"ANALISIS SALURAN PENAMPANG PADA KAWASAN PERUMAHAN ROMA ESTATE KELURAHAN MAYANG MANGURAI KECAMATAN ALAM BARAJO KOTA JAMBI"

Dhea Asa Putri Ramadhani[1], Nazila El Mahbubah[2], Inggri Dwi Syaputri[3], Reyner Reagen[4], Zikra Aulia Putra[5], Laila Gusri[6], Muhammad Guntur[7]

[1,2,3,4,5,6,7]*Universitas Jambi*
E-mail : nazzilaelm@gmail.com

ABSTRAK

Perumahan Roma Estate di Kelurahan Mayang Mangurai, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi sering mengalami genangan akibat sistem drainase yang belum berfungsi secara optimal. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh sedimentasi, penyempitan saluran, pertumbuhan vegetasi liar, dominasi kawasan terbangun, serta kondisi topografi yang relatif datar. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik hidrologi dan hidraulika kawasan serta merancang sistem drainase terbuka yang mampu mengurangi potensi genangan. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 dengan perhitungan debit limpasan menggunakan Metode Rasional. Selanjutnya, perancangan dimensi saluran dilakukan menggunakan Persamaan Manning dan dievaluasi melalui pemodelan hidraulika menggunakan HEC-RAS. Hasil analisis menunjukkan bahwa daerah tangkapan seluas 0,33703 km² menghasilkan debit limpasan sebesar 0,5999 m³/det (Q10), 0,6622 m³/det (Q25), dan 0,7051 m³/det (Q50). Dimensi saluran dirancang pada enam penampang dengan menyesuaikan kondisi topografi dan kapasitas aliran. Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan seluruh saluran mampu mengalirkan debit rencana tanpa terjadi limpasan (overflow), dengan kondisi aliran subkritis yang stabil dan elevasi muka air masih berada di bawah tepi saluran. Oleh karena itu, rancangan sistem drainase yang diusulkan dinilai mampu meningkatkan kapasitas drainase serta mengurangi potensi genangan di kawasan Perumahan Roma Estate.

Kata Kunci : *Drainase, Metode Rasional, HEC-RAS, Debit Limpasan, Genangan.*

ABSTRACT

Roma Estate Housing, located in Mayang Mangurai Village, Alam Barajo District, Jambi City, frequently experiences flooding due to the inadequate performance of its drainage system. This condition is caused by sedimentation, channel narrowing, uncontrolled vegetation growth, the dominance of built-up areas, and relatively flat topography. This study aims to analyze the hydrological and hydraulic characteristics of the area and to design an open drainage system capable of reducing flood inundation. Hydrological analysis was conducted using annual maximum rainfall data from 2016–2025, while runoff discharge was estimated using the Rational Method. The drainage channel dimensions were designed using Manning's equation and evaluated through hydraulic simulation with HEC-RAS. The results indicate that the 0.33703 km² catchment area produces runoff discharges of 0.5999 m³/s (Q10), 0.6622 m³/s (Q25), and 0.7051 m³/s (Q50). The drainage channels were designed at six cross-sections based on topographic conditions and flow capacity requirements. HEC-RAS simulation results show that all channels are capable of conveying the design discharge without overflow. The flow remains in a stable subcritical condition, and the water surface elevation stays below the channel banks. Therefore, the proposed drainage system design is considered effective in improving drainage performance and reducing flood inundation potential in the Roma Estate residential area.

Keywords : *Drainage System, Rational Method, HEC-RAS, Runoff Discharge, Flood Inundation.*

PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan permukiman di daerah perkotaan terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kebutuhan akan tempat tinggal. Salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam pembangunan kawasan perumahan adalah sistem *drainase*. *Drainase* merupakan sarana yang berfungsi untuk mengalirkan, membuang, serta mengendalikan kelebihan air permukaan agar tidak menimbulkan genangan maupun banjir pada suatu kawasan. Sistem *drainase* yang baik akan menciptakan lingkungan permukiman yang aman, nyaman, sehat, dan mendukung aktivitas masyarakat sehari-hari.

Kawasan perumahan yang tidak didukung oleh sistem *drainase* yang memadai sering mengalami berbagai permasalahan, terutama terjadinya genangan air saat hujan dengan intensitas tinggi. Permasalahan tersebut juga terjadi pada kawasan Perumahan Roma Estate yang berada di Kelurahan Mayang Mangurai, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi. Pada beberapa titik kawasan perumahan masih ditemukan genangan air yang terjadi setelah hujan turun. Kondisi ini diduga disebabkan oleh kapasitas saluran *drainase* yang kurang memadai, sedimentasi pada saluran, dimensi saluran yang tidak sesuai, serta kurang optimalnya sistem pengaliran air hujan menuju saluran pembuangan utama.

Genangan air yang terjadi pada kawasan perumahan dapat menimbulkan berbagai dampak negatif bagi lingkungan maupun masyarakat. Dampak tersebut antara lain terganggunya aktivitas penghuni perumahan, kerusakan infrastruktur jalan dan bangunan, menurunnya kualitas lingkungan, serta meningkatnya risiko munculnya penyakit berbasis lingkungan akibat air tergenang. Selain itu, apabila kondisi *drainase* tidak ditangani dengan baik, maka permasalahan genangan dapat berkembang menjadi banjir lokal yang merugikan masyarakat secara ekonomi maupun sosial.

Perencanaan sistem *drainase* yang baik menjadi salah satu solusi penting dalam mengatasi permasalahan tersebut. Sistem *drainase* yang direncanakan dengan memperhatikan kondisi topografi, curah hujan, luas daerah tangkapan air, serta kapasitas saluran dapat membantu mengurangi risiko genangan dan meningkatkan efektivitas pengaliran air hujan. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis dan perancangan sistem *drainase* yang sesuai dengan kondisi eksisting kawasan agar sistem *drainase* mampu berfungsi secara optimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul "Analisis dan Perancangan Sistem *Drainase* pada Kawasan Perumahan Roma Estate Kelurahan Mayang Mangurai Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi". Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan genangan yang terjadi serta menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan sistem *drainase* kawasan perumahan yang lebih baik di masa mendatang.

Rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi: bagaimana kondisi sistem drainase eksisting serta faktor-faktor penyebab terjadinya genangan pada kawasan Perumahan Roma Estate Kelurahan Mayang Mangurai Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi; berapa besar debit limpasan air hujan yang terjadi pada kawasan Perumahan Roma Estate berdasarkan analisis hidrologi; dan bagaimana perencanaan dimensi serta kapasitas saluran drainase yang sesuai untuk mengatasi permasalahan genangan pada kawasan tersebut. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi sistem drainase eksisting beserta faktor-faktor penyebab genangan pada kawasan Perumahan Roma Estate, menghitung debit limpasan air hujan berdasarkan analisis hidrologi dan karakteristik daerah tangkapan hujan, serta merencanakan dimensi dan kapasitas saluran drainase yang mampu menampung debit limpasan sehingga dapat

mengurangi potensi genangan. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, yaitu bagi peneliti sebagai sarana untuk menambah pengetahuan dan pengalaman dalam menganalisis serta merancang sistem drainase kawasan perumahan, khususnya dalam mengatasi permasalahan genangan air; bagi masyarakat dan penghuni Perumahan Roma Estate sebagai bahan solusi untuk mengurangi genangan air dan menciptakan lingkungan yang lebih nyaman serta sehat; bagi pemerintah maupun pihak pengembang perumahan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengembangan sistem drainase yang lebih baik pada kawasan permukiman; serta bagi dunia akademik sebagai referensi dan sumber informasi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan sistem drainase kawasan perumahan.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Roma Estate, Kelurahan Mayang Mangurai, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi. Lokasi penelitian dipilih karena pada kawasan tersebut sering terjadi genangan air akibat sistem drainase yang belum berfungsi secara optimal. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2026. Kegiatannya meliputi pengambilan data berupa pengukuran dimensi saluran drainase, observasi lapangan, dan dokumentasi. Pengukuran dilakukan sepanjang ±600 meter saluran yang dibagi menjadi 6 titik pengamatan dengan pengukuran lebar atas, lebar bawah, dan kedalaman saluran.

Gambar 1. Lokasi Titik 1	**Gambar 2.** Lokasi Titik 2	**Gambar 3.** Lokasi Titik 3	**Gambar 4.** Lokasi Titik 4
			
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026	*Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026*	*Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026*	*Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2026*

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menganalisis sistem drainase di Perumahan Roma Estate, Kota Jambi. Tahapan penelitian dimulai dari identifikasi masalah dan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer melalui observasi dan pengukuran lapangan serta data sekunder berupa curah hujan NASA POWER dan peta wilayah. Data yang diperoleh digunakan untuk analisis hidrologi, perhitungan debit limpasan dengan Metode Rasional, serta analisis kapasitas saluran eksisting sebagai dasar evaluasi sistem drainase.

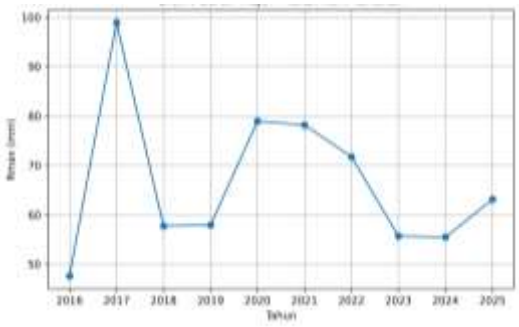
Selanjutnya dilakukan digitasi dan pemetaan Sub DAS untuk menentukan daerah tangkapan air, kemudian analisis hidrologi digunakan untuk memperoleh curah hujan dan intensitas hujan rencana. Hasilnya digunakan untuk menghitung debit limpasan yang kemudian dibandingkan dengan kapasitas saluran. Tahap akhir dilakukan simulasi menggunakan HEC-RAS untuk mengevaluasi kinerja saluran dan menjadi dasar perencanaan dimensi drainase yang lebih optimal, sehingga dapat mengurangi potensi genangan di kawasan penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan maksimum tahunan merupakan tahapan penting dalam kajian hidrologi yang digunakan sebagai dasar perencanaan sistem drainase, khususnya pada kawasan permukiman. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik hujan di wilayah penelitian sehingga dapat digunakan dalam penentuan curah hujan rencana dan debit banjir rencana pada sistem drainase Perumahan Roma Estate. Data yang digunakan berasal dari NASA POWER selama periode 2016–2025 dan berupa data curah hujan maksimum tahunan (Rmax). Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan beberapa metode distribusi probabilitas untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik curah hujan di lokasi penelitian. Berdasarkan data yang tersedia, nilai curah hujan maksimum tahunan berkisar antara 47,6 mm hingga 98,9 mm dengan total akumulasi curah hujan sebesar 665,17 mm selama 10 tahun pengamatan.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa rata-rata (mean) curah hujan maksimum tahunan sebesar 66,52 mm, yang diperoleh dari pembagian jumlah keseluruhan data curah hujan dengan jumlah tahun pengamatan. Selain itu, hasil perhitungan standar deviasi menunjukkan nilai sebesar 15,371 mm, yang menggambarkan tingkat penyebaran data curah hujan terhadap nilai rata-ratanya. Nilai standar deviasi tersebut mengindikasikan adanya variasi curah hujan maksimum tahunan yang cukup beragam selama periode pengamatan. Parameter statistik berupa rata-rata dan standar deviasi ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis frekuensi hujan untuk menentukan besarnya curah hujan rencana yang diperlukan dalam perencanaan kapasitas saluran drainase di kawasan penelitian.



Gambar 5. Grafik Curah Hujan Maksimum Tahunan

Sumber: Tabel Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

Berdasarkan grafik curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025, terlihat bahwa curah hujan maksimum mengalami fluktuasi yang cukup signifikan, dengan nilai tertinggi sebesar 98,9 mm pada tahun 2017 dan terendah sebesar 47,6 mm pada tahun 2016. Secara umum, tidak terdapat pola kenaikan atau penurunan yang konsisten, sehingga menunjukkan variasi curah hujan yang cukup besar dari tahun ke tahun. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kawasan penelitian memiliki potensi curah hujan yang tinggi dan berpengaruh terhadap debit limpasan serta kinerja sistem drainase. Variasi data yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata dan standar deviasi mengharuskan dilakukan analisis probabilitas untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dalam perhitungan curah hujan rencana. Oleh karena itu, digunakan beberapa distribusi probabilitas yang umum dalam analisis hidrologi, yaitu Distribusi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III. Pemilihan distribusi terbaik dilakukan berdasarkan parameter statistik seperti koefisien kemencengan (Cs), kurtosis (Ck), dan variasi (Cv), yang digunakan untuk

menggambarkan karakteristik penyebaran data serta kemampuan distribusi dalam merepresentasikan kejadian hujan ekstrem. Dengan demikian, pemilihan distribusi yang tepat menjadi tahapan penting untuk menghasilkan estimasi curah hujan rencana dan debit banjir rencana yang lebih akurat dalam perencanaan sistem drainase.

Distribusi Normal

Distribusi Normal digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis pola sebaran data curah hujan maksimum tahunan dengan asumsi bahwa data tersebar simetris terhadap nilai rata-rata. Metode ini merupakan salah satu pendekatan probabilitas yang paling umum digunakan dalam analisis hidrologi karena mampu menghasilkan estimasi yang stabil pada data yang relatif normal. Meskipun demikian, Distribusi Normal memiliki keterbatasan karena kurang peka terhadap kejadian hujan ekstrem, sehingga pada beberapa kondisi dapat menghasilkan nilai curah hujan rencana yang lebih rendah dibandingkan metode distribusi ekstrem. Analisis dilakukan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 yang diperoleh dari NASA POWER untuk menentukan parameter rata-rata dan standar deviasi sebagai dasar perhitungan curah hujan rencana. Berdasarkan data tersebut disusun Tabel 5 yang menunjukkan perhitungan penyimpangan dari rata-rata $(Ri-Rt)$ dan kuadrat penyimpangan $(Ri-Rt)^2$. Nilai rata-rata curah hujan yang digunakan adalah 66,517 mm, sehingga setiap data tahun dibandingkan terhadap nilai tersebut. Penyimpangan positif menunjukkan curah hujan di atas rata-rata, sedangkan penyimpangan negatif menunjukkan nilai di bawah rata-rata. Hasil analisis menunjukkan penyimpangan terbesar positif terjadi pada tahun 2017 sebesar 32,383 mm dengan kuadrat penyimpangan 1048,65869, sedangkan penyimpangan negatif terbesar terjadi pada tahun 2016 sebesar -18,917 mm dengan kuadrat 357,852889. Hal ini menunjukkan bahwa tahun 2017 memiliki deviasi paling besar terhadap rata-rata curah hujan maksimum tahunan.

Dalam Distribusi Normal, curah hujan rencana dihitung menggunakan persamaan $R_{Tr} = \bar{X} + K_{Tr} \times S$, dengan $\bar{X}$ sebesar 66,517 mm dan standar deviasi S sebesar 15,371. Faktor frekuensi (K_{Tr}) ditentukan berdasarkan kala ulang (Tr). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa untuk kala ulang 2 tahun diperoleh $K_{Tr} = 0$ sehingga curah hujan rencana sebesar 66,52 mm. Pada kala ulang 5 tahun dengan K_{Tr} 0,84 diperoleh R_5 sebesar 79,43 mm, sedangkan pada kala ulang 10 tahun sebesar 86,22 mm dengan K_{Tr} 1,282. Selanjutnya pada kala ulang 25 tahun diperoleh 93,02 mm, kala ulang 50 tahun sebesar 97,58 mm, dan kala ulang 100 tahun mencapai 102,27 mm. Dari hasil tersebut terlihat bahwa semakin besar kala ulang, maka nilai faktor frekuensi dan curah hujan rencana juga semakin meningkat. Kondisi ini menunjukkan bahwa peluang terjadinya hujan besar semakin kecil, namun intensitas hujan yang mungkin terjadi justru semakin tinggi. Dengan demikian, Distribusi Normal memberikan gambaran hubungan antara probabilitas kejadian hujan ekstrem dan besarnya curah hujan yang digunakan sebagai dasar perencanaan hidrologi.

Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel merupakan salah satu metode probabilitas yang banyak digunakan dalam analisis hidrologi untuk memperkirakan kejadian ekstrem, khususnya curah hujan maksimum dan debit banjir. Fokus utama distribusi ini adalah pada nilai ekstrem bagian kanan sehingga sangat relevan digunakan dalam perencanaan sistem drainase dan pengendalian banjir. Dalam penelitian ini, analisis distribusi Gumbel dilakukan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 yang diperoleh dari NASA POWER. Data tersebut kemudian dianalisis untuk melihat penyimpangan terhadap nilai rata-rata melalui perhitungan selisih $(Ri-Rt)$ dan kuadrat selisih $(Ri-Rt)^2$, di mana nilai rata-rata curah hujan yang digunakan adalah 66,517 mm dengan standar deviasi 15,371 mm.

Berdasarkan data tersebut, dilakukan perhitungan parameter pada distribusi Gumbel yang meliputi reduced mean (Yn) sebesar 0,4952 dan reduced standard deviation (Sn) sebesar 0,9646 untuk jumlah data 10 tahun. Selanjutnya dihitung reduced variate (YT) berdasarkan masing-masing kala ulang (Tr), kemudian digunakan untuk menentukan faktor frekuensi (K) dengan persamaan $K = (YT - Yn) / Sn$. Nilai K ini kemudian dimasukkan ke dalam persamaan curah hujan rencana $XT = \bar{X} + K \times S$. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada kala ulang 2 tahun diperoleh curah hujan rencana sebesar 64,47 mm, sedangkan pada kala ulang 5 tahun sebesar 82,53 mm, 10 tahun sebesar 94,49 mm, 25 tahun sebesar 109,61 mm, 50 tahun sebesar 120,81 mm, dan 100 tahun mencapai 131,93 mm.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin besar kala ulang, maka nilai curah hujan rencana yang diperoleh juga semakin meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa peluang terjadinya hujan ekstrem semakin kecil, namun intensitas hujan yang mungkin terjadi semakin besar. Selain itu, nilai faktor frekuensi (K) juga mengalami peningkatan seiring bertambahnya kala ulang, dari negatif pada kala ulang kecil menjadi positif dan semakin besar pada kala ulang yang lebih tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa Distribusi Gumbel lebih responsif dalam menggambarkan kejadian ekstrem dibandingkan distribusi normal, sehingga lebih sesuai digunakan untuk analisis perencanaan drainase dan mitigasi banjir.

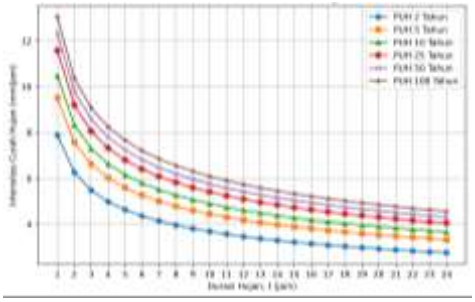
Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal digunakan dalam analisis hidrologi ketika data curah hujan tidak memiliki sebaran yang simetris, melainkan menunjukkan kemencengan (skewness). Untuk mengatasi hal tersebut, data curah hujan maksimum tahunan diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk logaritma sehingga distribusinya menjadi lebih mendekati normal. Metode ini cocok digunakan pada data hidrologi yang memiliki variasi besar dan tidak tersebar merata. Dalam penelitian ini, analisis dilakukan menggunakan data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 yang diperoleh dari NASA POWER, yang kemudian ditransformasikan ke bentuk logaritmik sebagai dasar perhitungan karakteristik statistik. Dari hasil transformasi diperoleh total curah hujan sebesar 665,17 mm dengan rata-rata 66,517 mm, sedangkan setelah dikonversi ke logaritma diperoleh jumlah log data sebesar 18,132369 dan rata-rata logaritma 1,822933.

Selanjutnya, penyimpangan logaritmik dihitung dari selisih antara nilai log data dan rata-ratanya, di mana penyimpangan positif menunjukkan data di atas rata-rata dan penyimpangan negatif menunjukkan data di bawah rata-rata. Hasil analisis menunjukkan penyimpangan positif terbesar terjadi pada tahun 2016 sebesar 0,172264, sedangkan penyimpangan negatif terbesar terjadi pada tahun 2015 sebesar -0,145326. Untuk mengetahui karakteristik distribusi data, dilakukan perhitungan kuadrat, pangkat tiga, dan pangkat empat dari penyimpangan logaritmik, yang menghasilkan jumlah kuadrat sebesar 0,082455, pangkat tiga sebesar 0,001414 (menunjukkan kemencengan ke kanan), serta pangkat empat sebesar 0,001485 yang menunjukkan tingkat keruncingan distribusi data. Berdasarkan karakteristik tersebut, curah hujan rencana dihitung menggunakan Distribusi Log Normal dengan persamaan $\log RTr = \log \bar{R} + K \times S$, kemudian dikonversi kembali menggunakan antilog, dengan faktor frekuensi (KTr) dari distribusi normal. Hasilnya menunjukkan curah hujan rencana sebesar 66,52 mm (2 tahun), 80,12 mm (5 tahun), 88,36 mm (10 tahun), 97,45 mm (25 tahun), 104,08 mm (50 tahun), dan 111,35 mm (100 tahun), yang menunjukkan bahwa semakin besar kala ulang maka curah hujan rencana semakin meningkat seiring naiknya faktor frekuensi dan menurunnya peluang kejadian hujan ekstrem.

Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III digunakan dalam analisis hidrologi untuk estimasi curah hujan rencana karena mampu mempertimbangkan kemencengan data (Cs) sehingga cocok untuk data tidak simetris dan memiliki nilai ekstrem. Dalam penelitian ini, metode ini digunakan sebagai pembanding data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 dari NASA POWER. Data diolah dengan transformasi logaritma untuk menghitung rata-rata log, standar deviasi logaritmik (0,0962), serta skewness positif yang menunjukkan kemencengan ke kanan, dengan total curah hujan 665,17 mm dan rata-rata 66,517 mm. Hasil analisis menunjukkan adanya fluktuasi data dengan deviasi positif dan negatif yang cukup signifikan, kemudian curah hujan rencana dihitung menggunakan persamaan Log Pearson III dan dikonversi kembali dengan antilog. Hasilnya menunjukkan peningkatan curah hujan rencana dari 66,27 mm (Tr 2 tahun) hingga 109,54 mm (Tr 100 tahun), yang menegaskan bahwa semakin besar kala ulang maka peluang kejadian hujan ekstrem semakin kecil, namun intensitas hujan yang terjadi semakin besar.



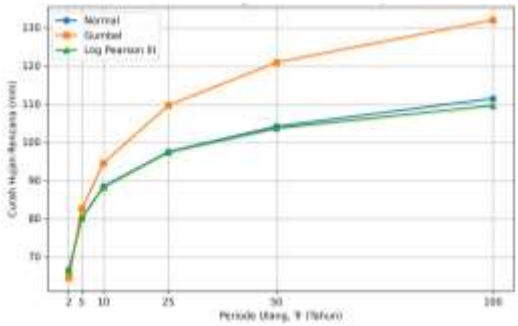
Gambar 6. Grafik IDF Intensitas Curah Hujan

Sumber: Tabel Intensitas Curah Hujan Log Pearson III

Berdasarkan grafik IDF (*Intensity Duration Frequency*), terlihat bahwa intensitas curah hujan cenderung menurun seiring bertambahnya durasi hujan. Selain itu, semakin besar periode ulang hujan (PUH), maka nilai intensitas curah hujan juga semakin tinggi. Kurva PUH 100 tahun memiliki intensitas tertinggi, sedangkan PUH 2 tahun memiliki intensitas terendah. Grafik ini menunjukkan hubungan antara durasi hujan, intensitas curah hujan, dan periode ulang yang umum digunakan dalam perencanaan hidrologi serta perancangan bangunan air.

Pemilihan Distribusi Terbaik

Pemilihan distribusi terbaik dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dari Distribusi Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Normal, dan Distribusi Log Pearson III. Proses pemilihan dilakukan berdasarkan parameter statistik berupa koefisien kemencengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien variasi (Cv). Selain parameter statistik, pemilihan distribusi juga mempertimbangkan kemampuan distribusi dalam menggambarkan pola penyebaran data curah hujan maksimum tahunan dan kejadian hujan ekstrem pada kawasan penelitian. Distribusi yang paling sesuai selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan curah hujan rencana, intensitas hujan, dan debit banjir rencana pada sistem drainase Perumahan Roma Estate.



Gambar 7. Grafik Gabungan Distribusi Curah Hujan
Sumber: Tabel Distribusi Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Normal, dan Distribusi Log Pearson III

Berdasarkan grafik gabungan distribusi curah hujan, nilai curah hujan rencana cenderung meningkat seiring bertambahnya periode ulang (Tr), dengan Distribusi Gumbel menghasilkan nilai tertinggi terutama pada kala ulang 50 dan 100 tahun, sedangkan Distribusi Normal dan Log Pearson III menunjukkan pola yang relatif berdekatan, dan secara umum Log Pearson III dinilai paling stabil serta paling sesuai karena mampu merepresentasikan data curah hujan ekstrem dengan lebih baik. Analisis dilakukan berdasarkan data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 dengan perhitungan parameter statistik dasar, meliputi rata-rata 66,517 mm, standar deviasi 15,371 mm, serta penyimpangan data untuk menentukan variabilitas, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan koefisien skewness (Cs = 1,026), koefisien variasi (Cv = 0,231), dan koefisien kurtosis (Ck = 4,66) sebagai dasar pemilihan distribusi. Hasil uji kesesuaian menunjukkan bahwa distribusi Normal tidak memenuhi syarat karena parameter tidak sesuai ketentuan teoritis, distribusi Gumbel cukup mendekati namun tidak sepenuhnya sesuai, distribusi Log Normal juga tidak memenuhi syarat, sedangkan Distribusi Log Pearson III paling sesuai karena mampu mengakomodasi kemencengan data yang tidak nol.

Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan besaran hujan yang terjadi dalam satuan waktu tertentu dan menjadi parameter penting dalam analisis hidrologi, terutama untuk perencanaan drainase, debit limpasan, serta pengendalian banjir. Nilainya dipengaruhi oleh durasi dan kala ulang hujan, di mana durasi yang lebih singkat menghasilkan intensitas lebih tinggi, sedangkan durasi yang lebih panjang cenderung menurunkan intensitas karena hujan tersebar lebih merata.

Dalam penelitian ini, intensitas hujan dihitung menggunakan metode Mononobe yang menghubungkan curah hujan rencana dengan durasi hujan 1–24 jam. Sebelum perhitungan intensitas dilakukan, curah hujan rencana terlebih dahulu ditentukan melalui analisis distribusi frekuensi, dan hasil uji menunjukkan bahwa Distribusi Log Pearson Tipe III merupakan distribusi yang paling sesuai berdasarkan nilai koefisien kemencengan (Cs) dan kurtosis (Ck). Oleh karena itu, hasil dari distribusi LP3 digunakan sebagai dasar dalam perhitungan intensitas hujan pada berbagai kala ulang.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa intensitas hujan tertinggi terjadi pada durasi 1 jam dan semakin menurun seiring bertambahnya durasi hingga 24 jam. Pada kala ulang yang lebih besar, intensitas hujan cenderung meningkat, dengan nilai maksimum terjadi pada kala ulang 100 tahun sebesar 13,027 mm/jam (durasi 1 jam), sedangkan nilai terendah terjadi pada kala ulang 2 tahun sebesar 2,761 mm/jam (durasi 24 jam). Pola ini membentuk karakteristik kurva IDF, yang menunjukkan bahwa hujan berdurasi singkat memiliki intensitas lebih tinggi, sedangkan hujan

dengan kala ulang besar berpotensi menghasilkan intensitas yang lebih ekstrem sehingga penting diperhitungkan dalam perencanaan sistem drainase.

Penentuan Daerah Tangkapan Hujan (DTH)

Daerah Tangkapan Hujan (DTH) atau catchment area merupakan wilayah yang menerima curah hujan dan mengalirkan air hujan tersebut menuju titik yang lebih rendah melalui aliran permukaan. Luas daerah tangkapan hujan sangat mempengaruhi besarnya debit limpasan yang dihasilkan suatu kawasan, karena semakin luas area tangkapan maka volume air hujan yang terkumpul dan mengalir menuju saluran drainase juga akan semakin besar (Kurniawan, 2024).

Penentuan daerah tangkapan hujan pada penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi topografi, arah aliran permukaan, tata guna lahan, serta jaringan drainase eksisting di kawasan penelitian. Identifikasi DTH dilakukan menggunakan interpretasi kondisi lapangan dan analisis peta lokasi sehingga diperoleh pembagian daerah tangkapan berdasarkan karakteristik penggunaan lahan. Pembagian tersebut terdiri atas lahan terbuka, lahan hijau, dan kawasan permukiman karena masing-masing jenis lahan memiliki karakteristik limpasan yang berbeda (Immanuella et al., 2022). Kondisi elevasi dan kemiringan lahan pada kawasan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 15** berikut.



Gambar 8. Peta Topografi Perumahan Roma Estate
Sumber: Hasil Pengolahan Data Google Earth Pro, 2026.

Pada **Gambar 17**, Peta topografi menunjukkan kondisi elevasi kawasan penelitian dengan rentang ketinggian antara 15–35 meter. Berdasarkan gradasi warna pada peta, wilayah dengan warna hijau menunjukkan elevasi lebih rendah, sedangkan warna kuning hingga merah menunjukkan elevasi yang lebih tinggi. Pola topografi pada kawasan penelitian memperlihatkan adanya perbedaan kemiringan lahan yang mempengaruhi arah aliran permukaan air hujan.

Daerah dengan elevasi tinggi berpotensi menjadi daerah awal aliran limpasan, sedangkan area dengan elevasi lebih rendah menjadi lokasi akumulasi aliran air. Kondisi topografi tersebut sangat berpengaruh terhadap sistem drainase kawasan karena menentukan arah aliran air menuju saluran drainase utama. Selain itu, wilayah dengan kemiringan yang cukup besar memiliki potensi aliran permukaan yang lebih cepat sehingga dapat meningkatkan debit limpasan saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi (Isniarno et al., 2022). Pola aliran permukaan dan pembagian sub DAS pada kawasan penelitian disajikan pada **Gambar 18** berikut.



Gambar 9. Peta Sub DAS Perumahan Roma Estate
Sumber: Hasil Pengolahan Data Google Earth Pro, 2026.

Pada **Gambar 18**, Peta sub DAS menunjukkan pola jaringan aliran permukaan dan pembagian daerah tangkapan air pada kawasan penelitian. Berdasarkan peta tersebut, arah aliran air cenderung mengikuti kondisi topografi dari daerah elevasi tinggi menuju daerah yang lebih rendah. Jaringan aliran yang terbentuk memperlihatkan bahwa kawasan penelitian memiliki beberapa jalur aliran utama yang berfungsi mengalirkan limpasan menuju saluran drainase utama.

Pembagian sub DAS pada kawasan penelitian sangat penting dalam analisis hidrologi karena mempengaruhi distribusi debit limpasan dan kapasitas saluran drainase. Semakin luas daerah tangkapan pada suatu sub DAS, maka debit limpasan yang dihasilkan juga akan semakin besar. Oleh karena itu, identifikasi sub DAS diperlukan untuk mengetahui titik-titik konsentrasi aliran yang berpotensi mengalami genangan atau limpasan berlebih saat hujan dengan intensitas tinggi (Februanto et al., 2021). Hasil digitasi penggunaan lahan pada kawasan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 19** berikut.



Gambar 10. Peta Digitasi Perumahan Roma Estate
Sumber: Hasil Pengolahan Data Google Earth Pro dan Ina Geospasial, 2026.

Pada **Gambar 19**, Peta digitasi penggunaan lahan menunjukkan pembagian wilayah berdasarkan karakteristik tata guna lahan pada kawasan penelitian. Berdasarkan hasil digitasi, wilayah penelitian dibagi menjadi tiga jenis penggunaan lahan yaitu kawasan permukiman, lahan terbuka, dan lahan hijau. Pembagian tersebut dilakukan karena masing-masing jenis lahan memiliki karakteristik limpasan yang berbeda dan mempengaruhi besarnya debit limpasan permukaan.

Kawasan permukiman mendominasi wilayah penelitian sehingga berpotensi menghasilkan limpasan permukaan yang lebih besar akibat banyaknya permukaan kedap air seperti jalan, bangunan, dan area yang telah mengalami pengerasan. Sementara itu, lahan hijau memiliki

kemampuan infiltrasi yang lebih baik sehingga mampu mengurangi limpasan permukaan. Lahan terbuka berada di antara kedua kondisi tersebut, dimana sebagian air masih dapat meresap ke dalam tanah meskipun potensi limpasan tetap ada saat intensitas hujan tinggi Fanani et al., (2022), Hasil digitasi luas penggunaan lahan pada kawasan penelitian dapat dilihat pada **Tabel 16** berikut.

Tabel 1. Luas Penggunaan Lahan Hasil Digitasi Perumahan Roma Estate

No	Peruntukan	A km²
1	Lahan Terbuka	0,1147
2	Lahan Hijau	0,02809
3	Permukiman	0,19424

Sumber: Hasil Digitasi dan Pengolahan Data Penelitian, 2026.

Berdasarkan **Tabel 16**, diketahui bahwa kawasan permukiman memiliki luas terbesar yaitu 0,19424 km². Kondisi tersebut menunjukkan bahwa wilayah penelitian didominasi oleh area terbangun sehingga berpotensi meningkatkan limpasan permukaan. Dominasi permukiman menyebabkan berkurangnya daerah resapan air dan meningkatkan volume air yang mengalir menuju saluran drainase saat hujan terjadi. Lahan terbuka memiliki luas sebesar 0,11470 km², sedangkan lahan hijau memiliki luas paling kecil yaitu 0,02809 km². Keberadaan lahan hijau memberikan kontribusi penting dalam mengurangi limpasan permukaan karena vegetasi dan kondisi tanah yang masih permeabel mampu meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah.

Analisis Koefisien Limpasan dan Debit Limpasan

Koefisien limpasan (C) merupakan parameter yang menunjukkan persentase air hujan yang menjadi aliran permukaan dibandingkan dengan yang meresap ke dalam tanah. Nilai koefisien ini dipengaruhi oleh topografi, jenis tanah, vegetasi, kemiringan lahan, serta tata guna lahan, di mana semakin tinggi tingkat kedap air suatu permukaan maka nilai C akan semakin besar karena infiltrasi semakin berkurang (Rismasari et al., 2018). Dalam penelitian ini, penentuan koefisien limpasan dilakukan berdasarkan analisis penggunaan lahan menggunakan ArcGIS dan Google Earth Pro, dengan pembagian kawasan menjadi lahan terbuka, lahan hijau, dan kawasan permukiman karena masing-masing memiliki karakteristik infiltrasi dan limpasan yang berbeda.

Lahan hijau menggunakan nilai koefisien limpasan 0,6 karena masih memiliki vegetasi dan tanah yang relatif permeabel sehingga masih mampu meresapkan air hujan lebih baik dan menghasilkan limpasan lebih kecil (Rinaldo et al., 1990). Sementara itu, lahan terbuka dan kawasan permukiman masing-masing menggunakan nilai 0,7 karena lahan terbuka memiliki vegetasi yang sedikit sehingga infiltrasi rendah, sedangkan permukiman didominasi permukaan kedap air seperti jalan dan atap bangunan yang menyebabkan air hujan tidak dapat meresap secara optimal dan meningkatkan limpasan permukaan, sesuai literatur drainase perkotaan yang menyatakan bahwa kawasan berpermukaan kedap memiliki koefisien limpasan yang tinggi (Rinaldo et al., 1990). Nilai koefisien limpasan berdasarkan penggunaan lahan pada kawasan penelitian disajikan pada Tabel 17.

Tabel 2. Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Penggunaan Lahan

Kemiringan Lahan	Kegunaan Lahan	Koefisien Limpasan
Datar Kemiringan < 3%	Persawahan rawa-rawa	0,20
	Hutan, perkebunan	0,30
	Pemukiman	0,40
Agak miring (3-15%)	Hutan, perkebunan	0,40
	Pemukiman	0,50
	Vegetasi ringan	0,60
	Tanah gundul	0,70
Curam Kemiringan > 15%	Hutan	0,60
	Pemukiman	0,70
	Vegetasi ringan	0,80
	Tanah gundul, penambangan	0,90

Sumber: (Rinaldo et al., 1990).

Nilai koefisien limpasan tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan debit limpasan menggunakan Metode Rasional dengan intensitas hujan kala ulang 5 tahun sebesar 5,27 mm/jam. Penggunaan kala ulang 5 tahun dipilih karena kawasan penelitian merupakan kawasan perumahan dengan sistem drainase lingkungan. Dalam perencanaan drainase perkotaan, kala ulang 2–5 tahun umumnya digunakan untuk kawasan permukiman karena dianggap mampu memberikan perlindungan terhadap genangan tanpa menghasilkan dimensi saluran yang terlalu besar dan tidak ekonomis (Rinaldo et al., 1990).

Penggunaan kala ulang 5 tahun juga dinilai sesuai untuk kawasan perumahan karena mampu merepresentasikan kondisi hujan rencana yang realistis pada kawasan perkotaan. Kala ulang yang lebih besar umumnya digunakan pada kawasan pusat kota, kawasan komersial, atau infrastruktur dengan tingkat risiko banjir yang lebih tinggi sehingga membutuhkan kapasitas drainase yang lebih besar. Oleh sebab itu, pemilihan kala ulang 5 tahun pada penelitian ini dianggap tepat untuk mendukung perencanaan sistem drainase kawasan perumahan yang efektif dan ekonomis.

Perhitungan debit limpasan pada penelitian ini dilakukan menggunakan Metode Rasional dengan kala ulang hujan 5 tahun. Metode Rasional banyak digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan karena sesuai untuk daerah tangkapan hujan yang relatif kecil, khususnya kawasan permukiman dan perkotaan. Persamaan yang digunakan yaitu:

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

Keterangan:

Q = Debit limpasan (m^3/det)
C = Koefisien limpasan
I = Intensitas hujan (mm/jam)
A = Luas daerah tangkapan hujan (km^2)
0,278 = Faktor konversi satuan agar hasil debit diperoleh dalam satuan m^3/detik (Immanuella et al., 2022).

Hasil perhitungan debit limpasan untuk masing-masing penggunaan lahan dapat dilihat pada **Tabel 18** berikut.

Tabel 3. Perhitungan Debit Limpasan Q10

Peruntukan	**0,278**	**C**	**I (mm/jam)**	**A km^2**	**Q m^3/det**
Lahan Terbuka	0,278	0,7	9,257	0,1147	0,206621979
Lahan Hijau	0,278	0,6	9,257	0,02809	0,043372859
Permukiman	0,278	0,7	9,257	0,19424	0,349906306

Jumlah					0,599901144

Sumber: Hasil Perhitungan Penelitian, 2026.

Berdasarkan **Tabel 18**, diperoleh total debit limpasan sebesar 0,599901 m^3/det pada kala ulang 10 tahun. Nilai debit limpasan terbesar berasal dari kawasan permukiman, yaitu sebesar 0,349906 m^3/det. Tingginya debit limpasan pada kawasan permukiman dipengaruhi oleh luas area yang paling besar, yaitu 0,19424 km^2, serta dominasi permukaan kedap air seperti jalan, bangunan, dan halaman yang telah mengalami pengerasan sehingga kemampuan infiltrasi tanah menjadi rendah. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian besar air hujan berubah menjadi aliran permukaan.

Kawasan lahan terbuka menghasilkan debit limpasan sebesar 0,206622 m^3/det, sedangkan lahan hijau menghasilkan debit limpasan terkecil, yaitu sebesar 0,043373 m^3/det. Meskipun luas lahan terbuka lebih kecil dibandingkan kawasan permukiman, nilai debit limpasan yang dihasilkan masih cukup besar karena minimnya vegetasi penutup lahan. Kondisi ini menyebabkan kemampuan tanah dalam menyerap air hujan menjadi terbatas sehingga limpasan permukaan yang terbentuk relatif tinggi.

Di sisi lain, lahan hijau memiliki debit limpasan paling kecil karena keberadaan vegetasi dan kondisi tanah yang masih permeabel mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan. Selain itu, nilai koefisien limpasan lahan hijau yang lebih rendah, yaitu 0,6, turut berkontribusi dalam menekan besarnya debit limpasan dibandingkan lahan terbuka dan permukiman yang memiliki koefisien limpasan sebesar 0,7. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan luas area terbangun menyebabkan berkurangnya daerah resapan air dan meningkatnya nilai koefisien limpasan permukaan (Indriani, 2023).

Perhitungan debit limpasan pada penelitian ini menggunakan Metode Rasional dengan intensitas hujan sebesar 9,257 mm/jam berdasarkan curah hujan rencana dengan kala ulang 10 tahun. Metode Rasional merupakan metode yang umum digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan karena mempertimbangkan tiga parameter utama, yaitu koefisien limpasan (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah tangkapan (A) (Kamisna et al., 2021).

Penggunaan kala ulang 10 tahun dalam perencanaan drainase dinilai lebih aman untuk kawasan permukiman yang memiliki tingkat kerentanan genangan cukup tinggi. Pemilihan kala ulang yang lebih besar akan menghasilkan debit rencana yang lebih tinggi sehingga kapasitas saluran yang direncanakan dapat mengantisipasi kejadian hujan ekstrem dengan lebih baik (Mangare et al., 2023).

Dengan total debit limpasan sebesar 0,599901 m^3/det, sistem drainase pada kawasan penelitian harus dirancang dengan kapasitas yang memadai agar mampu menampung dan mengalirkan limpasan permukaan secara efektif. Dominasi area terbangun pada kawasan permukiman menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dimensi saluran drainase untuk meminimalkan potensi genangan dan banjir lokal.

Tabel 4. Perhitungan Debit Limpasan Q25

Peruntukan	**0,278**	**C**	**I (mm/jam)**	**A km^2**	**Q m^3/det**
Lahan Terbuka	0,278	0,7	10,218	0,1147	0,228072095
Lahan Hijau	0,278	0,6	10,218	0,02809	0,04787554
Permukiman	0,278	0,7	10,218	0,19424	0,386231245
Jumlah					0,66217888

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh total debit limpasan sebesar 0,662179 m³/det pada kala ulang 25 tahun (Q25), dengan kontribusi terbesar berasal dari kawasan permukiman sebesar 0,386231 m³/det. Tingginya debit pada kawasan ini dipengaruhi oleh luas area terbesar yaitu 0,19424 km² serta dominasi permukaan kedap air seperti jalan dan bangunan yang mengurangi kemampuan infiltrasi, sehingga sebagian besar air hujan berubah menjadi aliran permukaan. Selain itu, lahan terbuka menghasilkan debit 0,228072 m³/det, sedangkan lahan hijau menghasilkan debit terkecil yaitu 0,047876 m³/det karena masih adanya vegetasi dan tanah yang lebih permeabel, meskipun lahan terbuka tetap menghasilkan limpasan cukup besar akibat minimnya penutup lahan.

Perhitungan debit limpasan ini menggunakan Metode Rasional dengan intensitas hujan 10,218 mm/jam berdasarkan curah hujan rencana kala ulang 25 tahun, yang mempertimbangkan koefisien limpasan (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah tangkapan (A). Penggunaan kala ulang 25 tahun menunjukkan kebutuhan perencanaan drainase pada tingkat risiko genangan yang lebih tinggi, sehingga kapasitas saluran harus mampu mengakomodasi hujan ekstrem dengan peluang kecil terlampaui. Dengan total debit 0,662179 m³/det, sistem drainase harus dirancang memadai agar mampu mengalirkan limpasan secara efektif, terutama dengan memperhatikan dominasi area terbangun yang menjadi faktor utama peningkatan debit limpasan

Tabel *5 Perhitungan Debit Limpasan Q50*

Peruntukan	**0,278**	**C**	**I (mm/jam)**	**A km²**	**Q m³/det**
Lahan Terbuka	0,278	0,7	10,881	0,1147	0,242870666
Lahan Hijau	0,278	0,6	10,881	0,02809	0,050981968
Permukiman	0,278	0,7	10,881	0,19424	0,411292051
Jumlah					0,705144685

Berdasarkan Tabel 20, total debit limpasan pada kala ulang 50 tahun (Q50) sebesar 0,705145 m³/det, dengan kontribusi terbesar berasal dari kawasan permukiman yaitu 0,411292 m³/det akibat luas area yang dominan serta tingginya permukaan kedap air yang menurunkan kemampuan infiltrasi tanah. Lahan terbuka menghasilkan debit 0,242871 m³/det, sedangkan lahan hijau memiliki debit paling kecil yaitu 0,050982 m³/det karena masih tingginya daya resap tanah dan rendahnya koefisien limpasan. Perhitungan ini menggunakan Metode Rasional dengan intensitas hujan 10,881 mm/jam pada kala ulang 50 tahun, yang mempertimbangkan koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan, di mana penggunaan kala ulang besar menghasilkan debit yang lebih tinggi sebagai dasar perencanaan sistem drainase yang lebih aman. Dengan total debit limpasan tersebut, sistem drainase pada kawasan penelitian perlu dirancang secara memadai agar mampu menampung dan mengalirkan aliran permukaan secara efektif, terutama karena dominasi kawasan terbangun menjadi faktor utama peningkatan limpasan yang berpotensi menyebabkan genangan dan banjir lokal.

Rancangan Geometri Saluran Terbuka

Perencanaan geometri saluran terbuka dilakukan berdasarkan hasil analisis debit limpasan pada kawasan penelitian agar saluran mampu menampung dan mengalirkan air hujan secara optimal. Pada penelitian ini, saluran dibagi menjadi enam titik penampang sepanjang ±600 meter, masing-masing sepanjang 100 meter dengan kemiringan dasar saluran 0,003 dan menggunakan saluran tanah. Setiap titik memiliki dimensi yang berbeda sesuai kondisi topografi, bentuk penampang, dan kapasitas aliran pada lokasi tersebut.

Pada Saluran Titik 1 di bagian hilir, dimensi dirancang paling besar dengan lebar atas 17 meter, lebar dasar 11,5 meter, dan tinggi 1,25 meter karena menerima akumulasi aliran dari hulu.

Saluran Titik 2 memiliki dimensi lebih kecil yaitu lebar atas 6,5 meter, lebar dasar 1,7 meter, dan tinggi 1,25 meter, sedangkan Saluran Titik 3 memiliki lebar atas terbesar 22,5 meter dengan lebar dasar 2,6 meter akibat penyebaran aliran yang lebih luas. Selanjutnya, Saluran Titik 4 dirancang lebih sempit dengan lebar atas 3,5 meter dan lebar dasar 3,2 meter, Saluran Titik 5 dengan lebar atas 4,2 meter dan lebar dasar 1,4 meter, serta Saluran Titik 6 sebagai segmen terakhir dengan dimensi paling kecil yaitu lebar atas 2,2 meter dan lebar dasar 1,4 meter. Secara keseluruhan, variasi dimensi ini menunjukkan penyesuaian terhadap debit limpasan dan kondisi aliran pada masing-masing segmen agar sistem drainase dapat bekerja efektif dan berkelanjutan.

Pemodelan Genangan Saluran Terbuka Menggunakan HEC–RAS

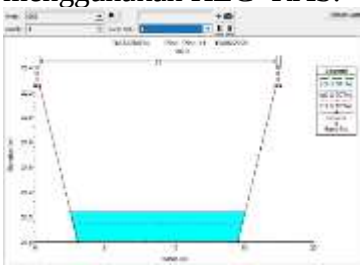
Pemodelan genangan saluran terbuka menggunakan HEC-RAS dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan saluran dalam mengalirkan debit limpasan serta memvalidasi rancangan geometri saluran. Data yang digunakan meliputi geometri penampang, elevasi dasar, kemiringan, panjang saluran, dan debit hasil Metode Rasional, dengan aliran diasumsikan dari hulu ke hilir menggunakan pendekatan critical depth.

Hasil simulasi menunjukkan debit total konstan sebesar 1,97 m^3/s pada seluruh penampang. Elevasi muka air berkisar antara 21,24–22,09 m dan masih berada di atas dasar saluran (21,00 m), sehingga aliran tetap tertampung di dalam saluran tanpa terjadi limpasan. Kecepatan aliran bervariasi antara 0,32–1,22 m/s, dipengaruhi oleh perubahan luas penampang yang berkisar 1,62–6,10 m^2, di mana penampang lebih besar menghasilkan kecepatan lebih rendah.

Lebar permukaan air berada pada rentang 2,10–14,18 m, sedangkan nilai Froude Number 0,16–0,60 menunjukkan seluruh aliran bersifat subkritis (subcritical flow). Kondisi ini menandakan aliran relatif stabil dan masih dikendalikan oleh kondisi hilir, sehingga kapasitas saluran dinilai mampu menampung debit rencana tanpa terjadi genangan maupun aliran superkritis.

1. Pemodelan Saluran Titik 1

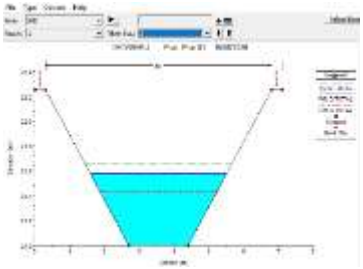
   Hasil perencanaan geometri saluran pada titik 1 dimasukkan ke dalam software HEC–RAS dengan panjang saluran 100 meter dan kemiringan dasar saluran sebesar 0,003. Penampang saluran menggunakan tipe saluran tanah dengan lebar atas 17 meter, lebar dasar 11,5 meter, dan tinggi saluran 1,25 meter. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang saluran mampu mengalirkan debit limpasan dengan kondisi aliran yang masih berada di dalam kapasitas penampang saluran. Elevasi muka air pada bagian inlet lebih tinggi dibandingkan outlet sehingga aliran dapat bergerak mengikuti arah kemiringan saluran secara gravitasi. Berikut pada **Gambar 23** merupakan hasil geometri dan simulasi penampang saluran pada titik 1 menggunakan HEC–RAS.



Gambar 23. Penampang Aliran Saluran Titik 1
Sumber: Hasil Pemodelan HEC–RAS, 2026

2. Pemodelan Saluran Titik 2

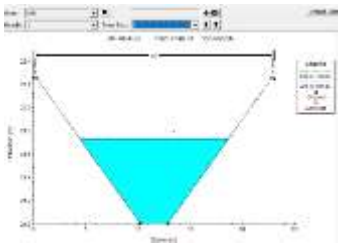
Geometri saluran titik 2 dimodelkan menggunakan panjang saluran 100 meter dengan slope sebesar 0,003. Dimensi saluran terdiri atas lebar atas 6,5 meter, lebar dasar 1,7 meter, dan tinggi saluran 1,25 meter. Berdasarkan hasil simulasi HEC–RAS, aliran pada saluran masih berada dalam kondisi aman dan tidak melampaui tinggi saluran yang direncanakan. Kondisi ini menunjukkan bahwa dimensi saluran masih mampu menampung debit limpasan yang terjadi pada daerah tangkapan hujan di sekitar titik 2. Berikut **Gambar 24** merupakan hasil geometri dan simulasi penampang saluran pada titik 2 menggunakan HEC–RAS.



Gambar 24. Penampang Aliran Saluran Titik 2
Sumber: Hasil Pemodelan HEC–RAS, 2026

3. Pemodelan Saluran Titik 3

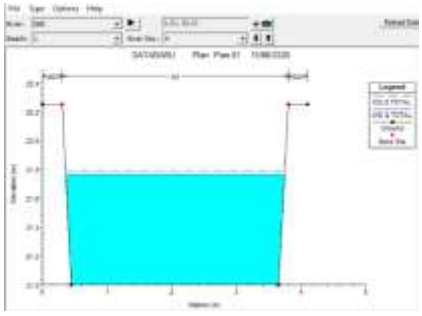
Pada titik 3, pemodelan dilakukan menggunakan geometri saluran tanah dengan panjang 100 meter dan kemiringan dasar saluran sebesar 0,003. Dimensi saluran terdiri atas lebar atas 22,5 meter, lebar dasar 2,6 meter, dan tinggi saluran 1,25 meter. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penampang saluran memiliki kapasitas tampungan yang cukup besar sehingga muka air hasil simulasi masih berada di bawah elevasi tebing saluran. Hal ini dipengaruhi oleh dimensi lebar atas saluran yang cukup besar sehingga aliran dapat tersebar lebih luas. Berikut pada **Gambar 25** merupakan hasil geometri dan simulasi penampang saluran pada titik 3 menggunakan HEC–RAS.



Gambar 25. Penampang Aliran Saluran Titik 3
Sumber: Hasil Pemodelan HEC–RAS, 2026

4. Pemodelan Saluran Titik 4

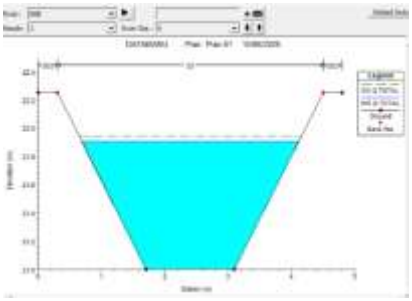
Saluran titik 4 dimodelkan dengan panjang saluran 100 meter dan slope sebesar 0,003. Penampang saluran memiliki lebar atas 3,5 meter, lebar dasar 3,2 meter, dan tinggi saluran 1,25 meter. Berdasarkan hasil simulasi HEC–RAS, kondisi aliran masih dapat ditampung oleh penampang saluran tanpa terjadi limpasan keluar saluran. Kecepatan aliran pada titik ini relatif stabil karena bentuk penampang yang lebih sempit dan seragam. Berikut **Gambar 23** merupakan hasil geometri dan simulasi penampang saluran pada titik 4 menggunakan HEC–RAS.



Gambar 11. Penampang Aliran Saluran Titik 4
Sumber: Hasil Pemodelan HEC–RAS, 2026

5. Pemodelan Saluran Titik 5

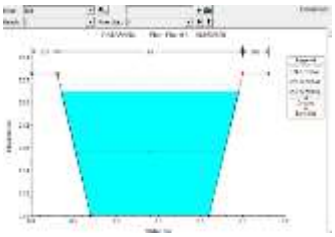
Pemodelan saluran titik 5 dilakukan menggunakan geometri saluran tanah dengan panjang saluran 100 meter dan kemiringan dasar saluran sebesar 0,003. Dimensi penampang terdiri atas lebar atas 4,2 meter, lebar dasar 1,4 meter, dan tinggi saluran 1,25 meter. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa muka air aliran masih berada dalam batas aman sehingga penampang saluran mampu menyalurkan debit limpasan sesuai kapasitas rancangan. Berikut **Gambar 23** merupakan hasil geometri dan simulasi penampang saluran pada titik 5 menggunakan HEC–RAS.



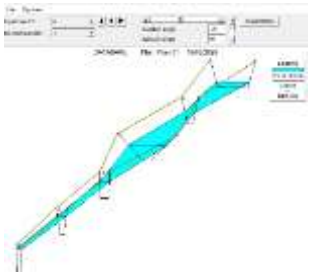
Gambar 27. Penampang Aliran Saluran Titik 5
Sumber: Hasil Pemodelan HEC–RAS, 2026

6. Pemodelan Saluran Titik 6

Saluran titik 6 merupakan segmen terakhir pada pemodelan saluran terbuka dengan panjang saluran 100 meter dan slope sebesar 0,003. Geometri saluran terdiri atas lebar atas 2,2 meter, lebar dasar 1,4 meter, dan tinggi saluran 1,25 meter. Berdasarkan hasil simulasi HEC–RAS, kondisi aliran pada saluran masih dapat mengalir dengan baik tanpa melampaui kapasitas saluran yang direncanakan. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan geometri saluran pada titik 6 masih efektif dalam mengalirkan debit limpasan. Berikut **Gambar 24** merupakan hasil geometri dan simulasi penampang saluran pada titik 6 menggunakan HEC–RAS.



Gambar 28. Penampang Aliran Saluran Titik 6
Sumber: Hasil Pemodelan HEC–RAS, 2026



Gambar 1. Profil Memanjang Hasil Simulasi Aliran Saluran Terbuka Menggunakan HEC-RAS pada Perumahan Roma Estate

Berdasarkan hasil simulasi HEC-RAS pada enam titik penampang saluran, seluruh saluran yang direncanakan mampu mengalirkan debit limpasan tanpa terjadi limpasan (overflow). Elevasi muka air pada setiap penampang masih berada di bawah tinggi saluran sehingga kapasitas saluran dinilai aman dan sesuai dengan kondisi topografi serta debit rencana, sehingga dapat digunakan sebagai sistem drainase untuk mengurangi potensi genangan di kawasan perumahan.

Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa elevasi muka air masih berada di bawah tepi saluran dengan aliran yang stabil dari hulu ke hilir, ditandai oleh distribusi muka air yang mengikuti kemiringan dasar saluran tanpa kenaikan signifikan pada titik tertentu. Perbedaan geometri penampang memengaruhi tinggi muka air, di mana penampang yang lebih kecil memiliki muka air lebih tinggi, namun secara keseluruhan saluran tetap mampu mengalirkan debit rencana dengan baik dan risiko genangan relatif kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perancangan sistem drainase di Perumahan Roma Estate, Kelurahan Mayang Mangurai, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi, dapat disimpulkan bahwa kondisi drainase eksisting belum berfungsi secara optimal akibat adanya sedimentasi, penyempitan penampang saluran, pertumbuhan vegetasi liar, dominasi kawasan terbangun, serta topografi yang relatif datar sehingga menyebabkan genangan saat hujan berintensitas tinggi. Hasil analisis hidrologi menggunakan data curah hujan maksimum tahunan periode 2016–2025 dan perhitungan debit limpasan dengan Metode Rasional menunjukkan bahwa daerah tangkapan seluas 0,33703 km² menghasilkan debit limpasan yang cukup besar dan memerlukan kapasitas saluran yang memadai. Berdasarkan perencanaan hidraulika menggunakan Persamaan Manning dan simulasi HEC-RAS, dimensi saluran drainase yang dirancang mampu menampung debit limpasan rencana

sehingga dapat mengurangi potensi genangan serta meningkatkan kinerja sistem drainase pada kawasan Perumahan Roma Estate.

DAFTAR PUSTAKA

Fanani, M. M., Hartono, H., Winda, W., & Amalia, Y. (2022). Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Di Pit Section 2 Pt Andalan Artha Primanusa Pada Wilayah Izin Pertambangan Pt Budi Gema Gempita Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, *8*(1), 1. https://doi.org/10.31315/jtp.v8i1.9126

Februanto, A. J., Limantara, L. M., & Fidari, J. S. (2021). Analisis Curah Hujan Serial Terhadap Debit Maksimum Di Sub DAS Lesti, DAS Brantas, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, *1*(2), 826–838. https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.40

Immanuella, L. A., Dermawan, V., & Winarta, B. (2022). Studi Alternatif Pengendalian Banjir Sungai Welang Dengan Pendekatan Pemodelan Banjir Aliran 2D. *Jurnal Teknik Pengairan*, *13*(2), 245–257. https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.10

Isniarno, N. F., Naufal, M. I., Iswandaru, I., Guntoro, D., & Khorniawan, W. B. (2022). Sistem Pengelolaan Air Pada Settling Pond Untuk Tambang Terbuka. *Ethos (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian)*, *10*(1), 93–100. https://doi.org/10.29313/ethos.v10i1.7991

Kurniawan, A. (2024). Perbandingan Analisis Debit Banjir Dengan Menggunakan Aplikasi Hec-Ras Dan EPA SWMM. *Cakrawala Repositori Imwi*, *7*(02), 3385–3395. https://doi.org/10.52851/cakrawala.v7i02.641

Pratiwi, Z. N., & Santosa, P. B. (2021). Pemodelan Banjir Dan Visualisasi Genangan Banjir Untuk Mitigasi Bencana Di Kali Kasin, Kelurahan Bareng, Kota Malang. *Jgise Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, *4*(1), 56. https://doi.org/10.22146/jgise.56525

Rinaldo, P., O'Shea, J. J., Welch, R. D., & Tanaka, K. (1990). The Enzymatic Basis for the Dehydrogenation of 3-Phenylpropionic Acid: In Vitro Reaction of 3- Phenylpropionyl-CoA With Various Acyl-CoA Dehydrogenases. *Pediatric Research*, *27*(5), 501–507. https://doi.org/10.1203/00006450-199005000-00017

Rismasari, R., Harisuseno, D., & Hendrawan, A. P. (2018). Kajian Penanggulangan Genangan Yang Terintegrasi Di Kawasan Pilang, Probolinggo. *Jurnal Teknik Pengairan*, *9*(1), 47–59. https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2018.009.01.5

Setiyowati, A., & Anggraheni, E. (2024). Analisis Banjir Pada Polder Sunter Timur II Dengan Menggunakan HEC-RAS (Ras Mapper). *Teras Jurnal Jurnal Teknik Sipil*, *14*(1), 39–52. https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1003