

MODEL PERENCANAAN ULANG DRAINASE UNTUK MENGURANGI GENANGAN: STUDI KASUS DI PERUMAHAN TAMAN GRIYA ASRI CILEBUT, KABUPATEN BOGOR

DRAINAGE REDESIGN MODEL TO REDUCE INFLUENCING: A CASE STUDY IN TAMAN GRIYA ASRI CILEBUT HOUSING, BOGOR REGENCY

Diyanti^{*1}, Fani Yayuk Supomo², Febry Mandasari³, Hamidah Nur Qodriah⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma
Korespondensi: diyanti@staff.gunadarma.ac.id

ABSTRAK

Perumahan Taman Griya Asri Cilebut, Kabupaten Bogor, kerap mengalami genangan akibat curah hujan tinggi dan kapasitas drainase yang tidak memadai. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang sistem drainase, meliputi identifikasi saluran eksisting, analisis debit banjir rencana, dan penentuan dimensi saluran. Metode aljabar digunakan untuk analisis hidrologi karena luas daerah tangkapan air kurang dari 500 km². Hasil penelitian menunjukkan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder dan tersier bervariasi antara 0,02 m³/s hingga 0,39 m³/s. Perencanaan ulang menghasilkan dimensi saluran yang sesuai, misalnya saluran tersier 2 ($h=0,5$ m, $b=0,4$ m), tersier 3 ($h=0,6$ m, $b=0,8$ m), dan tersier 4 ($h=0,6$ m, $b=0,5$ m) dengan bentuk persegi menggunakan U-Ditch Precast. Perencanaan ulang ini diharapkan dapat mengurangi genangan di perumahan tersebut.

Kata Kunci: Model, Perencanaan Ulang, Drainase, Debit Banjir, Hec Ras 6.5

ABSTRACT

Taman Griya Asri Cilebut housing complex, Bogor Regency, often experiences flooding due to high rainfall and inadequate drainage capacity. This study aims to redesign the drainage system, including calculating the planned flood discharge and determining the channel dimensions. The algebraic method is used for hydrological analysis because the catchment area is less than 500 km². The results of the study show that the planned flood discharge for a 5-year return period for secondary and tertiary channels varies between 0.02 m³/s to 0.39 m³/s. The redesign produces appropriate channel dimensions, for example tertiary channel 2 ($h=0.5$ m, $b=0.4$ m), tertiary 3 ($h=0.6$ m, $b=0.8$ m), and tertiary 4 ($h=0.6$ m, $b=0.5$ m) with a square shape using U-Ditch Precast. This redesign is expected to reduce flooding in the housing complex.

Keywords: Model, Redesign, Drainage, Flood Discharge, Hec Ras 6.5

PENDAHULUAN

Drainase berasal dari kata "drainage" yang berarti mengalirkan, mengeringkan, atau membuang air. Sistem drainase merupakan infrastruktur vital dalam pengelolaan lingkungan perkotaan dan perumahan. Sistem drainase yang baik berfungsi untuk mengurangi kelebihan air, baik dari curah hujan, rembesan, maupun limpasan, sehingga lahan dapat berfungsi secara optimal (Suripin, 2004). Perumahan Taman Griya Asri Cilebut, yang terletak di Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor, merupakan salah satu contoh kawasan yang rentan terhadap genangan air atau banjir. Permasalahan ini disebabkan oleh kombinasi antara intensitas curah hujan yang tinggi dan kapasitas saluran drainase yang tidak memadai. Akibatnya, banjir kerap terjadi, mengganggu aktivitas sehari-hari warga dan merusak lingkungan perumahan. Berdasarkan wawancara dengan warga, ketinggian air banjir dapat mencapai 20-40 cm, yang berdampak pada kesehatan, kebersihan, dan kenyamanan warga. Perencanaan ulang sistem drainase menjadi krusial untuk mengatasi permasalahan tersebut dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah bagaimana merencanakan ulang sistem drainase yang efektif untuk mengatasi genangan air di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut. Hal ini mencakup perhitungan debit banjir rencana dan penentuan dimensi saluran yang sesuai. Tujuan dari penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi permasalahan banjir; (2) debit banjir rencana dengan periode ulang yang sesuai dengan karakteristik daerah aliran sungai (DAS) di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut; (3) mendapatkan dimensi saluran yang sesuai dengan debit banjir rencana.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis berupa solusi perencanaan drainase yang efektif untuk mengatasi permasalahan banjir di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sumber daya air, khususnya dalam perencanaan dan pengelolaan sistem drainase perkotaan.

Penelitian ini berfokus pada perencanaan ulang sistem drainase di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut. Ruang lingkup penelitian meliputi analisis hidrologi untuk menghitung debit banjir rencana, analisis hidrolika untuk perencanaan dimensi saluran, dan penentuan struktur saluran. Periode ulang yang digunakan adalah 5 tahun.

Penelitian ini tidak mencakup aspek konstruksi detail.

Beberapa penelitian telah mengkaji permasalahan drainase dan banjir di wilayah perkotaan, menggunakan berbagai metode perhitungan dan pendekatan dalam analisis risiko banjir. (Rahma et al., 2024) membahas metode perhitungan debit banjir menggunakan metode Mononobe dan Formula Manning dalam konteks sistem drainase perkotaan. Penelitian ini menyoroti pentingnya desain drainase yang efektif untuk mengurangi frekuensi dan dampak banjir di kawasan perkotaan Indonesia. Masalah klasik terkait penyumbatan saluran drainase akibat sedimentasi dan sampah juga diidentifikasi sebagai faktor utama yang berkontribusi pada genangan air dan banjir (Rahma et al., 2024). Selain itu, (Atanga et al., 2023) melakukan analisis risiko banjir di Accra dengan memanfaatkan teknik geospasial. Penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan perencanaan kota yang ada belum cukup efektif dalam mengatasi urbanisasi dan risiko banjir, yang mengindikasikan perlunya strategi baru yang lebih komprehensif untuk mitigasi banjir (Atanga et al., 2023). Sementara itu, (Chen et al., 2022) mengembangkan model penilaian risiko banjir perkotaan dengan menggunakan distribusi populasi dinamis dan evaluasi komprehensif berbasis fuzzy. Penelitian ini mengindikasikan bahwa penerapan pendekatan dinamis dalam manajemen risiko banjir dapat membantu mengidentifikasi wilayah yang paling rentan (Chen et al., 2022). Di samping itu, penelitian oleh Cea dan Costabile (2022) membahas manajemen dan adaptasi risiko banjir di wilayah urban dalam konteks perubahan iklim. Penelitian ini menegaskan bahwa dampak banjir di wilayah urban bisa sangat luas, mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan. Penelitian ini menekankan pentingnya pendekatan multidimensional dalam manajemen risiko banjir, mengingat berbagai faktor yang mempengaruhi kerentanan suatu kawasan urban (Cea & Costabile, 2022).

Penelitian ini akan mengisi *research gap* dengan fokus pada perencanaan ulang drainase yang komprehensif di kawasan perumahan, dengan mempertimbangkan karakteristik hidrologi lokal dan penggunaan metode analisis yang sesuai. Selain itu, penelitian ini akan memberikan studi kasus yang spesifik dan detail mengenai perencanaan drainase di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan / rembesan sehingga fungsi lahan / kawasan tidak terganggu. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan / lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

Jenis Saluran Drainase

Drainase memiliki banyak jenis yang dilihat dari berbagai aspek. Jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hansmar, 2002).

1. Menurut sejarah terbentuknya Drainase menurut sejarahnya terbentuk dari berbagai cara, berikut ini adalah proses terbentuknya drainase.
 - a. Drainase Alami (*Natural Drainage*), drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lainnya. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air bergerak karena adanya gravitasi yang terjadi secara terus menerus yang kemudian membentuk jalan air permanen seperti sungai.
 - b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*), drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti pasangan batu /beton, gorong-gorong, dan pipa.
2. Menurut letak bangunannya Drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk. Berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya.
 - a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*), saluran yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *Open Channel Flow*.
 - b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Sub Surface Drainage*), saluran yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah tanah (pipa) karena alasan tertentu.
3. Menurut fungsinya Drainase berfungsi untuk mengalirkan air limpasan dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya.

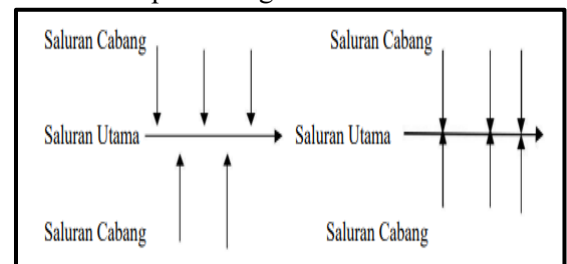
- a. *Single Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau air buangan lainnya.
 - b. *Multi Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur ataupun bergantian, misalnya air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.
4. Menurut konstruksinya Dalam merancang sistem drainase terlebih dahulu harus diketahui jenis konstruksinya, berikut ini adalah jenis drainase menurut konstruksinya.
 - a. Saluran Terbuka, saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luas lahan yang cukup.
 - b. Saluran Tertutup, saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini digunakan untuk aliran kotor dan air limpasan yang biasanya terletak di bawah badan jalan.

Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase memiliki berbagai macam jenis yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah macam-macam jenis pola jaringan drainase, yaitu:

1. Jaringan Drainase Sikuk

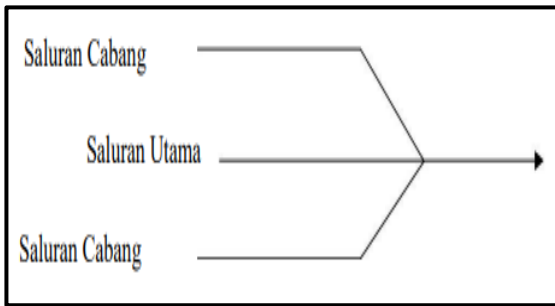
Jaringan yang dibuat pada daerah yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan sungai di sekitarnya. Sungai tersebut nantinya akan dijadikan sebagai pembuangan utama atau pembuangan akhir.



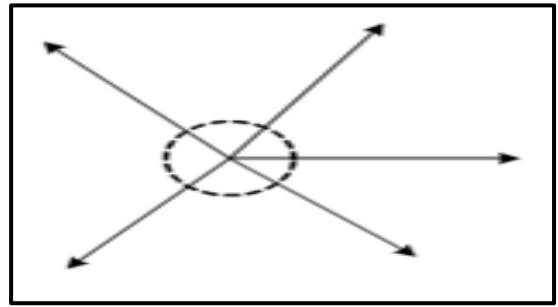
Gambar 1. Pola Jaringan Drainase Sikuk
(Sumber: H.A Halim Asmar, 2011)

2. Jaringan Drainase Paralel

Jaringan yang memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup banyak dan pendek-pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan menyesuaikan.



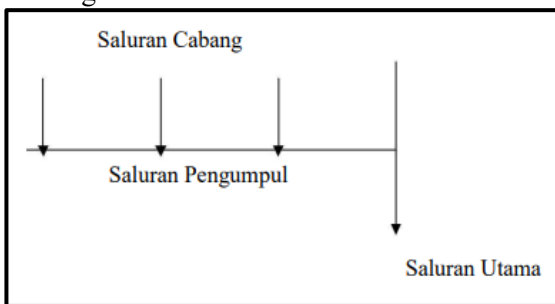
Gambar 2. Pola Jaringan Drainase Paralel
(Sumber: H.A Halim Asmar, 2011)



Gambar 5. Pola Jaringan Drainase Radial
(Sumber: H.A Halim Asmar, 2011)

3. Jaringan Drainase *Grid Iron*

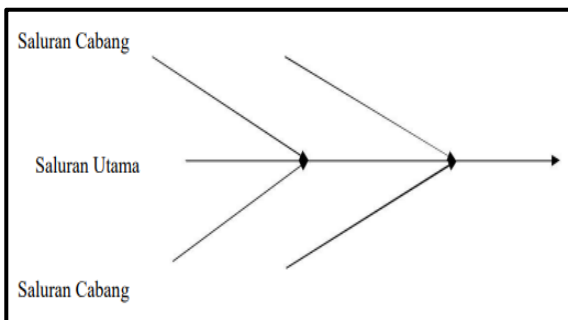
Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah pinggir kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama.



Gambar 3. Pola Jaringan Drainase *Grid Iron*
(Sumber: H.A Halim Asmar, 2011)

4. Jaringan Drainase Alamiah

Seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola alamiah ini beban sungainya lebih besar.



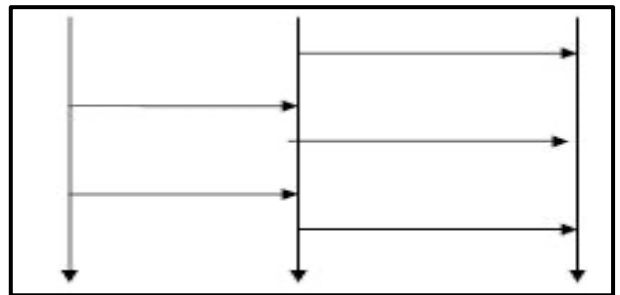
Gambar 4. Pola Jaringan Drainase Alamiah
(Sumber: H.A Halim Asmar, 2011)

5. Jaringan Drainase Radial

Jaringan ini memiliki pola menyebarkan aliran pada pusat saluran menuju luar.

6. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Jaringan ini mempunyai saluran-saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Jaringan ini sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 6. Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring
(Sumber: H.A Halim Asmar, 2011)

METODE

Lokasi Perencanaan

Kabupaten Bogor terdiri dari 40 kecamatan dan 435 desa/kelurahan. Kabupaten Bogor memiliki luas wilayah 2.991,78 km². Secara geografis terletak di antara 6°18'0" - 6°47'10" LS dan 106°23'45" - 107°13'30" BT. Perumahan Taman Griya Asri Cilebut Kecamatan Sukaraja Kabupaten Bogor merupakan lokasi perencanaan, yakni dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 7. Lokasi Perencanaan
Sumber: Google Earth, 2024

Analisis Perencanaan

Studi literatur dilakukan pada buku, jurnal, skripsi/tugas akhir dan peraturanperaturan terkait perencanaan ulang saluran drainase. Ketersediaan data yang lengkap sangat penting agar suatu desain bangunan dapat dibuat sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan. Data merupakan informasi yang diperlukan oleh penulis dalam menyusun perencanaan ini. Pengumpulan data dilakukan secara menyeluruh untuk memudahkan proses perencanaan. Adapun data primer dan data sekunder yang digunakan dalam proses perencanaan adalah sebagai berikut.

Data Primer:

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

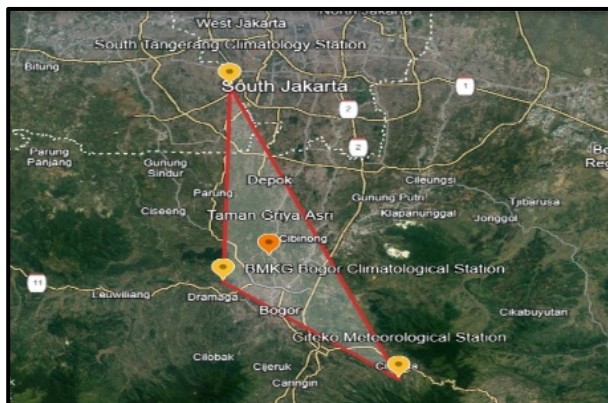
Data Sekunder:

1. Peta Topografi
2. Data Curah Hujan dari 3 Stasiun (Stasiun Hujan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan tahap awal dalam proses perencanaan saluran drainase. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana dalam perencanaan drainase. 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 maksimumtahun 2014-2023 untuk masing-masing stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Lokasi Curah Hujan

Analisis Curah Hujan Kawasan

Berikut ini merupakan data curah hujan maksimum yang didapat dari Stasiun Hujan Tangerang Selatan, Stasiun Hujan Bogor dan

Stasiun Hujan Citeko periode tahun 2014- 2023 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Curah Hujan Maksimum Metode Aljabar

Tahun	Nama Stasiun Curah Hujan			CH Rata-Rata (mm)
	Tangerang Selatan	Bogor	Citeko	
2014	119,50	169,10	192,80	160,47
2015	117,00	155,80	137,00	136,60
2016	97,00	108,60	175,00	126,87
2017	80,20	117,60	158,00	118,60
2018	86,30	134,50	164,10	128,30
2019	77,40	141,00	120,50	112,97
2020	208,90	122,90	142,00	157,93
2021	118,90	95,90	124,00	112,93
2022	123,80	155,20	89,10	122,70
2023	105,00	148,00	86,40	113,13

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Analisis Distribusi Frekuensi Cara Gumbel

Analisis frekuensi curah hujan menggunakan rata-rata dari data curah hujan maksimum tahunan dengan kala ulang 2 tahun.

Tabel 2. Perhitungan Hujan Rencana Metode Distribusi Gumbel

No	Tahun	X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2014	160,47	31,42	987,01
2	2015	136,60	7,55	57,00
3	2016	126,87	-2,18	4,77
4	2017	118,60	-10,45	109,20
5	2018	128,30	-0,75	0,56
6	2019	112,97	-16,08	258,67
7	2020	157,93	28,88	834,25
8	2021	112,93	-16,12	259,75
9	2022	122,70	-6,35	40,32
10	2023	113,13	-15,92	253,34
Jumlah		1290,50	0,00	2804,87
Rata-Rata		129,05		
Standar Deviasi (S)		17,65		
Koef. Kemencengan (Cs)		1,05		
Koef. Kurtosis (Ck)		3,85		
Koef. Variasi (Cv)		0,14		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Berikut contoh perhitungan nilai curah

hujan kala ulang 2 tahun dengan Metode Gumbel.

$$\bar{X} = 129,05$$

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

$$= \sqrt{\frac{2804,87}{10-1}} = 17,65$$

$$Y_t = 0,3668 \text{ (dapat dilihat pada Tabel 2.7)}$$

$$Y_n = 0,4952 \text{ (dapat dilihat pada Tabel 2.5)}$$

$$S_n = 0,9496 \text{ (dapat dilihat pada Tabel 2.6)}$$

$$K_T = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,141$$

$$X_t = \bar{X} + K_T \times S$$

$$= 129,05 + (-0,14 \times 17,654) = 126,66 \text{ m}$$

Untuk selanjutnya perhitungan periode ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah Hujan Periode Ulang Metode Distribusi Gumbel

No	Kala Ulang	Yt	Kt	Xt
1	2	0,3668	-0,14	126,66
2	5	1,5004	1,06	147,74
3	10	2,2510	1,85	161,69
4	25	3,1985	2,85	179,31
5	50	3,9028	3,59	192,40
6	100	4,6012	4,32	205,38

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Analisis Chi Kuadrat

Perhitungan pengujian kecocokan distribusi dengan metode Chi Kuadrat adalah sebagai berikut:

a. Jumlah Kelas (K) = $1 + 3.3 \text{ Log } n$

$$= 1 + 3.3 \text{ Log } 10$$

$$= 4.3 \approx 5$$

b. Derajat Kebebasan (Dk) = $K - (P + 1)$

$$= 5 - (1 + 1) = 3$$

Nilai P = 2 untuk distribusi normal, log normal dan log person III

Nilai P = 1 untuk distribusi gumbel

c. Nilai Teoritis (Ef) = $\frac{n}{K}$

$$= \frac{10}{5} = 2$$

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

$$= \frac{160,47 - 112,70}{5 - 1}$$

$$= 11,94$$

e. Xawal = $X_{\min} - \left(\frac{1}{2} \times \Delta X \right)$

$$= 112,70 - \left(\frac{1}{2} \times 11,94 \right)$$

$$= 106,73$$

Tabel 4. Uji Chi Kuadrat Metode Distribusi Gumbel

No	Interval	Ef	Of	(Ef-Of) ²	(Ef-Of) ² /Ef
1	107,229 < X < 118,671	2	4	4	2
2	118,671 < X < 130,613	2	3	1	0,5
3	130,631 < X < 142,554	2	1	1	0,5
4	142,554 < X < 154,496	2	1	1	0,5
5	154,496 < X < 166,438	2	1	1	0,5
Jumlah		10	10	8	4

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai X² dan X²cr

Distribusi Probabilitas	X ²	X ² cr	Keterangan
Log Person III	4	9,49	Diterima
Gumbel	5	11,07	Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Analisis Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut dengan uji kecocokan non-parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Hasil perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Pada Distribusi Gumbel

No	Xi	P (X)	P (X<)	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
a	b	c	d	e	f	g	h
1	160,47	0,09	0,91	1,78	0,04	0,96	0,05
2	157,93	0,18	0,82	1,64	0,05	0,95	0,13
3	136,60	0,27	0,73	0,43	0,34	0,66	0,06
4	128,30	0,36	0,64	0,04	0,52	0,48	0,15
5	126,87	0,45	0,55	0,12	0,55	0,45	0,09

6	122,70	0,55	0,45	0,36	0,64	0,36	0,10
7	118,60	0,64	0,36	0,59	0,72	0,28	0,09
8	113,13	0,73	0,27	0,90	0,82	0,18	0,09
9	112,97	0,82	0,18	0,91	0,82	0,18	0,00
10	112,70	0,91	0,09	0,93	0,82	0,18	0,09
Dmaks							0,13

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Keterangan Tabel 6:

Kolom (c) = Peluang empiris (dihitung dari persamaan *Weibull*)

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

Kolom (d) = Koreksi peluang pengamatan

$$P(X<) = 1 - P(X) = 1 - 0,09 = 0,91$$

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

$$f(t) = \frac{X_i - \bar{X}}{S} = \frac{160,47 - 129,050}{17,654} = 1,78$$

Nilai pembacaan luas wilayah di bawah kurva normal $f(t) = 1,780$ adalah 0,9625.

$$\begin{aligned} \text{Kolom (f)} &= \text{Peluang teoritis} \\ P'(X) &= 1 - \text{luas wilayah di bawah kurva normal} \\ &= 1 - 0,9625 = 0,04 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom (g)} &= \text{Koreksi peluang teoritis} \\ P'(X<) &= 1 - P'(X) \\ &= 1 - 0,038 = 0,96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom (h)} &= \text{Nilai Uji Smirnov-Kolmogorov pada data } m = 1 \\ &= P(X) - P'(X) \\ &= 0,09 - 0,04 = 0,05 \end{aligned}$$

$$D_{maks} = 0,130$$

Diketahui derajat kepercayaan (α) = 5% dengan jumlah data 10 maka, nilai kritis (D_0) adalah 0,41. Sehingga dengan syarat $D_{maks} < D_0$ maka Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Person III dapat diterima.

Tabel 7. Rekapitulasi Uji Smirnov-Kolmogorov

Distribusi Probabilitas	Dmax	Do	Keterangan
Gumbel	0,130	0,41	Memenuhi

Log Person III	0,126	0,41	Memenuhi
----------------	-------	------	----------

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Analisis Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik yang ditentukan dibagian hilir ke titik control yang ditentukan dibagian hilir di suatu bagian (Suripin, 2004). Hasil perhitungan waktu konsentrasi secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Waktu Konsentrasi

Nama Saluran	tc (jam)
S1	0,34
S2	0,41
S3	0,47
S4	0,45
T1	0,45
T2	0,47
T3	0,40
T4	0,36
T5	0,44

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Perhitungan waktu konsentrasi untuk saluran sekunder (S1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} tc &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \\ &= \left(\frac{0,87 \times 75^2}{1000 \times 0,01} \right)^{0,385} \\ &= 0,34 \text{ jam} \end{aligned}$$

Analisis Intensitas Curah Hujan Rencana

Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam bentuk tinggi hujan maupun volume hujan tiap satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam atau cm/jam (Juleha, Rismalinda dan Rahmi, 2016).

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus Mononobe. Periode ulang yang digunakan untuk perencanaan adalah kala ulang 10 tahun. Berikut ini hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Nama Saluran	tc (jam)	Intensitas (mm/jam)
S1	0,34	105,73
S2	0,41	93,45
S3	0,47	84,83
S4	0,45	86,83

T1	0,45	86,92
T2	0,47	85,15
T3	0,40	93,58
T4	0,36	100,89
T5	0,44	89,09

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Adapun perhitungan intensitas curah hujan di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut sebagai berikut:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{147,74}{24} \left(\frac{24}{0,34} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 105,73 \text{ mm/jam}$$

Analisis Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir akibat turunnya hujan di suatu daerah jumlah air hujan yang turun pada daerah tersebut (Suhardjono, 1984). Berikut ini hasil perhitungan koefisien pengaliran dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Koefisien Pengaliran (C)

Nama Saluran	Perumahan		Jalan		C Total
	Luas (km ²)	C	Luas (km ²)	C	
S1	0,003	0,6	0,001	0,9	0,23
S2	0,003	0,6	0,001	0,9	0,23
S3	0,003	0,6	0,001	0,9	0,23
S4	0,003	0,6	0,001	0,9	0,23
T1	0,005	0,6	0,004	0,9	0,40
T2	0,007	0,6	0,003	0,9	0,27
T3	0,009	0,6	0,003	0,9	0,23
T4	0,006	0,6	0,002	0,9	0,23
T5	0,005	0,6	0,002	0,9	0,26

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Analisis Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional karena luas daerah perencanaan ulang drainase yaitu 11,2 ha dan syarat luas pengaliran kurang dari 300 ha. Rekapitulasi debit banjir rencana dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

Nama Saluran	C	I	A	Qt
S1	0,23	84,83	0,004	0,02
S2	0,23	84,83	0,004	0,04
S3	0,23	84,83	0,004	0,06

S4	0,23	84,83	0,004	0,09
T1	0,40	84,83	0,009	0,17
T2	0,27	84,83	0,010	0,24
T3	0,23	84,83	0,012	0,30
T4	0,23	84,83	0,008	0,34
T5	0,26	84,83	0,007	0,39

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Contoh perhitungan debit banjir rencana pada Saluran S1 sebagai berikut:

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

$$= 0,278 \times 0,23 \times 84,83 \times 0,004$$

$$= 0,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit banjir rencana. Hubungan antara debit saluran (Qs) dan debit rencana (Qt) dapat disyaratkan dengan $Qs \geq Qt$.

Analisis Dimensi Saluran Drainase Eksisting

Pada analisis drainase dilakukan identifikasi saluran drainase dengan melakukan perhitungan terlebih dahulu debit banjir kondisi eksisting. Berdasarkan hasil analisis perencanaan ulang saluran drainase dari 9 (sembila) segmen saluran diperoleh 5 saluran drainase yang tidak terjadi limpasan, dan 4 segmen saluran yang melimpas. Berikut data masing-masing segmen saluran yang terjadi limpasan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Analisis Dimensi Saluran Drainase

Nama Saluran	d	F	As	P	R	S	V	Qs	Qt	Keterangan
S1	0,40	0,10	0,16	1,20	0,13	0,012	2,21	0,35	0,02	tidak banjir
S2	0,40	0,10	0,16	1,20	0,13	0,008	1,76	0,28	0,04	tidak banjir
S3	0,40	0,10	0,16	1,20	0,13	0,012	2,22	0,35	0,06	tidak banjir
S4	0,40	0,10	0,16	1,20	0,13	0,013	2,32	0,37	0,09	tidak banjir
T1	0,32	0,08	0,16	1,14	0,14	0,010	2,09	0,34	0,17	tidak banjir
T2	0,24	0,06	0,10	0,88	0,11	0,009	1,70	0,16	0,24	banjir
T3	0,48	0,12	0,19	1,36	0,14	0,003	1,21	0,23	0,30	banjir
T4	0,32	0,08	0,16	1,14	0,14	0,010	2,09	0,33	0,34	banjir
T5	0,24	0,06	0,12	0,98	0,12	0,027	3,13	0,38	0,39	banjir

Sumber: Hasil Perhitungan, 2024

Redesign Saluran Drainase

Tahapan redesign dilakukan pada 4 segmen saluran yang terjadi limpasan. Hasil perhitungan *redesign* saluran secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 13.

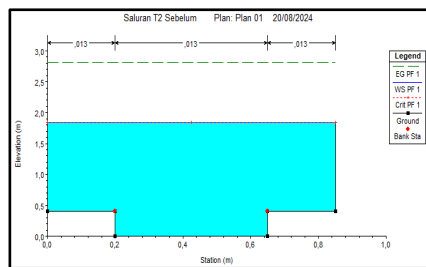
Tabel 13. Hasil Perhitungan *Redesign* Saluran

Nama Saluran	Dimensi Saluran (m)		Qs	Qt
	Tinggi	Lebar		
T2	0,50	0,40	0,31	0,24
T3	0,60	0,80	0,62	0,30
T4	0,60	0,50	0,56	0,34
T5	0,50	0,50	0,73	0,39

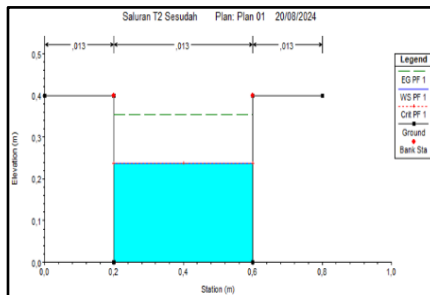
Analisis Penampang Saluran dengan HEC-RAS

Analisis Penampang saluran dilakukan dengan melakukan simulasi menggunakan Hec Ras 6.5. Berikut ini merupakan hasil dari analisis penampang sebelum dan sesudah *redesign* saluran menggunakan Hec Ras 6.5.

Saluran Tersier T2



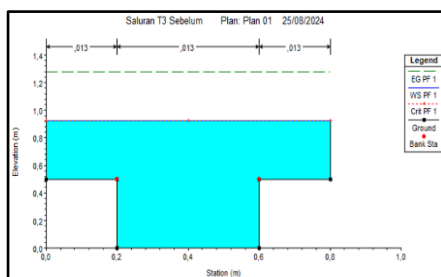
(a)



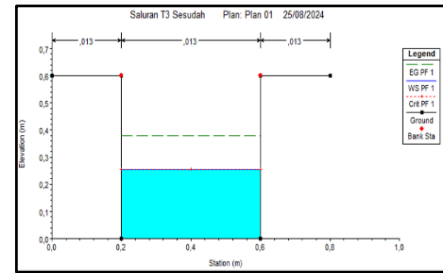
(b)

Gambar 9. (a) *Cross Section* Saluran T2 Sebelum *Redesign* dan (b) *Cross Section* Saluran T2 Setelah *Redesign*

Saluran Tersier T3



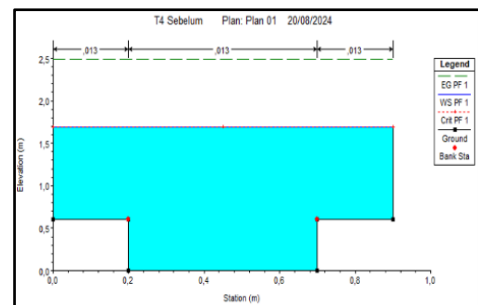
(a)



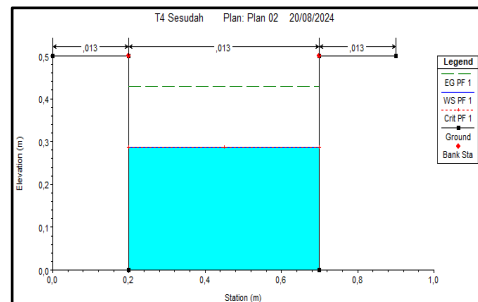
(b)

Gambar 10. (a) *Cross Section* Saluran T3 Sebelum *Redesign* dan (b) *Cross Section* Saluran T3 Setelah *Redesign*

Saluran Tersier T4



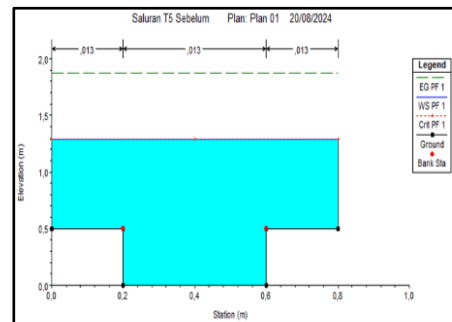
(a)



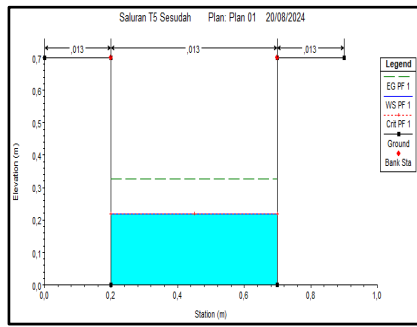
(b)

Gambar 11. (a) *Cross Section* Saluran T4 Sebelum *Redesign* dan (b) *Cross Section* Saluran T4 Setelah *Redesign*

Saluran tersier T5



(a)



(b)

Gambar 12. (a) Cross Section Saluran T5 Sebelum Redesign dan (b) Cross Section Saluran T5 Setelah Redesign

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan ulang saluran drainase di Perumahan Taman Griya Asri Cilebut Kecamatan Sukaraja Kabupaten Bogor dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi kondisi eksisting dari saluran drainase didapatkan 5 (lima) saluran tidak melimpas dan 4 (empat) saluran melimpas.
2. Debit banjir rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder (S1) adalah sebesar 4,511 m³/detik.
3. Perencanaan ulang menghasilkan dimensi saluran drainase sebagai berikut:
 - a. Tersier (T2): tinggi (H) = 0,5 m, lebar (B) = 0,4 m.
 - b. Tersier (T3): tinggi (H) = 0,6 m, lebar (B) = 0,8 m.
 - c. Tersier (T4): tinggi (H) = 0,6 m, lebar (B) = 0,5 m.
 - d. Tersier (T5): tinggi (H) = 0,5 m, lebar (B) = 0,5 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Atanga et al. "Urbanization and flood risk analysis using geospatial techniques" Plos one (2023) doi:10.1371/journal.pone.0292290
- C.D. Soemarto, Ir. B.I.E. Dipl. H. (1999). Hidrologi Teknik Edisi ke- 2, Erlangga, Jakarta.
- Cea, D. dan Costabile, P. "Flood Risk in Urban Areas: Modelling, Management and Adaptation to Climate Change. A Review" Hydrology (2022) doi:10.3390/hydrology9030050
- Chen et al. "Urban Flood Risk Assessment Based on Dynamic Population Distribution and Fuzzy Comprehensive Evaluation" International

journal of environmental research and public health (2022) doi:10.3390/ijerph192416406

Fahrezi, H., & Harifa, A. C. (2023). Perencanaan Ulang Saluran Drainase Pada Desa Magersari Kecamatan Magersari Kota Mojokerto. Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK), 4(4), 15-20.

Hardiyatmo, H, C. (1996). Teknik Pondasi I, Gramedia, Jakarta.

Hasmar, A. Halim. (2002). Drainase Perkotaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Edisi 42 Tahun 2023.

Lubis, F. (2016). Analisa frekuensi curah hujan terhadap kemampuan drainase pemukiman di kecamatan kandis. Program Studi Teknik Sipil, 2(1), 34-46.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8/PRT/M/2023. Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2023.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12/PRT/M/2014. Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2014.

Rahma et al. "Assessing Urban Flooding and Drainage System Performance in Urban Area: A Mononobe Equation and Manning Formula Approach" Jurnal pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan (2024) doi:10.29244/jpsl.14.3.463

Rizki Lazuardi Prasetyo, R. L. P., Ahmad Zakaria, A. Z., Ashuri, A., & Sumiharni, S. 2021. Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, Rata-Rata Aljabar dan Metode Modifikasi (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Wilayah Lampung Tengah). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, Rata-Rata Aljabar dan Metode Modifikasi (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Wilayah Lampung Tengah), 9(3), 1-12.

Suhardjono. 1984. Drainase, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi Offset, Yogyakarta.

Suryolelono, K, B. 1994. Teknik Pondasi Dalam III, Nafitri, Yogyakarta.

Triadmodjo, B. 2010. Perencanaan Pelabuhan.

Model Perencanaan Ulang Drainase..., Diyanti⁽¹⁾, Fani Yayuk Supomo⁽²⁾, Febry Mandasari⁽³⁾, Hamidah Nur Qodriah⁽⁴⁾

Penerbit BETA OFFSET, Edisi Pertama,
Yogyakarta.

Widiantoro O, 2017, Buku Ajar Rencana Anggaran
Biaya (Construction Cost Estimate),
Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.