

Evaluasi Sistem Drainase Pada Empat Cluster Di Perumahan Citra Indah City, Jonggol Kabupaten Bogor

Surya Hidayat¹, Fisika Prasetyo Putra²

Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta^{1,2}
surya-mbkm-uta45@student.tau.ac.id¹

Abstrak — Perumahan Citra Indah City terletak di bagian timur Cibubur, Jonggol, Kabupaten Bogor. Di dalamnya terdapat beberapa cluster seperti Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, dan Widelia. Wilayah perumahan ini terletak di dataran berbukit di bagian selatan, dengan ketinggian sekitar 200 - 300 meter di atas permukaan laut. Namun, saat hujan lebat, sering terjadi genangan air di perumahan ini karena saluran drainase tidak bisa menampung air hujan dengan baik. Genangan air ini mengganggu penghuni dan mobilitas di area perumahan. Evaluasi kapasitas drainase memerlukan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan survei lapangan, sementara data sekunder didapat dari Ciputra Group, termasuk informasi dimensi saluran dan data curah hujan dari stasiun hujan Citeko. Dengan data ini, analisis hidrologi dan hidrolika dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana dan dimensi saluran yang sesuai. Tujuannya adalah agar sistem drainase berfungsi baik, menghindari limpasan air, dan mengurangi genangan di wilayah tersebut. Dalam evaluasi kapasitas drainase, dilakukan dua analisis utama, yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Analisis hidrologi menentukan debit banjir rencana, sementara analisis hidrolika menentukan ukuran saluran yang pas untuk debit banjir tersebut. Agar drainase berfungsi baik dan tidak ada genangan, penting bahwa debit hidrologi (Qhidrologi) lebih kecil daripada debit hidrolika (Qhidrolika). Dengan memastikan ini, saluran drainase dapat menampung debit banjir rencana tanpa masalah genangan atau limpasan air. Hasil evaluasi menunjukkan curah hujan rencana untuk periode 2, 5, dan 10 tahun adalah 114,93 mm, 150,69 mm, dan 172,44 mm. Debit banjir rencana saluran utama cluster Anggsana 0,015 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Wijaya Kusuma 0,015 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Cendana 0,016 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Widelia 0,016 m³/s. Dimensi saluran utama Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, Widelia adalah 0,4×0,4 m. Selain itu, diperoleh juga nilai maksimum debit banjir rencana untuk kala ulang 2 tahun sebesar 0,0186 m³/detik, kala ulang 5 tahun sebesar 0,0185 m³/detik, dan kala ulang 10 tahun sebesar 0,0185 m³/detik. Untuk menangani saluran yang tidak dapat menampung debit banjir rencana, perlu dilakukan normalisasi saluran menggunakan U Ditch dengan anggaran sebesar Rp 3,771,475,400.18.

Keyword — Curah Hujan, Debit Air, Evaluasi Saluran Drainase

Abstract — Citra Indah City Housing is situated in the eastern part of Cibubur, Jonggol, Bogor Regency. It encompasses several clusters such as Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, and Widelia. The housing area is located on a hilly terrain in the southern part, with an elevation of approximately 200 to 300 meters above sea level. However, during heavy rainfall, there is a frequent occurrence of water pooling due to inadequate drainage channels. These water accumulations disrupt the residents and hinder mobility within the housing area. The evaluation of drainage capacity requires both primary and secondary data. Primary data is obtained through field surveys, while secondary data is sourced from the Ciputra Group, including channel dimension information and rainfall data from the Citeko rain gauge station. Using this data, hydrological and hydraulic analyses are conducted to determine the planned flood discharge and appropriate channel dimensions. The goal is to ensure proper drainage system functionality, prevent overflow, and mitigate water pooling in the area. Within drainage capacity evaluation,

two main analyses are carried out: hydrological analysis and hydraulic analysis. Hydrological analysis determines the planned flood discharge, while hydraulic analysis establishes the suitable channel sizes for the intended flood discharge. It is crucial for effective drainage and to prevent water pooling that the hydrological discharge ($Q_{hydrology}$) remains smaller than the hydraulic discharge ($Q_{hydraulics}$). By ensuring this, the drainage channels are capable of accommodating the planned flood discharge without issues of water pooling or overflow. Evaluation results indicate planned rainfall depths for 2, 5, and 10-year periods as 114.93 mm, 150.69 mm, and 172.44 mm, respectively. Additionally, the maximum planned flood discharges are 0.0186 m³/second for the 2-year period, 0.0185 m³/second for the 5-year period, and 0.0185 m³/second for the 10-year period. To address the challenge of inadequate drainage channels, a channel normalization process utilizing U Ditch structures will be executed with an estimated budget of approximately Rp 3,771,475,400.18.

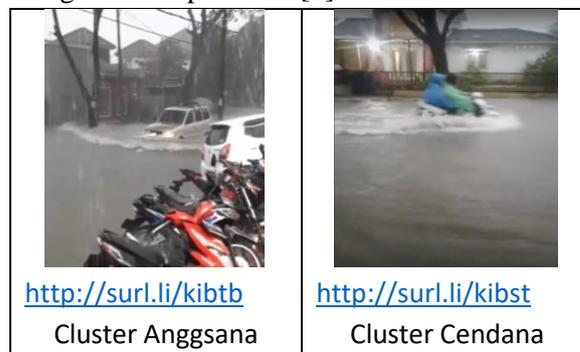
Keywords — *Drainage Channel Evaluation, Rainfall Depth, Water Discharge*

I. PENDAHULUAN

Drainase adalah infrastruktur yang dirancang untuk mengalirkan air berlebih dari suatu area ke badan air yang menerima aliran tersebut. Dalam konteks perkotaan, drainase perkotaan adalah sistem yang dirancang untuk mengatur aliran air permukaan dengan tujuan pengendalian [1]. Sistem drainase adalah bagian penting di kawasan perumahan, berfungsi untuk mengalirkan air hujan dengan efisien dan mencegah genangan [2].

Namun, kadang-kadang perumahan ini menghadapi genangan air akibat hujan lebat. Cluster Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, Widelia, ini sering terkena genangan air yang mengganggu penghuni dan mobilitas mereka di perumahan tersebut. Menurut berita dari media online lokal, hujan lebat telah menyebabkan beberapa bagian jalan di Jalan Raya Cileungsi-Jonggol tergenang air. Salah satu area yang terdampak adalah Kompleks Perumahan Citra Indah City. Penduduk setempat, seperti Rifwan, mengatakan bahwa jalan ini selalu banjir saat hujan deras meskipun tidak berlangsung lama. Penyebab utamanya adalah saluran air yang tersumbat. Keadaan serupa juga terjadi di jalan lain di sekitar wilayah tersebut [3]. Dengan demikian, perlu dilakukan evaluasi kapasitas saluran drainase guna mengatasi risiko banjir di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi sistem drainase di perumahan Citra Indah City pada empat cluster tersebut. Pendekatan yang digunakan melibatkan pencarian debit banjir dengan memanfaatkan data curah hujan kala ulang 10 tahun melalui analisis

hidrologi untuk menentukan debit banjir yang direncanakan. Selain itu, dimensi saluran dicari melalui analisis hidrolika. Langkah terakhir melibatkan evaluasi saluran-saluran yang mengalami limpasan air [4].



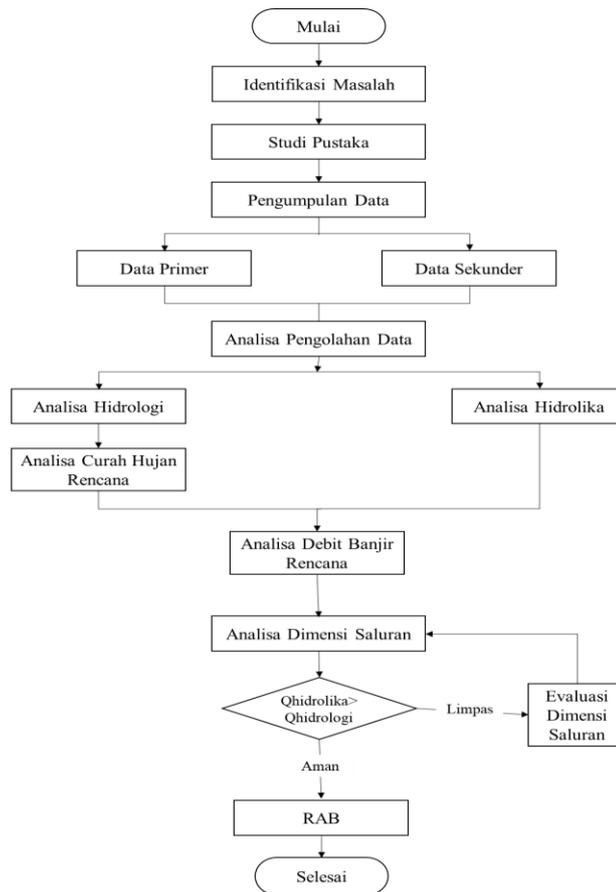
Gambar 1. Banjir Dibeberapa Kawasan Perumahan

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini memfokuskan pada evaluasi sistem drainase di empat cluster di Perumahan Citra Indah City yang terdampak oleh banjir. Perumahan ini berlokasi di daerah perbukitan Cibubur Timur, khususnya di wilayah Cileungsi-Jonggol, Kabupaten Bogor. Awalnya, wilayah ini adalah perbukitan yang kemudian dimanfaatkan oleh warga sekitar sebagai persawahan dan perkebunan. Metode evaluasi untuk keempat cluster; Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, dan Widelia melibatkan langkah-langkah seperti studi literatur, pengumpulan data melalui survei lapangan dan wawancara, pengolahan data, analisis kualitatif dan kuantitatif, perbandingan, serta penyusunan rekomendasi dalam laporan penelitian.

1. Tahapan Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Metode Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Hujan Rata-rata

Dalam penelitian ini, data hujan yang digunakan berasal dari tahun 2013 hingga tahun 2022. Data curah hujan (*RR*) yang digunakan diperoleh dari situs data online BMKG. Data yang dimanfaatkan adalah curah hujan harian terbesar dalam rentang waktu satu tahun di setiap stasiun hujan. Data curah hujan harian maksimum

terdapat dalam Tabel 1. Pada data diatas dapat dilihat bahwa curah hujan rata-rata tertinggi terjadi antara bulan Januari sampai Maret, hal ini dapat terjadi karena menurut data dari BMKG, pada bulan Januari sampai bulan Maret berada dalam fase musim penghujan.

Tabel 1. Curah Hujan Rata-rata Maksimum

No.	Tahun	Curah Hujan Maksimal di STA Citeko												(Max/Thn)	Tanggal
		Jan	Feb	Maret	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des		
1	2013	100	70	130	60	39	35	76	34	19,1	39	45,6	114,2	130	05-Mar-13
2	2014	192,8	95,7	52,5	99,2	52,4	84,6	70,5	59	32,4	21,5	86,5	109,9	192,8	30-Jan-14
3	2015	109,9	71,8	67,8	45,1	44	7	25	10	8,8	22,5	86,6	44,1	109,9	27-Jan-15
4	2016	45,5	43	54,4	54,5	42,2	80,5	55,8	14	48,1	69	78,4	36	80,5	18-Jun-16
5	2017	58,4	63,7	66,2	51,6	48,5	34,8	25	24	11,4	60	48	48,2	66,2	08-Mar-17
6	2018	39,4	164,1	78,8	48	32,9	58	4,8	11,5	50	50,1	52,6	31	164,1	06-Feb-18
7	2019	80,3	87,4	25,4	120,5	53,4	38,8	22,3	11,5	3,4	109	46,8	57,5	120,5	24-Apr-19
8	2020	73,7	118,7	55,5	50	62,7	32,5	32,3	30	66	54,7	26,4	57,8	118,7	08-Feb-20
9	2021	70	124	36,5	79,1	25,7	55,8	23,5	48,5	50,5	63,4	69,5	53,3	124	08-Feb-21
10	2022	18,5	62	46,6	89,1	36,2	86,8	46,6	52,9	34,7	76,6	57	66,7	89,1	19-Apr-22

B. Analisa Frekuensi

Analisis frekuensi hujan sangat penting dalam perencanaan sistem drainase karena curah hujan dapat mencapai nilai maksimum dalam periode waktu tertentu (sesuai dengan kala ulangnya).

Analisis frekuensi hujan dilakukan untuk memperoleh estimasi curah hujan rencana dengan menggunakan empat metode (Normal, Log-Normal, Gumbel, Log Person III) distribusi probabilitas.

Tabel 2. Persyaratan Parameter Statistik untuk setiap jenis Distribusi Probabilitas

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	0,62	tidak diterima
		$Ck \approx 3$	4,27	
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv \approx 0,157$	0,98	tidak diterima
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 \approx 3,044$	4,76	
3	Gumbel	$Cs \approx 1,14$	0,62	tidak diterima
		$Ck \approx 5,4$	4,27	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel	-0,12	Diterima
			3,68	

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa jenis distribusi yang memenuhi syarat hanya distribusi log pearson III, hal ini dapat terjadi karena distribusi Log Pearson III tidak memiliki persyaratan yang signifikan atau bisa di sebut juga flexibel.

C. Uji Kecocokan

Setelah melakukan analisis frekuensi hujan, langkah berikutnya adalah melakukan uji kecocokan. Uji kecocokan ini bertujuan untuk menilai apakah setiap distribusi probabilitas dapat mewakili distribusi statistik dari data sampel yang telah dianalisis sebelumnya. Dalam hal ini, metode uji kecocokan yang bisa diaplikasikan adalah metode *Chi-kuadrat* dan metode *Smirnov-Kolmogorov*. Uji kecocokan ini membantu memastikan apakah model distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang diamati.

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel - 3, dapat disimpulkan bahwa distribusi probabilitas yang cocok dan sesuai dengan distribusi statistik dari data sampel curah hujan adalah distribusi Log Pearson III. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa distribusi Log Pearson III memiliki nilai ΔP_{max} yang lebih rendah dibandingkan opsi lainnya.

D. Analisa Frekuensi Hujan

Dari hasil frekuensi hujan dan uji kecocokan, dapat dianalisa distribusi probabilitas mana yang dapat mewakili distribusi statistik sampel data ;

1. Ditemukan bahwa selisih antara peluang empiris dan teoretis terbesar adalah 1,89, yang lebih besar daripada ΔP_{cr} . Akibatnya, Distribusi Gumbel tidak dapat diterima.
2. Selisih antara peluang empiris dan teoretis dicari yang paling besar, kemudian

Tabel 3. Rekapitulasi hasil uji kecocokan dengan metode *Chi-kuadrat* dan *Smirnov Kolmogorov*

Distribusi	Chi-Kuadrat			Smirnov-Kolmogorov		
	X^2	X^2_{cr}	Keterangan	ΔP_{max}	ΔP_{cr}	Keterangan
Normal	27	5,991	ditolak	1,132	-0,1	ditolak
Log Normal	27	5,991	ditolak	1,10	-0,1	ditolak
Log Pearson III	3	5,991	diterima	1,066	-0,1	diterima
Gumbel	35	5,991	ditolak	1,89	-0,1	ditolak

3. dibandingkan dengan selisih peluang kritis atau ΔPcr .
4. Untuk Tugas Akhir ini, ΔPcr memiliki nilai sebesar -0,1.
5. Apabila $|P(xi) - P'(xi)|$ lebih kecil daripada ΔPcr , maka distribusi probabilitas tersebut dapat diterima.
6. Berdasarkan Tabel 4, ditemukan bahwa selisih antara peluang empiris dan teoretis terbesar adalah 1,066, yang lebih besar daripada ΔPcr . Oleh karena itu, distribusi Log Pearson III dapat diterima.

Curah hujan maksimum untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun adalah sebagai berikut:

- Untuk T = 2 Tahun
X₂ = 114,93 mm
- Untuk T = 5 Tahun
X₅ = 150,69 mm
- Untuk T = 10 Tahun
X₁₀ = 172,44 mm

Curah hujan maksimum yang terlampir di atas akan menjadi dasar acuan untuk menghitung debit banjir rencana, desain saluran, dan sebagainya.

E. Perhitungan Debit Rencana

Sebelum menghitung dimensi saluran yang akan digunakan di Perumahan Citra Indah City, langkah penting adalah menghitung debit limpasan terlebih dahulu.

$$Q_{hidrologi} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- C = run off coefficient (empiris)
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (km²)
- Q = debit maksimum (m³/detik)

Dengan menggunakan nilai koefisien pengaliran (C) sebesar 0.9282, intensitas hujan (I) sebesar 5.7022 mm/jam, dan luas daerah (A) sebesar 0.0013 km², menghasilkan debit limpasan hidrologi (Q_{Hidrologi}) sebesar 0.001927601 m³/s. Dengan demikian, debit limpasan yang mengalir melalui titik kontrol A.T 01 (saluran 1-2) adalah sebesar 0.0019 m³/s.

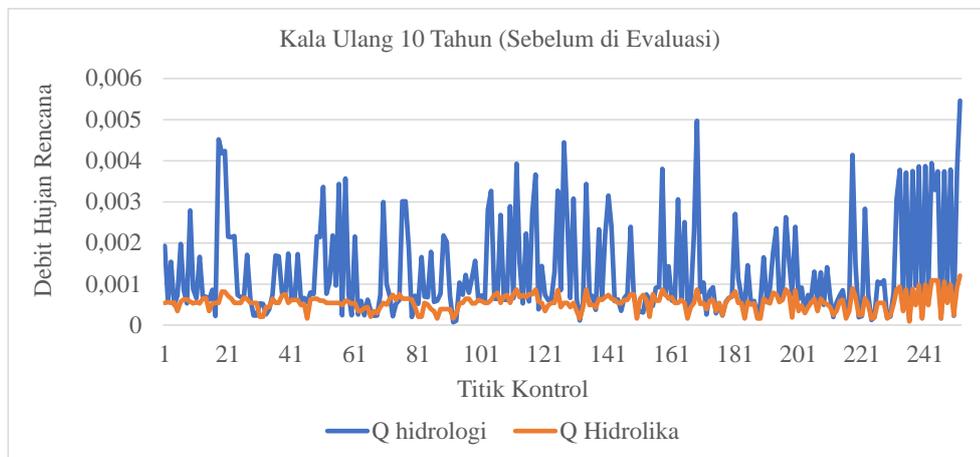
F. Perhitungan Dimensi Saluran

Dimensi saluran harus memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung debit banjir rencana. Oleh karena itu, dimensi saluran harus sama dengan atau lebih besar dari debit banjir rencana (Q_{Hidrolika} ≥ Q_{Hidrologi}). Dimensi saluran (Q_{Hidrolika}) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Q_{hidrolika} = A \times V \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- Q_s = debit penampang saluran (m³/s)
- A_s = luas penampang saluran (m²)
- V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/s)



Gambar 4. Grafik perhitungan Dimensi Saluran

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan debit Q_{hidrolika} yang ada dengan debit Q_{hidrologi}. Jika Q_{hidrolika} lebih besar daripada Q_{hidrologi}, berarti

penampang saluran dapat mengakomodasi debit yang masuk. Namun, jika Q_{hidrologi} lebih besar

daripada $Q_{hidrolika}$, maka saluran eksisting tidak dapat menampung debit yang akan masuk.

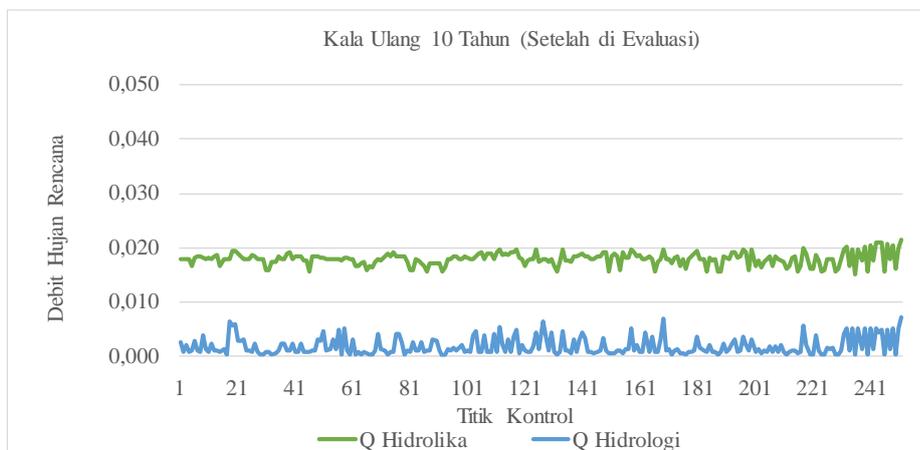
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai $Q_{hidrologi}$ lebih besar daripada $Q_{hidrolika}$, maka hal ini berarti bahwa saluran tersebut tidak dapat menampung debit air, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut. Dalam hal ini, perbandingan antara debit eksisting dan debit yang diharapkan membantu menentukan apakah saluran mampu menangani debit limpasan yang diperkirakan.

G. Evaluasi Perhitungan Debit dan Dimensi Saluran

Evaluasi dilakukan untuk mengatasi permasalahan saluran yang tidak mampu menahan debit banjir. Prinsipnya, penampang saluran seharusnya tidak boleh lebih kecil dari

debit air yang mengalir, agar tidak terjadi luapan air pada penampang tersebut. Dalam hal ini, $Q_{hidrolika}$ (debit hidrolika) harus lebih besar daripada $Q_{hidrologi}$ (debit hujan yang diperkirakan).

Dalam analisis drainase pada empat cluster perumahan Citra Indah City, terungkap bahwa untuk periode ulang 10 tahun, masih terdapat titik-titik saluran yang tidak sanggup menampung debit banjir. Sebagai solusi, dilakukan evaluasi saluran dengan melebarkan dan mendalamkan dimensinya. Untuk saluran dengan dimensi kurang dari 0,3 x 0,3 m, digunakan ukuran 0,4 x 0,4 m. Langkah ini diambil untuk memastikan saluran mampu menampung debit banjir dengan lebih baik, menghindari terjadinya genangan dan banjir di wilayah tersebut.



Gambar 5. Grafik perhitungan Evaluasi Dimensi Saluran

Berdasarkan pada gambar Grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai $Q_{hidrolika}$ lebih besar daripada $Q_{hidrologi}$, hal ini dapat diartikan bahwa evaluasi yang dilakukan telah berhasil karena saluran diperkirakan sudah dapat menampung debit air, maka bisa dilanjutkan ke perhitungan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) yang di perlukan

H. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dalam perhitungan RAB pada penelitian ini, termasuk estimasi biaya untuk kegiatan galian dan timbunan. Selain itu, biaya juga diperhitungkan untuk pemasangan beton U-ditch yang digunakan dalam rangka pemasangan jaringan drainase.

Untuk komponen beton U-ditch, telah mempertimbangkan ketersediaannya di pasaran dan telah disesuaikan dengan kondisi yang ada.

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian	Satuan	Volume/	Harga Satuan	Jumlah Harga
			Panjang	(Rupiah)	(Rupiah)
	1	2	3	5	6
A	Pekerjaan Tanah				
1	Pek. Galian Tanah	m ³	636,35	Rp 225.155,80	Rp 143.278.762,25
2	Pek. Urugan Tanah/Timbunan Bekas Galian	m ³	1909,1	Rp 112.634,39	Rp 215.025.987,93
				Jumlah	Rp 358.304.750,18
B	Pekerjaan Struktur Drainase				
3	U Ditch 40x40cm L= 120cm t=10cm	m	9641,73	Rp 354.000,00	Rp 3.413.170.650,00
				Jumlah	Rp 3.413.170.650,00
C				TOTAL	Rp 3.771.475.400,18

IV. KESIMPULAN

Hasil evaluasi dan perhitungan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Curah hujan rencana untuk periode 2, 5, dan 10 tahun: 114,93 mm, 150,69 mm, 172,44 mm. Debit banjir rencana saluran utama cluster Angsana 0,015 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Wijaya Kusuma 0,015 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Cendana 0,016 m³/s. Debit banjir rencana saluran utama cluster Widelia 0,017 m³/s. Dimensi saluran utama Anggsana, Wijaya Kusuma, Cendana, Widelia adalah 0,4×0,4 meter.
2. Solusi yang Perlu dilakukan yaitu memperbesar dimensi saluran drainase pada empat cluster di perumahan Citra Indah City. Saluran kurang dari < 0,30 x 0,30 meter ditingkatkan menjadi 0,40 x 0,40 meter.
3. Rancangan Anggaran Biaya (RAB) total pemasangan UDitch: Rp 3,771,475,400.18, meliputi biaya pengadaan dan pemasangan. Kesimpulan ini jadi dasar untuk rekomendasi perbaikan dan pengembangan sistem drainase di perumahan Citra Indah City.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian PUPR, "Penyelenggaraan sistem drainase perkotaan.," *Peratur. Menteri PU RI No12/PRT/M/ 2014*, 2014.
- [2] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Penerbit ANDI, 2004.
- [3] R. A. Pamungkas, "Diguyur Hujan Lebat, Kendaraan yang Melintas Jalan Raya Cileungsi - Jonggol Mogok Akibat Banjir," *TribunnewsBogor.com*, 2022.
<https://bogor.tribunnews.com/2022/09/20/diguyur->

- hujan-lebat-kendaraan-yang-melintas-jalan-roya-cileungsi-jonggol-mogok-akibat-banjir (accessed Jun. 05, 2023).
- [4] K. Agung, "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Perumahan Di Benowo, Surabaya," p. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017.
 - [5] CiputraGroup, "Citra Indah City Timur Cibubur," *Ciputra Group*, 2013. <https://citraindah.com/> (accessed Jan. 11, 2023).
 - [6] S. N. Ghosh, *Flood control and drainage engineering*. 2014.
 - [7] Yuliyana Astuti dan Fisika Prasetyo Putra, "Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Pademangan Timur, Jakarta Utara," *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 07, no. 01, pp. 56–65, 2022.
 - [8] I Made Kamiana, *Teknik Perhitungan Debit Rencanan Bangunan Air*. Graha Ilmu, 2011.
 - [9] E. Sutarto, *Drainase Perkotaan*. Gunadarma, 1997.
 - [10] Kustamar, *Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban, dan Pesisir*. Malang: Dream Litera, 2019.
 - [11] Sutopo Purwo Nugroho, "Evaluasi dan analisis curah hujan sebagai faktor penyebab bencana banjir di Jakarta.," *jurnal sains & teknologi modifikasi cuaca*, 2002.
 - [12] Limpot Ovi Haryoko, "Evaluasi dan rencana pengembangan sistem drainase di Kecamatan Tanjungkarang Pusat, Bandar Lampung.," p. Universitas Malahayati Bandar Lampung, 2016.
 - [13] R. Edwin Fallah, "Analisis Biaya Pekerjaan Drainase Berdasarkan Metode Konvensional Dengan Metode Pracetak U Ditch," *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 04, no. 07, pp. 34–37, 2019.
 - [14] Nafisah Anas, "Laporan menghitung dan menggambar peta kontur serta peta lereng.," 2014.
 - [15] Mohamad Husin Munir dan Fisika Prasetyo Putra, "Perencanaan sistem drainase untuk mitigasi banjir di Taman Impian Jaya Ancol.," *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 06, no. 02, pp. 36–42, 2021.
 - [16] W. I. Kusuma, "Perencanaan sistem drainase kawasan perumahan Green Mansion Residence Sidoarjo.," p. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.
 - [17] A. Y. Qurniawan, "Perencanaan sistem drainase

- perumahan Josroyo Permai RW 11 Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar.," p. Universitas 11 Maret Surakarta, 2009.
- [18] B. A. K. Brata, "Studi kasus sistem jaringan drainase Kelurahan Patemon, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang.," p. Universitas Negeri Semarang, 2020, [Online]. Available: Universitas Negeri Semarang.
- [19] Haris Padhillah dan Fisika Prasetyo Putra, "Evaluasi kapasitas saluran drainase Kelurahan Pademangan Barat, Jakarta Utara.," *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 07, no. 01, pp. 34–41, 2022.
- [20] R. Harahap, "Perencanaan Sistem Drainase pada Kawasan Kampus Universitas Sumatera Utara Kwala Bekala," p. Universitas Sumatera Utara Medan, 2021, [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/32365>.
- [21] R. F. Luciana, "Analisa Kebutuhan Kolam Tampung Pada Sistem Drainase Kampus ITS Surabaya," p. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2015.
- [22] K. Devi, "Pengaruh lama fermentasi daun Moringa oleifera Lam. terhadap aktivitas antioksidan dan antimikroba oleh *Lactobacillus casei* FNCC 0090.," p. Universitas Pancasila, 2021.
- [23] D. A. Chin, *Water Resources Engineering*. Prentice Hall, 2000.
- [24] Wesli, *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu, 2015.
- [25] Soewarno, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova, 1995.
- [26] Permata Prameswari, "Perencanaan drainase jalan lingkar luar barat Surabaya tahap 3 (STA 4+000 sampai dengan 11+502.94).," p. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2017.