,083	10159,565	220039,239
5	Mei	19,47	24,60	16,606	-67,668	275,747
6	Juni	6,40	22,73	35,303	-209,761	1246,330
7	Juli	1,07	19,47	84,793	-780,806	7189,921
8	Agustus	0,00	18,17	110,425	-1160,383	12193,696
9	September	15,00	15,00	187,006	-2557,302	34971,104
10	Oktober	18,17	6,40	496,176	-11052,312	246190,251
11	November	22,73	1,07	762,220	-21043,626	580979,434
12	Desember	24,60	0,00	822,256	-23578,180	676104,313
		Jumlah	344,10	6553,196	83813,643	7044368,817

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Selanjutnya, data pada Tabel 2 dapat digunakan untuk menghitung parameter seperti nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (S), koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien variasi (Cv).

Hasil perhitungan diatas digunakan sebagai parameter dasar statistik untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dalam analisis hidrologi pada data non-logaritmik. Perhitungan parameter dasar statistik juga dilakukan pada data yang diubah dalam bentuk logaritmik. Hal ini dilakukan untuk mengakomodasi perkiraan data statistik curah hujan harian yang mengalami peningkatan secara eksponensial. Sama halnya dengan data non-logaritmik, dilakukan juga perhitungan variabel-variabel pendukung pada data logaritmik seperti $(y - \bar{y})^2$, $(y - \bar{y})^3$, dan $(y - \bar{y})^4$ Untuk memudahkan pengolahan parameter dasar statistik, hasil perhitungan variabel untuk data logaritmik disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Untuk memudahkan pengolahan parameter dasar statistik, hasil perhitungan variabel untuk data logaritmik disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan Variabel pada Data Logaritmik

No.	Bulan	R _{Max} (mm)	X _i	y = Log X _i	(y - \bar{y}) ²	(y - \bar{y}) ³	(y - \bar{y}) ⁴
1	Januari	52,33	73,00	1,863	0,443	0,295	0,196
2	Februari	61,00	61,00	1,785	0,345	0,203	0,119
3	Maret	73,00	52,33	1,719	0,271	0,141	0,074
4	April	50,33	50,33	1,702	0,254	0,128	0,064
5	Mei	19,47	24,60	1,391	0,037	0,007	0,001
6	Juni	6,40	22,73	1,357	0,025	0,004	0,001
7	Juli	1,07	19,47	1,289	0,008	0,001	0,000
8	Agustus	0,00	18,17	1,259	0,004	0,000	0,000
9	September	15,00	15,00	1,176	0,000	0,000	0,000
10	Oktober	18,17	6,40	0,806	0,154	-0,060	0,024
11	November	22,73	1,07	0,028	1,369	-1,601	1,874
12	Desember	24,60	0,00	0,000	1,435	-1,719	2,060
		Jumlah	344,1	14,376	4,345	-2,602	4,412

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Selanjutnya, data pada Tabel 3 digunakan untuk menghitung parameter seperti nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (S), koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien variasi (Cv) pada data logaritmik.

Hasil perhitungan diatas lalu dianalisis pada parameter dasar statistik untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai analisis hidrologi pada data logaritmik. Analisis ini membandingkan nilai parameter dasar statistik yang mendekati dengan syarat yang diberikan antar analisis distribusi frekuensi dengan analisis distribusi lainnya. Penelitian ini membandingkan empat jenis distribusi, yaitu Normal, Gumbel, Pearson Tipe III serta Log Pearson Tipe III. Hasil rekapitulasi untuk tiap analisis distribusi frekuensi dapat ditinjau pada Tabel 4. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa distribusi Pearson Tipe III merupakan distribusi yang sesuai dengan parameter data statistik pada penelitian ini.

Tabel 4. Perbandingan Parameter untuk Analisis Distribusi Frekuensi

No.	Jenis Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Nilai	Hitungan	Hasil	Keterangan
1	Normal	Cs = 0	0	Sesuai dengan rumusan Koefisien Skewness (Cs)	0,629	Tidak Mendekati
		atau -0,015 < Cs < +0,015				
		Ck ≈ 3				

		$+2,70 < Ck < +3,30$		rumusan Koefisien Kurtosis (Ck)	
		$Cs \approx 1,1396$	$\approx 1,1396$	Sesuai dengan rumusan Koefisien Skewness (Cs)	0,629
2	Gumbel				Tidak Mendekati
		$Ck \approx 5,4002$	$\approx 5,4002$	Sesuai dengan rumusan Koefisien Kurtosis (Ck)	2,887
3	Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$	$\neq 0$	Sesuai dengan rumusan Koefisien Skewness (Cs)	0,629
		$Cv = 0,3$	0,3	Sesuai dengan rumusan Koefisien Variasi (Cv)	0,851
4	Log Pearson Tipe III	$Ck = 1,50 Cs^2 + 3$	4,961	Sesuai dengan rumusan Koefisien Kurtosis (Ck)	-2,426
					Tidak Mendekati

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

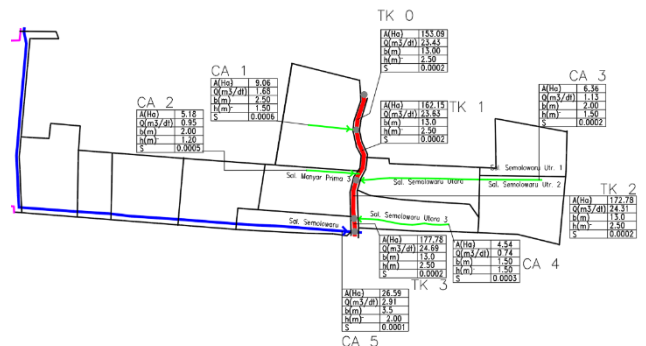
- Uji Kecocokan Distribusi Data Curah Hujan
 - Uji Chi-Kuadrat
Uji Chi-Kuadrat berfungsi untuk mengetahui distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Hasil dari uji distribusi Chi-Kuadrat menggambarkan suatu data yang asimetris, kontinu dan absolut (selalu positif).
 - Uji Smirnov-Kolmogorov
Uji Smirnov-Kolmogorov digunakan untuk membandingkan peluang data maksimum antara distribusi empiris dan distribusi teoritis (standar). Hasil dari uji distribusi Smirnov-Kolmogorov menggambarkan seberapa signifikan persebaran suatu data.
- Analisis dengan Distribusi Frekuensi Pilihan
Lokasi penelitian ini berada di kota Surabaya yang termasuk klasifikasi kota metropolitan. Hasil observasi menemukan luas daerah tangkapan air pada lokasi penelitian lebih kecil dari 300 Ha, sehingga berdasarkan tabel periode ulang yang umum digunakan adalah 2 tahun. Penelitian ini melakukan evaluasi dengan nilai periode ulang yang lebih besar untuk mendapatkan desain yang lebih aman dan berkelanjutan, sehingga periode ulang yang digunakan pada analisis sistem drainase lokasi penelitian ini adalah Periode Ulang Hujan 5 tahun. Perhitungan Tabel 4.8 menunjukkan nilai curah hujan rencana dengan nilai Periode Ulang Hujan (PUH) 5 tahun (R5) sebesar 34,857 mm.

Tabel 5. Perhitungan Hujan Rencana Distribusi Pearson Tipe III

Periode Ulang (Tr)	k	X _{Tr} (mm)
2	0,037	13,063
5	0,797	34,857
10	1,329	50,122
15	1,535	56,025
25	1,947	67,832

Analisis Koefisien Pengaliran

Catchment Area (CA) merupakan luasan pengaruh bagi saluran yang ditinjau dari hulu hingga hilir berdasarkan Titik Kontrolnya (TK). Titik Kontrol berfungsi sebagai lokasi perhitungan debit banjir rencana pada titik kontrol yang direncanakan. Hal ini bertujuan untuk mengakomodasi kapasitas saluran di area hilir yang menerima debit banjir lebih dari satu CA. Penelitian ini melakukan proses penentuan catchment area dengan identifikasi bangunan-bangunan air melalui data shop drawing yang telah didapatkan. Area tangkapan ini ditentukan dengan memperhatikan aspek elevasi, kemiringan tanah, serta pola aliran alami air. Hasil dari analisis catchment area ini nantinya akan digunakan untuk menghitung volume aliran air yang harus ditangani oleh sistem drainase. Lokasi penelitian di Jl. Semolowaru Kota Surabaya sesuai SDMP 2018 direncanakan terbagi menjadi 5 CA serta 4 titik kontrol yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 2. Pembagian Catchment Area Jl. Semolowaru

Sumber: Surabaya Drainage Master Plan, 2018

Lokasi penelitian diketahui sebagai lahan pemukiman (suburban) dengan asumsi koefisien tertinggi sebesar 0,40. Dalam analisis perhitungan selanjutnya, nilai koefisien pengaliran yang digunakan adalah nilai koefisien pengaliran rencana sesuai masing-masing CA. Rekapitulasi dan perhitungan koefisien pengaliran rencana dengan kondisi lokasi penelitian telah terdapat bangunan. dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C) Rencana

No.	Nama Catchment Area	Tata Guna Lahan	Koefisien Pengaliran (C)	Luas Tata Guna Lahan (A)	C x A
-----	---------------------	-----------------	--------------------------	--------------------------	-------

1	CA 1	Pemukiman	0,40	9,060	3,624
2	CA 2	Pemukiman	0,40	5,180	2,072
3	CA 3	Pemukiman	0,40	6,360	2,544
4	CA 4	Pemukiman	0,40	4,540	1,816
5	CA 5	Pemukiman	0,40	26,590	10,636

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

• Analisis Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana dimaksudkan untuk mengetahui besar debit banjir rencana yang terjadi, agar debit banjir tersebut dikelola sehingga tidak mengganggu kawasan di sekitarnya. Debit banjir air hujan yang mengalir di sekitar bangunan langsung mengalir menuju ke saluran kawasan melalui street inlet dalam kawasan. Analisis data untuk perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan rumus Metode Rasional dengan Periode Ulang Hujan (PUH) 5 tahun. Pada perhitungannya, dihitung pula waktu konsentrasi aliran dan intensitas hujan yang terjadi pada Kawasan Jl. Semolowaru Kota Surabaya sesuai dengan Catchment Area (CA) yang telah terbagi sebelumnya.

Tabel 7. Perhitungan Debit Banjir Rencana 5 Tahun Jl. Semolowaru

No. Catchment Area	Nama Titik Kontrol	Luas CA	Pa njan g Ali ran	Ke mir ing an Das ar Sal uran	Be da Ti ng gi Sa lu ran	Waktu Konsentr asi	Ko efi sien Pe nga liran	Cu ra h H uj an Re nc ana	Int ens itas Hu jan	De bit Ba njir Re nc ana
		h a	k m 2	m	m	m en it	ja m	m m	m m/ ja m	m 3 /de t
1	CA 1	9,06	0,17	0,23	0,00058	18,086	0,3	34,857	26,881	0,271
		0,91	2,320	0,058	0,00058	10,000	0,3	34,857	26,881	0,271
2	CA 2	5,18	0,18	0,23	0,00053	20,32	0,3	34,857	25,110	0,145
		0,82	8,262	0,053	0,00053	10,000	0,3	34,857	25,110	0,145
3	CA 3	6,36	0,65	0,23	0,00015	84,07	1,4	34,857	9,595	0,068
		0,64	6,709	0,015	0,00015	10,000	0,4	34,857	9,595	0,068
4	CA 4	4,54	0,33	0,23	0,00030	39,02	0,6	34,857	15,968	0,081
		0,44	8,916	0,030	0,00030	10,000	0,4	34,857	15,968	0,081
5	CA 5	26,59	0,17	0,23	0,00006	26,488	0,3	34,857	4,513	0,133
		0,96	48,915	0,006	0,00006	10,000	0,4	34,857	4,513	0,133
Total										0,894

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Pada Tabel 7 dapat dilihat debit banjir rencana dari masing-masing catchment area pada lokasi penelitian dengan total debit banjir sebesar 0,894 m³/detik dengan waktu konsentrasi maksimum sebesar 4,381 jam. Titik Kontrol pada penelitian menunjukkan bahwa sistem drainase kawasan saling terhubung mulai dari CA 1 hingga CA 5 sesuai dengan Titik Kontrolnya masing-masing untuk dialirkan menuju Saluran Primer eksisting. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan debit banjir rencana pada tiap-tiap catchment area yang dipengaruhi oleh nilai koefisien pengaliran, luas wilayah kawasan, serta intensitas hujan. Semakin besar koefisien pengaliran (C) dan intensitas hujan (I) maka akan menghasilkan debit yang berbanding lurus pula.

Analisis Hidrolika dengan HEC-RAS

Evaluasi Kondisi Saluran Eksisting
Evaluasi kondisi saluran dilakukan dengan membandingkan debit saluran eksisting (Q_{fc}) dan debit banjir rencana (Q_r) dengan kapasitas saluran (Q_{saluran}). Hal ini bertujuan untuk mengontrol apakah dimensi saluran eksisting memenuhi persyaratan untuk debit rencana dan eksisting selama Periode Ulang Hujan (PUH) 5 tahun. Apabila kapasitas saluran lebih besar dari pada debit banjir rencana maka saluran tersebut di katakan aman. Tetapi, apabila debit rencana lebih besar dari pada kapasitas saluran maka saluran tersebut tidak aman dan dimensi saluran rencana harus diperbesar. Hasil perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran eksisting dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Eksisting

No.	Nama Catchment Area	Debit Rencana	Kapasitas Saluran (HEC-RAS)	Keterangan
		Q _{fc} -rencana m ³ /det	Q _{saluran} m ³ /det	
1	CA 1	1,951	2,333	AMAN
2	CA 2	1,095	1,231	AMAN
3	CA 3	1,198	0,878	BANJIR
4	CA 4	0,821	0,812	BANJIR
5	CA 5	3,043	1,685	BANJIR

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

• Analisis Debit Saluran Baru

Peningkatan kapasitas saluran didapatkan berdasarkan analisis dengan menggunakan debit banjir rencana yang ada pada Tabel 9 dimana didapatkan Saluran Tersier 3 dan 4 serta Saluran Sekunder harus dilakukan peningkatan. Peningkatan dilakukan dengan melakukan trial and error berupa penambahan ketinggian (h) maupun lebar (b) saluran. Hasil peningkatan dimensi nantinya dilakukan simulasi berulang sebagaimana sub-bab berikutnya, untuk memvalidasi apakah kapasitas saluran hasil peningkatan mampu menampung debit untuk periode ulang hujan selama 5 tahun beserta debit eksisting.

Tabel 9. Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Baru

Lebar Saluran	Kedalaman Saluran	Jari-jari Hidrolis	Kecepatan Saluran	Debit Saluran	Q Rencana / Q Saluran	Keterangan
b	h	R	v	Q _{sal}	%	
m	m	m	m/det	m ³ /det	%	
2,50	1,50	0,682	0,622	2,333	83,63%	AMAN
2,00	1,20	0,545	0,513	1,231	88,93%	AMAN
2,50	2,00	0,769	0,345	1,727	69,38%	AMAN
2,50	2,00	0,769	0,481	2,403	34,14%	AMAN
5,00	2,50	1,250	0,292	3,656	83,24%	AMAN

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

KESIMPULAN

1. Stasiun hujan yang berpengaruh adalah Stasiun Hujan Gubeng, Stasiun Hujan Keputih, dan Stasiun Hujan Wonorejo dengan curah hujan rencana (R24) pada Periode Ulang Hujan 5 tahun sebesar 34,857 mm.
2. Solusi genangan banjir dengan peningkatan kapasitas saluran drainase yang disarankan adalah perubahan dimensi Saluran Tersier 3 dan 4 menjadi 2,5 x 2; serta Saluran Sekunder menjadi 5 x 2,5.
3. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi banjir antara lain peningkatan kapasitas saluran, pembuatan kolam retensi dan resapan, penggunaan permeable pavement, pengelolaan ruang terbuka hijau, serta pemeliharaan rutin sistem drainase.

Saran

1. Perlu adanya pertimbangan limpasan tidak hanya kawasan pemukiman, namun juga seluruh bangunan komersial di sekitar wilayah studi.
2. Diperlukan penjelasan teknis tentang pemantauan dan pemeliharaan saluran drainase secara teratur.
3. Perlu adanya aspek social engineering dalam pengambilan keputusan pemilihan saluran drainase rencana yang memperhatikan aspek lingkungan, keberlanjutan, sosial masyarakat dan lainnya.
4. Perlu adanya pertimbangan biaya dan metode pelaksanaan dalam pengambilan keputusan pemilihan dimensi saluran drainase baru agar memudahkan pelaksanaan yang sesuai dengan kondisi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. (1997). *Hidrolika Saluran Terbuka*. CV. Mitra Media, Surabaya.
- Diandalu, M. A. (2022). *Analisis dan Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kabupaten Jombang (Studi Kasus: Kecamatan Jombang, Kabupaten Jombang, Jawa Timur)*. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Dinas Bina Marga. (2015). *Surabaya Drainage Masterplan 2018*. Surabaya, Indonesia.
- Dwijaya, A. (2018). "Evaluasi Drainase Perkotaan Dengan Metode Hecras Di Kota Nanga Bulik, Lamandau Propinsi Kalimantan Tengah". *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 2(2), 104–115.
- Febriana, Y. (2009). *Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi Debit Kali Wonokromo*. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Ferdiansah, M. R. F. (2023). *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase untuk Pengendalian Limpasan Permukaan (Studi Kasus: Sisi Selatan Desa Kaliwungu, Kecamatan Jombang)*. Universitas Negeri Malang.
- Harto, S. (1989). *Pengujian Kejanggahan Data Hujan*. Yogyakarta: PAU Ilmu Teknik UGM.
- Hasan, A. (2021). *Analisa Saluran Drainase di Jalan Sunan Derajat Kelurahan Sukakarya*. Universitas Batanghari Jambi.
- Huda, M. (2021). "Perencanaan Sistem Drainase Sepanjang Jalan Raya Mayong–Bakalan Kabupaten Jepara". *Jurnal Civil Engineering Study*, 1(01), 26–33.
- Kusuma, W. I. (2016). "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Perumahan Green Mansion Residence Sidoarjo". *Jurnal. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Mario, M., Sutandi, A., & Kurniawan, V. (2020). "Analisis Kapasitas Jaringan Drainase dengan Aplikasi HEC-RAS di Kelurahan Kedoya Utara". *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1383–1396.
- Nurhadi, N., Gunarto, D., & Umar, U. (2020). "Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sungai Nyirih Kecamatan Selakau dengan Aplikasi HEC-RAS". *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, Dan Tambang*, 9(4).
- Pania, H. G., Tangkudung, H., Kawet, L., & Wuisan, E. M. (2013). "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi". *Jurnal Sipil Statik*, 1(3).
- Pudyawati, P. P. S., Dewi, R. K., Suripin, S., & Pranoto, S. (2018). "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Indonesia Power, Tambaklorok-Semarang". *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(1), 76–88.
- Soewarno, S. (1995). *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*. Bandung: Nova.
- Sturges, H. A. (1926). *The Choice of a Class Interval*. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65–66.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta, Indonesia: ANDI Offset, 7.
- Tri Wijaya, S. (2022). *Analisis Saluran Drainase Kawasan Jl. Kolonel Sugiono Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo*. ITN MALANG.
- Wicaksono, S. A., Prawati, E., & Surandono, A. (2021). "Analisis Sistem Drainase Perkotaan akibat Curah Hujan pada Kelurahan Mulyojati Kecamatan Metro Barat Kota Metro (Studi Kasus: Jalan Tangkil dan Jalan Puskel-Jalan Arjuna)". *JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 2(1), 126–132.