

**PERENCANAAN DIMENSI DAN PERKUATAN TEBING BATANG
MERAO UNTUK MENGURANGI PENGARUH BANJIR DI
KABUPATEN KERINCI
(Study Kasus Di Ruas Lubuk Suli)**

Muhammad Riqad Oktara¹
Universitas Bung Hatta
Riqadoktara855@gmail.com

Mawardi Samah²
Universitas Bung Hatta
mawardi@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menyebabkan kerugian besar, termasuk rusaknya infrastruktur, terputusnya akses jalan, serta dampak sosial dan ekonomi yang signifikan. Kabupaten Kerinci, khususnya daerah Sungai Batang Merao di ruas Lubuk Suli, sering mengalami banjir akibat curah hujan yang tinggi serta kapasitas sungai yang tidak mampu menampung debit air secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan dimensi dan perkuatan tebing sungai guna mengurangi dampak banjir di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung curah hujan rencana, menganalisis debit banjir, serta merancang dimensi penampang sungai dan perkuatan tebing yang optimal. Metode yang digunakan mencakup analisis curah hujan dengan empat pendekatan distribusi probabilitas, yaitu Metode Distribusi Gumbel, Normal, Log Pearson III, dan Log Normal. Untuk analisis debit banjir, digunakan Metode Melchior, Hasper, dan Mononobe, dengan hasil perhitungan yang dibandingkan terhadap data debit banjir aktual di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit banjir rencana dengan periode ulang 25 tahun (Q₂₅) mencapai 535,583 m³/dt, sehingga diperlukan dimensi penampang sungai berbentuk trapesium dengan tinggi saluran 4,37 m, lebar dasar 22,5 m, dan tinggi jagaan 1,0 m. Sementara itu, perkuatan tebing sungai menggunakan batu kali bertumpuk miring dinyatakan stabil terhadap gaya guling dengan nilai keamanan 3,08 (>1,5) dan terhadap geser dengan nilai 5,15 (>1,5). Kesimpulannya, desain penampang dan perkuatan tebing yang diusulkan dapat meningkatkan kapasitas tampungan sungai dan mengurangi risiko banjir di daerah Lubuk Suli. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perencanaan mitigasi banjir di wilayah serupa.

Kata Kunci: Banjir, Debit Banjir Rencana, Perkuatan Tebing, Sungai Batang Merao, Kabupaten Kerinci.

ABSTRACT

Flooding is a natural disaster that can cause significant losses, including infrastructure damage, road access disruptions, and severe social and economic impacts. Kerinci Regency, particularly the Batang Merao River area in the Lubuk Suli section, frequently experiences flooding due to high rainfall intensity and the river's inadequate capacity to accommodate the water discharge effectively. Therefore, a comprehensive design for river cross-section dimensions and embankment reinforcement is necessary to mitigate flood impacts in the region. This study aims to estimate the design rainfall, analyze flood discharge, and propose an

optimal river cross-section and embankment reinforcement plan. The research employs four probability distribution methods to analyze rainfall: the Gumbel, Normal, Log Pearson III, and Log Normal distributions. For flood discharge analysis, the Melchior, Hasper, and Mononobe methods were used, with results compared against actual flood discharge data from field measurements. The findings indicate that the design flood discharge for a 25-year return period (Q_{25}) reaches $535.583 \text{ m}^3/\text{s}$. Consequently, a trapezoidal river cross-section with a channel height of 4.37 m, a base width of 22.5 m, and a freeboard height of 1.0 m is recommended. Meanwhile, embankment reinforcement using stacked sloped river stones is found to be stable against overturning forces, with a safety factor of 3.08 (>1.5), and against shear forces, with a safety factor of 5.15 (>1.5). In conclusion, the proposed cross-section and embankment reinforcement design effectively enhance the river's capacity and mitigate flood risks in Lubuk Suli. This research is expected to serve as a reference for flood mitigation planning in similar areas.

Keywords: *Flooding, Design Flood Discharge, Embankment Reinforcement, Batang Merao River, Kerinci Regency.*

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di Indonesia dan memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan, infrastruktur, serta kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Menurut laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2024), lebih dari 40% bencana yang terjadi di Indonesia dalam satu dekade terakhir adalah banjir. Penyebab utama banjir meliputi tingginya curah hujan, perubahan tata guna lahan, serta sistem drainase dan pengelolaan sungai yang kurang optimal. Dampaknya pun sangat luas, mulai dari kerugian ekonomi, kerusakan infrastruktur, hingga terganggunya kehidupan sosial masyarakat.

Kabupaten Kerinci, yang terletak di Provinsi Jambi, merupakan salah satu daerah yang sering mengalami banjir. Sungai Batang Merao, sebagai sungai utama di wilayah ini, memiliki peran penting dalam sistem hidrologi dan kehidupan masyarakat. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, banjir yang terjadi di sepanjang Sungai Batang Merao semakin sering dan semakin parah. Salah satu daerah yang paling terdampak adalah Desa Lubuk Suli, yang setiap tahunnya mengalami genangan akibat luapan sungai (Suripin, 2004).

Banjir yang terjadi di Desa Lubuk Suli disebabkan oleh beberapa faktor utama, seperti meningkatnya curah hujan tahunan, berkurangnya kapasitas sungai akibat sedimentasi, serta erosi tebing yang menyebabkan longsor dan mempersempit aliran air. Selain itu, alih fungsi lahan di daerah hulu sungai turut memperburuk kondisi ini, karena mengurangi daya serap tanah terhadap air hujan dan meningkatkan laju aliran permukaan (Djojowiriono, 2005).

Dampak dari banjir di wilayah ini sangat luas, mulai dari terendamnya rumah warga, rusaknya lahan pertanian, hingga terganggunya akses transportasi. Beberapa kejadian banjir besar bahkan menyebabkan ketinggian air mencapai lebih dari 1 meter, sehingga memaksa warga untuk mengungsi. Kerugian ekonomi yang ditimbulkan pun cukup besar, terutama bagi masyarakat yang bergantung pada sektor pertanian dan perdagangan (BNPB, 2024).

Berdasarkan pengamatan lapangan dan laporan dari masyarakat setempat, terdapat beberapa permasalahan utama yang menyebabkan terjadinya banjir di Desa Lubuk Suli. Kapasitas Sungai Batang Merao semakin berkurang akibat sedimentasi dan erosi tebing, yang menyebabkan penyempitan aliran dan meningkatkan risiko banjir. Selain itu, erosi tebing

sungai yang tidak terkendali menyebabkan longsornya material tanah ke dalam sungai, memperparah sedimentasi dan mengurangi daya tampung air.

Tingginya curah hujan di wilayah ini juga menjadi faktor utama yang menyebabkan meluapnya air sungai. Debit air yang meningkat secara drastis tidak dapat dialirkan dengan baik akibat kondisi sungai yang tidak mampu menampung aliran dalam jumlah besar. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pengendalian banjir yang ada saat ini belum memadai untuk mengatasi permasalahan banjir secara efektif (Husen, 2009).

Dalam upaya mitigasi banjir, diperlukan pendekatan teknis yang mencakup perencanaan ulang dimensi sungai serta penguatan struktur tebing sungai. Perancangan ini harus didasarkan pada analisis hidrologi dan hidraulika yang akurat, sehingga solusi yang diterapkan dapat memberikan manfaat jangka panjang dalam mengurangi risiko banjir (Saaty, 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung curah hujan rencana serta debit banjir rencana sebagai dasar dalam perancangan dimensi penampang Sungai Batang Merao yang lebih optimal. Curah hujan rencana dihitung menggunakan metode distribusi probabilitas untuk mendapatkan nilai yang paling representatif terhadap kondisi hidrologi wilayah studi (Suripin, 2004). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis debit banjir dengan berbagai metode perhitungan yang telah umum digunakan dalam teknik hidrologi. Dengan mengetahui debit banjir maksimum yang dapat terjadi, maka dimensi sungai yang dirancang dapat disesuaikan agar mampu menampung aliran air secara efektif tanpa menyebabkan luapan (Husen, 2009).

Selain perancangan dimensi sungai, penelitian ini juga melakukan kajian terhadap perkuatan tebing sungai guna mencegah erosi yang dapat memperparah kondisi sungai. Salah satu alternatif yang dianalisis dalam penelitian ini adalah penggunaan batu kali bertumpuk miring sebagai perkuatan tebing, yang dinilai memiliki stabilitas tinggi terhadap gaya guling dan gaya geser (Warpani, 2002).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi teknis yang dapat diterapkan dalam upaya mitigasi banjir di Desa Lubuk Suli. Dengan peningkatan kapasitas sungai dan penguatan tebing yang lebih stabil, risiko banjir dapat diminimalkan, sehingga memberikan perlindungan yang lebih baik bagi masyarakat dan infrastruktur di sekitar sungai (Dell'Isola, 1975). Selain memberikan manfaat praktis bagi masyarakat setempat, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah daerah dan pihak terkait dalam merancang kebijakan pengelolaan sungai yang lebih berkelanjutan.

Dengan pendekatan berbasis data dan analisis teknik yang mendalam, solusi yang dihasilkan dapat menjadi bagian dari strategi pengendalian banjir di wilayah lain dengan karakteristik sungai yang serupa (Render & Jay, 2006). Penelitian ini juga dapat menjadi kontribusi bagi pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya dalam bidang hidrologi dan pengelolaan sumber daya air. Dengan menggunakan metode perhitungan yang terstandarisasi dan validasi terhadap data lapangan, penelitian ini dapat memperkaya wawasan mengenai perancangan infrastruktur sungai yang lebih efektif dan efisien (Warpani, 2002).

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat dalam skala lokal, tetapi juga dapat menjadi bagian dari upaya nasional dalam meningkatkan ketahanan daerah terhadap risiko bencana banjir. Langkah-langkah yang diusulkan dalam penelitian ini dapat menjadi model yang dapat diterapkan pada daerah lain yang menghadapi permasalahan serupa (Wahab, 2014). Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk merancang solusi yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memiliki dampak nyata bagi masyarakat yang terdampak banjir. Dengan pendekatan yang berbasis pada analisis hidrologi dan hidraulika,

penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya mitigasi bencana banjir di Indonesia (Saaty, 1994).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis hidrologi dan hidraulika untuk menentukan dimensi penampang Sungai Batang Merao serta perkuatan tebing yang optimal dalam mengurangi risiko banjir di Desa Lubuk Suli. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan, termasuk pengukuran morfologi sungai, kondisi tebing, serta pengamatan terhadap dampak banjir yang terjadi. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari instansi terkait, seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk memperoleh data curah hujan historis, serta dari dinas terkait untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik sungai dan tata guna lahan di sekitar daerah aliran sungai (DAS).

Analisis hidrologi dilakukan untuk menghitung curah hujan rencana dan debit banjir rencana. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode distribusi probabilitas, seperti Distribusi Gumbel, Normal, Log Pearson III, dan Log Normal. Hasil dari metode ini kemudian diuji dengan uji kesesuaian data menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik curah hujan di wilayah penelitian. Sementara itu, debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan beberapa metode empiris, yaitu Metode Melchior, Hasper, dan Mononobe. Hasil perhitungan dari ketiga metode ini dibandingkan untuk mendapatkan estimasi debit banjir maksimum yang lebih akurat.

Analisis hidraulika dilakukan untuk merancang dimensi penampang sungai yang dapat menampung debit banjir rencana dengan aman. Perhitungan kapasitas aliran dilakukan menggunakan rumus Manning, dengan mempertimbangkan kecepatan aliran, kemiringan sungai, serta koefisien kekasaran sungai. Dimensi penampang yang dirancang harus memenuhi syarat stabilitas aliran dan tidak menyebabkan luapan air ke daerah sekitarnya. Selain itu, tinggi jagaan (freeboard) juga diperhitungkan untuk mengantisipasi kenaikan muka air saat terjadi banjir ekstrem.

Perkuatan tebing sungai dirancang untuk mencegah erosi dan longsor yang dapat memperparah kondisi sungai. Perancangan ini dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa alternatif perkuatan, seperti revetment batu kali bertumpuk miring, sheet pile beton, serta gabion. Analisis stabilitas terhadap gaya guling dan geser dilakukan untuk memastikan bahwa struktur perkuatan yang dipilih memiliki faktor keamanan yang memadai. Hasil perhitungan stabilitas kemudian dibandingkan dengan standar perencanaan agar desain yang diusulkan dapat diterapkan dengan aman dan efisien.

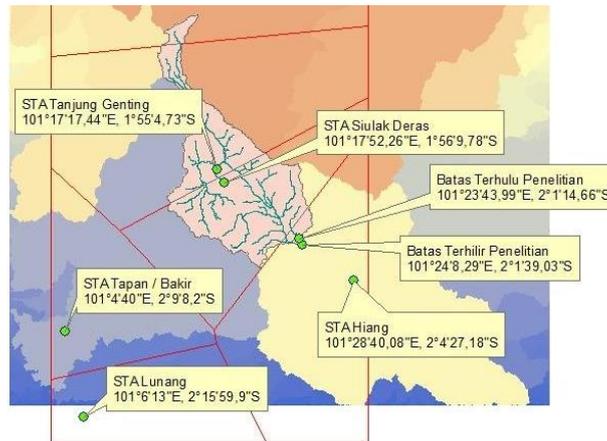
Metode penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang akurat dan aplikatif dalam upaya mitigasi banjir di Sungai Batang Merao. Dengan pendekatan berbasis analisis hidrologi dan hidraulika, serta perancangan perkuatan tebing yang sesuai dengan kondisi sungai, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan solusi yang tidak hanya efektif dalam mengurangi risiko banjir, tetapi juga dapat diterapkan sebagai model dalam pengelolaan sungai di wilayah lain yang menghadapi permasalahan serupa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Catchment Area

Sebelum menentukan luas *Catchment Area* sungai, terlebih dahulu ditetapkan kawasan banjir yang akan dinormalisasi. Batas *Catchment Area* ditentukan dengan menarik garis imajiner

yang menghubungkan titik-titik kontur tertinggi di kedua sisi sungai dari lokasi banjir ke arah hulu. (Suripin, 2004)



Gambar 1. Analisa Curah Hujan Dengan Polygon Thiesen



Gambar 2. Lokasi Study

Hasil perhitungan luas Catchment Area dan parameter lainnya ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Penentuan Catchment Area Sungai Batang Merao

No	Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
1	Luas Catchment Area	328,472	km ²	Luas total daerah tangkapan air
2	Panjang Sungai	51,8	km	Jarak dari hulu ke lokasi kajian
3	Elevasi Hulu	1.395	m	Ketinggian daerah hulu sungai
4	Elevasi Hilir	790	m	Ketinggian daerah hilir sungai
5	Beda Tinggi	605	m	Selisih elevasi antara hulu dan hilir
6	Kemiringan Sungai (S)	0,012	-	$\Delta H /$ Panjang sungai
7	Leffektif	46,62	km	90% dari panjang sungai
8	Metode Penentuan Batas	Polygon Thiessen	-	Digunakan untuk analisis DAS

Berdasarkan Tabel 1, daerah tangkapan air Sungai Batang Merao memiliki luas 328,472 km², dengan panjang sungai 51,8 km dan kemiringan 0,012. Data ini digunakan sebagai dasar dalam analisis debit banjir dan perancangan dimensi sungai.

Analisis Curah Hujan Rencana

Setelah menentukan luas Catchment Area, langkah selanjutnya adalah menganalisis curah hujan rencana. Curah hujan rencana dihitung menggunakan empat metode distribusi probabilitas, yaitu Distribusi Gumbel, Normal, Log Pearson III, dan Log Normal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Distribusi Gumbel memiliki tingkat kesesuaian terbaik berdasarkan uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat.

Hasil perhitungan curah hujan rencana untuk berbagai periode ulang ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Mix Design Beton (kg/m³)

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
2	50,667
5	69,143
10	81,374
25	96,833
50	108,300
100	119,681

Semakin besar periode ulang, semakin tinggi nilai curah hujan rencana. Untuk perancangan dimensi sungai, digunakan curah hujan rencana periode ulang 25 tahun (Q₂₅) sebesar 96,833 mm, karena nilai ini dianggap cukup representatif untuk kondisi hidrologi setempat.

Analisis Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung menggunakan Metode Melchior, Hasper, dan Mononobe. Hasil perhitungan debit banjir rencana untuk periode ulang 5 tahun dan 25 tahun ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Metode Perhitungan	Debit Banjir Rencana Q ₅ (m ³ /dt)	Debit Banjir Rencana Q ₂₅ (m ³ /dt)
Metode Melchior	458,022	519,430
Metode Hasper	442,300	504,110
Metode Mononobe	456,522	535,583

Berdasarkan Tabel 3, metode Mononobe menghasilkan debit banjir rencana tertinggi untuk periode ulang 25 tahun (Q₂₅) sebesar 535,583 m³/dt. Oleh karena itu, nilai ini digunakan sebagai dasar dalam perancangan dimensi sungai.

Perancangan Dimensi Penampang Sungai

Perancangan dimensi sungai bertujuan untuk memastikan bahwa penampang dapat menampung debit banjir tanpa menyebabkan luapan ke daerah sekitarnya. Hasil perancangan ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Dimensi Penampang Sungai yang Dirancang

Parameter	Nilai (m)
Tinggi Saluran	4,37
Lebar Dasar	22,5
Tinggi Jagaan	1,0

Dimensi ini dirancang untuk memastikan sungai mampu mengalirkan debit banjir tanpa meluap. Tinggi jagaan sebesar 1,0 m digunakan sebagai cadangan untuk mengantisipasi kenaikan muka air akibat debit banjir ekstrem.

Analisis Stabilitas Perkuatan Tebing

Perkuatan tebing digunakan untuk mencegah erosi yang dapat memperparah kondisi sungai. Hasil analisis stabilitas ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Stabilitas Perkuatan Tebing

Parameter	Nilai	Standar Keamanan	Keterangan
Faktor Keamanan terhadap Gaya Guling	3,08	>1,5	Stabil
Faktor Keamanan terhadap Gaya Geser	5,15	>1,5	Stabil

Berdasarkan Tabel 5, faktor keamanan terhadap gaya guling sebesar 3,08 dan faktor keamanan terhadap gaya geser sebesar 5,15 menunjukkan bahwa perkuatan tebing dengan batu kali bertumpuk miring dinyatakan stabil dan aman untuk diterapkan di lokasi penelitian.

Daerah aliran sungai (*catchment area*) merupakan elemen utama dalam perencanaan hidrologi yang berperan dalam menentukan kapasitas aliran air serta potensi banjir yang terjadi. Catchment area Sungai Batang Merao memiliki luas 328,472 km², dengan panjang sungai 51,8 km dan perbedaan elevasi antara hulu dan hilir sebesar 605 m. Kemiringan sungai yang diperoleh dari hasil perhitungan sebesar 0,012, menunjukkan bahwa daerah ini memiliki kemiringan yang cukup rendah, sehingga air membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai hilir. Hal ini menyebabkan peningkatan risiko genangan, terutama saat intensitas curah hujan tinggi. Oleh karena itu, analisis hidrologi dan hidraulika menjadi penting dalam menentukan debit banjir rencana serta langkah mitigasi yang tepat untuk mengurangi dampak banjir.

Curah hujan rencana merupakan salah satu faktor utama dalam perhitungan debit banjir. Dalam penelitian ini, curah hujan rencana dihitung menggunakan empat metode distribusi probabilitas, yaitu Distribusi Gumbel, Normal, Log Pearson III, dan Log Normal. Dari hasil uji kesesuaian data menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, diperoleh bahwa metode Distribusi Gumbel memiliki tingkat kesesuaian tertinggi dengan pola curah hujan di daerah penelitian. Curah hujan rencana untuk periode ulang 25 tahun sebesar 96,833 mm, digunakan sebagai acuan dalam perhitungan debit banjir. Peningkatan curah hujan seiring bertambahnya periode ulang menunjukkan bahwa kejadian hujan ekstrem dengan intensitas tinggi memang memiliki kemungkinan terjadi di wilayah ini, sehingga diperlukan langkah antisipasi untuk mencegah dampak yang lebih luas.

Setelah memperoleh curah hujan rencana, debit banjir rencana dihitung menggunakan Metode Melchior, Hasper, dan Mononobe. Ketiga metode ini memiliki pendekatan berbeda dalam menentukan kapasitas aliran yang dihasilkan dari curah hujan yang turun ke permukaan tanah. Dari hasil perhitungan, metode Mononobe memberikan nilai debit banjir tertinggi untuk periode ulang 25 tahun, yaitu 535,583 m³/dt. Nilai ini digunakan sebagai dasar dalam perancangan dimensi sungai yang lebih optimal untuk menampung debit banjir tanpa menyebabkan luapan. Dibandingkan dengan metode lainnya, metode Mononobe menunjukkan hasil yang lebih konservatif, sehingga memberikan margin keamanan yang lebih baik dalam perencanaan mitigasi banjir.

Setelah menentukan debit banjir rencana, langkah selanjutnya adalah merancang dimensi penampang sungai yang dapat menampung aliran air secara optimal. Perhitungan kapasitas sungai dilakukan menggunakan Persamaan Manning, yang memperhitungkan kecepatan aliran, luas penampang basah, serta koefisien kekasaran sungai. Dari hasil analisis hidraulika, diperoleh desain penampang sungai dengan tinggi saluran 4,37 m, lebar dasar 22,5 m, dan tinggi jagaan 1,0 m. Dimensi ini dirancang agar mampu menampung debit banjir rencana Q₂₅ sebesar 535,583 m³/dt tanpa meluap ke daerah sekitarnya. Tinggi jagaan sebesar 1,0 m digunakan sebagai cadangan tambahan untuk mengantisipasi fluktuasi muka air yang dapat terjadi akibat perubahan pola hujan dan sedimentasi di masa depan.

Selain perancangan dimensi sungai, penelitian ini juga menganalisis perkuatan tebing sungai untuk mencegah erosi yang dapat memperburuk kondisi hidraulika sungai. Erosi tebing merupakan salah satu penyebab utama peningkatan sedimentasi di sungai, yang mengurangi kapasitas aliran dan meningkatkan risiko banjir. Dalam penelitian ini, dipilih batu kali bertumpuk miring sebagai metode perkuatan tebing, karena memiliki keunggulan dalam daya tahan terhadap gaya guling dan geser akibat arus sungai. Dari hasil perhitungan stabilitas, faktor keamanan terhadap gaya guling diperoleh sebesar 3,08 dan terhadap gaya geser sebesar 5,15, yang berarti desain ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik dan layak diterapkan di lokasi penelitian. Dengan penerapan perkuatan ini, diharapkan tebing sungai dapat lebih tahan terhadap erosi, sehingga kapasitas aliran sungai tetap optimal dalam jangka waktu yang lebih panjang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi antara perancangan dimensi sungai yang lebih besar dan stabilisasi tebing dengan batu kali bertumpuk miring dapat secara efektif mengurangi risiko banjir di daerah Sungai Batang Merao. Dengan meningkatnya kapasitas sungai dan berkurangnya laju sedimentasi akibat erosi tebing, risiko luapan air ke daerah pemukiman dan lahan pertanian dapat diminimalkan. Perancangan ini juga didasarkan pada

pendekatan berbasis data hidrologi dan hidraulika yang akurat, sehingga solusi yang dihasilkan memiliki tingkat keandalan yang tinggi.

Selain itu, perancangan ini juga mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan dan efektivitas biaya. Pemilihan batu kali sebagai material utama dalam perkuatan tebing sungai merupakan pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan dengan metode lain seperti sheet pile beton, namun tetap memberikan stabilitas yang baik terhadap gaya guling dan geser. Selain itu, desain penampang sungai yang dirancang tidak hanya berfungsi untuk mengalirkan air, tetapi juga dapat mengakomodasi ekosistem perairan yang ada di Sungai Batang Merao. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada pengendalian banjir, tetapi juga memperhatikan aspek ekologi dan keberlanjutan lingkungan.

Penelitian ini juga memberikan wawasan bagi perencanaan pengelolaan sumber daya air di wilayah lain dengan karakteristik sungai yang serupa. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam perancangan infrastruktur sungai di daerah rawan banjir lainnya, terutama dalam hal perhitungan debit banjir rencana, perancangan dimensi sungai, dan pemilihan metode perkuatan tebing yang efektif. Dengan pendekatan yang berbasis pada analisis hidrologi dan hidraulika yang komprehensif, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teknik mitigasi banjir di Indonesia.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa mitigasi banjir harus dilakukan melalui pendekatan multidisiplin yang mencakup aspek hidrologi, hidraulika, teknik sipil, dan lingkungan. Kombinasi antara peningkatan kapasitas sungai dan stabilisasi tebing terbukti dapat memberikan solusi yang efektif dalam mengurangi risiko banjir, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Oleh karena itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam perencanaan pembangunan infrastruktur pengendalian banjir yang lebih optimal di masa mendatang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa upaya mitigasi banjir di Sungai Batang Merao, khususnya di kawasan Lubuk Suli, dapat dilakukan melalui perencanaan dimensi penampang sungai dan perkuatan tebing yang optimal.

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan empat metode distribusi probabilitas, yaitu Distribusi Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Log Normal. Dari keempat metode tersebut, berdasarkan uji kesesuaian data Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat, metode Distribusi Gumbel menghasilkan curah hujan rencana yang paling sesuai dengan karakteristik curah hujan di daerah penelitian. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa curah hujan rencana untuk periode ulang 25 tahun sebesar 96,833 mm digunakan sebagai dasar dalam analisis debit banjir.

Dalam analisis debit banjir, penelitian ini menggunakan Metode Melchior, Hasper, dan Mononobe. Dari hasil perhitungan, metode Mononobe menghasilkan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun sebesar 458,022 m³/dt yang mendekati hasil pengukuran di lapangan (Q5

= 456,522 m³/dt). Sedangkan debit banjir rencana yang digunakan dalam perancangan adalah debit banjir periode ulang 25 tahun sebesar 535,583 m³/dt berdasarkan metode Mononobe.

Berdasarkan debit banjir rencana Q₂₅, dirancang dimensi penampang sungai berbentuk trapesium dengan tinggi saluran (h) = 4,37 m, lebar dasar (b) = 22,5 m, serta tinggi jagaan (f) = 1,0 m. Dimensi ini dirancang untuk menampung debit banjir rencana tanpa menyebabkan luapan air ke daerah sekitar. Dengan kapasitas desain sebesar 535,583 m³/dt, perancangan ini dapat meningkatkan efisiensi aliran sungai dan mengurangi risiko banjir di wilayah penelitian

Untuk mencegah erosi dan meningkatkan stabilitas tebing sungai, digunakan metode perkuatan tebing dengan batu kali bertumpuk miring. Dari hasil analisis stabilitas, perkuatan tebing ini memiliki faktor keamanan terhadap gaya guling sebesar 3,08 dan faktor keamanan terhadap gaya geser sebesar 5,15. Nilai ini jauh di atas standar minimum ($\geq 1,5$), yang menunjukkan bahwa metode ini sangat stabil dan layak diterapkan

Dengan diterapkannya desain ini, diharapkan bahwa risiko banjir di Lubuk Suli dapat diminimalkan, erosi tebing dapat dikendalikan, serta kapasitas sungai dalam mengalirkan air dapat ditingkatkan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi perencanaan pengelolaan sungai di daerah lain yang memiliki karakteristik serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2024). *Laporan Bencana Hidrometeorologi di Indonesia*. BNPB.
- Dell'Isola, A. J. (1975). *Value Engineering in the Construction Industry*. McGraw-Hill.
- Djojowiriono, T. (2005). *Hidrologi dan Pengelolaan Sumber Daya Air*. Penerbit Universitas Indonesia.
- Husen, A. (2009). *Manajemen Risiko Banjir di Perkotaan*. ITB Press.
- Render, B., & Jay, H. (2006). *Quantitative Analysis for Management*. Pearson Prentice Hall.
- Saaty, T. L. (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. RWS Publications.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi.
- Warpani, S. (2002). *Perencanaan Transportasi*. ITB Press.
- Wahab, A. (2014). *Analisis Ekonomi Infrastruktur*. Penerbit Gramedia.
- Chow, V. T. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill. DOI: [10.1036/0070108102](https://doi.org/10.1036/0070108102)