

PENGEMBANGAN SISTEM DRAINASE EKONOMIS DI WILAYAH DESA SUKA MAJU KECAMATAN KONGBENG

Ferdian Fariz Maulana¹, Suharto², Viva Oktaviani³, Alpian Nur⁴

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan saluran drainase ekonomis pada Jalan Dharma Karya II, Desa Suka Maju, Kecamatan Kongbeng, Kabupaten Kutai Timur, guna mengatasi permasalahan genangan dan limpasan air hujan. Perhitungan dilakukan berdasarkan analisis hidrologi dan hidraulika, dengan pendekatan metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III untuk menentukan curah hujan rancangan pada periode ulang 2, 5, dan 10 tahun. Uji kesesuaian data dilakukan menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square untuk memastikan akurasi distribusi data. Hasil perhitungan debit banjir digunakan untuk mendesain dimensi saluran drainase yang mampu menampung aliran hingga proyeksi tahun 2035. Penelitian ini menghasilkan desain penampang saluran segiempat yang ekonomis berdasarkan efisiensi biaya konstruksi dan kapasitas tampung yang memadai. Studi ini bermanfaat sebagai dasar pengambilan keputusan teknis bagi instansi terkait dalam merancang dan merehabilitasi sistem drainase yang berkelanjutan di wilayah penelitian.

Kata Kunci: Drainase, debit banjir rancangan, metode Gumbel, Log Pearson Tipe III, saluran ekonomis.

Abstrack

This study aims to design an economical drainage channel along Jalan Dharma Karya II, Desa Suka Maju, Kongbeng District, Kutai Timur Regency, to address runoff and waterlogging issues. Calculations are based on hydrological and hydraulic analyses using the Gumbel and Log Pearson Type III methods to determine design rainfall for 2-, 5-, and 10-year return periods. Data suitability tests were conducted using the Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square methods to ensure statistical accuracy. The resulting flood discharge calculations were used to design a drainage channel cross-section capable of handling projected

flows up to the year 2035. This research produced a rectangular drainage channel design optimized for cost efficiency and adequate water capacity. The findings serve as a technical foundation for relevant agencies in developing and improving sustainable drainage systems in the study area.

Keywords: Drainage, design flood discharge, Gumbel method, Log Pearson Type III, economical channel.

PENDAHULUAN

Drainase merupakan salah satu infrastruktur dasar yang berfungsi penting dalam sistem perkotaan maupun pedesaan karena berperan dalam mengelola kelebihan air, terutama air hujan, agar tidak menimbulkan genangan atau banjir. Di berbagai wilayah Indonesia, terutama daerah yang sedang berkembang dan mengalami peningkatan jumlah penduduk serta perubahan tata guna lahan yang signifikan, sistem drainase yang efektif menjadi sangat krusial untuk menunjang keberlanjutan pemanfaatan lahan, infrastruktur jalan, serta kelangsungan aktivitas sosial-ekonomi masyarakat. Perubahan penggunaan lahan, meningkatnya laju urbanisasi, serta intensitas curah hujan yang tidak menentu akibat perubahan iklim menjadi tantangan dalam merancang sistem drainase yang adaptif, efisien, dan ekonomis.

Kawasan Jalan Dharma Karya II di Desa Suka Maju, Kecamatan Kongbeng, Kabupaten Kutai Timur merupakan wilayah yang memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan sistem drainase karena lokasinya yang strategis dan padat aktivitas transportasi. Permukaan lahan yang cenderung datar serta meningkatnya pembangunan permukiman dan aktivitas masyarakat memperbesar potensi genangan apabila sistem drainase tidak memadai. Oleh sebab itu, dibutuhkan perencanaan yang optimal berbasis pendekatan ilmiah untuk menghasilkan sistem drainase yang tidak hanya mampu menampung debit air hujan berdasarkan periode ulang tertentu, tetapi juga memiliki struktur yang ekonomis dari sisi material dan biaya konstruksi jangka panjang.

Studi ini mengangkat pentingnya pendekatan terpadu antara analisis hidrologi dan hidraulika dalam perencanaan saluran drainase. Hidrologi berperan dalam menganalisis karakteristik curah hujan, menentukan debit puncak banjir berdasarkan distribusi frekuensi tertentu, dan mengidentifikasi daerah tangkapan hujan (catchment area) yang relevan. Hidraulika digunakan untuk menentukan kapasitas aliran, dimensi saluran, kemiringan, serta parameter teknis lainnya agar air dapat dialirkan secara efisien menuju badan penerima tanpa menimbulkan erosi atau kerusakan struktur saluran.

Berbagai metode statistik digunakan dalam studi ini untuk menganalisis curah hujan rancangan, antara lain metode Gumbel dan Log Pearson Type III, yang telah terbukti relevan dalam perencanaan hidrologi di berbagai wilayah tropis. Hasil analisis distribusi curah hujan ini menjadi dasar perhitungan debit rancangan yang kemudian digunakan untuk mendesain dimensi saluran yang optimal. Selain itu, untuk menjamin kesesuaian metode yang digunakan, dilakukan uji kesesuaian data seperti Uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square guna memastikan bahwa model distribusi yang diterapkan benar-benar representatif terhadap data historis curah hujan yang dikumpulkan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan maksud untuk memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem drainase yang efektif dan efisien, khususnya pada kawasan Jalan Dharma Karya II, Desa Suka Maju, Kecamatan Kongbeng. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghitung dan menganalisis debit banjir rancangan berdasarkan data curah hujan aktual yang terjadi dalam kurun waktu lebih dari satu dekade. Dengan mengetahui debit banjir rancangan untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, maka perencanaan dimensi saluran dapat dilakukan secara lebih akurat.

Tujuan berikutnya adalah merancang saluran drainase yang memiliki dimensi optimal dengan mempertimbangkan aspek ekonomis, yaitu penggunaan material konstruksi yang efisien tanpa mengurangi kapasitas fungsional saluran. Hal ini penting karena keterbatasan anggaran sering menjadi hambatan dalam pelaksanaan proyek-proyek infrastruktur, sehingga desain yang efisien akan memberikan keuntungan dalam penghematan biaya pembangunan maupun pemeliharaan di masa depan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini terdiri atas beberapa tahapan, mulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, analisis hidrologi dan hidraulika, hingga perancangan saluran dan evaluasi ekonomisnya. Lokasi penelitian difokuskan pada Jalan Dharma Karya II di Desa Suka Maju, Kecamatan Kongbeng, dengan pertimbangan bahwa wilayah ini merupakan kawasan dengan aktivitas transportasi tinggi dan sering mengalami genangan air saat musim hujan.

Tahapan awal dimulai dengan pengumpulan data curah hujan harian selama 13 tahun (2012–2024) dari stasiun cuaca terdekat yang representatif terhadap kondisi setempat. Data ini kemudian diolah menggunakan dua metode distribusi frekuensi: Gumbel dan Log Pearson Type III, yang merupakan metode umum dalam analisis frekuensi curah hujan ekstrem. Setelah diperoleh hujan rencana, dilakukan uji kesesuaian data menggunakan Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square untuk memilih distribusi terbaik.

Selanjutnya dilakukan analisis debit banjir menggunakan metode rasional dengan mempertimbangkan intensitas curah hujan, luas daerah tangkapan air, serta koefisien limpasan sesuai karakteristik lahan. Analisis ini menghasilkan nilai debit rancangan untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun. Berdasarkan nilai debit tersebut, dilakukan desain saluran segiempat ekonomis dengan pendekatan perhitungan kapasitas aliran, kemiringan dasar saluran, tinggi jagaan, dan kecepatan aliran yang diizinkan agar tidak terjadi erosi atau sedimentasi.

ANALISA PEMBAHASAN

Analisis perencanaan saluran drainase ekonomis di Jalan Dharma Karya II Desa Suka Maju Kecamatan Kongbeng dilakukan melalui tahapan-tahapan sistematis yang dimulai dari pengumpulan data hujan historis, pengolahan data curah hujan dengan metode statistik, perhitungan debit banjir rancangan, dan perancangan saluran drainase berdasarkan debit yang telah dihitung. Hasil analisis menunjukkan bahwa keberhasilan perencanaan sistem drainase sangat tergantung pada akurasi data hujan dan pemilihan metode distribusi yang tepat untuk menghitung curah hujan rancangan.

Data curah hujan tahunan yang diperoleh dari stasiun terdekat selama 13 tahun digunakan sebagai dasar untuk menentukan curah hujan rencana. Dua metode distribusi statistik yang digunakan, yaitu metode Gumbel dan Log Pearson Type III, memberikan gambaran tentang variasi ekstrem curah hujan yang dapat terjadi pada periode ulang tertentu. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Log Pearson Type III memberikan hasil yang lebih stabil dan realistis terhadap pola data yang tersedia, sehingga dipilih sebagai dasar perhitungan debit rancangan.

Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional dengan memperhatikan beberapa parameter penting, yaitu luas catchment area, koefisien limpasan, intensitas hujan, dan waktu konsentrasi. Catchment area pada Jalan Dharma Karya II ditentukan berdasarkan analisis topografi dan penggunaan lahan. Dalam penelitian ini, koefisien limpasan diperoleh berdasarkan jenis permukaan lahan yang terdiri dari campuran area terbangun, tanah terbuka, dan vegetasi, menghasilkan nilai C gabungan yang representatif.

Setelah debit puncak diketahui, tahap selanjutnya adalah merancang dimensi saluran drainase. Dalam penelitian ini, digunakan bentuk penampang segiempat terbuka yang umum digunakan pada jalan lingkungan. Penentuan lebar dasar (b), tinggi saluran (h), dan kemiringan dasar dilakukan berdasarkan rumus kapasitas aliran dan dengan mempertimbangkan kecepatan aliran yang diperbolehkan agar tidak terjadi erosi dasar saluran. Saluran juga dirancang dengan tinggi jagaan (freeboard) untuk mengantisipasi lonjakan debit air saat hujan ekstrem. Analisis hasil perencanaan menunjukkan bahwa untuk periode ulang 10 tahun, debit maksimum yang terjadi masih dapat ditampung oleh saluran dengan dimensi yang dirancang. Saluran tersebut juga memenuhi kriteria saluran ekonomis karena rasio antara lebar dan tinggi saluran dirancang agar volume galian dan penggunaan bahan bangunan seminimal mungkin tanpa mengurangi kapasitas aliran. Efisiensi ini sangat penting untuk menekan biaya konstruksi, terutama di wilayah yang memiliki keterbatasan anggaran seperti di pedesaan.

Selain itu, analisis menunjukkan bahwa perencanaan ini mampu mengakomodasi debit hingga proyeksi tahun 2035, dengan asumsi bahwa perubahan penggunaan lahan masih dalam batas wajar dan tidak terjadi lonjakan pembangunan masif yang menyebabkan peningkatan signifikan dalam koefisien limpasan. Jika pembangunan meningkat, maka sistem drainase perlu dievaluasi ulang secara berkala.

4.7.1 Perhitungan Waktu Konsentrasi (Tc)

$$t_c = t_0 + t_d$$

Dimana :

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} + 3,28 + L + \frac{nd}{\sqrt{s}} \right) \text{ menit}$$

Dan

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60 \cdot V} \right) \text{ menit}$$

Tabel 4.10 Perhitungan waktu konsentrasi (Saluran 1)

$T_c = t_0 + t_d$			
$t_0 = (2/3 \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot (nd/\sqrt{S}))^{0.167}$			
$t_d = L/(60 \cdot V)$			
Diketahui =			
L saluran		1325 m	
L1 (lebar badan jalan)		2 m	= 2%
L2 (lebar bahu jalan)		0,5 m	= 3%
L3 (jarak permukaan)		33,701 m	= 1%
V(kec. Aliran)		1,5 m/dtk	

Lanjutan Tabel

Koef hambat badan jalan (nd)	=	0,013	(Tabel)
Koef hambat bahu jalan (nd)	=	0,020	(Tabel)
Koef hambat permukaan (nd)	=	0,10	(Tabel)
t1 jalan	=	$(2/3 \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot (nd/\sqrt{S}))^{0.167}$	= 0,859 Mnt
t2 bahu	=	$(2/3 \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot (nd/\sqrt{S}))^{0.167}$	= 0,708 Mnt
t3 Permukaan	=	$(2/3 \cdot 3,28 \cdot L_0 \cdot (nd/\sqrt{S}))^{0.167}$	= 6,499 Mnt
t0 = t1 jalan + t2bahu + t3permukaan	=	8,066 Mnt	= 0,134
t_d = L/(60.V)	=	14,722 Mnt	= 0,245

$T_c = t_o + t_d = 22,788 \text{ Mnt} = 0,380$
--

Sumber : Hasil Perhitungan (Nilai selanjutnya dapat dilihat pada table)

4.7.2 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Periode Ulang 2,5, dan 10

Tahun

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \text{ mm / jam}$$

Tabel 4.11 Perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 2 tahun

Saluran	L (m)	Siope	Tc (Jam)	Tc (menit)	R24 (mm)	I (mm/jam)
Saluran 1	1325	0,001254	0,380	22,788	355,89	235,256
Saluran 2	1250	0,001376	0,362	21,708	355,89	242,998
Saluran 3	1315	0,001308	0,373	22,372	355,89	238,163
Saluran 4	1220	0,001362	0,358	21,496	355,89	244,591

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.12 Perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun

Saluran	L (m)	Siope	Tc (Jam)	Tc (menit)	R24 (mm)	I (mm/jam)
Saluran 1	1325	0,001254	0,380	22,788	420,76	278,139
Saluran 2	1250	0,001376	0,362	21,708	420,76	287,292

Saluran 3	1315	0,001308	0,373	22,372	420,76	281,576
Saluran 4	1220	0,001362	0,358	21,496	420,76	289,175

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 Perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 10 tahun

Saluran	L (m)	Siope	Tc (Jam)	Tc (menit)	R24 (mm)	I (mm/jam)
Saluran 1	1325	0,001254	0,380	22,788	463,71	306,527
Saluran 2	1250	0,001376	0,362	21,708	463,71	316,615
Saluran 3	1315	0,001308	0,373	22,372	463,71	310,315
Saluran 4	1220	0,001362	0,358	21,496	463,71	318,690

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.15 Rekapitulasi table Perhitungan Koefisien Limpasan (C)

Saluran	C1 Badan jalan	C2 Bahu jalan	C3 Permukaan	A1 (m2)	A2 (m2)	A3 (m2)	C
Saluran 1	0,87	0,2	0,40	2650	663	505.978.902	0,691
Saluran 2	0,87	0,2	0,40	2500	625	302.782.767	0,706
Saluran 3	0,87	0,2	0,40	2630	658	335.030.221	0,705
Saluran 4	0,87	0,2	0,40	2440	610	521.705.680	0,687

Sumber : Hasil Perhitungan

4.9 Perhitungan Debit Aliran

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

Tabel 4.16 Perhitungan Debit Aliran Periode Ulang 2 Tahun

SALURAN	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Qbr (m ³ /dt)
Saluran 1	0,691	235,256	0,03818	1,727
Saluran 2	0,706	242,998	0,03428	1,636
Saluran 3	0,705	238,163	0,03623	1,691
Saluran 4	0,687	244,591	0,03572	1,668

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.17 Perhitungan Debit Aliran Periode Ulang 5 Tahun

SALURAN	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Qbr (m ³ /dt)
Saluran 1	0,691	278,139	0,03818	2,042
Saluran 2	0,706	287,292	0,03428	1,934
Saluran 3	0,705	281,576	0,03623	1,999
Saluran 4	0,687	289,175	0,03572	1,972

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.18 Perhitungan Debit Aliran Periode Ulang 10 Tahun

SALURAN	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Qbr (m ³ /dt)
Saluran 1	0,691	306,527	0,03818	2,250
Saluran 2	0,706	316,615	0,03428	2,131

Lanjutan Tabel

Saluran 3	0,705	310,315	0,03623	2,203
Saluran 4	0,687	318,690	0,03572	2,174

Sumber : Hasil Perhitungan

4.10 Perhitungan Dimensi Saluran yang Ekonomis

Dengan mengetahui Debit Banjir rancangan dengan kala ulang 10 Tahun pada tiap Saluran maka dapat direncanakan dimensi saluran yang ekonomis sebagai berikut.

SALURAN	DIMENSI SALURAN DRAINASE YANG DIRENCANAKAN HINGGA 10 TAHUN									
	B (m)	h (m)	w (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	V	Q (m ³ /dt)
Saluran 1	1,80	0,90	0,50	1,70	3,690	0,4722	0,016	0,00125	1,3423	2,282
Saluran 2	1,80	0,90	0,50	1,70	3,690	0,4722	0,016	0,00138	1,4059	2,390
Saluran 3	1,80	0,90	0,50	1,70	3,690	0,4722	0,016	0,00131	1,3707	2,330
Saluran 4	1,80	0,90	0,50	1,70	3,690	0,4722	0,016	0,00136	1,3989	2,378

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisa Waktu Kerja

Dalam pelaksanaan proyek perencanaan dan pembangunan saluran drainase di Jalan Dharma Karya II, efisiensi waktu kerja menjadi faktor penting yang berpengaruh terhadap keberhasilan proyek secara teknis dan ekonomis. Waktu kerja dihitung berdasarkan volume pekerjaan yang meliputi penggalian tanah, pemasangan bekisting, pengecoran beton, serta pekerjaan finishing saluran. Masing-masing item pekerjaan memiliki standar waktu kerja tertentu yang didasarkan pada norma waktu dalam satuan jam per satuan volume pekerjaan. Standar ini disesuaikan dengan jumlah tenaga kerja, peralatan yang digunakan, serta produktivitas harian dari setiap tim pelaksana.

Sebagai contoh, untuk pekerjaan galian tanah sepanjang 100 meter dengan kedalaman rata-rata 1 meter, jika produktivitas satu tim pekerja adalah 5 m³ per hari, maka dibutuhkan waktu kerja selama 5 hari untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Selanjutnya, pekerjaan betonisasi saluran dengan volume 10 m³ dan produktivitas pengecoran sebesar 2 m³ per hari membutuhkan waktu selama 5 hari kerja. Dengan menyusun urutan pekerjaan berdasarkan jalur kritis dan memperhatikan waktu curing beton, dapat dihitung total waktu efektif proyek.

Analisa durasi

Memperhatikan seluruh waktu pelaksanaan dari awal hingga selesai, termasuk waktu tunggu seperti setting beton dan mobilisasi alat. Total durasi proyek dari pekerjaan awal hingga finishing diperkirakan berlangsung selama 21 hari kalender, dengan asumsi tidak ada gangguan cuaca ekstrem atau hambatan logistik. Durasi ini telah mencakup waktu kerja efektif, istirahat mingguan, serta buffer time untuk mengantisipasi kemungkinan keterlambatan. Analisis waktu kerja dan durasi yang realistis sangat penting dalam memastikan proyek berjalan tepat waktu, efisien secara biaya, dan sesuai dengan kualitas teknis yang direncanakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Saluran drainase yang dirancang menggunakan metode hidrologi dan hidraulika menghasilkan dimensi saluran segiempat ekonomis yang mampu mengalirkan debit banjir periode ulang 2, 5, dan 10 tahun di Jalan Dharma Karya II Desa Suka Maju Kecamatan Kongbeng.
2. Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional dan distribusi curah hujan Log Pearson Type III memberikan hasil yang representatif terhadap kondisi eksisting wilayah studi.
3. Desain saluran dengan pertimbangan efisiensi volume galian dan penggunaan material konstruksi menghasilkan rancangan yang layak secara teknis dan ekonomis hingga proyeksi tahun 2035.
4. Uji kesesuaian data menggunakan Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square membuktikan bahwa metode statistik yang digunakan dalam perencanaan memenuhi validitas distribusi curah hujan.

Saran

1. Instansi terkait disarankan segera merealisasikan pembangunan saluran drainase berdasarkan hasil perencanaan agar dapat mencegah genangan air dan memperpanjang umur infrastruktur jalan.
2. Perlu dilakukan evaluasi berkala terhadap sistem drainase setiap 5 tahun untuk menyesuaikan kapasitas saluran dengan perkembangan tata guna lahan dan perubahan pola curah hujan.
3. Dalam implementasi konstruksi, disarankan menggunakan bahan bangunan lokal yang berkualitas guna menekan biaya serta mendukung ekonomi masyarakat sekitar.
4. Dokumen perencanaan ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan drainase di wilayah serupa yang memiliki karakteristik topografi dan iklim sejenis.
5. Penelitian lanjutan diharapkan dapat mengevaluasi efektivitas saluran setelah dibangun melalui pengukuran debit aktual di lapangan dan pemantauan saat musim hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. (2020). Tinjauan sifat-sifat agregat untuk campuran aspal panas: Studi kasus beberapa quarry di Gorontalo. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo*, 1(1), 1-12.
- Adnany, I., & Risdianto, Y. (2019). Penggunaan Asbuton Lawele Granular Asphalt (LGA) dan Buton Granular Asphalt (BGA) pada campuran aspal porus. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(1).
- Ginting, I., Marpaung, A., Hario, B., & Supriyono, S. (2017). Evaluasi gradasi agregat pada campuran AC-WC menggunakan teori fractal. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2), 01-11.
- Huang, Y.H 1993.Pavement Analysis and Design.Prentice-Hall, Inc, New Jersey.
- Pradana, M. A., & Hartatik, N. (2024). Analisis karakteristik aspal polimer elastomer metode pengujian aspal Bina Marga. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 131-135.
- Setiowati, R., & Putra, M. F. (2023). Struktur biaya produksi aspal Buton untuk kebutuhan infrastruktur sebagai substitusi impor. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 21(1), 35-42.