

PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN KOMPOSIT DI LUBUK MATA KUCING KABUPATEN TANAH DATAR

Ade Kurniawan¹, Masril², Zuheldi³

d3_kurniawan@yahoo.co.id¹, mril6030@gmail.com², zhd.704@gmail.com³

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

ABSTRAK

Banjir lahar dingin yang terjadi pada April–Mei 2024 di lereng Gunung Marapi menyebabkan kerusakan infrastruktur, termasuk runtuhnya Jembatan Lubuk Mata Kucing di Nagari Singgalang, Kecamatan X Koto, Kabupaten Tanah Datar. Karena jembatan ini merupakan jalur vital penghubung kawasan perdesaan dan pusat ekonomi regional, diperlukan perencanaan ulang struktur jembatan yang memenuhi aspek fungsional, ketahanan struktural, dan efisiensi teknis. Penelitian ini bertujuan merancang struktur jembatan komposit baja–beton dengan bentang 25 meter. Pendekatan yang digunakan berbasis data primer dari survei topografi, hidrologi, dan investigasi tanah. Analisis dilakukan menggunakan metode Gumbel untuk hidrologi serta perencanaan struktur atas dan bawah, mengacu pada standar BM-100 Dirjen Bina Marga no. Um.01.03-Db/242 tanggal 21 Maret 2008 dan SK SNI. Hasil menunjukkan struktur atas dirancang sebagai jembatan Kelas B, lebar 7,00 meter, pelat lantai 0,25 meter, dengan tulangan Ø14-100 mm. Struktur bawah berupa abutmen profil T terbalik, dimensi 3,50 m × 9,00 m × 6,00 m, dengan empat pondasi sumuran Ø 2 m. Sistem perletakan tipe B digunakan bersama balok diafragma H.175.175.7.7.11 dan gelagar H 1005.300.14.26. Metode partial shoring dipilih untuk efisiensi tegangan dan dimensi struktur.

Kata Kunci: Jembatan Komposit; Perencanaan Struktur; Pondasi Sumuran; Hidrologi; Tanah Datar.

PENDAHULUAN

Dengan terjadinya bencana Lahar dingin akibat terjadinya hujan yang berkepanjangan pada tanggal 4 dan 5 April dan 11 Mei 2024 dengan kapasitas yang cukup tinggi di daerah Tanah Datar, Bukittinggi dan Padang Panjang yang meliputi wilayah lereng gunung Marapi dan Singgalang yang mengakibatkan terjadinya banjir bandang dari lereng gunung Marapi, sehingga memutuskan beberapa jembatan utama yang melintasi sungai pada aliran yang terjadi, terutama di wilayah Kabupaten Tanah Datar, di mana salah satu jembatan yang rusak dan putus adalah Jembatan Lubuk Mata Kucing yang berada di Daerah Lubuk Mata Kucing dengan perbatasan Singgalang dan Padang Panjang.

Karena jembatan tersebut merupakan akses utama pada daerah tersebut sehingga diperlukan penanganan segera agar arus lalu lintas dan barang serta roda ekonomi masyarakat tetap berjalan maka jembatan tersebut diperlukan pembangunannya kembali dengan kondisi yang lebih layak dan memenuhi persyaratan dan standarisasi yang ada. Untuk itu melalui Program percepatan dari Badan Penanggulangan Bencana daerah (BPBD) dengan Pekerjaan Perencanaan dilakukan perencanaan Jembatan Lubuk Mata Kucing.

Untuk memenuhi kebutuhan akan aksesibilitas dan membuka keterpencilan maka diperlukan pembangunan jembatan dan rehabilitasi jembatan pada akses jalan yang sudah ada untuk mendukung kelancaran arus lalu lintas pada daerah tersebut. Untuk melaksanakan pembangunan dan rehabilitasi jembatan tersebut, maka perlu didukung oleh perencanaan teknis yang matang agar dapat menghasilkan suatu perencanaan teknis jembatan yang efektif dan ramah lingkungan. Kebutuhan akan perencanaan teknis jembatan yang baik merupakan suatu yang diharapkan oleh masyarakat dan merupakan

faktor penunjang lancarnya roda perekonomian masyarakat.

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih pada jalur lalu lintas yang dilalui. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jembatan yang merupakan bagian dari jalan, sangat diperlukan dalam sistem jaringan transportasi darat yang akan menunjang pembangunan pada daerah tersebut. Perencanaan pembangunan jembatan harus diperhatikan seefektif dan seefisien mungkin, sehingga pembangunan jembatan dapat memenuhi keamanan dan kenyamanan bagi para pengguna jembatan.

Keamanan jembatan menjadi faktor utama yang harus diperhatikan dalam perancangan jembatan. Beban primer, beban sekunder, dan beban khusus harus diperhitungkan dalam perancangan jembatan agar memiliki ketahanan dalam menopang beban-beban tersebut. Keselamatan dan keamanan pengguna jembatan menjadi hal penting yang harus diutamakan.

Keberadaan jembatan saat ini terus mengalami perkembangan, dari bentuk sederhana sampai yang paling kompleks, demikian juga bahan-bahan yang digunakan mulai dari bambu, kayu, beton dan baja. Penggunaan bahan baja untuk saat sekarang maupun di masa mendatang, untuk struktur jembatan akan memberikan keuntungan yang berlebih terhadap perkembangan serta kelancaran sarana transportasi antar daerah maupun antar pulau yang ada di seluruh Indonesia (Siswanto, 1999).

Wilayah Kabupaten Tanah Datar sendiri sudah banyak melakukan pembangunan proyek jembatan yang berguna untuk melancarkan transportasi yang ada, dalam membuka jaringan lalu lintas di wilayah Kabupaten yang menuju ke pusat pemerintahan atau ke kota utama yang dituju yang berasal dari daerah pelosok di wilayah kabupaten tersebut, di mana dalam menuju dan pergi dari suatu daerah yang belum dapat dilalui dengan kendaraan roda empat guna mengangkut hasil bumi dan memperlancar arus ekonomi pada daerah tersebut, guna meningkatkan taraf hidup masyarakat akan kebutuhan bahan pokok dan menjual hasil bumi serta memperlancar arus roda pemerintahan dari desa ke kota ataupun sebaliknya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Lubuk Mata Kucing Nagari Singgalang Kecamatan X Koto Kabupaten Tanah Datar, di lokasi jembatan yang rusak terkena air banjir bandang yang terjadi pada waktu setelah terjadinya erupsi Gunung Merapi beberapa waktu yang lalu

Penelitian ini berfungsi untuk meningkatkan jalur lalu lintas serta membuka keterpencilan dari lalu lintas roda empat serta memperlancar arus ekonomi dan meningkatkan taraf hidup masyarakat dalam melakukan transaksi menjual hasil bumi dari desa ke kota atau ke pusat perbelanjaan dan daerah lain yang melintasi jalur jalan tersebut.



Gambar 1 : Peta Lokasi Penelitian

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Pertama, dilakukan survei dan investigasi lapangan yang meliputi survei situasi, survei hidrologi, survei quarry, serta survei jaringan jembatan. Tahap ini bertujuan

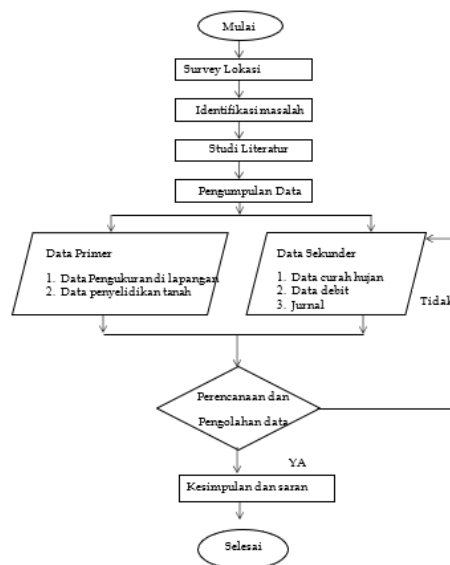
untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi eksisting jembatan dan lingkungannya. Selanjutnya, kegiatan penggambaran atau *up dating map* dilaksanakan, yang terdiri atas penggambaran situasi, penggambaran desain jembatan, pembuatan laporan, serta asistensi dan diskusi guna memperoleh kesesuaian rancangan dengan kondisi lapangan.

Ruang lingkup penelitian meliputi berbagai kegiatan, antara lain pengumpulan data awal jembatan, survei situasi, survei pendahuluan, survei pengukuran, survei penyelidikan tanah, dan survei hidrologi. Selain itu, peneliti juga mengumpulkan dan meninjau data terkait kondisi jembatan serta informasi umum lainnya, termasuk konfirmasi jumlah jembatan yang akan ditangani. Data-data yang dikaji meliputi banjir, erosi, dan daerah tergenang, pemilihan lokasi khusus yang mendukung tahap selanjutnya, ketersediaan bahan material dan peralatan konstruksi, harga satuan material yang dilegalisir oleh instansi terkait, serta usulan tambahan dari Dinas atau Pemilik Kerja. Tahapan ini juga mencakup penyusunan jadwal pelaksanaan lapangan, pengumpulan data sekunder penting, penyusunan laporan perencanaan, perencanaan Detail Engineering Design (DED) jembatan, pembuatan Estimate Engineering (EE) atau Bill of Quantity, dokumentasi kondisi lapangan melalui foto, hingga penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang mengikuti format standar Ditjen Bina Marga dengan spesifikasi teknis tahun 2018 revisi ke-2 atau standar dinas setempat.

Dalam proses penyusunan spesifikasi pekerjaan, peneliti mengacu pada standar dan ketentuan yang berlaku, termasuk Spesifikasi Teknis 2018 revisi ke-2. Lingkup pekerjaan yang ditetapkan mencakup pemilihan tipe jembatan yang akan dirancang, estimasi bentang dan lebar jembatan, pemilihan bentuk struktur sesuai kendala teknis, serta perencanaan bangunan atas dan bangunan bawah dengan mengacu pada Peraturan Perencanaan Jembatan BMS'93 atau peraturan lain yang relevan. Perencanaan bangunan bawah khususnya mempertimbangkan aspek kekuatan dukung dan stabilitas akibat beban struktur atas, beban tanah vertikal maupun horizontal. Selain itu, dilakukan pula penentuan awal dan akhir oprit pada peta dengan alternatif alinyemen horizontal dan pengecekan alinyemen vertikal sesuai kondisi medan.

Tahapan lain mencakup perencanaan pondasi yang memperhatikan stabilitas terhadap beban struktur atas dan bawah, perencanaan jalan pendekat jembatan agar selaras dengan ukuran dan ketinggian jembatan, serta perencanaan drainase, bangunan pelengkap, dan pengaman jembatan. Manajemen lalu lintas saat pelaksanaan juga dirancang, bersamaan dengan perencanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) konstruksi yang terkait risiko pekerjaan. Selain itu, disusun pula konsep metode pelaksanaan yang mengantisipasi penggunaan teknologi dan aspek pengamanan. Penelitian ini juga mencakup analisis risiko, mulai dari identifikasi, penilaian, mitigasi, hingga alokasi risiko, yang semuanya dituangkan dalam laporan teknis dan mengacu pada standar serta pedoman normatif yang berlaku.

Pada aspek penggambaran desain jembatan, rancangan disajikan melalui alinyemen horizontal skala 1:500, alinyemen vertikal skala 1:50, potongan melintang dengan skala horizontal 1:100 dan skala vertikal 1:50, serta gambar detail lain yang diperlukan. Proses perencanaan ini dikendalikan secara ketat agar desain yang dihasilkan memenuhi persyaratan teknis dan sasaran penelitian. Dengan demikian, keluaran penelitian berupa desain pembangunan jembatan diharapkan terukur, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan serta kondisi lapangan lokasi jembatan akan dibangun.



Gambar 2 : Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Hidrologi

Data curah hujan yang ada, diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah Datar adapun data curah hujan yang tersedia dapat dilihat dalam tabel 1 :

Tahun Pengamatan	Badan Pusat Statistik Kabupaten Tanah Datar
2014	86.90
2015	88.80
2016	89.00
2017	87.90
2018	88.20
2019	88.40
2020	83
2021	87.9
2022	89.9
2023	90.8

Data curah hujan pada Tabel 1 menunjukkan fluktuasi yang relatif kecil dari tahun 2014 hingga 2023 di Kabupaten Tanah Datar. Rata-rata curah hujan berada pada kisaran 83–91 mm per tahun, dengan angka terendah pada tahun 2020 sebesar 83 mm dan tertinggi pada tahun 2023 sebesar 90,8 mm. Meskipun perubahannya tidak terlalu signifikan, tren kenaikan curah hujan terlihat pada dua tahun terakhir (2022–2023). Kondisi ini dapat memengaruhi potensi terjadinya bencana hidrometeorologi, seperti banjir bandang atau lahar dingin, terutama di wilayah lereng gunung yang rawan terhadap limpasan air hujan.

Untuk mencari besarnya debit yang mengalir pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu, dapat dihitung dengan berbagai rumus berdasarkan data curah hujan yang tersedia. Dalam hal ini digunakan metode gumbel, di mana rumus umum metode ini adalah:

Tabel 2 : Analisa Frekuensi Curah Hujan Badan Statistik Kabupaten Tanah Datar

No	Tahun	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2014	86.90	-1.18	1.3924
2	2015	88.80	0.72	0.5184

3	2016	89.00	0.92	0.8464
4	2017	87.90	-0.18	0.0324
5	2018	88.20	0.12	0.0144
6	2019	88.40	0.32	0.1024
7	2020	83	-5.08	25.8064
8	2021	87.9	-0.18	0.0324
9	2022	89.9	1.82	3.3124
10	2023	90.8	-2.72	7.3984
Jumlah		880.80		39.456

Dari hasil perhitungan, total kuadrat deviasi adalah 39,456, yang nantinya akan digunakan untuk menentukan varians dan standar deviasi sebagai parameter penting dalam distribusi Gumbel. Parameter ini berfungsi untuk memperkirakan peluang curah hujan ekstrem yang akan digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu. Dengan demikian, tabel ini merupakan tahap awal sebelum masuk ke perhitungan probabilitas dan nilai curah hujan rancangan sesuai metode Gumbel.

Perencanaan Bangunan Atas

Bangunan atas jembatan merupakan elemen penting yang berfungsi untuk menyalurkan beban lalu lintas, beban mati, maupun beban tambahan lainnya ke bangunan bawah. Perencanaan bangunan atas harus memperhatikan kelas jembatan, dimensi, material, serta elemen-elemen pelengkap yang mendukung keamanan dan kenyamanan pengguna. Pada perencanaan ini, spesifikasi teknis bangunan atas jembatan ditentukan berdasarkan standar yang berlaku sehingga dapat menjamin kekuatan, stabilitas, serta umur layanan jembatan.

Tabel 3 : Spesifikasi Perencanaan Bangunan Atas

NO	URAIAN	KET.
1	Kelas jembatan	Klas B
2	Bentangan jembatan	25 m
3	Lebar lalu lintas	7,00 m
4	Tebal plat trotoar	0,20 m
5	Lebar trotoir	2 x 0,80 m
6	Tebal plat lantai kendaraan	0,25 m
7	Lebar plat lantai kendaraan	7,00 mm
8	Ukuran tiang sandaran	0,15 x 0,15 m
9	Jarak tiang sandaran	2,00 m
10	Tinggi tiang sandaran	0,90 m
11	Tebal aspal	0,07 m
12	Profil pipa sandaran	76.300 mm
13	Tulangan trotoar	12-250 mm
14	Tulangan lantai kendaraan	
	▪ Arah lapangan x	14 - 100 mm
	▪ Arah lapangan y	14 - 100 mm
15	Gelagar baja	H 1005.300.14.26
16	Sheare conector	Baja tulangan
17	Balok diafragma	H.175.175.7,7.11
18	Perletakan	Type B.

Dari tabel 3 terlihat bahwa jembatan yang direncanakan memiliki bentang utama 25 meter dengan kelas jembatan Klas B, yang sesuai untuk mendukung lalu lintas kendaraan dengan beban standar menengah. Lebar lalu lintas yang digunakan sebesar 7,00 meter ditambah dengan trotoar selebar 0,80 meter di kedua sisi, sehingga jembatan dapat

melayani kendaraan sekaligus pejalan kaki.

Struktur utama menggunakan gelagar baja tipe H 1005.300.14.26 yang diperkuat dengan balok diafragma serta shear connector dari baja tulangan untuk memastikan ikatan komposit antara pelat beton dan gelagar baja. Selain itu, lapisan aspal setebal 0,07 meter digunakan sebagai lapisan permukaan untuk meningkatkan kenyamanan berkendara.

Dengan spesifikasi tersebut, jembatan ini direncanakan mampu memberikan kekuatan struktural yang baik, sekaligus memperhatikan aspek keselamatan pengguna dan ketahanan terhadap beban lalu lintas yang melintasinya.

Perhitungan Bangunan Bawah

Bangunan bawah jembatan berfungsi sebagai penopang bangunan atas sekaligus menyalurkan beban lalu lintas, beban mati, maupun beban lainnya ke pondasi. Elemen utama bangunan bawah terdiri dari abutment dan pondasi, yang keduanya harus direncanakan secara detail agar jembatan dapat berdiri kokoh, stabil, dan tahan terhadap gaya-gaya luar seperti beban kendaraan, tekanan tanah, maupun gaya air sungai.

Tabel 4: Spesifikasi Abutment Jembatan

No	Uraian	Ket.
1	Bentuk penampang abutment	Profil T terbalik
2	Lebar abutment	3,50 m
3	Panjang abutment	9,00 m
4	Tinggi abutment	6,0 m
5	Mutu beton (f_c')	30 Mpa
6	Mutu baja (f_y)	420 Mpa

Abutment direncanakan dengan penampang berbentuk T terbalik untuk memberikan stabilitas terhadap tekanan tanah dan beban lalu lintas. Lebar abutment adalah 3,50 m dengan panjang 9,00 m dan tinggi 6,00 m. Struktur ini menggunakan beton bertulang dengan mutu $f_c' = 30$ MPa serta baja tulangan dengan mutu $f_y = 420$ MPa, yang dipilih untuk menjamin kekuatan serta daya tahan terhadap gaya vertikal maupun horizontal.

Tabel 5: Spesifikasi Pondasi Jembatan

No	Uraian	Ket.
1	Jenis Pondasi	Sumuran
2	Abutmet	4 titik sumuran (2 meter / titik)

Pondasi jembatan menggunakan pondasi sumuran karena dianggap sesuai dengan kondisi tanah di lokasi. Abutment ditopang oleh 4 titik sumuran dengan diameter 2 meter per titik, yang mampu menyalurkan beban besar dari struktur atas ke lapisan tanah yang lebih stabil. Pemilihan pondasi ini juga mempertimbangkan ketahanan terhadap erosi dan gerusan air sungai, sehingga struktur tetap aman dalam jangka panjang.

KESIMPULAN

Setelah penulis selesai dalam menghitung struktur jembatan komposit ini, penulis mencoba mengambil beberapa kesimpulan antara lain:

Dengan menggabungkan slap beton dan gelagar baja, struktur jembatan komposit dapat meningkatkan kekuatan dan keamanan jembatan.

Shear connector memainkan peran penting, shear connector berfungsi sebagai penghubung antara slap beton dan gelagar baja, sehingga keduanya dapat bekerja sama sebagai satu kesatuan struktur

DAFTAR PUSTAKA

Afiyak, M., W. Warsito, dan B. Suprpto. 2019. "Studi Alternatif Perencanaan Jembatan dengan

- Sistem Rangka Baja pada Jembatan Morowudi I Kabupaten Gresik.” *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)* 7, no. 1: 53–63.
- Ariesta, A. R. 2022. “Penanganan Kerusakan Lantai Jembatan sebagai Akibat Lendutan Girder yang Tidak Seragam.” Doctoral diss., Politeknik Negeri Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Hairi, M. J. M., Handayani, E., dan A. Dwiretnani. 2022. “Evaluasi Risiko Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi Berdasarkan Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 pada Pekerjaan Konstruksi Jalan.” *Jurnal Talenta Sipil* 5, no. 2: 361–366.
- Lubis, Andi. 2020. Analisis Kekuatan Struktur Atas Jembatan Komposit Baja–Beton terhadap Beban Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara* 9, no. 2: 145–156.
- Manangi, Sri Rachmila, Theo K. Sendow, dan Audie L. E. Rumayar. “Analisis Perhitungan Luas Tulangan Gelagar Jembatan Penampang Persegi dan Penampang T Menurut Metode BMS 1992.”
- Nugraha, W., dan G. Sukmara. 2018. “Uji Coba Model Fisik Sistem Bridge Weigh In Motion Sederhana pada Jembatan Gelagar Baja Komposit (Trial Model of a Simple Bridge Weigh In Motion System on Steel Girder Composite Bridge).” *Jurnal Jalan Jembatan* 35, no. 1: 1–15.
- Prasetyo, Budi. 2018. Efisiensi Material pada Perencanaan Jembatan Komposit Bentang Menengah. *Jurnal Infrastruktur* 5, no. 1: 33–42.
- Purwanto, H. 2016. “Kajian Desain Beton Pracetak Sebagai Salah Satu Alternatif Jembatan Bentang Pendek.” *Jurnal Deformasi* 1, no. 1: 28–42.
- Putra, Rahmat. 2022. Studi Ketahanan Fondasi Jembatan terhadap Gaya Lateral Banjir Bandang. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil, Universitas Andalas, Padang, 2022.
- Rumbyarso, Y. P. A. 2025. Buku Referensi Struktur Jembatan: Analisis dan Aplikasi.
- Siswanto, Djoko. 1999. Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Jakarta: Erlangga.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. RSNI-T-12-2004 (Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tristanto, L. 2006. “Jembatan Beton dengan Kepala Jembatan Integral.” *Jurnal Jalan Jembatan* 23, no. 1: 12–12.
- Widojoko, L. 2015. “Analisa dan Desain Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Bentuk Tiang.” *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung* 6, no. 2: 211649.