

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAWASAN PERUMAHAN OPRA CITY

DRAINAGE SYSTEM PLANNING FOR OPRA CITY HOUSING AREA

Dio Jagat Prayogo^{*1}, Danayanti Azmi Dewi Nusantara²

¹Mahasiswa, Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

²Dosen, Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Korespondensi: *diojagat.20052@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Perumahan Opra City di Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik, merupakan kawasan hunian yang rawan genangan dan banjir saat musim hujan akibat curah hujan tinggi serta sistem drainase yang belum optimal. Penelitian ini menggunakan analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rencana dan menghitung debit limpasan dengan metode rasional serta analisis hidraulika untuk menentukan dimensi saluran, kapasitas kolam retensi, dan kapasitas saluran luar kawasan. Data curah hujan diperoleh dari beberapa stasiun terdekat menggunakan metode polygon thiessen, sedangkan debit rencana dihitung berdasarkan intensitas hujan maksimum dan koefisien limpasan. Hasil penelitian menunjukkan jaringan drainase berpola siku dengan total debit limpasan 4,517 m³/s, menggunakan saluran U-ditch fabrikasi dengan dimensi terkecil 0,3 × 0,2 m pada saluran tersier dan terbesar 2 × 1,4 m pada saluran primer. Disediakan satu kolam tampung berukuran 80 × 80 × 1,5 m berkapasitas 9.600 m³. Debit sungai awal 3,374 m³/s pada ketinggian muka air 0,4 m meningkat menjadi 7,891 m³/s setelah menerima limpasan, sedangkan kapasitas maksimum sungai mencapai 70,050 m³/s pada ketinggian 3 m sehingga masih dalam batas aman. Dengan adanya kolam tampung sebagai fasilitas tambahan, debit puncak dapat ditahan sebelum dialirkan ke saluran utama, sehingga sistem drainase dirancang efektif mengendalikan limpasan dan menekan risiko genangan atau banjir di kawasan ini.

Kata Kunci: Banjir, Drainase, Debit limpasan, Kolam tampung

ABSTRACT

Opra City Housing, located in Menganti District, Gresik Regency, is a residential area that is vulnerable to waterlogging and flooding, particularly during the rainy season. This condition is mainly caused by high annual rainfall combined with a drainage system that has not been fully integrated or optimized. The study employs both hydrological and hydraulic analyses to provide solutions. Hydrological analysis is carried out to determine the design rainfall and to calculate the runoff discharge using the rational method, while hydraulic analysis is applied to define channel dimensions, the capacity of the retention pond, and the capacity of external drainage channels. Rainfall data were collected from several nearby rainfall stations and processed using the Thiessen polygon method. The design discharge was then calculated based on maximum rainfall intensity and surface runoff coefficients. The study results indicate a right-angled drainage network with a total runoff discharge of 4.517 m³/s. Prefabricated U-ditch sections are used as drainage channels, with the smallest dimensions of 0.3 × 0.2 m for tertiary channels and the largest dimensions of 2 × 1.4 m for primary channels. A retention pond measuring 80 × 80 × 1.5 m with a capacity of 9,600 m³ is also planned. Calculations show that the initial river discharge of 3.374 m³/s at a water level of 0.4 m increases to 7.891 m³/s after receiving runoff, while the river's

maximum capacity of 70.050 m³/s at a water level of 3 m ensures the flow remains safe. Overall, this drainage system is designed to effectively control runoff, reduce flood risk, and minimize environmental impacts on the surrounding area.

Keywords: *Flood, Drainage, Runoff discharge, Retention ponds*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki intensitas curah hujan tinggi sepanjang tahun. Curah hujan di Indonesia menunjukkan variasi spasial dan temporal yang besar akibat letak geografisnya yang berada di garis khatulistiwa serta diapit oleh dua benua dan dua samudera. Kondisi ini diperparah oleh fenomena perubahan iklim yang menyebabkan peningkatan intensitas hujan dan frekuensi kejadian banjir (Firdaus dkk., 2023). Perubahan ini ditandai dengan menurunnya jumlah hari hujan, namun meningkatnya hujan harian maksimum yang berdampak signifikan pada risiko genangan dan banjir di wilayah padat penduduk (Salmala Hayu dkk., 2024).

Kabupaten Gresik, khususnya Kecamatan Menganti, termasuk wilayah yang rentan terhadap banjir. Topografi datar dengan ketinggian 2–12 meter di atas permukaan laut serta sistem drainase yang belum terintegrasi menjadi faktor utama penyebab genangan air (Nugroho dkk., 2021). Banyak saluran mengalami penyumbatan, kerusakan, atau sedimentasi akibat limbah domestik dan buruknya sistem pengelolaan lingkungan kawasan.

Perencanaan sistem drainase yang baik sangat penting untuk mengurangi limpasan air hujan yang berlebihan. Studi sebelumnya oleh (Wahidin & Windi.S.N, 2020) dan (Ardiyanto dkk., 2021). menunjukkan bahwa pendekatan hidrologi dan hidraulika dalam merancang dimensi saluran dapat mengoptimalkan kapasitas tampung drainase pada kawasan perumahan. Hasil desain umumnya menghasilkan bentuk penampang persegi atau trapesium yang disesuaikan dengan debit rencana.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem drainase pada Kawasan Perumahan Opra City di Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik. Lokasi ini dipilih karena pengaruh pembangunan permukiman terhadap peningkatan debit limpasan yang signifikan. Perencanaan dilakukan dengan merujuk pada Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, dengan harapan mampu mengurangi risiko banjir dan menjaga keseimbangan lingkungan kawasan.

TINJAUAN PUSTAKA

Drainase

Drainase adalah sistem yang dirancang untuk mengatasi kelebihan debit air di atas maupun di bawah permukaan tanah, yang biasanya disebabkan oleh intensitas atau durasi hujan yang tinggi (Apriyanza dkk., 2019). Saluran drainase terbagi menjadi drainase alamiah, yang terbentuk tanpa campur tangan manusia, dan drainase buatan, yang dirancang berdasarkan analisis debit hujan dan dimensi saluran. Drainase berfungsi mengalirkan air hujan dan limbah di perkotaan, dengan kinerja yang bergantung pada teknik konstruksi yang baik, pemeliharaan rutin, serta desain ulang sistem untuk memastikan aliran air yang lancar dan aman (Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa, Ida Bagus Suryamatdja, 2024).

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah langkah untuk merencanakan dimensi drainase dengan menghitung debit air limpasan yang akan dialirkan, menggunakan data debit sungai, saluran, atau curah hujan sebagai dasar perhitungan, sehingga diperoleh debit rencana untuk desain sistem drainase (Asmorowati dkk., 2021). Adapun tahapan yang dilakukan ialah curah rancangan, parameter dasar statistik, uji kecocokan, intensitas hujan, debit rencana.

Analisis Hidraulika

Terdapat dua jenis saluran dalam analisis hidraulika, yaitu saluran terbuka yang permukaan airnya langsung terpengaruh tekanan udara luar, dan saluran tertutup yang tidak demikian. Dalam perencanaan dimensi drainase, perlu dilakukan urutan perumusan agar dimensi saluran sesuai dengan debit limpasan yang akan dialirkan (Wesli, 2021). Dalam perencanaan hidraulika ada beberapa tahapan yang perlu dianalisis yaitu: geometri saluran, distribusi kecepatan, kapasitas dimensi saluran, elevasi saluran, perencanaan kolam tampung, dan analisis debit sungai.

Drainase Berwawasan Lingkungan

Drainase berwawasan lingkungan adalah pendekatan sistem drainase yang tidak hanya mengalirkan air hujan secepat mungkin ke saluran, tetapi menahan dan meresapkan air ke dalam tanah melalui berbagai fasilitas seperti sumur resapan, kolam retensi, dan taman resapan(Riduan dkk., 2024).

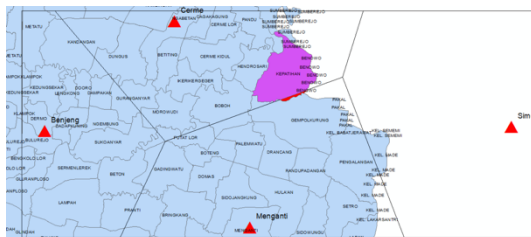
METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif, yaitu pendekatan yang memanfaatkan data numerik untuk menggambarkan atau menjelaskan suatu kondisi secara objektif, mulai dari proses pengumpulan data sekunder dan data primer, lalu diolah menjadi analisis hidrologi dan analisis hidraulika hingga menghasilkan debit rencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Kawasan

Analisis hidrologi penting untuk menentukan debit banjir rencana yang menjadi dasar penentuan ukuran saluran drainase. Pada perencanaan drainase perumahan, data curah hujan sekunder selama 11 tahun digunakan sebagai dasar perhitungan debit banjir. Untuk stasiun yang mempengaruhi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Curah Hujan
Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berikut adalah data curah hujan rekapitulasi maksimum yang diperoleh dari Stasiun Hujan Cerme, dan Stasiun Hujan Menganti untuk periode tahun 2013-2023, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Setiap Stasiun Hujan

Tahun	St. Cerme (mm)	St. Menganti (mm)
2013	110	128
2014	150	130
2015	109	60
2016	126	90
2017	85	80
2018	91	40
2019	100	51
2020	98	117
2021	87	85
2022	91	85
2023	63	70

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Langkah berikutnya setelah memperoleh curah hujan maksimum adalah menghitung rata-rata curah hujan. Caranya dengan mengalikan curah hujan maksimum (R) di setiap stasiun hujan dengan koefisien Thiessen (W) yang sesuai. Kemudian, hasil perkalian dari semua stasiun hujan tersebut dijumlahkan. Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Kawasan

Tahun	St. Cerme			St. Menganti			R tot (mm)
	R (mm)	Koef (W)	R x W	R (mm)	Koef (W)	R XW	
2013	110	0,97	107,0	128	0,02	3,2	110,457
2014	150	0,97	146,0	130	0,02	3,3	149,492
2015	109	0,97	106,0	60	0,02	1,5	107,756
2016	126	0,97	122,0	90	0,02	2,3	125,086
2017	85	0,97	82,8	80	0,02	2,0	84,873
2018	91	0,97	88,7	40	0,02	1,0	89,706
2019	100	0,97	97,5	51	0,02	1,3	98,756
2020	98	0,97	95,5	117	0,02	3,0	98,482
2021	87	0,97	84,8	85	0,02	2,2	86,949
2022	91	0,97	88,7	85	0,02	2,2	90,848
2023	63	0,97	61,4	70	0,02	1,8	63,1

Tahun	St. Cerme			St. Menganti			R tot (mm)
	R (m/m)	Koef (W)	R x W	R (m/m)	Koef (W)	R XW	
	5			5			78

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Parameter Dasar Statistik

Setelah melakukan perhitungan parameter statistik, langkah selanjutnya adalah menggunakan koefisien ketajaman (Ck) dan koefisien kemiringan (Cs) untuk mengidentifikasi metode distribusi yang paling cocok dengan data curah hujan berdasarkan kriteria yang ditetapkan.

Tabel 3. Parameter Distribusi Statistik

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	Cs = 0	Cs = 0,756	Tidak Memenuhi
	Ck = 3	Ck = 5,104	
Gumbel	Cs < 1,1396	Cs = 0,756	Memenuhi
	Ck < 5,4002	Ck = 5,104	
Log Normal	Cs = 3	Cs = -0,018	Tidak Memenuhi
	Cv = 3	Cv = 4,892	
Log Pearson III	Cs = 0	Cs = -0,018	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Uji Kecocokan Distribusi

Berdasarkan hasil perhitungan Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Gumbel dan Distribusi Log Pearson III, kedua distribusi tersebut memenuhi kriteria uji kecocokan. Namun, dalam analisis ini hanya satu distribusi yang dipilih sebagai yang paling tepat untuk data curah hujan yang ada.

Tabel 4. Hasil uji kecocokan

Distribusi	Uji Chi Kuadrat		Ket	Uji Smirnov		Ket
	Xh ²	Xkr		Kolmogorov Dmax	Do	
Gumbel	3,4	< 5,991	OK!	0,0840	< 0,40	OK!
Log Pearson III	4,2727	< 5,991	OK!	0,0764	< 0,40	OK!

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Hasil uji kecocokan menunjukkan bahwa nilai distribusi metode Gumbel lebih kecil, sehingga metode Gumbel dipilih untuk perhitungan selanjutnya.

Curah Hujan Rancangan

Pada perhitungan curah hujan menggunakan periode kala ulang 2 tahun untuk saluran tersier, 5 tahun untuk saluran sekunder, dan 10 tahun untuk saluran primer.

Untuk contoh perhitungan R₂₄ periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned}
 X_2 &= \bar{X} + S_d \times K \\
 &= \bar{X} + S_d \times \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n} \\
 &= 100,50 + 22,7 \times \frac{0,3665 - 0,498}{0,960} \\
 &= 97,388 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. Perhitugan Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Gumbel

Periode Ulang (Tahun)	Y _{Tr}	Faktor Distribusi (k)	X _{max} (mm)
2	0,366	-0,137	97,388
5	1,499	1,043	124,269
10	2,250	1,824	142,069

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari lokasi terjauh dalam daerah tangkapan menuju titik kontrol di bagian hilir wilayah tersebut (Suripin, 2004). Untuk nilai t_c terbesar berada pada saluran primer dengan waktu tempuh 38,593 menit sedangkan untuk t_c yang terkecil berada pada saluran tersier dengan waktu tempuh 6,49 menit.

Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan yang

jatuh dalam satu satuan waktu. Dalam perencanaan sistem drainase Perumahan Opra City, perhitungan intensitas hujan dilakukan menggunakan rumus Mononobe, karena data yang tersedia berupa data hujan harian.

Contoh perhitungan Intensitas Curah Hujan:

Intensitas Curah Hujan Tersier (2.8.1-2.8)

Diketahui:

R_{24} tersier = 97,388 mm/hari
 t_c = 12,669 menit = 0,221 jam

maka perhitungan I seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = \frac{97,388}{24} \left(\frac{24}{0,221} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = 95,21 \text{ mm/jam}$$

Intensitas Curah Hujan Sekunder (2.8.-2.7)

Diketahui:

R_{24} sekunder = 135,988 mm/hari
 t_c = 13,034 menit = 0,217 jam

maka perhitungan I seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = \frac{135,988}{24} \left(\frac{24}{0,217} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = 130,46 \text{ mm/jam}$$

Intensitas Curah Hujan Primer (2-1)

Diketahui:

R_{24} Primer = 142,069 mm/hari
 t_c = 38,59 menit = 0,643 jam

maka perhitungan I seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = \frac{142,069}{24} \left(\frac{24}{0,643} \right)^{\frac{2}{3}} \\ = 66,10 \text{ mm/jam}$$

Tabel 6. Intensitas Curah Hujan

Jenis Saluran	Nomor saluran		Tc		I (mm/jam)
			Menit	Jam	
Tersier	2.8.1 - 2.8	-	12,66 9	0,22 1	95,21
Sekunder	2.8-2.7		13,03 4	0,21 7	119,36
Primer	2.-1		38,59 3	0,64 3	66,10

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Debit Rencana (Qr)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang

dibutuhkan aliran air untuk bergerak dari titik paling jauh dalam daerah aliran hingga mencapai titik kontrol di hilir suatu wilayah (Suripin, 2004). Untuk nilai t_c terbesar berada pada saluran primer dengan waktu tempuh 38,593 menit sedangkan untuk t_c yang terkecil berada pada saluran tersier dengan waktu tempuh 6,49 menit.

Pada perhitungan debit limpasan menggunakan rumus rasional, dengan contoh sebagai berikut pada saluran Tersier 2.8.1-2.8.

Diketahui:

C_{gab} = 0,735
 I = 100,61 mm/jam
 A_{gab} = 0,003845 km²

Maka, perhitungan debit limpasan

$$Q_{rencana} = 0,278 \times C \times I \times A \\ = 0,278 \times 0,735 \times 100,61 \times 0,003845 \\ = 0,071 \text{ m}^3/\text{s}$$

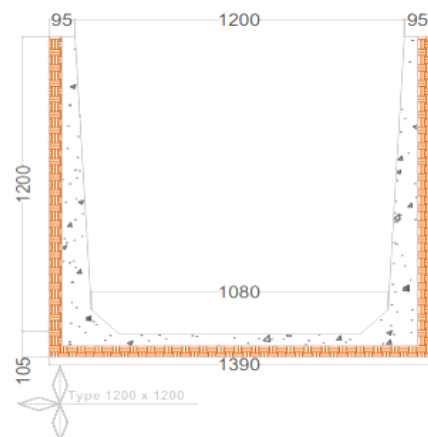
Tabel 7. Debit Limpasan (Qr)

Jenis Saluran	Nomor saluran	A. Gabungan (m ²)	C. Gabungan	I (mm/jam)	Q Limpasan (m ³ /s)
Tersier	2.8.1 - 2.8	3.845	0,735	95,21	0,075
Sekunder	7.8 - 7.7	4.729	0,739	97,32	0,095
Primer	2.-1	211.726	0,733	66,10	2,851

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Perencanaan Kapasitas Saluran

Penelitian ini menganalisis kapasitas saluran dengan pendekatan trial and error, menguji berbagai konfigurasi U-Ditch untuk mendapatkan dimensi yang memenuhi kriteria kecepatan aliran hidraulika, menggunakan dimensi pabrikan dari PT. WIKA BETON.



Gambar 2. Penampang U-Ditch

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Untuk contoh perhitungan dimensi saluran menggunakan saluran tersier 2.8.1 – 2.8.

Diketahui data perencanaan:

Kemiringan saluran (s) = 0,001

Koef. manning (n) = 0,02 (Tabel koef manning)(Suripin, 2004)

Maka, perhitungan dimensi saluran:

B saluran = 0,5 m

h_{air} = 0,5 m

w_{air} = 0,1 m

H saluran = $h_{air} + w_{air}$
= 0,5 + 0,1

= 0,6 m

Luas (A) = B x h_{air}
= 0,5 x 0,5

= 0,25 m

Keliling basah (P) = B + (2 x h_{air})
= 0,5 + (2 x 0,5)

= 1,5 m

Jari hidrolik (R) = $\frac{A}{P}$
= $\frac{0,23}{1,42}$

= 0,16 m

Kecepatan (V) = $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}}$
= $\frac{1}{0,02} \times 0,16^{\frac{2}{3}} \times 0,006^{\frac{1}{2}}$
= 0,364 m/s

Setelah menentukan kapasitas saluran, dilakukan perhitungan debit saluran menggunakan persamaan tertentu dan debit limbah domestik berdasarkan standar pemerintah, yaitu 100 liter per orang per hari atau sekitar 10% dari debit limpasan.

Untuk contoh perhitungan menggunakan saluran tersier 2.8.1-2.8.

Q saluran = $v \times A$
= 0,364 x 0,23
= 0,084 m³/s

Q limbah = 10% x Q limpasan
= 10% x 0,075
= 0,007 m³/s

Q total = Q limpasan + Q limbah
= 0,075 + 0,007
= 0,082 m³/s

Kontrol debit = Q saluran > Q tot
= 0,082 > 0,084 (OK!)

Tabel 8. Kapasitas saluran

Nama Saluran	B (m)	H (m)	Q sal (m ³ /s)	Q lim (m ³ /s)	Q limba h (m ³ /s)	Q tot (m ³ /s)	kontr ol
--------------	-------	-------	---------------------------	---------------------------	-------------------------------	---------------------------	----------

Tersier	0,5	0,6	0,084	0,075	0,007	0,082	ok
Sekunder	0,6	0,8	0,123	0,095	0,009	0,102	ok
Primer	2	1,4	3,162	2,850	0,285	3,135	ok

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh debit rencana lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas debit saluran, sehingga tidak terjadi banjir meluap.

Elevasi Saluran

Perhitungan elevasi saluran drainase Perumahan Opra City menggunakan data kontur lokasi yang diperoleh dari aplikasi Global Mapper, dengan rencana pengurugan seluruh area hingga ketinggian rata-rata 3 meter.

Pada penelitian ini, elevasi yang dihitung adalah elevasi rencana dasar saluran, elevasi tanggul, dan elevasi muka air.

Untuk contoh perhitungan menggunakan saluran tersier 2.8.1-2.8.

Perhitungan Elevasi Dasar Saluran

Diketahui:

Tinggi hulu = +3 m

Panjang saluran = 141,70 m

Kemiringan (s) = 0,0006

Tinggi hilir = tinggi hulu – (Panjang saluran x kemiringan)
= 3 – (141,70 x 0,0006)
= 2,91 m

Perhitungan Elevasi Tanggul

Diketahui:

h_{air} = 0,46 m

Elv. Dasar saluran = +3 m (hulu)

= 2,91 m (hilir)

Tinggi hulu = Elevasi dasar saluran + h_{air}
= 3 + 0,46

= 3,46 m

Tinggi hilir = Elevasi dasar saluran + h_{air}
= 2,91 + 0,46

= 3,37 m

Perhitungan Elevasi Muka Air

Diketahui:

Tinggi jagaan (w) = 0,14 m

Elv. Dasar saluran = +3 m (hulu)

= 2,91 m (hilir)

Tinggi hulu = Elevasi tanggul - w_{air}
 = **3,46 – 0,14**
 = 3,32 m
 Tinggi hilir = Elevasi tanggul + w_{air}
 = **3,37 – 0,14**
 = 3,23 m

Tabel 9. Elevasi Saluran

Nama Saluran	S (m)	L.sal (m)	Elv.dasar saluran (m)		Elv.Tanggul (m)		Elv. Muka Air (m)	
			Hulu	Hilir	Hulu	Hilir	Hulu	Hilir
Tersier	0,0006	141,70	3	2,91	3,46	3,37	3,32	3,23
Sekunder	0,0004	30,40	2,90	2,86	3,50	3,46	3,26	1,86
Primer	0,0031	180,75	1,66	0,83	2,46	1,63	1,86	1,03

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Kolam Tampung

Pada perencanaan kolam tampung di Perumahan Opra City, hanya digunakan satu kolam tampung berukuran besar dengan tiga skema perencanaan yang diterapkan untuk mengelola limpasan air kawasan tersebut. Skema yang pertama adalah waktu curah hujan sama dengan waktu konsentrasi ($t_d=t_c$) tanpa menggunakan pompa, skema yang kedua waktu hujan 2x waktu konsentrasi ($t_d=2t_c$) tanpa menggunakan pompa, dan skema yang ketiga waktu hujan 2x waktu konsentrasi ($t_d=2t_c$) dengan menggunakan pompa.

Berikut adalah penjelasan perhitungan boezem sebagai berikut.

Diketahui :

Panjang kolam = 80 m
 Lebar kolam = 80 m
 Kedalaman = 1,5 m
 t_c = 0,64 jam
 = 38,59 menit
 Q_{puncak} = 3,14 m^3/s
 $Vol. Boezem$ = $P \times L \times h$
 = **80 x 80 x 1,5**
 = 9.600 m^3

Pada perhitungan skema 3, outflow dari boezem direncanakan terjadi ketika elevasi boezem mencapai minimal 0,13 m. Selain itu, pompa yang digunakan memiliki kapasitas 0,850 m^3/s . Untuk contoh perhitungan tampungan akhir kolam digunakan pada menit 20.

Tampungan akhir

= Vol. kumulatif – Vol. out kumulatif
 = **907,46 – 98,41**
 = 809,05 m^3

Tabel 10. Perhitungan Skema 3

	Q in	Vol in	Vol kum	in	Q out	Vol out	vol kum	out	tamp awal	tam P akh ir	elevasi
(menit)	(detik)	(m^3/s)	(m^3)	(m^3)	(m^3/s)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m)
0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	231,56	0	36,30	36,30	0,00	0,00	0,00	36,30	36,30	0	0,01
8	463,11	1	108,90	145,19	0,00	0,00	0,00	145,19	145,19	145,19	0,02
12	694,67	1	181,49	326,69	0,00	0,00	0,00	326,69	326,69	326,69	0,05
15	926,23	1	254,09	580,78	0,00	0,00	0,00	580,78	580,78	580,78	0,09
20	1.157,78	2	326,69	907,46	0,85	98,41	98,41	907,46	907,46	907,46	0,13
23	1.389,34	2	399,28	1.306,74	0,85	196,82	295,23	1.306,74	1.306,74	1.306,74	0,16
27	1.620,90	2	471,88	1.778,62	0,85	196,82	492,06	1.778,62	1.778,62	1.778,62	0,20
31	1.852,45	3	544,48	2.323,10	0,85	196,82	688,88	2.323,10	2.323,10	2.323,10	0,26
35	2.084,01	3	617,07	2.940,17	0,85	196,82	885,70	2.940,17	2.940,17	2.940,17	0,32
39	2.315,57	3	689,67	3.629,84	0,85	196,82	1.082,53	3.629,84	3.629,84	3.629,84	0,40
42	2.547,12	3	725,97	4.355,81	0,85	196,82	1.279,35	4.355,81	4.355,81	4.355,81	0,48
46	2.778,68	3	725,97	5.081,78	0,85	196,82	1.476,17	5.081,78	5.081,78	5.081,78	0,56
50	3.010,24	3	725,97	5.807,75	0,85	196,82	1.673,00	5.807,75	5.807,75	5.807,75	0,65
54	3.241,79	3	725,97	6.533,72	0,85	196,82	1.869,82	6.533,72	6.533,72	6.533,72	0,73
58	3.473,35	3	725,97	7.259,69	0,85	196,82	2.066,64	7.259,69	7.259,69	7.259,69	0,81
62	3.704,91	3	725,97	7.985,66	0,85	196,82	2.263,47	7.985,66	7.985,66	7.985,66	0,89
66	3.936,46	3	725,97	8.711,63	0,85	196,82	2.460,29	8.711,63	8.711,63	8.711,63	0,98
69	4.168,02	3	725,97	9.437,60	0,85	196,82	2.657,11	9.437,60	9.437,60	9.437,60	1,06
73	4.399,58	3	725,97	10.163,57	0,85	196,82	2.853,94	10.163,57	10.163,57	10.163,57	1,14
77	4.631,13	3	725,97	10.889,53	0,85	196,82	3.050,76	10.889,53	10.889,53	10.889,53	1,22
81	4.862,69	3	689,67	11.579,21	0,85	196,82	3.247,58	11.579,21	11.579,21	11.579,21	1,30
85	5.094,25	3	617,07	12.196,28	0,85	196,82	3.444,41	12.196,28	12.196,28	12.196,28	1,37
89	5.325,80	2	544,48	12.740,76	0,85	196,82	3.641,23	12.740,76	12.740,76	12.740,76	1,42
93	5.557,36	2	471,88	13.212,64	0,85	196,82	3.838,05	13.212,64	13.212,64	13.212,64	1,46
96	5.788,92	2	399,28	13.611,92	0,85	196,82	4.034,88	13.611,92	13.611,92	13.611,92	1,50
100	6.020,47	1	326,69	13.938,60	0,85	196,82	4.231,70	13.938,60	13.938,60	13.938,60	1,52
104	6.252,03	1	254,09	14.192,69	0,85	196,82	4.428,52	14.192,69	14.192,69	14.192,69	1,53
108	6.483,59	1	181,49	14.374,19	0,85	196,82	4.625,34	14.374,19	14.374,19	14.374,19	1,52
112	6.715,14	0	108,90	14.483,08	0,85	196,82	4.822,17	14.483,08	14.483,08	14.483,08	1,51
116	6.946,70	0	36,30	14.519,38	0,85	196,82	5.018,99	14.519,38	14.519,38	14.519,38	1,48

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan analisis pada Tabel 10, pompa mulai beroperasi pada menit 20, saat tinggi muka air kolam mencapai 0,13 m, dengan volume akhir sebesar 9.500,39 m^3 . Adapun debit maksimum yang dapat dikeluarkan oleh pompa adalah 0,850 m^3/s . dengan hasil akhir debit sebesar 9.500,39 m^3 .

Kapasitas Sungai

Perhitungan debit sungai dilakukan untuk mengetahui kondisi debit sebelum dan sesudah menerima tambahan dari kawasan perumahan, guna

menganalisis potensi luapan sungai. Data lebar dan kedalaman diperoleh dari pengamatan lapangan, sedangkan panjang sungai diperoleh melalui Google Earth.

Lebar sungai = 5,7 m
 Kedalaman sungai = 3 m
 Panjang sungai = 847 m
 Elevasi hulu = 13 m
 Elevasi hilir = 10 m

Untuk contoh perhitungan debit pada ketinggian 0,4 m berdasarkan survei existing.

Lebar sungai = 5,7 m
 Koefisien Manning = 0,02 (tabel Manning) (Suripin, 2004))

$$\text{Elevasi sungai} = \frac{\text{panjang sungai}}{\text{Elevasi hulu} - \text{Elevasi hilir}}$$

$$= \frac{847}{13 - 10}$$

$$= 0,004 \text{ m}$$

$$\text{Jari hidrolik (R)} = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{(b \times h)}{b + (2 \times h)}$$

$$= \frac{(5,7 \times 3)}{5,7 + (2 \times 3)}$$

$$= 0,351 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan (V)} = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{S}$$

$$= \frac{1}{0,03} \times 0,351^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,004}$$

$$= 0,987 \text{ m/s}$$

$$\text{Debit (Q)} = V \times A$$

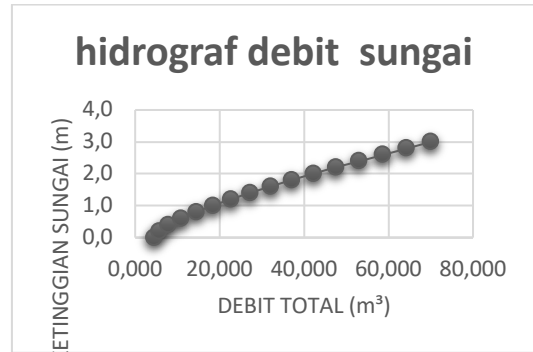
$$= 1,480 \times (5,7 \times 0,4)$$

$$= 3,374 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Debit. perum} = 4,517 \text{ m}^3/\text{s}$$

Setelah memperoleh debit pada ketinggian ke-i, hasil perhitungan debit sungai tersebut ditambahkan dengan debit limpasan dari Perumahan Kawasan Opra City. Berikut ini adalah contoh perhitungannya.

Debit limp kawasan = 4,517 m³/s
 Debit sungai = 3,374 m³/s
 Total Q sungai = 7,891 m³/s



Gambar 3. Grafik Debit dan Ketinggian Muka Air Sungai

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Hasil survei menunjukkan bahwa saat hujan sedang, ketinggian air sungai kurang dari 1 meter dengan debit 7,892 m³/s, masih jauh di bawah kapasitas maksimum 70,050 m³/s, sehingga tidak menyebabkan banjir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan hidrologi dan hidraulika didapatkan kesimpulan berikut ini:

1. Berdasarkan hasil peta topografi yang telah di analisis, pada aliran Cluster umum akan dialirkan ke boezem sedangkan untuk Cluster Palais karena Clusternya terpotong sungai maka aliran akhirnya langsung dibuang ke sungai. Skema jaringan kedua Cluster ini membentuk pola jaringan siku.
2. Total hasil debit limpasan pada kawasan perumahan Opra City sebesar 4,517 m³/s. Debit limpasan paling besar berada saluran primer pada Cluster umum sebesar 3,136 m³/s, hal ini dipengaruhi oleh luasan area yang ada. Sedangkan untuk debit paling kecil yang berada pada Cluster umum yaitu 0,004 m³/s.
3. Sistem drainase direncanakan untuk kawasan Perumahan Opra City menggunakan 29 tipe dimensi saluran berbentuk U-ditch. Saluran terbesar terletak pada saluran primer yang berukuran 2 x 1,4 meter, sedangkan untuk saluran terkecil terletak pada saluran tersier yang memiliki ukuran 0,3 x 0,2 meter.
4. Hasil analisis bahwa fasilitas drainase di kawasan Perumahan Opra City berupa kolam tampung / Boezem yang berguna untuk menampung debit limpasan di kawasan Perumahan. Pada penelitian ini untuk perencanaan kolam tampung direncanakan 3 skema antara lain: skema 1 menggunakan durasi curah hujan sama dengan waktu konsentrasi (td=tc) tanpa pompa. Skema 2 durasi curah hujan 2 kali waktu konsentrasi

($t_d=2t_c$) tanpa pompa. Skema 3 durasi curah hujan 2 kali waktu konsentrasi ($t_d=2t_c$) dengan pompa. Dari ketiga skema tersebut, yang memenuhi dimensi rencana ialah skema 1 dan 3.

5. Hasil analisis sungai yang ada disekitar luar kawasan Perumahan Opra City yaitu kedalaman sungai 3 meter untuk lebar sungai sebesar 5,7 meter dengan debit maksimal sebesar 70,050 m³/s. sehingga debit limpasan dari Perumahan Opra City masih tertampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa, Ida Bagus Suryamatdja, I. M. N. (2024). Analisis Kapasitas Air Pada Saluran Drainase Di Jalan Antasura Daerah Pegunungan Kaja Denpasar Utara. *Ganec Swara*, 18.
- Apriyanza, H., Amri, K., & Gunawan, G. (2019). Analisis Kemampuan Saluran Drainase Terhadap Genangan Banjir Di Jalan Gunung Bungkok Kota Bengkulu Dengan Menggunakan Aplikasi Epa Swmm 5.1. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 41–51. <https://doi.org/10.33369/ijts.10.2.41-51>
- Ardiyanto, R. F., Lasminto, U., Ngurah, A., & Damarnegara, S. (2021). Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Mulyosari, Surabaya Timur. X.
- Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., Nugroho, M. W., & Findia. (2021). Drainase Perkotaan. *Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia*, 161.
- Firdaus, B., Kurniawan, D., & Dewi, S. (2023). Perencanaan Drainase Perumahan Pogoh Residence 2 Kelurahan Tanjung Paku, Kota Solok. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(3), 102–111. <https://doi.org/10.33559/err.v2i3.1765>
- Nugroho, D., Leksono, B., & Sholikhah, I. (2021). Perencanaan Ulang Sistem Saluran Drainase di Kecamatan Menganti Kabupaten Gresik. *Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik Hal*, 15, 22.
- Nusantara, D. A. D. (2020). Analisis Kapasitas Saluran Sistem Drainase di Simo Katrungan Kidul Sawahan Surabaya. *Ge-STRAM J. Perenc. Dan Rekayasa Sipil*, 3(1), 1–6.
- Nusantara, D. A. D. (2020). Evaluasi kapasitas saluran drainase pada catchment area sub sistem Bendul Merisi Kota Surabaya. *Ukarst: Jurnal Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 4(1), 85–95
- Riduan, R., Heraningtyas, C., Abdi, C., & Mazaya, I. (2024). Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eko- Drainase) di Kecamatan Banjarbaru Utara. 22(4), 987–995. <https://doi.org/10.14710/jil.22.4.987-995>
- Salmala Hayu, C., Aprilia, C., Kamila Putri, U., Leana Putri, V., Alfi Hidayat, A., Ansori, N., & Negeri Semarang, U. (2024). Analisis Pola Debit Hujan terhadap Terjadinya Banjir di Daerah Aliran Kali Es Sawah Besar Pada 12 Februari 2024. *Jurnal Implementasi*, 4(1), 65–78. <http://jurnalilmiah.org/journal/index.php/ji/index>
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Andi.
- Wahidin, & Windi.S.N. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Regency Desa Pulosari Kecamatan Brebes. *Infratech Building Journal (IJB)*, 1(01), 43–51.
- Wesli. (2021). Drainase Perkotaan Edisi 2 (Edisi 2). Graha Ilmu.