

SKRIPSI

***REDESAIN* STRUKTUR JEMBATAN KOKOH PENGGOLONG KABUPATEN
LOMBOK UTARA DENGAN MENGGUNAKAN TIPE KOMPOSIT BAJA-BETON**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program
Studi Teknik Sipil



Disusun Oleh :

DAFFA FIRNANDA WIRAYUDA
2020D1B050

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2024**

ABSTRAK

Jembatan adalah struktur fisik yang digunakan untuk menghubungkan dua lokasi atau area yang berbeda melalui hambatan seperti sungai, jalan kereta api, atau jalan yang tidak sebidang. Salah satu contoh kemajuan dalam infrastruktur jembatan adalah pembangunan jembatan di Nusa Tenggara Barat, khususnya di Pulau Lombok. Pada tahun 2023, Jembatan Kokoh Penggolong dibangun untuk melintasi Sungai Penggolong, Sambik Bangkol, Gangga, Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat. Ada berbagai jenis jembatan yang dibangun di Indonesia, salah satunya adalah jembatan komposit baja-beton. Jembatan komposit baja beton memiliki beberapa keunggulan, seperti kekuatan tarik yang tinggi dari baja dan kekuatan tekan yang tinggi dari beton. Penelitian ini akan mendesain ulang struktur atas dan bawah Jembatan Kokoh Penggolong dengan panjang 50 m dan lebar 9 m menggunakan tipe komposit baja-beton dengan menggunakan metode perancah (*shored construction*). Metode pelaksanaan menggunakan perancah memiliki beberapa keunggulan seperti sistem perancah dapat menopang struktur jembatan dengan baik, sehingga memungkinkan untuk memasang balok gelagar dengan presisi tinggi.

Tujuan dari *redesain* struktur jembatan ini untuk mengetahui berapa besar momen maksimum yang bekerja pada struktur bangunan atas jembatan komposit baja-beton menggunakan program *SAP2000 V.14*, untuk mengetahui berapa dimensi struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah yang diperlukan pada jembatan komposit baja-beton, dan untuk mengetahui berapa besar gaya guling dan gaya geser yang bekerja pada struktur bangunan bawah jembatan komposit baja-beton.

Hasil penelitian ini didapatkan dimensi profil baja WF pada balok girder 1400.500.80.80 dengan BJ-55, dan dimensi profil baja WF pada balok diafragma 800.300.14.26 dengan BJ-55. Pemeriksaan lendutan dilakukan dengan metode pelaksanaan dengan perancah (*shored construction*) sehingga lendutan sebelum komposit tidak terjadi ditengah bentang dan lendutan sesudah komposit sebesar $0,118 \text{ m} < 0,139 \text{ m}$ ($L/360$). Perencanaan struktur atas didapatkan hasil, Pelat lantai jembatan tebal 0,2 menggunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja f_y 410 MPa dengan arah x (memanjang) D16 – 350 mm dan tulangan arah y (melintang) D16 – 350 mm. Perencanaan struktur bangunan bawah didapatkan hasil, *Breast wall* tebal 0,85 m lebar 5,93 m.

Kata kunci: Jembatan Komposit, *SAP2000 V.14*, Gelagar Baja, Beton.

ABSTRACT

A bridge is a real building that spans a physical barrier like a river, a railroad, or a road to link two places or areas. A prime example of bridge infrastructure progress is the building of bridges in West Nusa Tenggara, especially on Lombok Island. To span the Penggolong River in Sambik Bangkol, Gangga, North Lombok Regency, West Nusa Tenggara, a bridge known as the Kokoh Penggolong Bridge was constructed in 2023. Indonesia has constructed many different kinds of bridges, including steel-concrete composite bridges. Steel's strong tensile strength and concrete's high compressive strength are just two benefits of steel-concrete composite bridges. The goal of this project is to redesign the 50-meter-long and 9-meter-wide Kokoh Penggolong Bridge's superstructure and substructure utilizing a shored construction technology and a steel-concrete composite material. The advantages of shored construction include the scaffolding system's ability to support the bridge structure effectively and enable accurate positioning of the girder beams. The objectives of this bridge structure redesign are to determine the maximum moment acting on the superstructure of the steel-concrete composite bridge using SAP2000 V.14, to identify the dimensions required for both the superstructure and substructure of the steel-concrete composite bridge, and to calculate the overturning and shear forces acting on the substructure of the steel-concrete composite bridge. The results of this study revealed that the steel profile dimension for the WF girder beam is 1400.500.80.80 with BJ-55, and the steel profile dimension for the WF diaphragm beam is 800.300.14.26 with BJ-55. Deflection analysis using the shored construction method showed that pre-composite deflection did not occur at the mid-span, and the post-composite deflection was $0.118 \text{ m} < 0.139 \text{ m}$ ($L/360$). For the superstructure design, the bridge deck thickness was 0.2 m, using concrete with a compressive strength of $f'c$ 30 MPa and steel with a yield strength of f_y 410 MPa. The reinforcement for the longitudinal direction (x) was D16 – 350 mm, and for the transverse direction (y), D16 – 350 mm. For the substructure design, the breast wall thickness was 0.85 m, with a width of 5.93 m.

Keywords: Composite Bridge, SAP2000 V.14, Steel Girder, Concrete.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara kepulauan, Indonesia terdiri dari 16.771 pulau (Amanda Dhea, 2019). Pulau Lombok merupakan salah satu pulau yang berada di tengah-tengah Pulau Bali dan Sumbawa. Tingkat populasi yang tinggi di Pulau Lombok menyebabkan peningkatan mobilitas. Adanya pergerakan penduduk yang aktif dan munculnya pusat kegiatan baru berdampak pada infrastruktur transportasi seperti jalan dan jembatan, sehingga memerlukan ketersediaan sarana lalu lintas yang memadai, seperti jalan dan jembatan. Jembatan adalah struktur fisik yang digunakan untuk menghubungkan dua lokasi atau area yang berbeda melalui hambatan seperti sungai, danau, saluran air, jalan kereta api, atau jalan yang tidak sebidang.

Jembatan memiliki peran yang sangat signifikan dalam mempermudah pergerakan dan aktivitas masyarakat sehari-hari (Larno Simatupang, 2018). Dalam proses perancangan jembatan, banyak hal yang perlu dipertimbangkan, seperti fungsi jembatan, volume lalu lintas, persyaratan teknis, dan aspek estetika. Infrastruktur jembatan di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahun (Almeida, 2016). Indonesia memiliki 18.925 Jembatan Nasional dengan panjang total 536.585 m yang telah dibangun hingga tahun 2021. Secara keseluruhan, jembatan di Indonesia berada dalam kondisi yang stabil dengan tingkat keamanan mencapai 84,69%.

Salah satu contoh kemajuan dalam infrastruktur jembatan adalah pembangunan jembatan di Nusa Tenggara Barat, khususnya di Pulau Lombok, yang terletak di jalan raya Bayan, Desa Sambik Bangkol, Kecamatan Gangga, Kabupaten Lombok Utara, yang dikenal sebagai Jembatan Kokoh Penggolong. Pada tahun 2023, Jembatan Kokoh Penggolong dibangun untuk melintasi Sungai Penggolong di Desa Sambik Bangkol, dengan panjang 50 m dan lebar 11 m. Jembatan Kokoh Penggolong dirancang untuk meningkatkan kapasitas layanan transportasi nasional dan memperluas aksesibilitas antara Dusun Luk dan Dusun Lokok Pikok. Jembatan tersebut mulai digunakan pada awal tahun 2024. Ada berbagai jenis jembatan yang

dibangun di Indonesia, dan salah satunya adalah jembatan komposit baja-beton. Jembatan ini menggabungkan pelat lantai beton dengan girder atau gelagar baja, membentuk satu kesatuan yang bekerja bersama untuk menopang beban. Gelagar baja bertanggung jawab menahan tarikan, sementara pelat beton menahan momen pada lendutan. Dengan struktur yang ringan, jembatan komposit mengurangi beban pada tiang dan pondasi. Selain itu, jembatan ini dianggap lebih tahan terhadap getaran dan mengurangi kebisingan (Oehlers, D. J., & Bradford, M. A. 1995).

Penelitian ini akan merancang ulang struktur atas dan bawah Jembatan Kokoh Penggolong menggunakan tipe komposit baja-beton dengan panjang 50 m dan lebar 9 m untuk mengetahui besarnya beban yang bekerja pada struktur atas dan bawah jembatan. Jembatan komposit baja-beton memiliki kelebihan yang menjadikannya pilihan populer dalam konstruksi jembatan modern. Beberapa kelebihan jembatan komposit yakni kekuatan tarik (dari baja) dan kekuatan tekan (dari beton) yang tinggi memberikan kekuatan struktural jembatan yang sangat baik, prefabrikasi komponen baja dapat dilakukan di luar konstruksi, memungkinkan instalasi yang lebih cepat di lokasi sehingga mengurangi waktu konstruksi secara keseluruhan dan gangguan pada area sekitar. Dengan berbagai kelebihan ini, jembatan komposit baja-beton menjadi solusi yang efektif dan efisien untuk banyak proyek infrastruktur jembatan modern. Perangkat lunak *SAP2000 V.14* akan digunakan untuk melakukan analisis statistik terhadap struktur atas jembatan Kokoh Penggolong. *SAP2000 V.14* dapat menghasilkan output berupa gaya dalam yang digunakan sebagai referensi dalam perhitungan. Selain itu, beberapa peraturan jembatan yang menjadi acuan dalam perancangan struktur jembatan Kokoh Penggolong meliputi RSNI T-03-2005, SNI 1725:2016, SNI 2833-2016, SNI 2847-2019 dan SNI 1729-2020. Pendekatan ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan jembatan tipe komposit dalam mengatasi bentang jembatan yang cukup panjang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar momen maksimum yang terjadi akibat beban yang bekerja pada struktur bangunan atas jembatan komposit baja-beton menggunakan program *SAP2000 V.14*?
2. Berapa besar dimensi struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah jembatan yang diperlukan untuk memikul beban yang bekerja pada jembatan komposit baja-beton?
3. Berapa besar gaya geser dan gaya guling yang bekerja pada struktur bangunan bawah jembatan komposit baja-beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari perancangan ulang Jembatan kokoh penggolong dengan menggunakan tipe komposit baja-beton adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui berapa besar momen maksimum yang terjadi akibat beban yang bekerja pada struktur bangunan atas jembatan komposit baja-beton menggunakan program *SAP2000 V.14*
2. Untuk mengetahui dimensi balok diafragma, balok girder, plat lantai, *abutment*, dan *pile cap* yang diperlukan untuk memikul beban yang bekerja pada jembatan komposit baja-beton.
3. Untuk mengetahui besarnya gaya geser dan gaya guling yang bekerja pada struktur bangunan bawah jembatan komposit baja-beton.

1.4 Batasan Masalah

Penyusunan tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa batasan masalah agar pembahasan dapat difokuskan pada perencanaan struktur jembatan. Beberapa batasan tersebut antara lain:

1. Tidak menghitung rencana anggaran biaya dan manajemen konstruksi.
2. Tidak menghitung data hidrologi.
3. Menggunakan mutu beton 30 Mpa dan mutu baja tulangan BJTP 280 untuk < D13, dan BJTS 420 atau BJTS 520 untuk > D13.

4. Perencanaan jembatan ini mengacu pada, RSNI T-03-2005, SNI 1725:2016, SNI 2833-2016, SNI 2847-2019 dan SNI 1729-2020.
5. Analisa perhitungan beban yang bekerja pada bangunan atas dan bawah jembatan dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan *SAP2000 v14*. Menggambarkan permodelan jembatan menggunakan aplikasi *Autocad 2017*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut beberapa manfaat dari penelitian tentang *redesain* jembatan Koloh Penggolong dengan menggunakan konstruksi komposit baja-beton:

1. Secara umum

Memberikan panduan perhitungan dan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang rekayasa struktural dan konstruksi jembatan.

2. Bagi penulis

Diharapkan penulis dapat mengembangkan keterampilan dalam merancang ulang struktur jembatan menggunakan teknologi dan metode terbaru.

3. Bagi pembaca

Dari hasil perancangan ulang struktur Jembatan Kokoh penggolong diharapkan pengetahuan tentang aplikasi dan penggunaan perangkat lunak seperti *SAP2000 V.14* dalam analisis struktur.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada Jembatan Kokoh Penggolong Kabupaten Lombok Utara yang meliputi struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah maka, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan dan analisa struktur atas jembatan komposit menggunakan program *SAP2000 V.14*, didapatkan dimensi profil baja WF pada gelagar utama 1400.500.80.80 dengan BJ-55, dan dimensi profil baja WF pada balok diafragma 800.300.14.26 dengan BJ-55. Momen maksimum yang terjadi 10967,8428 kN.m akibat kuat I, gaya aksial terbesar diperoleh 8284,28 kN akibat kombinasi kuat I, dan gaya geser maksimum sebesar 1255,34 kN. Pemeriksaan lendutan dilakukan dengan metode pelaksanaan dengan perancah (*shored construction*) sehingga lendutan sebelum komposit tidak terjadi ditengah bentang dan lendutan sesudah komposit sebesar $0,1177 \text{ m} < 0,139 \text{ m}$ ($L/360$).
2. Perencanaan struktur atas didapatkan hasil, tiang sandaran dengan mutu beton ($f'c$) 30 MPa dan mutu baja tulangan f_y 280 MPa dengan tulangan lentur 4 $\emptyset 8$ mm dan tulangan sengkang $\emptyset 6 - 100$ mm. Trotoar dengan lebar 0,75 m dan lebar 0,25 m menggunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja tulangan f_y 280 MPa dengan tulangan lentur $\emptyset 16 - 250$ mm dan tulangan bagi $\emptyset 12 - 200$ mm. Kerb dengan tebal 0,25 m menggunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja tulangan f_y 280 MPa dengan tulangan praktis 4 $\emptyset 6$, tulangan utama $\emptyset 12 - 85$ mm dan tulangan geser 4 $\emptyset 6$. Pelat lantai jembatan tebal 0,2, panjang 4 m, dan lebar 1,4 m, menggunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja tulangan f_y 420 MPa dengan arah x (memanjang) $D16 - 350$ mm dan tulangan arah y (melintang) $D16 - 350$ mm. *Shear connector* digunakan besi beton U $D16$, untuk $\frac{1}{4}$ bentang sampai tengah bentang digunakan $2D 16 - 125$ mm. andas perletakan (*elastomer*) digunakan andas sendi dan andas rol dengan dimensi lebar 50 cm, dan panjang 30 cm, untuk andas sendi dipasangkan angkur 4 $\emptyset 12$ mm dengan tinggi 24 cm dan untuk andas rol dipasangkan angkur 4 $\emptyset 6$ mm dengan tinggi

13 cm. pelat injak jembatan tebal 0,2 m digunakan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja tulangan f_y 420 MPa dengan tulangan pelat arah x (memanjang) $D16 - 200$ mm dan tulangan arah y (melintang) $D13 - 200$ mm.

3. Perencanaan struktur bangunan bawah didapatkan hasil, *Breast wall* tebal 0,85 m lebar 5,93 m, dengan panjang 11 m. Tinjauan momen akibat arah x digunakan tulangan longitudinal $D22 - 100$ mm dengan 2 (dua) lapis tulangan dan tulangan geser digunakan $D12 - 350$ mm dan tulangan geser arah y digunakan tulangan longitudinal $D12 - 200$ mm dengan 2 (dua) lapis dan tulangan geser digunakan $D16 - 350$ mm. *Back wall* bawah dengan tebal 0,6 m, lebar 3,03 m dan panjang 11 m dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja f_y 420 MPa. Digunakan tulangan pokok $D16 - 350$ mm dan tulangan bagi $D12 - 350$ mm tidak perlu tulangan geser. *back wall* atas tebal 0,3 m, lebar 2,4 dan panjang 11 m, dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja f_y 410 MPa. Corbel tebal 1 m dengan panjang 11 m, menggunakan tulangan pokok $D12 - 400$ mm, tulangan bagi $D10 - 500$ mm. *Corbel* tebal 1 m dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa dengan mutu baja 420 MPa. Menggunakan tulangan pokok $D20 - 200$ mm, tulangan bagi $D16 - 150$ mm. *Wing wall* arah vertikal tebal 1,2 m, lebar 3,75 m. *Wing wall* arah horizontal tebal 0,85 m lebar 8,7 m, dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja 420 MPa. Untuk tinjauan vertikal digunakan tulangan pokok $D16 - 550$ mm dan tulangan bagi $D14 - 250$ mm. Untuk tulangan geser tidak diperlukan. Sedangkan untuk tinjauan arah horizontal digunakan tulangan pokok $D16 - 550$ mm tulangan geser $D14 - 250$. *Pile cap* tebal 5 m lebar 11 m, dengan mutu beton $f'c$ 30 MPa dan mutu baja f_y 420 MPa. Digunakan tulangan pokok $D18 - 500$ mm dan tulangan bagi $D16 - 400$ mm. Tulangan geser tidak diperlukan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran disampaikan oleh penulis sebagai acuan dalam penelitian yang akan datang serta melengkapi kekurangan yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan estimasi biaya dan manajemen konstruksi yang sesuai untuk jembatan komposit.

2. Perlu dilakukan analisis menggunakan *Software* analisis struktur lainnya seperti program *CSI Bridge*, *ETABS*, atau *ANSYS* untuk memodelkan struktur komposit dan mensimulasikan berbagai skenario beban.

