

Analisis Kinerja Saluran Drainase Jalan Sholeh Iskandar Kota Bogor

Menggunakan Hec Ras 5.0.7

Performance Analysis of the Sholeh Iskandar Road Drainage Channel in Bogor City Using Hec Ras 5.0.7

Diyanti¹, Fani Yayuk Supomo¹, Febry Mandasari¹, Olivia¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gunadarma

Diterima 1 November 2025, Disetujui 25 November 2025

ABSTRAK

Jalan Sholeh Iskandar terletak di Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor yang selalu terendam genangan air. Jalan Sholeh Iskandar memiliki luas daerah tangkapan air 56 Ha, wilayah ini sering mengalami banjir saat musim penghujan. Pada Bulan September dan Desember 2023 ketinggian air mencapai 30 cm dengan lama genangan air hingga 4 jam dan curah hujan maksimum 174,940 mm. Tujuan analisis kinerja saluran drainase ini untuk mendapatkan debit banjir rencana, mendapatkan dimensi saluran dari data debit banjir yang ditentukan. Diperlukan beberapa data untuk analisis kinerja saluran drainase yaitu data primer berupa dimensi saluran, kemudian diolah dan didapatkan analisis hidrolika, selanjutnya data sekunder berupa data curah hujan, data topografi dan tata guna lahan yang diolah menjadi analisis hidrologi. Metode aljabar digunakan sebagai acuan karena luas DAS yang digunakan dibawah 500 km². Didapatkan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun dan beberapa saluran mengalami limpasan, yaitu S2 = 1,543 m³/s, S3 = 2,183 m³/s, S4 = 2,901 m³/s, S5 = 3,650 m³/s, S6 = 4,495 m³/s, S8 = 1,593 m³/s, S9 = 2,426 m³/s, S10 = 3,284 m³/s, S11 = 4,173 m³/s, dan S12 = 4,748 m³/s. Beberapa dimensi drainase eksisting tidak memenuhi syarat $Q_s > Q_t$ maka, dilakukan analisis kinerja saluran drainase, kemudian diolah dengan software HEC-RAS 5.0.7 yang kemudian didapatkan dimensi saluran baru untuk S2 yaitu $h = 1$ m dan $b = 1$ m dengan bentuk saluran persegi yang terbuat dari U-Ditch Precast.

Kata kunci: Genangan Air, Debit, Drainase, Analisis.

ABSTRACT

Sholeh Iskandar Street, located in the Tanah Sareal District of Bogor City, is frequently submerged in water. The street has a catchment area of 56 hectares and often experiences flooding during the rainy season. In September and December 2023, water levels reached 30 cm, with the flood lasting up to 4 hours and a maximum rainfall of 174.940 mm. The objective of this drainage performance analysis is to determine the planned flood discharge and obtain the channel dimensions based on the determined flood discharge data. Several data points are required for the drainage performance analysis, including primary data in the form of channel dimensions, which are processed to obtain a hydraulic analysis, and secondary data such as rainfall data, topography, and land use, which are processed into a hydrological analysis. The algebraic method is used as a reference because the watershed area used is less than 500 km². The planned flood discharge with a 10-year return period was calculated, and some channels experienced overflow, specifically: S2 = 1.543 m³/s, S3 = 2.183 m³/s, S4 = 2.901 m³/s, S5 = 3.650 m³/s, S6 = 4.495 m³/s, S8 = 1.593 m³/s, S9 = 2.426 m³/s, S10 = 3.284 m³/s, S11 = 4.173 m³/s, and S12 = 4.748 m³/s. Some existing drainage dimensions do not meet the requirement of $Q_s > Q_t$, thus a drainage performance analysis was conducted using manual calculations, which were then processed with HEC-RAS 5.0.7 software. The analysis yielded new channel dimensions for S2, with $h = 1$ m and $b = 1$ m, featuring a rectangular shape made of U-Ditch Precast.

Keywords: Waterlogging, Discharge, Drainage, Analysis.

PENDAHULUAN

Gambaran umum kota Bogor dapat didesripsikan seperti berikut. Luas wilayah Kota Bogor 11.850 Ha. Wilayah Bogor dibagi menjadi 6 wilayah yaitu Bogor Barat, Bogor Selatan, Bogor Tengah, Bogor Timur, Bogor Utara dan Tanah Sareal. Secara administratif Kota Bogor terbagi dalam 6 Kecamatan, 68 Kelurahan. Kota Bogor dengan kategori sebagai kota metropolitan merupakan pusat kegiatan pendidikan, ekonomi, sosial budaya dan kegiatan lainnya. Kegiatan tersebut tentunya mengakibatkan pembangunan baik dari segi sarana maupun prasarana sebagai daya dukung pelaksanaan kegiatan tersebut.

Hal ini tidak lepas dari dampak yang ditimbulkan baik dampak positif maupun dampak negatif. Dampak positif seperti Kota Bogor menjadi lebih maju dari berbagai segi terutama kegiatan industri. Dampak negatif memunculkan berbagai permasalahan yang ditimbulkan dari kegiatan tersebut, yang menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan manusia sendiri, serta dapat menimbulkan kerusakan pada sarana yang ada.

Kelurahan Kedung Badak merupakan bagian dari Wilayah Kotamadya Bogor yang berada di bawah Kecamatan Tanah Sareal. Kelurahan Kedung Badak memiliki luas wilayah 200 Ha. Dengan batas-batas wilayah sebagai berikut: Sebelah Utara: Kelurahan Sukaresmi dan Kelurahan Sukadamai, Sebelah Selatan : Kelurahan Kebon Pedes, Sebelah Barat : Kelurahan Kedung Jaya, Sebelah Timur : Kelurahan Cibuluh. Kondisi geografis Kelurahan Kedung Badak dengan ketinggian tanah dan permukaan laut adalah 450 meter dan curah hujan 4000 mm pertahun. Jarak Kelurahan Kedung Badak dari pusat pemerintah adalah sebagai berikut: - Jarak dari pusat kota : 4.5 km, Jarak dengan kantor Kecamatan : 1 km. Jumlah penduduk di Kelurahan Kedung Badak adalah 28.714 jiwa dengan jumlah Kepala Keluarga 6.996 kk. Wilayah administrasi Kelurahan Kedung Badak memiliki jumlah Rukun Warga sebanyak 14 RW yang membawahi 99 RT. Kelurahan Kedung Badak di Kota Bogor, merupakan kelurahan yang letaknya cukup strategis di Kecamatan Tanah Sareal dengan perkembangan dan peningkatan masyarakat di kota tersebut, sehingga bertambah pula sarana dan prasarana yang mendukung, Salah satunya adalah sistem pembangunan dan saluran drainase.

Sistem Drainase merupakan salah satu aspek yang penting dalam menunjang infrastruktur suatu daerah maupun kawasan [12]. Sistem drainase perkotaan adalah satu kesatuan sistem teknis dan non teknis dari prasarana dan sarana drainase perkotaan [11]. Sistem jaringan drainase mempunyai fungsi menangani masalah air berlebih yang tidak diperlukan, baik yang mengalir di atas permukaan tanah maupun yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air ini dapat bersumber dari limpasan akibat hujan ataupun berasal dari buangan limbah dari permukiman [7].

Kondisi drainase yang ada di Jalan Sholeh Iskandar masih kurang baik secara keseluruhan, hal tersebut terbukti dengan adanya saluran drainase yang sudah rusak sebagian serta adanya sedimentasi setinggi 15 cm sepanjang saluran. Pengendapan sedimentasi dapat

mengakibatkan terjadinya pengurangan nilai dari fungsi saluran drainase sehingga saluran drainase tidak dapat bekerja dengan maksimal [10]. Pada bulan tertentu saat musim hujan, dengan intensitas curah hujan sebesar 291.7 mm pada kurun waktu 4 jam di Jalan Sholeh Iskandar sering terjadi banjir [3].

Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu [16]. Intensitas hujan tergantung dari lama dan besarnya hujan [18]. Semakin lama hujan berlangsung maka intensitasnya akan cenderung makin tinggi, begitu juga sebaliknya semakin pendek lamanya hujan maka semakin kecil juga intensitasnya [8]. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam jaman [25]. Intensitas hujan yang tinggi menyebabkan meluapnya air dari saluran drainase dikarenakan drainase tidak mampu menampung air [15].

Dampak yang ditimbulkan dari banjir ini membuat aktivitas warga sehari-hari menjadi terganggu, banyak kendaraan yang rusak saat melewati jalan Sholeh Iskandar karena terendam air genangan dan transaksi jual beli para pedagang sekitar menjadi terhambat. Menurut warga serta pedagang sekitar banjir selalu terjadi setiap tahun pada Bulan September hingga Desember. Tinggi banjir 30 cm dengan durasi banjir hingga 4 jam.

Menurut data BPBD Kota Bogor tahun 2019-2024. beberapa wilayah di Kota Bogor mengalami genangan air dengan ketinggian hingga 30 cm, dengan durasi genangan terpanjang sekitar 4 jam. Berdasarkan Laporan Kinerja tahun 2019 dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kota Bogor, pengamatan di Jalan Sholeh Iskandar, Kelurahan Kedung Badak, Kecamatan Tanah Sareal, menunjukkan luas genangan sebesar 0.458 ha, dengan tinggi 30 cm dan durasi genangan 240 menit. Pemerintah Kota Bogor telah berusaha menanggulangi genangan ini dengan memperbesar saluran pembuangan tanpa menyempitkan jalan, melalui pemasangan u-ditch berkapasitas yang sesuai dengan volume air yang meluap, untuk mempercepat penanganan genangan. Oleh karena itu, evaluasi kapasitas saluran drainase di Kelurahan Kedung Badak, Kota Bogor, menjadi penting.

Evaluasi dan peningkatan efisiensi saluran drainase di Kelurahan Kedung Badak harus segera dilaksanakan agar masalah banjir dan genangan, beserta dampak yang ditimbulkannya, dapat diminimalisir atau bahkan dihilangkan. Masalah ini menimbulkan berbagai gangguan bagi masyarakat, terutama dalam aspek sosial, ekonomi, dan kesehatan. Oleh karena itu, pemerintah setempat memandang penting untuk segera menangani dan mengatasi permasalahan di kawasan tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat disimpulkan beberapa rumusan masalah yaitu bagaimana menghitung debit banjir dan genangan di Jalan Sholeh Iskandar kelurahan Kedung Badak kecamatan Tanah sareal kota Bogor untuk 10 tahun mendatang. Bagaimana kondisi saluran drainase eksisting di Kelurahan Kedung Badak, Kota Bogor.

Bagaimana solusi yang tepat berdasarkan hasil evaluasi, termasuk alternatif setelah perencanaan

saluran drainase untuk 10 tahun ke depan, agar saluran tersebut mampu mengalirkan debit air hujan dengan baik dan mencegah terjadinya genangan. Ruang lingkup penelitian ini mencakup perhitungan debit banjir dan genangan di Jalan Sholeh Iskandar, Kelurahan Kedung Badak, Kecamatan Tanah Sareal, Kota Bogor, serta mencakup dimensi saluran, tinggi hujan rencana, debit rencana, dan kapasitas saluran.

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu Berapa besar debit banjir rancangan daerah penelitian dan bagaimana kondisi saluran drainase lokasi penelitian.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui debit banjir dan genangan yang mungkin terjadi selama 10 tahun ke depan di Jalan Sholeh Iskandar, serta menganalisis kondisi saluran drainase yang ada di wilayah tersebut.

METODE

Penelitian dilakukan pada saluran drainase jalan sepanjang 117 km yang dibagi dalam 12 segmen. Kemudian dari 12 segmen dilakukan survei untuk mengetahui kondisi saluran eksisting. Data sekunder yang digunakan berupa data curah hujan dari 3 stasiun dan 10 tahun terakhir (2016-2023).

Lokasi Penelitian

Hulu DAS Ciliwung Kabupaten Kedung Badak adalah lokasi penelitian yakni di area Sungai Ciliwung dengan titik koordinat hulu sungai $106^{\circ}49'36''$ BT - $106^{\circ}0'15''$ BT dan $6^{\circ}37'30''$ LS - $6^{\circ}46'10''$ LS dan hilir sungai $106^{\circ}48'$ BT - $107^{\circ}56'$ BT dan $6^{\circ}23'$ LS - $6^{\circ}46'$ LS. DAS Ciliwung secara administrasi terletak di Kabupaten Bogor dan Kota Bogor yang memiliki luas 370.80 km². panjang sungai 117 km. Lihat Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Analisis Penelitian

Studi literatur dilakukan dalam penulisan penelitian untuk mendapatkan referensi dan memahami ilmu yang berkaitan dengan topik yang dipilih, serta meninjau teori-teori yang digunakan dalam perhitungan analisis kinerja saluran drainase jalan. Pemahaman terhadap teori-teori ini akan mempermudah proses penulisan. Studi literatur dilakukan pada jurnal, buku referensi, harga material dan upah di wilayah proyek yang dibahas, serta pedoman Permen PUPR No. 8 Tahun 2023.

Ketersediaan data yang lengkap sangat penting agar suatu desain bangunan dapat dibuat sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan. Dalam penelitian berjudul " Analisis

Kinerja Saluran Drainase Jalan Sholeh Iskandar Kota Bogor Menggunakan Hec Ras 5.0.7," digunakan data primer dan sekunder, di mana data primer berperan sebagai sumber utama yang kemudian dievaluasi berdasarkan data sekunder untuk mendiskusikan dan menyimpulkan hasil penelitian.

Data merupakan informasi yang diperlukan oleh penulis dalam Menyusun penelitian ini. Data dapat diperoleh melalui observasi langsung atau dengan meminta data perencanaan atau data sekunder dari instansi terkait. Pengumpulan data dilakukan secara menyeluruh untuk memudahkan proses penelitian. Pengumpulan data yang akan digunakan dalam analisis kinerja saluran drainase jalan. Adapun data primer dan sekunder yang digunakan selama proses perencanaan adalah sebagai berikut.

Data Primer :

1. Dimensi Saluran Eksisting
2. Bentuk Saluran Eksisting
3. Jenis Saluran

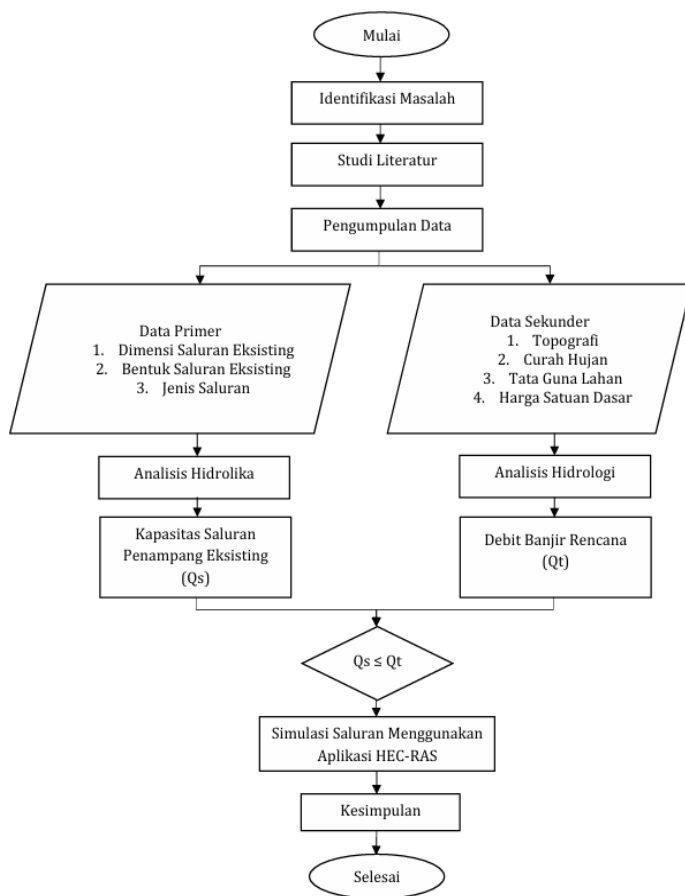
Data Sekunder :

1. Peta Topografi
2. Curah Hujan dari 3 Stasiun (Stasiun Hujan Cibinong, Stasiun Hujan Dramaga dan Stasiun Hujan Cariu)
3. Tata Guna Lahan
4. Harga Satuan Dasar

Setelah semua data telah didapatkan, maka dilakukan analisis untuk mengolah data sebagai berikut.

1. Analisis Hidrologi.
2. Analisis Hidrolika.
3. Analisis Penampang Saluran Menggunakan Hec-Ras.
4. Analisis Kinerja Saluran Drainase
5. Analisis Struktur.
6. Rencana Anggaran Biaya.

Tahapan penyusunan Analisis Kinerja Saluran Drainase Jalan Sholeh Iskandar Kota Bogor Menggunakan Hec Ras 5.0.7 yang akan dilakukan disajikan dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2 Diagram Alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir penelitian

Analisis hidrologi dilakukan berdasarkan data yang terkumpul, yang mencakup perhitungan curah hujan di wilayah tersebut menggunakan metode Aljabar dengan persamaan:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} + (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(1)$$

dengan, $\bar{R}$ adalah curah hujan rata-rata rendah, N adalah jumlah titik atau pos pengamatan, R_n adalah curah hujan maksimum harian dalam 24 jam.

Kemudian analisis frekuensi dan analisis intensitas hujan dengan metode mononobe dengan persamaan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana, R_{24} yaitu curah hujan maksimal 24 jam (hasil distribusi gumbel) dan t_c adalah durasi curah hujan.

Selanjutnya analisis debit banjir Metode Rasional dengan persamaan:

$$Q_r = 0.278 \times C \times I \times A$$

dimana, C adalah koefisien aliran limpasan, I adalah intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam), A adalah luas daerah aliran sungai (km²).

Debit banjir yang dihasilkan digunakan sebagai input dalam analisis hidrolika menggunakan aplikasi HEC RAS 5.0.7. Data peta DEM atau terrain dan *shapefile* diimpor ke HEC RAS 5.0.7 melalui alat Ras Mapper, kemudian file .prj dengan koordinat UTM zona 48 S diinputkan. Selanjutnya,

pilih opsi "*add new geometry*" untuk memodelkan jalur sungai, batas wilayah, dan titik-titik penampang melintang sungai. Analisis aliran dilakukan dengan metode unsteady flow melalui input debit banjir. Simulasi debit banjir dengan periode ulang 10, 25, dan 50 tahun digunakan untuk mengamati penyebaran banjir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan tahap awal dalam proses perencanaan saluran drainase. Hasil dari analisis ini adalah debit banjir rencana yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi saluran. Data curah hujan yang dipakai berasal dari 3 stasiun hujan terdekat dengan lokasi pengamatan. Data curah hujan ini diambil dari lokasi terdekat dengan daerah yang ditinjau dengan rentang waktu 10 tahun terakhir. Adapun lokasi stasiun data curah hujan harian maksimum tahun 2014-2023 untuk masing-masing stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Stasiun Hujan

Analisis Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

Berikut ini akan ditampilkan data curah hujan maksimum yang sudah penulis rangkum dari data curah hujan yang didapat dari Stasiun Cibinong, Dramaga dan Cariu mulai tahun 2014 sampai tahun 2023.

Tabel 1. Rata-Rata Curah Hujan Maksimum Metode Aljabar

THN	STASIUN POS HUJAN			Curah Hujan Rata-Rata (mm)
	Cibinong (mm)	Dramaga (mm)	Cariu (mm)	
2014	82,890	80,550	54,250	72,563
2015	71,780	58,630	62,150	64,187

Tabel 1. Rata-Rata Curah Hujan Maksimum Metode Aljabar (Lanjutan)

THN	STASIUN POS HUJAN			Curah Hujan Rata-Rata (mm)
	Cibinong (mm)	Dramaga (mm)	Cariu (mm)	
2016	40,660	110,890	41,530	64,360
2017	100,630	122,970	101,260	108,287

2018	113,500	113,850	112,480	113,277
2019	129,820	121,450	123,300	124,857
2020	112,080	117,360	100,950	110,130
2021	172,900	170,610	139,500	161,003
2022	124,420	120,890	38,650	94,653
2023	159,770	178,070	186,980	174,940

Berdasarkan analisis curah wilayah, periode tahun 2014-2023 curah hujan maksimum di DAS Ciliwung terjadi pada tahun 2023 yaitu 174,940 mm.

Analisis Distribusi Frekuensi Cara Gumbel

Untuk analisis distribusi frekuensi cara Gumbel ini terlebih dahulu diurutkan data curah hujan yang terbesar sampai data curah hujan yang terkecil. Tabel di bawah ini merupakan perhitungan distribusi cara Gumbel.

Tabel 2. Perhitungan Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel

No	Tahun	Xi	Xi-x	(Xi-X) ²
Pengamatan				
1	2023	174,940	66,114	4371,105
2	2021	161,003	52,178	2722,509
3	2019	124,857	16,031	256,993
4	2018	113,277	4,451	19,811
5	2020	110,130	1,304	1,701
6	2017	108,287	-0,539	0,291
7	2022	94,653	-	200,855
			14,172	
8	2014	72,563	-	1314,957
			36,262	
9	2016	64,360	-	1977,196
			44,466	
10	2015	64,187	-	1992,640
			44,639	
Jumlah		1088,257	0	12858,058
Rata-rata		108,826	0	1285,806

Berikut contoh perhitungan nilai curah hujan kala ulang 2 tahun dengan Metode Gumbel.

$$\bar{X} = 108,826$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{12858,058}{10-1}} = 37,797$$

$$Y_t = 0,367 \text{ (dapat dilihat pada Tabel 2.6)}$$

$$Y_n = 0,495 \text{ (dapat dilihat pada Tabel 2.7)}$$

$$S_n = 0,950 \text{ (dapat dilihat pada Tabel 2.8)}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,367 - 0,495}{0,950} = -0,135$$

$$X_t = \bar{X} + K \cdot S$$

$$= 108,826 + (-0,135 \times 37,797)$$

$$= 103,714 \text{ mm}$$

Untuk selanjutnya perhitungan periode ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun akan dibuat di dalam tabel berikut.

Tabel 3. Curah Hujan Periode Ulang Metode Distribusi Gumbel

Peluang Ulang Tahun	Yt	K	XT /mm
2	0,366	-0,135	103,714
5	1,500	1,058	148,836
10	2,251	1,848	178,713
20	2,970	2,607	207,368
25	3,199	2,847	216,459
50	3,902	3,588	244,461
100	4,601	4,323	272,260

Analisis Chi Kuadrat

Uji chi-kuadrat bertujuan untuk menguji simpangan-simpangan secara vertical [23]. Uji chi-kuadrat dapat menentukan apakah persamaan yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Perhitungan pengujian kecocokan distribusi dengan metode Chi Kuadrat sebagai berikut:

$$a. \text{ Jumlah Kelas (k)} = 1 + 3,322 \log n$$

$$= 1 + 3,322 \log 10$$

$$= 4,322 \approx 5$$

$$b. \text{ Derajat Kebebasan (dk)} = k - R - 1$$

$$= 5 - 1 - 1$$

$$= 3$$

Nilai R = 2 untuk distribusi normal, log normal, dan log person III. Sedangkan R = 1 untuk Distribusi Gumbel.

$$c. \text{ Nilai Teoritis (Ef)} = n / k$$

$$= 10 / 5$$

$$= 2$$

$$d. \Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k - 1}$$

$$= \frac{174,940 - 64,187}{9 \times 8 \times 7 \times 37,797}$$

$$= 27,68833$$

$$e. \text{ Xawal} = X_{\min} - 1/2 \times \Delta X$$

$$= 64,187 - 1/2 \times 27,688$$

$$= 50,3425$$

Tabel 4. Uji Chi Kuadrat Metode Distribusi Gumbel

Kelas	Nilai sebaran Tipe kelas	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ² /Ef
1	50,342 <X<	72,492	2	2	0,00
2	72,492 <X<	94,643	2	1	0,50
3	94,643 <X<	116,794	2	4	2,00
4	116,794 <X<	138,944	2	1	0,50
5	138,945 <X<	161,095	2	2	0,00
Jumlah			10	10	3,00

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai X² dan X²cr

Distribusi Probabilitas	X ²	X ² cr	Keterangan
Gumbel	3,00	7,814	Diterima

Analisis Smirnov-Kolmogorov

Uji smirnov-kolmogorov atau uji kecocokan parametrik adalah pengujian yang tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu [19]. Pengujian ini dilakukan

dengan menggambarkan probabilitas untuk setiap data, yaitu distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut dengan Δ_{maks} [17]. Hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel

No	Xi	P(X)	P(X<)	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
a	b	c	d	e	f	g	h
1	174,94	0,09	0,90	1,74	0,04	0,95	0,05
2	161,00	0,18	0,81	1,38	0,08	0,91	0,09
3	124,85	0,27	0,72	0,42	0,33	0,66	-0,06
4	113,27	0,36	0,63	0,11	0,45	0,54	-0,09
5	110,13	0,45	0,54	0,03	0,48	0,51	-0,03
6	108,28	0,54	0,45	-0,01	0,50	0,49	0,04
7	94,65	0,63	0,36	-0,37	0,64	0,35	-0,00
8	72,56	0,72	0,27	-0,95	0,82	0,17	-0,10
9	64,36	0,81	0,18	-1,17	0,87	0,12	-0,06
10	64,18	0,90	0,09	-1,18	0,88	0,11	0,02
Dmax							0,09

Keterangan Tabel 6:

Kolom (a) = Urutan data (m)

Kolom (b) = Data curah hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom (c) = Peluang empiris

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,09$$

Kolom (d) = Koreksi peluang pengamatan

$$P(X<) = 1 - P(X) = 1 - 0,091 = 0,909$$

Kolom (e) = Parameter untuk pembacaan luas wilayah di bawah kurva normal

$$f(t) = \frac{X_i - \bar{X}}{S_d} = \frac{174,940 - 108,826}{37,797} = 1,749$$

Nilai pembacaan luas wilayah di bawah kurva normal $f(t) = 1,749$ adalah 0,9591

Kolom (f) = Peluang teoritis

$$P'(X) = 1 - \text{luas wilayah di bawah kurva normal} \\ = 1 - 0,9591 = 0,041$$

Kolom (g) = Koreksi peluang teoritis

$$P'(X<) = 1 - P'(X) = 1 - 0,041 = 0,959 \\ \text{atau sama dengan luas wilayah di bawah kurva normal}$$

Kolom (h) = Nilai uji smirnov-kolmogorof pada data m = 3

$$D_{maks} = P(X) - P'(X) = 0,273 - 0,337 \\ = 0,064$$

Diketahui derajat kepercayaan (α) = 5% dengan jumlah data 10 maka, nilai kritis (D_0) adalah 0,41 sehingga distribusi gumbel dapat diterima.

Tabel 7. Rekapitulasi Uji Smirnov-Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	Dmax	D ₀	Keterangan
Gumbel	0,098	0,41	Diterima

Analisis Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol yang akan menyebabkan debit banjir [13]. Hasil perhitungan waktu konsentrasi secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Waktu Konsentrasi

Nama Saluran	Tc (Jam)
S1	0,187
S2	0,170
S3	0,412
S4	0,190
S5	0,162
S6	0,086
S7	0,109
S8	0,298
S9	0,206
S10	0,198
S11	0,168
S12	0,073

Perhitungan waktu konsentrasi untuk saluran sekunder sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\ = \left(\frac{0,87 \times 0,520}{1000 \times 0,002} \right)^{0,385} \\ = 0,412 \text{ jam}$$

Analisis Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas hujan merupakan jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu [21]. Hujan memiliki sifat umum yaitu semakin singkat hujan yang berlangsung maka intensitas hujan akan semakin tinggi, dan semakin besar periode ulangnya, maka semakin tinggi pula intensitas hujan [6]. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe. Periode ulang yang digunakan untuk perencanaan adalah kala ulang 10 tahun.

Tabel 9. Nilai Intensitas Hujan

Nama Saluran	Intensitas Hujan
S1	157,854
S2	167,956
S3	111,855
S4	156,139
S5	173,825
S6	265,633
S7	226,662
S8	115,736
S9	147,721
S10	152,124
S11	169,491
S12	294,619

Adapun perhitungan intensitas curah hujan di Jalan Sholeh Iskandar sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{178,713}{24} \left(\frac{24}{0,412} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 111,855 \text{ mm/jam}$$

Analisis Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan [20]. Faktor ini merupakan variabel yang paling penting dalam menentukan hasil perhitungan debit banjir. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah dan intensitas hujan [5]. Nilai koefisien pengaliran ditentukan dari kondisi tataguna lahan pada daerah pengaliran tersebut [2]. Berdasarkan hasil perhitungan analisis limpasan lokasi penelitian didapatkan koefisien komulatif dari 0,54 – 0,57.

Analisis Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan terjadi atau debit dengan periode ulang tertentu [4]. Luas daerah analisis kinerja saluran drainase adalah 56 Ha maka, metode Rasional dapat digunakan. Rekapitulasi perhitungan debit rencana secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 10. Debit Banjir Rencana Saluran Drainase Sekunder

Nama Saluran	A	C	I	Qt	Qt (Total)
S1	0,051	0,558	111,855	0,879	0,879
S2	0,038	0,569	111,855	0,664	1,543
S3	0,036	0,574	111,855	0,640	2,183
S4	0,041	0,566	111,855	0,718	2,901
S5	0,043	0,562	111,855	0,749	3,650
S6	0,050	0,545	111,855	0,845	4,495
S7	0,053	0,543	111,855	0,892	0,892
S8	0,042	0,542	111,855	0,702	1,593
S9	0,048	0,559	111,855	0,833	2,426
S10	0,050	0,554	111,855	0,858	3,284
S11	0,052	0,551	111,855	0,889	4,173
S12	0,033	0,563	111,855	0,575	4,748

Contoh perhitungan debit rencana pada saluran S1 adalah sebagai berikut:

$$Qt = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,558 \times 111,855 \times (0,028+0,020+0,0026)$$

$$= 0,879 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika pada perencanaan drainase bertujuan untuk menentukan kondisi aliran dan mendesain saluran sebagai *output* perencanaan drainase [9]. Maksud dari dilakukannya analisis hidrolika adalah untuk melakukan evaluasi kapasitas tampungan pada saluran debit banjir untuk periode ulang tahunan, sedangkan pada kondisi di lapangan adalah berdasarkan pengamatan secara langsung untuk mengetahui apakah ada saluran atau tidak untuk mengalirkan air saat terjadi hujan [14]. Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit banjir rencana [11]. Hubungan antara debit saluran (Qs) dan debit rencana (Qt) dapat di syaratkan $Qs \geq Qt$.

Analisis Dimensi Saluran Drainase Eksisting

Hasil analisis saluran drainase eksisting secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Analisis Dimensi Saluran Drainase

Nama Saluran	Qs	Qt(Total)	Keterangan
S1	1,370	0,879	Tidak Banjir
S2	1,408	1,543	Banjir
S3	0,949	2,183	Banjir
S4	1,629	2,901	Banjir
S5	1,238	3,650	Banjir
S6	2,254	4,495	Banjir
S7	1,631	0,892	Tidak Banjir

Tabel 11. Analisis Dimensi Saluran Drainase (Lanjutan)

Nama Saluran	d	F	As	R	V	Qs	Qt(Total)	Keterangan
S8	0,6	0,1	0,5	0,2	1,9	1,0	1,593	Banjir
	6	6	44	54	10	40		
S9	0,6	0,1	0,5	0,2	2,6	1,5	2,426	Banjir
	6	7	78	63	00	02		
S10	0,6	0,1	0,5	0,2	2,5	1,4	3,284	Banjir
	72	68	85	64	32	81		
S11	0,6	0,1	0,5	0,2	2,9	1,7	4,173	Banjir
	72	68	91	66	50	45		
S12	0,6	0,1	0,6	0,2	3,3	2,0	4,748	Banjir
	88	72	05	68	73	42		

Redesign Saluran Drainase

Hasil perhitungan *redesign* saluran secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 12.

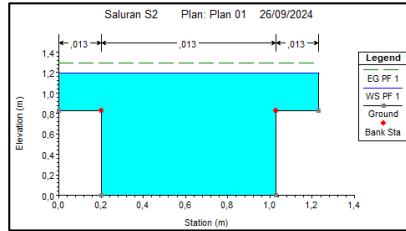
Tabel 12. Hasil Perhitungan *Redesign* Saluran

Nama Saluran	Dimensi Saluran (m)		Qs	Qt (Total)	Keterangan
	Tinggi	Lebar			
S2	1	1	2,35	1,543	Aman
S3	1,2	1,2	2,45	2,183	Aman
S4	1,2	1,2	3,95	2,901	Aman
S5	1,2	1,2	4,30	3,650	Aman
S6	1,2	1,2	5,23	4,495	Aman
S8	1	1	1,73	1,593	Aman
S9	1,2	1,2	3,75	2,426	Aman
S10	1,2	1,2	3,64	3,284	Aman
S11	1,2	1,2	4,23	4,173	Aman
S12	1,2	1,2	4,80	4,748	Aman

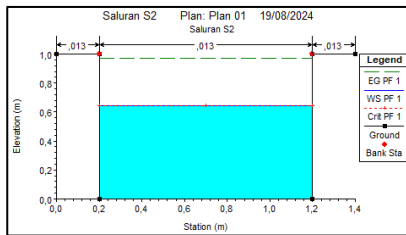
Analisis Penampang dengan HEC-RAS

HEC-RAS adalah *software* yang dapat memodelkan aliran. Sistem HEC-RAS terdiri dari *Graphical User Interface* (GUI), kemampuan menyimpan data, manajemen dan grafik, komponen-komponen analisis hidrolik [22]. Analisis Penampang dengan HEC-RAS 5.0.7 dilakukan untuk mengetahui bentuk profil muka air yang limpas dari dinding saluran pada saat mengalirnya debit rencana [24]. Berikut ini merupakan hasil dari analisis penampang sebelum dan sesudah *redesign* saluran menggunakan HEC-RAS 5.0.7.

1. Saluran Sekunder S2



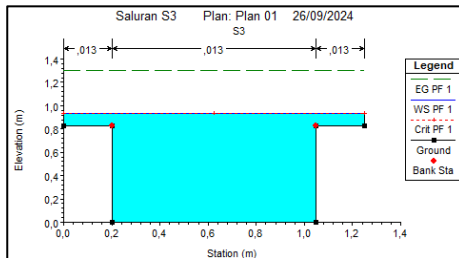
(a)



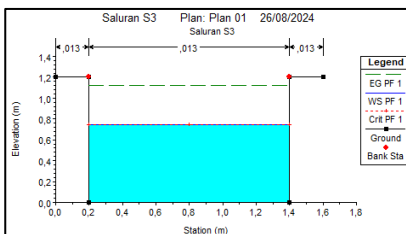
(b)

Gambar 4. (a) *Cross Section Saluran S2 Sebelum Redesign* dan (b) *Cross Section Saluran S2 Setelah Redesign*
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

2. Saluran Sekunder S3



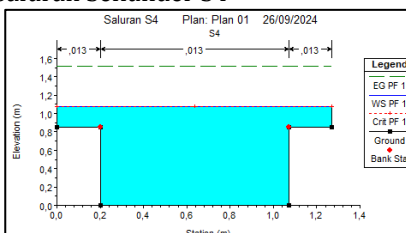
(a)



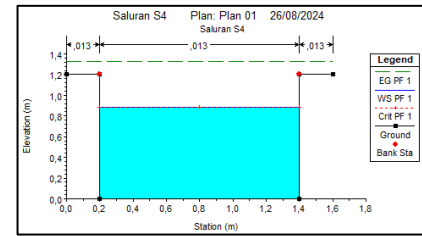
(b)

Gambar 5. (a) *Cross Section Saluran S3 Sebelum Redesign* dan (b) *Cross Section Saluran S3 Setelah Redesign*
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS,2024)

3. Saluran Sekunder S4



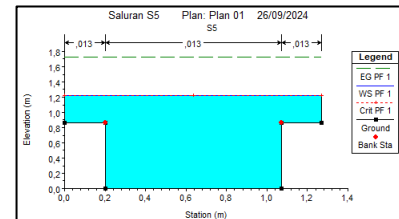
(a)



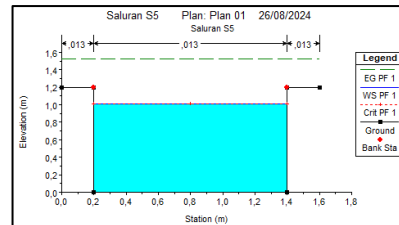
(b)

Gambar 6. (a) *Cross Section Saluran S4 Sebelum Redesign* dan (b) *Cross Section Saluran S4 Setelah Redesign*
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

4. Saluran Sekunder S5



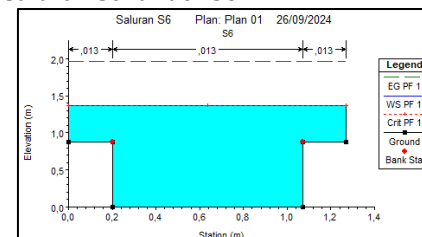
(a)



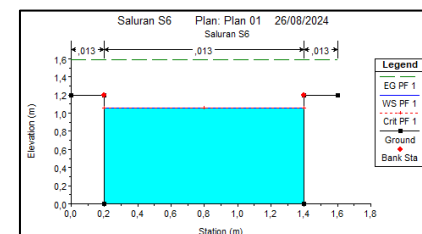
(b)

Gambar 7. (a) *Cross Section Saluran S5 Sebelum Redesign* dan (b) *Cross Section Saluran S5 Setelah Redesign*
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

5. Saluran Sekunder S6



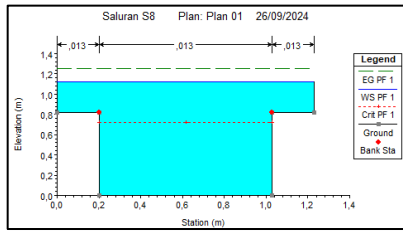
(a)



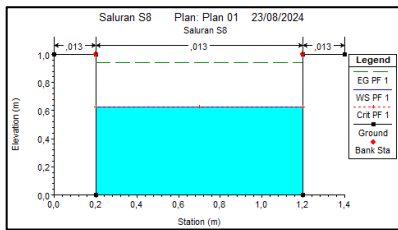
(b)

Gambar 8. (a) *Cross Section Saluran S6 Sebelum Redesign* dan (b) *Cross Section Saluran S6 Setelah Redesign*
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

6. Saluran Sekunder S8



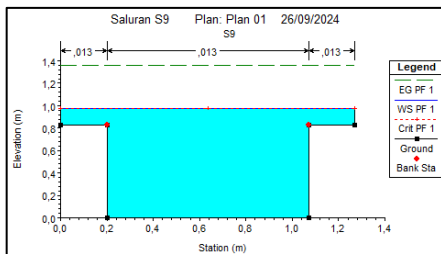
(a)



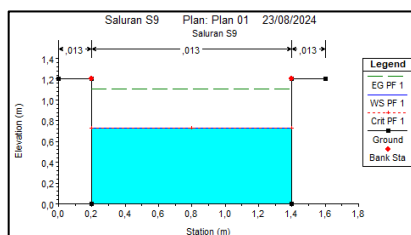
(b)

Gambar 9. (a) Cross Section Saluran S8 Sebelum Redesign dan (b) Cross Section Saluran S8 Setelah Redesign
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

7. Saluran Sekunder S9



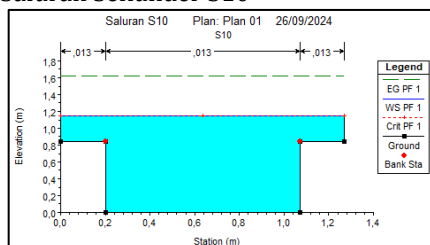
(a)



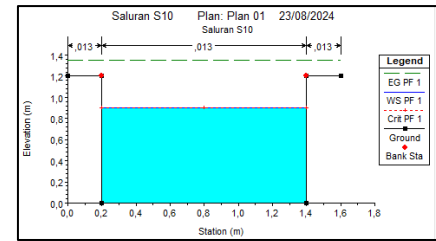
(b)

Gambar 10. (a) Cross Section Saluran S9 Sebelum Redesign dan (b) Cross Section Saluran S9 Setelah Redesign
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

8. Saluran Sekunder S10



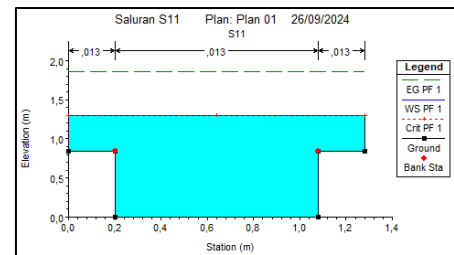
(a)



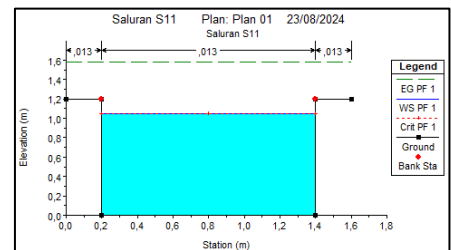
(b)

Gambar 11. (a) Cross Section Saluran S10 Sebelum Redesign dan (b) Cross Section Saluran S10 Setelah Redesign
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

9. Saluran Sekunder S11



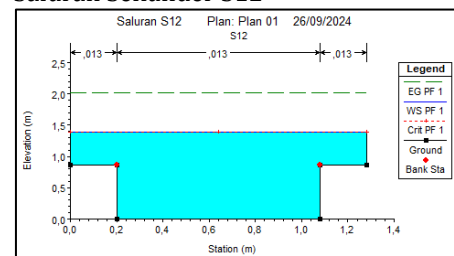
(a)



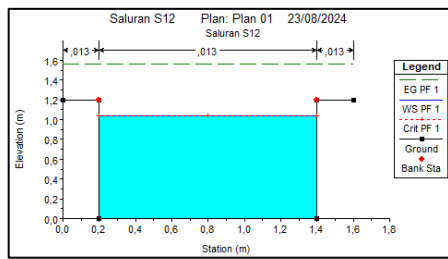
(b)

Gambar 12. (a) Cross Section Saluran S11 Sebelum Redesign dan (b) Cross Section Saluran S11 Setelah Redesign
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

10. Saluran Sekunder S12



(a)



(b)

Gambar 13. (a) Cross Section Saluran S12 Sebelum Redesign dan (b) Cross Section Saluran S12 Setelah Redesign
(Sumber: Aplikasi HEC-RAS, 2024)

KESIMPULAN

Besaran debit banjir rencana dengan perhitungan metode rasional diperoleh dengan kala ulang 10 tahun berturut-turut yaitu pada saluran S2 sebesar 1,543 m³/detik, S3 sebesar 2,183 m³/detik, S4 sebesar 2,901 m³/detik, S5 sebesar 3,650 m³/detik, S6 sebesar 4,495 m³/detik, S8 sebesar 1,593 m³/detik, S9 sebesar 2,426 m³/detik, S10 sebesar 3,284 m³/detik, S11 sebesar 4,173 m³/detik dan S12 sebesar 4,748 m³/detik. Berdasarkan simulasi permodelan HEC-RAS 5.0.7 dan perhitungan analisis hidrolika didapatkan dimensi analisis kinerja saluran drainase untuk saluran sekunder, S3, S4, S5, S6, S9, S10, S11 dan S12 adalah B = 120 cm dan H = 120 cm, untuk saluran sekunder S2 dan S8 adalah B = 100 cm dan H = 100 cm.

Diharapkan penelitian selanjutnya dapat meneliti debit banjir dan persebaran banjir di Kota Bogor berdasarkan data hasil pengukuran debit, membandingkannya dengan metode lain, serta mensimulasikan pemodelan debit menggunakan perangkat lunak yang berbeda seperti RRI, SWMM, dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abda, J. (2021). Tinjauan Sistem Drainase Jalan. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*, 17(2), 107-113.
- [2] Astuti, A. J. D., Yuniastuti, E., Nurwihastuti, D. W., & Triastuti, R. (2017). Analisis Koefisien Aliran Permukaan dengan Menggunakan Metode Bransby-Williams di Sub Daerah Aliran Sungai Babura Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Geografi*, 9(2), 158-165.
- [3] Al Fauzi, R. (2022). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Kota Bogor Menggunakan Metode Overlay Dan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 20(2), 96-107.
- [4] Djafar, H., Limantara, L. M., & Asmaranto, R. (2014). Studi analisa kebutuhan jumlah stasiun hujan berdasarkan evaluasi perbandingan antara analisa hidrograf banjir dan banjir historis pada DAS Limboto Provinsi Gorontalo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 5(2), 172-181.
- [5] Dwiyanto, V. (2016). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai).
- [6] Faizal, R., Prasetya, N. A., Alstony, Z., & Rahman, A. (2019). Evaluasi Sistem Drainase Menggunakan Storm Water Management Model (SWMM) dalam Mencegah Genangan Air di Kota Tarakan. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 143-154.
- [7] Firnanda, Afrian, Manyuk Fauzi, Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, dan Dosen Jurusan Teknik Sipil. 2016. *Teknik Analisis Stabilitas Bendung (Studi Kasus: Bendung Tamiang)*.
- [8] Hendri, A. (2016, January). Analisis Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar. In *Proceedings ACES (Annual Civil Engineering Seminar)* (Vol. 1. pp. 297-304).
- [9] Hidayatullah, Z. (2021). *ANALISIS EFEKTIVITAS PENANGGULANGAN BANJIR DI AREA SUMBERREJO KOTA SURABAYA* (Doctoral dissertation, Universitas Narotama).
- [10] Kurniati, E., Wijaya, A., Dewanto, T. H., & Susilawati, T. (2022). Analisis Pengaruh Sedimentasi Terhadap Pengurangan Nilai Fungsi Dari Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Lintas Tano-Sumbawa: Analisis Pengaruh Sedimentasi Terhadap Pengurangan Nilai Fungsi Dari Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Lintas Tano-Sumbawa. *Hexagon*, 3(1), 22-28.
- [11] Krisnayanti, D. S., Hunggurami, E., & Dhima-Wea, K. N. (2017). Perencanaan drainase kota Seba. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), 89-102.
- [12] Laoh, G. L., Tanudjaja, E. M., Wuisan, H. T. (2013). Perencanaan Sistem Drainase di Kawasan Pusat Kota Amurang. *Jurnal Sipil Statik*.
- [13] Mustofa, M. J., Kusumaastuti, D. I., & Romdania, Y. (2015). Analisis hidrologi dan hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju hilir Kotabumi (menggunakan program HEC-RAS). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 3(2), 303-312.
- [14] Nurul Khafifah, Andi, Wardan Mustari, dan Farida Gaffar. (2023). 3 Jurnal Karajata Engineering Analisis Hidrolika Sungai Tallo Menggunakan Aplikasi Hec-Ras.
- [15] Oktavia, M., & Rulhendri, R. (2023). Analisa Permasalahan Dan Rencana Pelebaran Saluran Drainase Di Daerah Jalan Cimahpar. *SINKRON: Jurnal Pengabdian Masyarakat UIKA Jaya*, 1(3), 124-132.
- [16] Permatasari, M., Nugraha, M. C., & Hartati, E. (2020). Penentuan Metode Intensitas Hujan Berdasarkan Karakteristik Hujan dari Stasiun Pengamat Hujan Disekitar Kecamatan Karawang Timur. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(1).
- [17] Rahman, Susanti, M Eng, Jl K H Ahmad Dahlan, Kelurahan Sasa, Gedung A Kampus, dan Ummu Ternate. (2020). "Utara Kota Tidore Kepulauan." *Jurnal* 13(2): 2589-8891.
- [18] Ridwan, R., Oktafri, O., Amin, M., & Berdikari, R. A. (2022). Uji Kinerja Portable Rainfall Simulator pada Berbagai Tekanan untuk Mengukur Keceragaman dan Intensitas Hujan. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 1(4), 496-503.

- [19] Santikanuri, A. M., Rizal, N. S., & Manggala, A. S. (2023). Kajian Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan (Studi Kasus: Dusun Krajan, Kelurahan Ambulu, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember). *Jurnal Smart Teknologi*, 4(2), 242-255.
- [20] Saragi, T. E., Zai, E. O., & Siregar, H. F. (2023). Studi Evaluasi Kinerja Saluran Drainase Pada Jalan Perumnas Simalingkar Kota Medan Dalam Mengatasi Debit Puncak Air (Studi Kasus: Jalan Karet Raya Perumnas Simalingkar). *Jurnal Construct*, 2(2), 56-70.
- [21] Setyawan, A., Puri, A., & Harmiyati, H. (2018). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Saluran Drainase Jalan Arifin Ahmad Pada Ruas Antara Jalan Rambutan Dengan Jalan Paus Ujung Di Kota Pekanbaru: The Effect of Changes in Land Use on the Discharge of Drainage Channels on Jalan Arifin Ahmad on the Section Between Jalan Rambutan and the Jalan Paus in the City of Pekanbaru. *Jurnal Saintis*, 18(2), 55-64.
- [22] Utami, T. (2016). Desain Penampang Sungai Way Besai Melalui Peningkatan Kapasitas Sungai Menggunakan Software HEC-RAS.
- [23] Wahyudi, D., Idris, J., & Abidin, Z. (2023). Tren dan isu penelitian uji-t dan chi kuadrat dalam bidang pendidikan. *LINEAR: Journal of Mathematics Education*, 4(2), 182-196.
- [24] Wigati, R. (2017). Model Analisis Efektivitas Saluran Drainase Menggunakan Software Hec-Ras. *Researchgate. Net*, October.
- [25] Yulius, E. (2014). Analisa Curah Hujan dalam Mebuat Kurva Intensity Duration Frequency (Idf) pada DAS Bekasi. *Bentang: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 2(1), 1-8.