

SKRIPSI

**REDESAIN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA DENGAN
MENGUNAKAN TIPE KOMPOSIT BAJA-BETON**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I**

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



**DISUSUN OLEH :
DEDY SUTAMRIN HB
2019D1B178**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2023**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR /SKRIPSI

**REDESAIN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA DENGAN
MENGUNAKAN TIPE KOMPOSIT BAJA-BETON**

Disusun Oleh


DEDY SUTAMRIN HB
2019D1B178


Mataram, 20 juni 2023

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng)
NIDN.0027107301


Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT
NIDN. 0820098001

Mengetahui

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

Dekan,


Dr. H. Ail Syaifulendra Ubaidillah, ST., M. Sc
NIDN. 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI

**REDESAIN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA DENGAN
MENGUNAKAN TIPE KOMPOSIT BAJA-BETON**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

DEDY SUTAMRIN HB
2019D1B178

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji
Pada hari: Sabtu 24 juni 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji:

1. Penguji I : Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Sc (Eng)
2. Penguji II : Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT
3. Penguji III : Nurul Hidayati, ST., M.Eng.

Mengetahui

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,

Dr. H. Aji Svailendra Ubaidillah, ST., M. Sc
NIDN. 0806027101

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS ILMIAH

Yang bertanda yang di bawah ini

Nama : Dedy Sutamrin HB

NIM : 2019D1B178

Fakultas/prodi : Teknik/Teknik Sipil

Judul Skripsi : “Redesain Jembatan Samota Sumbawa Dengan Menggunakan Tipe Komposit Baja-Beton”

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul “Redesain Jembatan Samota Sumbawa Dengan Menggunakan Tipe Komposit Baja-Beton” adalah hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diberikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digunakan dan digelar akademik yang telah saya peroleh strata satu (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undang yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 ayat 2 dan ayat 27).

Mataram, 23 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



(DEDY SUTAMRIN HB)

NIM. 2019D1B178



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dedy Sutamrin HR
NIM : 2019D1B178
Tempat/Tgl Lahir : Utan, 12 April 2000
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp : 085338832676
Email : dedysutamrin2111@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

Redesain Jembatan Samota Sumbawa Dengan Menggunakan Tipe komposit
Bola - Beton

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 43%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, Rabu, 05 Juli 2023
Penulis

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Dedy Sutamrin HR
NIM. 2019D1B178



Iskandar, S.Sos M.A.
NIDN. 0802048904

Salah satu yang sesuai



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dedy Sukamrin HB
 NIM : 2014D18178
 Tempat/Tgl Lahir : utan, 12 april 2000
 Program Studi : Teknik Sipil
 Fakultas : Teknik
 No. Hp/Email : 085338834676
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Redesain Jembatan samota Sumbawa dengan menggunakan tipe komposit
Baja-Beton

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, Rabu, 05 Juli.....2023
 Penulis



Dedy Sukamrin HB
 NIM. 2014D18178

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
 NIDN. 0802048904

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan”

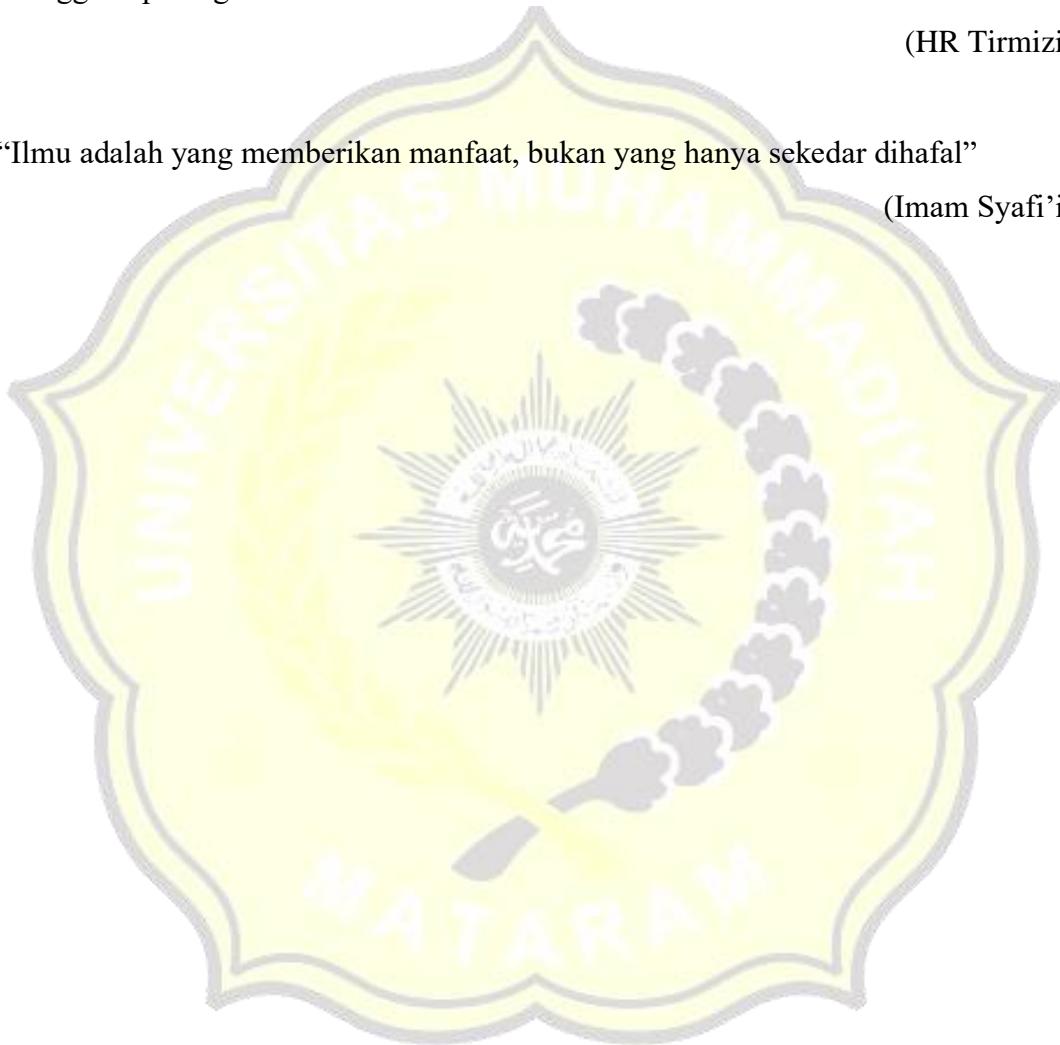
(QS. Al-Insyirah:6)

“barang siapa keluar rumah untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”

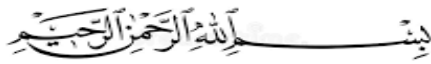
(HR Tirmizi)

“Ilmu adalah yang memberikan manfaat, bukan yang hanya sekedar dihafal”

(Imam Syafi’i)



PRAKATA PENULIS



Puji syukur penulis panjatkan khadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan, Sholawat dan Salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta para sahabat dan keluarga beliau yang patut menjadi suritauladan yang baik dalam menjalankan kehidupan dunia maupun akhirat'

Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dan kemurahan hati serta kesabaran dari berbagai pihak. Oleh karena itu disamping rasa syukur yang tak terhinga segala nikmat dan kelancaran yang diberikan oleh Allah SWT, penulis juga mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada bapak Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Sc (Eng) selaku dosen pembimbing I, dan Ibu Maya Saridewi Pascanawaty, ST., MT selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing mulai dari awal sampai selesainya penyusunan skripsi . serta perkenan penulis menghaturkan ucapan terimakasih yang tak ternilai besarnya kepada:

1. Drs. Abdul Wahab, M.A selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram
2. Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M. Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram.
3. Adrian Fitrayudha, ST., MT selaku Ketua Prodi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram
4. Semua pihak yang berkaitan

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu keterbatasan pengetahuan dan refrensi yang ada, maka kritik dan saran maupun masukan yang membangun untuk menyempurnakan isi skripsi ini sangat diharapkan.

Mataram, 26 juli 2023

DEDY SUTAMRIN HB

ABSTRAK

Jembatan Samota adalah jembatan yang berlokasi di jalan bypass Samota, Labuan Sumbawa, Labuhan Badas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Jembatan ini melintasi Sungai Brang Biji, Labuhan Sumbawa dengan panjang 80 m dan lebar 7 m dibangun dengan menggunakan tipe jembatan busur. Pada tugas akhir ini jembatan Samota direncanakan menggunakan tipe komposit baja-beton dengan panjang bentang jembatan dibagi menjadi tiga bentang, untuk tiap bentang memiliki panjang yang sama yaitu 26,67 m.

Perencanaan ini dimulai dari pengumpulan data-data yang diperlukan seperti panjang dan lebar jembatan, lebar jalan dan trotoar, dan data lainnya. Dari data-data perencanaan kemudian dilakukan perencanaan dimensi balok diafragma dan balok girder. Pada tahap awal perencanaan dilakukan analisa pembebanan yang terjadi pada balok girder, seperti analisa berat sendiri, beban mati tambahan, beban lajur, gaya rem, beban angin dan beban gempa. Selanjutnya dilakukan kontrol tegangan dan lendutan. Setelah itu dilakukan perhitungan kekuatan sambungan.

Hasil perencanaan jembatan Samota pada tiap bentang dengan panjang 26,67 m didapatkan tebal plat lantai 220 mm dengan tulangan utama plat lantai D16-300 mm. Profil girder 1200x400x70x80 dengan jarak antar girder 1,5 m. Profil balok diafragma WF 300x150x6,5x9 dengan jarak antar balok diafragma 5,33 m.

Kata kunci: komposit baja-beton, jembatan samota, tegangan dan lendutan



ABSTRACT

The Samota Bridge is a bridge in Labuan Sumbawa, Labuhan Badas, Sumbawa Regency, West Nusa Tenggara, located on the Samota bypass route. This bridge spans the Brang Biji River in Labuhan Sumbawa, measuring 80 meters in length and 7 meters in width. The bow bridge was used in its construction. The Samota bridge is proposed to use a steel-concrete composite type in its final project, with the bridge span length divided into three spans, each span having the same length of 26.67 m.

This planning begins with gathering the essential data, which includes the length and width of the bridge, the width of the road and walkways, and other information. The dimensions of the diaphragm beam and girder beam are then calculated using the planning data. Load study on girder beams is performed early in the planning process, including consideration of its own weight, additional dead load, lane load, brake force, wind load, and earthquake load and then control the pressure and deflection. Following that, the strength of the link is calculated.

The Samota bridge planning results obtained a floor plate thickness of 220 mm with the major reinforcement of the floor plate D16-300 mm for each span with a length of 26.67 m. Girder profile 1200x400x70x80 with 1.5 m between girders. WF 300x150x6.5x9 diaphragm beam having a 5.33 m gap between diaphragm beams.

Keywords: *Steel-Concrete Composite, Samota Bridge, Pressure and Deflection*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM _____



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
MOTTO.....	vii
PRAKATA	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan teori.....	6
2.2.1 Pengertian jembatan.....	6
2.2.2 Jembatan komposit.....	6
2.2.3 Struktur komposit.....	8
2.2.4 Elemen <i>composite beam</i>	9
2.2.5 Perencanaan gelagar komposit.....	10

2.3	Pembebanan Jembatan	10
2.3.1	Beban mati	11
2.3.2	Beban lalu lintas.....	13
2.3.3	Gaya rem	16
2.3.4	Beban angin.....	17
2.3.5	Beban gempa	19
2.4	Kombinasi Pembebanan	21
2.5	Konsep Dasar Jembatan Komposit	22
2.6	Sifat Mekanis Baja.....	24
2.7	Perencanaan Batang Tarik	27
2.8	Penghubung Geser (<i>Shear Connector</i>)	27
2.9	Sambungan.....	28
BAB III METODELOGI PERENCANAAN		30
3.1	Lokasi Perencanaan	30
3.2	Data Konstruksi Jembatan.....	30
3.3	Studi Literatur.....	33
3.4	Tahapan Perencanaan	33
3.1	<i>Flow Chat</i> Perencanaan.....	33
BAB IV ANALISA STRUKTUR.....		35
4.1	Perencanaan Sandaran	35
4.1.1	Perhitungan pipa sandaran.....	35
4.1.2	Perhitungan tiang sandaran.....	37
4.2	Perencanaan Kerb	41
4.3	perencanaan Pelat Lantai Jembatan	44
4.4	Perencanaan Balok Diafragma.....	58
4.5	Perencanaan Balok Girder	63
4.6	Perencanaan <i>shear connector</i>	90
4.7	Perebcanaan Sambungan.....	92
4.7.1	Sambungan pada balok diafragma dengan balok girder.....	92
4.7.2	Sambungan pada balok girder	93
4.8	Perencanaan Andas (Perletakan).....	100

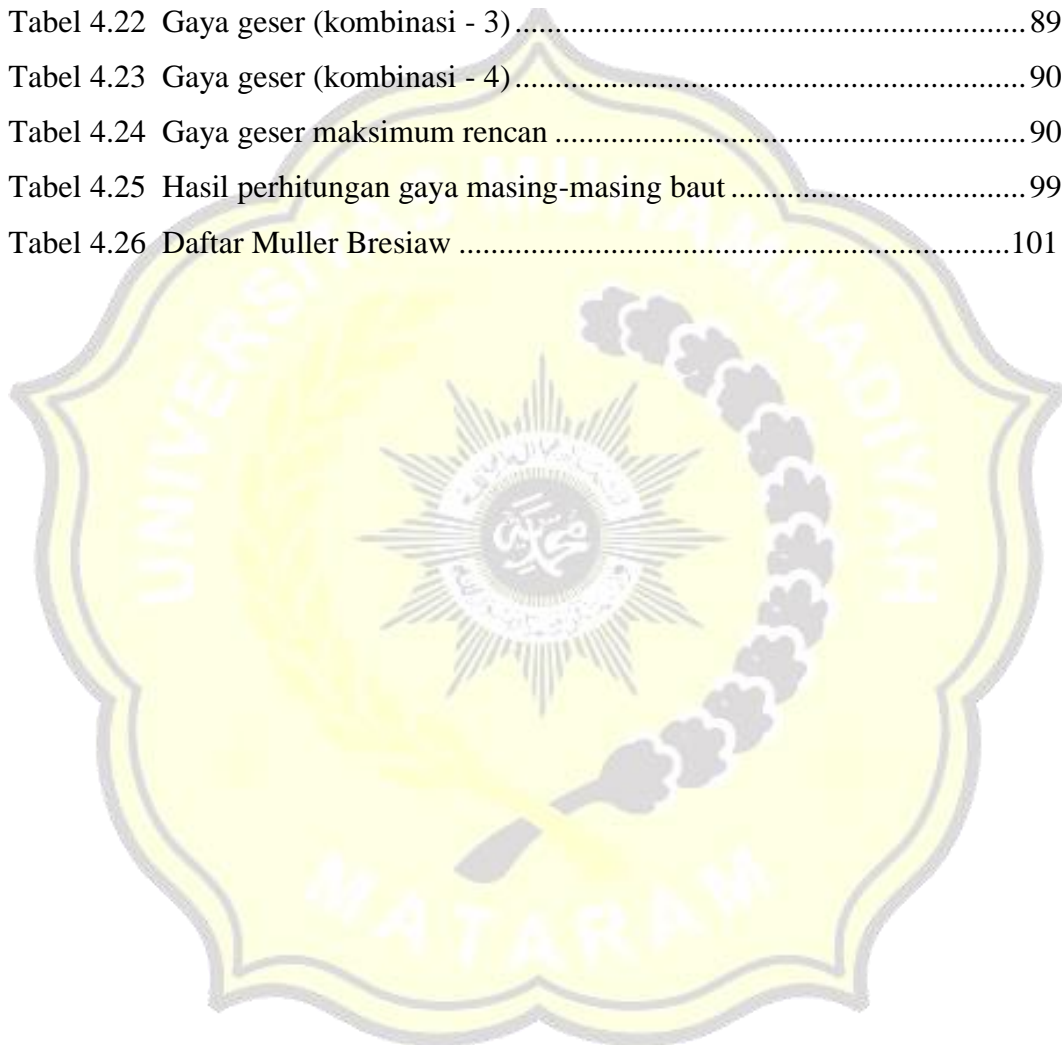
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	108
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN.....	112



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berat isi untuk beban mati	11
Tabel 2.2	Faktor beban untuk berat sendiri.....	12
Tabel 2.3	Faktor beban untuk beban mati tambahan.....	12
Tabel 2.4	Faktor beban akibat beban lajur “D”	13
Tabel 2.5	Jumlah lajur lalu lintas rencana.....	14
Tabel 2.6	Faktor beban akibat beban pembebanan truck “T”	15
Tabel 2.7	Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai varian kondisi permukaan hulu.....	17
Tabel 2.8	Tekanan angin dasar.....	18
Tabel 2.9	Tekanan angin yang bekerja pada kendaraan	19
Tabel 2.10	Zona gempa.....	20
Tabel 2.11	Faktor modifikasi respon	21
Tabel 2.12	Kombinasi pembebanan dan gaya.....	22
Tabel 2.13	Sifat mekanis baja struktural.....	25
Tabel 2.14	Tipe-tipe baut.....	29
Tabel 4.1	Rekapitulasi momen.....	51
Tabel 4.2	Beban mati sebelum komposit	68
Tabel 4.3	Berat sendiri	69
Tabel 4.4	Perhitungan momen dan gaya geser akibat berat sendiri.....	70
Tabel 4.5	Beban mati tambahan.....	71
Tabel 4.6	Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban mati tambahan.....	72
Tabel 4.7	Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban lajur D.....	74
Tabel 4.8	Perhitungan momen dan gaya geser akibat gaya rem	75
Tabel 4.9	Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban angin	77
Tabel 4.10	Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban gempa.....	79
Tabel 4.11	Rekapitulasi momen dan gaya geser maksimum	80
Tabel 4.12	Rekapitulasi tegangan pada girder komposit	81
Tabel 4.13	Tegangan pada girder komposit (kombinasi - 1)	82
Tabel 4.14	Tegangan pada girder komposit (kombinasi - 2)	83
Tabel 4.15	Tegangan pada girder komposit (kombinasi - 3)	84

Tabel 4.16 Tegangan pada girder komposit (kombinasi -4)	85
Tabel 4.17 Lendutan pada girder komposit.....	86
Tabel 4.18 Kombinasi lendutan pada girder komposit	87
Tabel 4.19 Gaya geser pada girder komposit.....	88
Tabel 4.20 Gaya geser (kombinasi - 1)	88
Tabel 4.21 Gaya geser (kombinasi - 2).....	89
Tabel 4.22 Gaya geser (kombinasi - 3).....	89
Tabel 4.23 Gaya geser (kombinasi - 4).....	90
Tabel 4.24 Gaya geser maksimum rencan	90
Tabel 4.25 Hasil perhitungan gaya masing-masing baut	99
Tabel 4.26 Daftar Muller Breslaw	101



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Detail beban lajur “D”	15
Gambar 2.2	Pembebanan truk “T” (500 Kn)	16
Gambar 2.3	Section baja IWF	25
Gambar 3.1	Lokasi jembatan.....	30
Gambar 3.2	Denah existing jembatan	31
Gambar 3.3	Potongan existing jembatan.....	31
Gambar 3.4	<i>Flow chat</i> perencanaan	34
Gambar 4.1	Potongan memanjang tiang sandaran	35
Gambar 4.2	Skema beban yang terjadi pada pipa sandaran	36
Gambar 4.3	Penampang melintang tiang sandaran	37
Gambar 4.4	Detail tulangan tiang sandaran	41
Gambar 4.5	Dimensi kerb tipe A.....	41
Gambar 4.6	Detail penulangan kerb.....	44
Gambar 4.7	Kondisi batas pelat beton.....	45
Gambar 4.8	Penyebaran beban roda.....	47
Gambar 4.9	Beban hidup kondisi I.....	47
Gambar 4.10	Beban hidup kondisi II	48
Gambar 4.11	Beban hidup kondisi III.....	50
Gambar 4.12	Garis netraal untuk a dan b arah memanjang	55
Gambar 4.13	Garis netraal untuk a dan b arah melintang	57
Gambar 4.14	Dimensi profil baja WF 300.150.6,5.9	59
Gambar 4.15	Faktor beban dinamis untuk beban T pada pembebanan lajur D.	60
Gambar 4.16	Skema pembebanan balok diafragma	61
Gambar 4.17	Skema letak sambungan pada gelagar.....	94
Gambar 4.18	Penempatan sambungan baut pada gelagar memanjang	95
Gambar 4.19	Penampang andas sendi	103
Gambar 4.20	Penampang andas rol	104

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL



A	= Lias penampang baja
A_{com}	= Luas penampang komposit
A_{ct}	= Luas penampang beton transformasi
A_{nett}	= Luas penampang netto
b	= Tinggi baja
Be	= Lebar efektif
C_{sm}	= Koefisien respon gempa elastis
D	= Diameter tulangan ulir
d	= Tinggi penampang baja
E	= Modulus elastisitas
E_c	= Modulus elastisitas beton
E_Q	= Gaya gempa horixontal statis (kN)
E_s	= Modulus elastisitas baja
F_{bs}	= Tegangan pada bawah baja
F_c	= Tegangan ijin lentur beton
F_s	= Tegangan ijin lentur baja
f_s	= Tegangan baja
F_{tc}	= Tegangan pada sisi atas beton
F_{ts}	= Tegangan pada atas baja
f'_c	= Kuat tekan beton
G	= Modulus geser
h	= Tebal plat lantai
I_{com}	= Momen inersia penampang komposit
I_x	= Inersia Penampang Baja
L	= Panjang jembatan (m)
M	= Momen lentur yang harus dipikul
p	= Beban terpusat (kN)
P_B	= Tekanan angin dasar
Q	= Beban merata

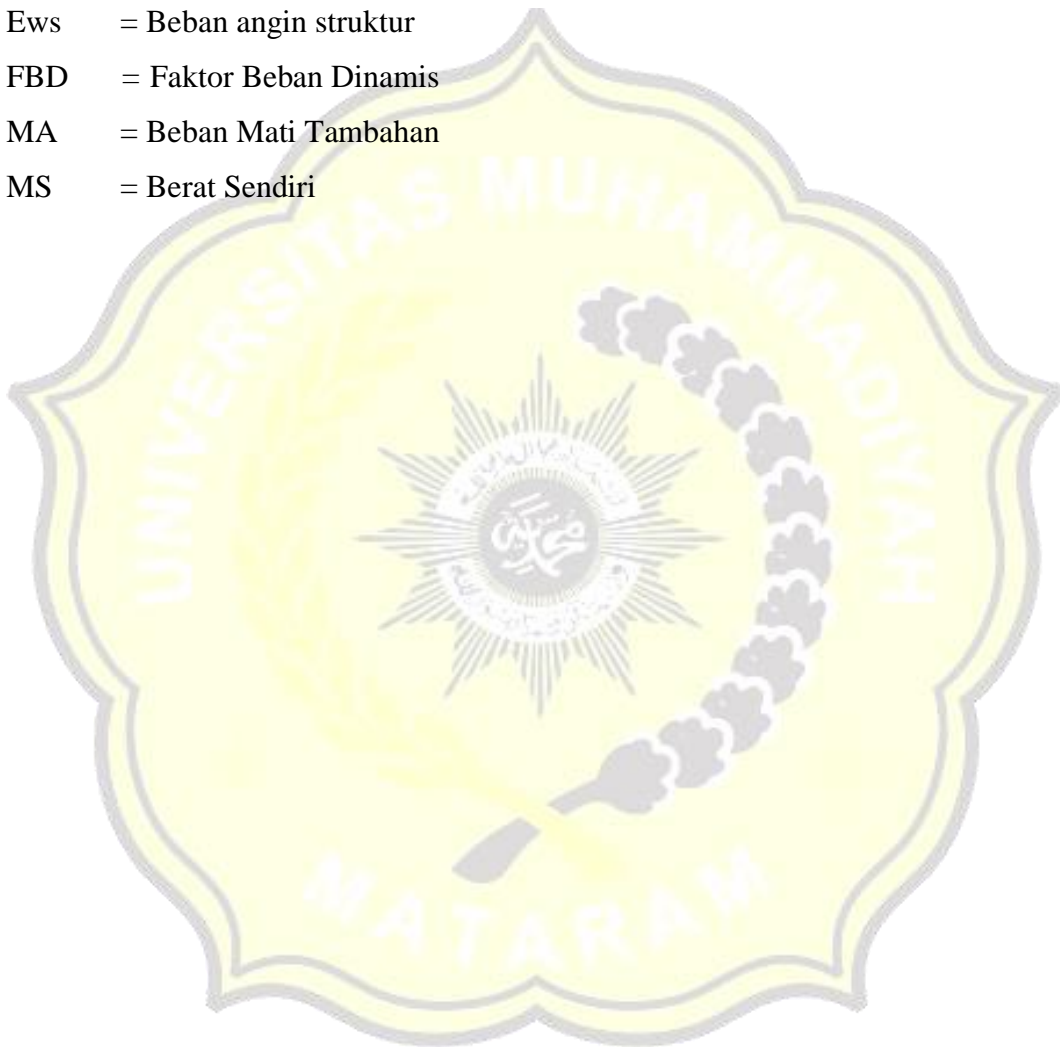
- q = Intensitas beban terbagi rata dalam arah memanjang jembatan (kPa)
 R = Faktor reduksi respon
 R_d = Faktor modifikasi respons
 R_n = Tahanan nominal baut
 R_u = Tahan ultimit baut
 S_{DS} = Parameter respon spektra permukaan tanah pada periode pendek
 ($t = 0,2$ detik)
 S_{DI} = Parameter respon spektra percepatan desain pada
 periode 1 detik
 T = Beban *hirizontal* (kN)
 t = Lebar sayap
 T_u = *Ultimate capacity*
 T_w = *Working load*
 V_B = Kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada
 elevasi 1000 mm
 V_{DZ} = Kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)
 V_{max} = Gaya geser maksimum
 V_0 = Kecepatan gesekan angina, yang merupakan karakteristik
 meteorology (km/jam)
 V_{10} = Kecepatan angina pada elevasi 10000 mm di atas permukaan
 tanah atau diatas permukaan air rencana (km/jam)
 W_{bs} = Tahan momen sisi bawah baja
 W_t = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN)
 W_{tc} = Tahan momen sisi atas beton
 W_{ts} = Tahan momen sisi atas baja
 y_{bs} = Jarak garis netral terhadap sisi bawah profil baja
 y_{tc} = Jarak garis netral terhadap sisi atas slab beton
 y_{ts} = Jarak garis netral terhadap sisi atas profil baja
 Z = Elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari
 permukaan air dimana beban angina dihitung ($Z > 10000$ mm)

- Z_0 = Panjang gesekan di hulu jembatan yang merupakan karakteristik meteorology
- \emptyset = Diameter tulangan polos
- δ_{max} = Lendutan maksimum
- σ_1 = Tegangan leleh
- σ = Tegangan ijin
- δ = Lendutan yang terjadi
- ϕ = Faktor reduksi yang diambil sebesar 0,75



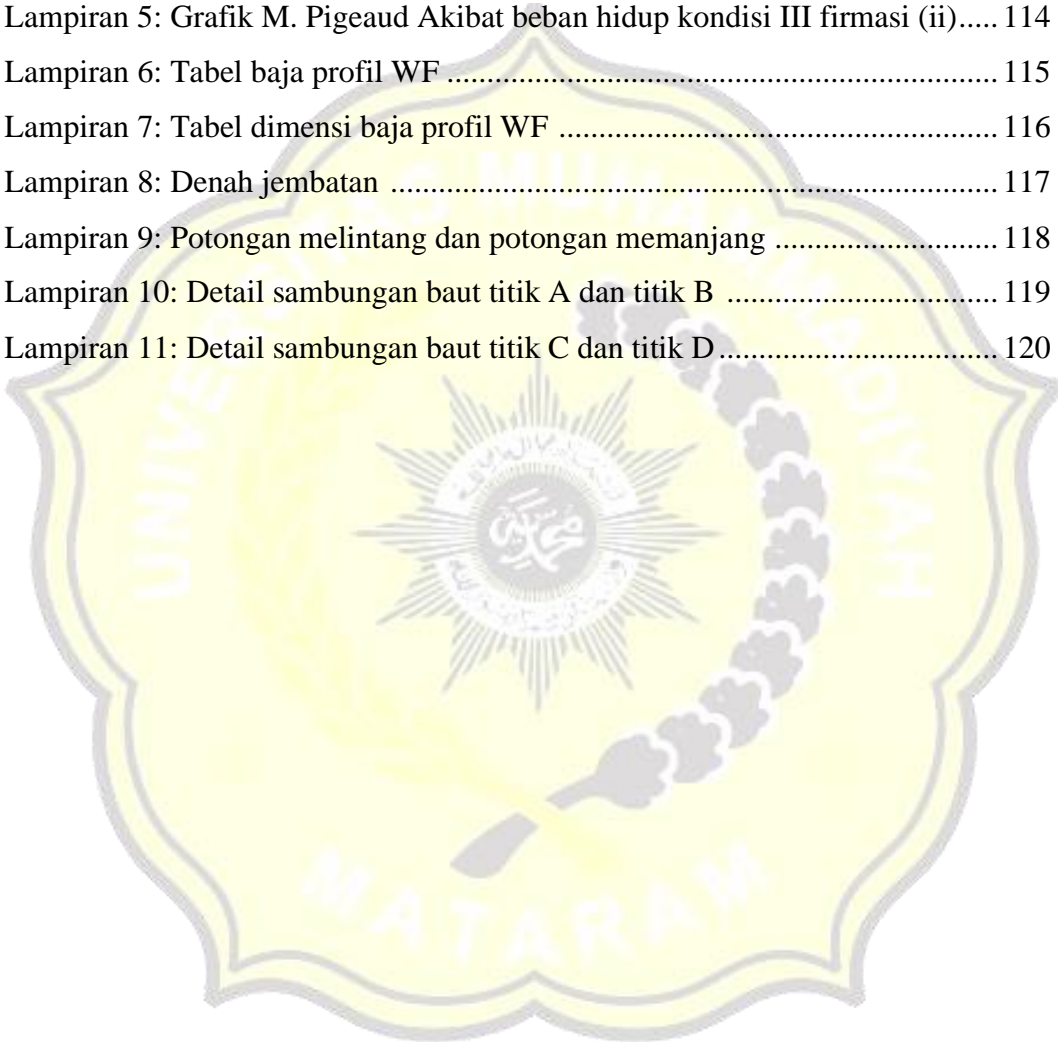
DAFTAR SINGKATAN

BGT	= Beban Garis Terpusat
BTR	= Beban Terbagi Rata
EQ	= Beban gempa
Ewl	= Beban angin pada kendaraan
Ews	= Beban angin struktur
FBD	= Faktor Beban Dinamis
MA	= Beban Mati Tambahan
MS	= Berat Sendiri



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Grafik M. Pigeaud Akibat beban mati.....	112
Lampiran 2: Grafik M. Pigeaud Akibat beban hidup kondisi I.....	112
Lampiran 3: Grafik M. Pigeaud Akibat beban hidup kondisi II	113
Lampiran 4: Grafik M. Pigeaud Akibat beban hidup kondisi III firmasi (i).....	113
Lampiran 5: Grafik M. Pigeaud Akibat beban hidup kondisi III firmasi (ii).....	114
Lampiran 6: Tabel baja profil WF	115
Lampiran 7: Tabel dimensi baja profil WF	116
Lampiran 8: Denah jembatan	117
Lampiran 9: Potongan melintang dan potongan memanjang	118
Lampiran 10: Detail sambungan baut titik A dan titik B	119
Lampiran 11: Detail sambungan baut titik C dan titik D.....	120



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang gencar dalam melakukan pembangunan infrastruktur untuk meningkatkan kesejahteraan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia (PUPR RI) memfokuskan dan mengalokasikan dana untuk membangun tiga program prioritas nasional yaitu, ketahanan air/pangan, konektivitas, perumahan, dan pemukiman. Dengan menekan pada konektivitas antar berbagai pusat perdagangan, industri, dan pemerintahan akan tercapainya pembangunan yang merata di berbagai daerah. Dengan adanya program tersebut, pemerintah akan terus menggenjot pembangunan nasional terutama yang berhubungan dengan konektivitas dan transportasi, salah satunya adalah pembangunan infrastruktur jalan dan jembatan.

Pembangunan infrastruktur jalan dan jembatan masih menjadi program prioritas utama yang berkelanjutan dan berkesinambungan oleh pemerintahan saat ini. Dari visi dan misi yang direncanakan yaitu terwujudnya pembangunan jalan dan jembatan yang mantap dalam rangka mendukung kemandirian pemerintah dan masyarakat.

Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Jembatan dibangun untuk penyeberangan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api di atas halangan. Jembatan sering menjadi komponen kritis dari suatu ruas jalan, karena sebagai penentu beban maksimum kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.

Infrastruktur jembatan pada awalnya telah hadir dari zaman purba dengan bentuk yang sederhana berupa balok yang pendek atau pohon yang tumbang dengan bentang yang sangat pendek. Infrastruktur jembatan dari zaman ke zaman selalu mengalami perkembangan. Seiring dengan berjalannya waktu, infrastruktur jembatan mengalami perubahan konstruksi, dimana konstruksi yang berubah

dapat berdampak pada kegunaan dari infastruktur jembatan itu sendiri.

Salah satu wujud dari perkembangan infastruktur jembatan adalah adanya pembangunan di Nusa Tenggara Barat khususnya Pulau Sumbawa yakni dilakukan pembangunan jembatan yang berlokasi di jalan bypass Samota, Labuan Sumbawa, Labuhan Badas, Kabupaten Sumbawa, dengan nama Jembatan Samota. Pembangunan Jembatan Samota adalah proyek jembatan yang teknologi strukturnya pertama kali menggunakan pelengkung di Pulau Sumbawa, selain memiliki fungsi untuk bangunan penghubung Simpang Jalan Negara (SJN) Garuda dengan Tanjung Menangis serta menjadi salah satu ikon kabupaten dan menjadi tempat wisata baru di Sumbawa. Jembatan Samota melintasi Sungai Brang Biji, Labuhan Sumbawa dengan panjang 80 m dan lebar 7 m, dibangun tahun 2015 dan mulai beroperasi pada awal tahun 2018. Kondisi jembatan tersebut sangat baik dan layak untuk dilalui kendaraan. Nama "Samota" merupakan singkatan dari Teluk Saleh, Pulau Moyo, dan Gunung Tambora. Dimana tiga daerah tersebut menjadi kawasan segitiga eksotis Sumbawa.

Terdapat banyak tipe jembatan yang di bangun di Indonesia, salah satu jembatan yang banyak dibangun yaitu jembatan komposit baja-beton. Jembatan komposit merupakan salah satu jenis jembatan berdasarkan jenis bahan materialnya. Jembatan tersebut mempunyai pelat lantai beton yang terhubung dengan girder maupun gelagar baja yang bekerja sama menopang beban sebagai bentuk satu kesatuan. Pemakaian gelagar baja difungsikan untuk menahan tarikan sedangkan, pelat beton menahan momen pada lendutan. Jenis jembatan tersebut menggabungkan antara jembatan yang terbuat dari baja dengan berbagai jenis unsur jembatan beton. Jembatan komposit mempunyai struktur ringan, sehingga beban pada tiang dan pondasi cenderung kecil. Tidak hanya itu, jembatan komposit dianggap lebih tahan terhadap getaran dan tidak memicu kebisingan.

Pada penelitian ini, struktur atas jembatan Samota akan direvisi menggunakan tipe komposit baja-beton dengan bentang 80 m dan lebar 7 m. Bangunan atas jembatan yang akan direncanakan ulang meliputi tiang sandaran, trotoar, kerb, pelat lantai kendaraan, gelagar jembatan, diafragma dan Elastomer (bantalan jembatan). Metode perencanaan jembatan Samota ini mengacu pada

RSNI-T-03-2005, SNI 1725:2016, SNI 1729:2015, dan SNI 2833-2016.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang didapatkan berdasarkan latar belakang di atas, antara lain:

1. Bagaimana desain pelat lantai pada jembatan komposit baja-beton?
2. Berapa besar dimensi balok diafragma dan balok girder yang diperlukan untuk memikul beban yang bekerja pada jembatan komposit baja-beton?
3. Berapa besar momen maksimum yang terjadi akibat beban yang bekerja pada balok girder?
4. Berapa besar gaya geser maksimum yang terjadi akibat beban yang bekerja pada balok girder?
5. Bagaimana perencanaan *shear connector*
6. Bagaimana perencanaan sambungan antara balok diafragma dengan balok girder, dan sambungan antar balok girder.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian redesain jembatan Samota menggunakan tipe komposit baja-beton yaitu:

1. Untuk mengetahui desain pelat lantai jembatan komposit baja-beton
2. Untuk mengetahui dimensi balok diafragma dan balok girder yang diperlukan untuk memikul beban yang bekerja pada jembatan komposit baja-beton..
3. Untuk dapat mengetahui besar momen yang terjadi akibat beban yang bekerja pada balok girder.
4. Untuk dapat mengetahui besar gaya geser maksimum yang terjadi akibat beban yang bekerja pada balok girder.
5. Untuk mengetahui perencanaan *shear connector*.
6. Untuk mengetahui perencanaan sambungan antara balok diafragma dengan balok girder, dan sambungan antar balok girder.

1.4 Batasan Masalah

Penyusunan tugas akhir ini dibatasi oleh batasan masalah agar pembahasan bisa difokuskan pada perencanaan struktur jembatan, mengenai batasan tersebut antara lain:

1. Perencanaan ini hanya membahas struktur atas jembatan, tidak membahas struktur bawah jembatan perkerasan jalan, dan metode pekerjaan.
2. Perencanaan jembatan ini mengacu kepada RSNI-T-03-2005, SNI 1725:2016, SNI 1729:2015, dan SNI 2833-2016.
3. Analisa perhitungan beban yang bekerja pada bangunan atas jembatan dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Menggambarkan permodelan jembatan menggunakan aplikasi *Autocad*, dan *Microsoft Excel*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian redesain jembatan Samota menggunakan tipe komposit baja-beton ini sebagai berikut:

1. Secara umum Memberikan referensi atau panduan perhitungan struktur jembatan Komposit Baja- Beton bagi para engineering yang menggelut dalam dunia konstruksi.
2. Bagi Penulis Diharapkan dapat memberikan manfaat berupa pembelajaran dalam perencanaan struktur jembatan khususnya Jembatan Komposit Baja-Beton.
3. Bagi Pembaca Dari hasil perencanaan struktur Jembatan Komposit Baja-Beton diharapkan menjadi referensi bagi pembaca dalam merencanakan Jembatan Komposit Baja-Beton.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Zakina (2022), dalam penelitiannya yaitu perencanaan struktur atas jembatan komposit di Desa Gontar, bertujuan untuk mengetahui hasil dari tegangan yang terjadi pada balok setelah terjadi komposit. Lokasi sungai Gontar yang akan di rencanakan jembatan berada di desa Gontar, Alas Barat. Tiang sandaran yang direncanakan didapatkan diameter pipa = 76,3 mm dengan jarak tiang sandaran 200 cm, penulangan tiang sandaran $M_u = 2,3 \times 10^6$ Nm, dipakai tulangan lentur 2 \emptyset 10, dan tulangan geser didapatkan jarak sengkang \emptyset 8-120 mm. Hasil penelitian diperoleh kesimpulan yaitu hasil tulangan lentur \emptyset 13-100 mm, tulangan pembagi \emptyset 10-300 mm, dimensi plat lantai trotoar dengan lebar 100 cm, dan tinggi dari pelat lantai 25 cm, hasil penulangan arah melintang (l_x) digunakan tulangan pokok \emptyset 10-75 mm, dan penulangan arah memanjang (l_y) digunakan tulangan pokok \emptyset 10-75 mm; jarak antar gelagar memanjang 1,88 meter dengan jumlah 11 buah, gelagar melintang 5 meter dengan jumlah 7 buah, plat injak menggunakan tulangan lentur \emptyset 16-210 mm dan tulangan pembagi menggunakan \emptyset 8-1000 mm.

Wardanid an Siswoyo (2021), melakukan perencanaan struktur atas jembatan komposit menggunakan plat girder. Menggunakan *type composite plate girder* di harapkan nantinya bisa menjadi pembanding untuk perencanaan yang akan datang. Metode pembebanan mengacu pada Standar Pembebanan untuk Jembatan RSNI – T-02-2005 serta menggunakan Metode Perancah dan Metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*). Dari hasil perhitungan rencana di peroleh pada tiang sandaran dengan tinggi 95 cm yang menggunakan tulangan pokok 1 D10 mm dan tinggi profil plate girder 2,50 m, tubuh badan 4 cm, luas badan 1000 cm², tebal sayap 16,6 cm.

Amri dan Puluhulawa (2020), melakukan desain jembatan komposit, pada perencanaannya telah dilakukan analisis beban yang mengacu pada Standar Pembebanan untuk Jembatan RSNI T-02-2005 dan untuk perencanaan struktur baja jembatan SNI T-03-2005. Tahapan perencanaan diawali dengan penentuan

dimensi girder, *elastomer bearing*, diafragma, lantai, trotoar, tiang sandaran, dan plat. Hasil yang diperoleh yaitu tulangan utama slab *D13- 200*. Profil girder baja menggunakan baja *WF900×300×16×28* mm dengan jarak antar girder 1,5 m. Penambahan *cover plate* 300×10mm pada tengah bentang sepanjang 15 m, dan diafragma baja *WF 500×200×10×16* mm dengan jarak antar diafragma 5,5 m.

2.2 Landasan teori

2.2.1 Pengertian jembatan

Jembatan merupakan sarana penghubung antar daerah, setiap tahunnya mengalami perkembangan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan tingkat perekonomian di sekitar daerah tersebut. Jembatan juga dapat di definisikan sebagai sesuatu konstruksi atau struktur bangunan yang menghubungkan rute atau lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api, dan perlintasan lainnya. Selain itu, jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyalang sungai/saluran air, lembah atau menyalang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Secara umum suatu jembatan berfungsi untuk melayani arus lalu lintas dengan baik, dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika arsitektural yang meliputi : Aspek lalu lintas, Aspek teknis, Aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007).

2.2.2 Jembatan komposit

Konstruksi jembatan komposit merupakan sebuah konstruksi yang materialnya terdiri dari perpaduan dua jenis material yang tidak sama atau berbeda sifatnya (Nasution, 2012). Kedua jenis material tersebut digabungkan sedemikian rupa supaya bisa bekerja sama dalam memikul beban. Konstruksi seperti ini umumnya ditemukan pada struktur jembatan berupa gabungan pada plat lantai yang terdiri dari material beton dan gelagar dari materi baja.

Perencanaan komposit mengasumsi bahwa baja dan beton bekerja sama dalam memikul beban yang bekerja, sehingga akan menghasilkan desain

profilk/elemen ysng lebih ekonomis. Selain itu struktur komposit juga mempunyai beberapa keunggulan yaitu lebih kuat (*stronger*) dan lebih kaku (*stiffer*) dari pada struktur non-komposit.

Bahan komposit saat ini telah banyak di produksi dan digunakan secara luas karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan produk yang hanya terdiri dari satu jenis bahan. Definisi komposit adalah suatu bahan yang terdiri dari kombinasi dua atau lebih bahan yang berbeda digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna (Jones, 1975). Menurut Schwartz (1984), komposit adalah bahan yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan komposisi bahan yang tidak pada dasarnya dapat di pisahkan. Komposit secara penggunaan bahan pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai penguat dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Komposit juga dapat di bentuk dari kombinasi dua atau lebih bahan, baik logam, organik, ataupun an-organik. Kombinasi bahan yang mungkin di dalam komposit tidak terbatas, namun unsur pokok dari bentuknya terbatas. Unsur pokok dalam komposit adalah serat, partikel, lamina (lapisan), *flake*, *filler*, dan matrik. Matrik adalah unsur pokok tubuh komposit yang menjadi bagian penutup dan pengikat struktur komposit. Serat, partikel, lamina (lapisan), *flake*, *filler*, dan matrik merupakan unsur pokok struktur karena unsur tersebut menentukan struktur internal komposit.

Kaw (2006) mengklarifikasikan 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan yaitu:

1. *Fibrous composites* (komposit serat)

Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamia atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/*fiber*. *Fiber* yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya. *Fiber* ini bisa disusun secara acak maupun orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

2. *Laminatet composites* (komposit laminatet)

Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapisan atau lebih yang di

gabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri.

3. *Particulate composites* (komposit partikel)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya.

2.2.3 Struktur komposit

Asiyanto (2012:1) mengatakan bahwa gabungan kerja sama antara struktur beton *slab* dan *steel girder* banyak digunakan pada jembatan (*bridge* atau *fly over*). Konsep ini semakin populer karena sifatnya yang *relative low cost*, mudah dan cepat pelaksanaannya, bersih tampilannya dan desain yang sederhana.

Struktur ini adalah campuran 2 (dua) prinsip dalam menahan beban, yaitu sebagai berikut.

1. Balok baja (*steel beam*) mentransfer beban ke arah memanjang balok.
2. Beton *slab* (*concrete slab*) mendistribusikan beban yang langsung diterima ke arah melintang

Bila *slab* dihubungkan pada *beam* sehingga menyatu menjadi satu struktur, maka *slab* tersebut akan berperan sebagai *cover plate* dari *beam* dan menyatu balok dalam membawa beban ke arah memanjang. Struktur ini dikenal sebagai *composite steel-concrete*.

Konsep ini memanfaatkan kelebihan masing-masing yaitu beton menahan tekan dan baja menahan tarik. Oleh karena itu dalam menetapkan desain diusahakan agar seluruh tampang beton berada didaerah tekan dari struktur komposit. Hal ini lebih efisien dibanding beton bertulang, karena struktur beton bertulang biasa selain lebih berat juga hanya sebagai tampang beton yang dimanfaatkan untuk menahan gaya tekan. Perhitungan desain struktur komposit ini menggunakan konsep momen inerti atau momen inersia.

Dibanding dengan struktur *non-composit* maka struktur *composite construction* memiliki keunggulan sebagai berikut.

- Lebih kuat dan lebih kaku
- Menghemat pemakaian *steel* (baja)
- Mengurangi ketinggian balok

- Lebih ekonomis untuk bentang panjang
- Defleksi dapat dikendalikan, tidak menjadi hambatan/kelemahan
- Lebih mudah dan cepat pelaksanaannya
- Struktur lebih ringan dibanding dengan struktur beton bertulang berarti akan menguntungkan poldasi.

2.2.4 Elemen *composite beam*

Menurut Asiyanto (2012:3) untuk menjamin interaksi antara beton slab dan steel beam, sepotong baja dilas di atas steel *beam* dan tertanam dalam beton slab. Fungsi dari sepotong baja *connector* tersebut adalah untuk mentransfer horizontal *shear* dari *slab* kepada *beam*. Sehingga kedua bagian tersebut (*slab* dan *beam*) menjadi satu unit struktur. Oleh karena itu *composite beam* terdiri dari 3 (tiga) elemen penting, yaitu :

1. *Reinforced concrete slab*

Berperan sebagai *cover plate* yang efektif karena terletak pada daerah tekan dari *steel beam*. Dimensi *slab* ditentukan dan dipengaruhi oleh jarak *balok* dan beban yang akan dipikul. *Design slab* adalah bebas dari *composite* artinya dapat di desain seperti pada non-komposit.

2. *Steel beam*

Steel beam dapat berupa baja profil (I) dengan atau tanpa *cover plate* atau profil tersusun. *Steel beam* yang tidak simetris, seperti penambahan *cover plate* di bagian bawah *steel beam* dapat membuat *composite construction* menjadi lebih ekonomis.

3. *Shear connectors*

Shear connectors memberikan hubungan yang diperlukan antara *slab* dan *beam*. *Shear connector* harus mampu mentransfer horizontal *shear* dengan *deformasi* yang sangat kecil, sehingga seluruh struktur terbentuk menjadi satu unit kesatuan. Seluruh penampang beton berada di daerah tekan (pada beban lentur). Hal ini yang menjadikan struktur ini sangat ekonomis, karena seluruh kekuatan beton dapat dimanfaatkan.

2.2.5 Perencanaan gelagar komposit

Menurut RSNI T-03-2005 pasal 8.1, unsur komposit dalam lentur terdiri dari gelagar baja dan lantai beton, tahanan geser pada permukaan antara lantai dan gelagar diadakan dengan hubungan mekanikal. Kekuatan lentur gelagar komposit ditentukan dengan cara rencana keadaan batas ultimit.

Menurut RSNI T-03-2005 pasal 8.2.1, pengaruh geser dalam lantai beton harus diperhitungkan. Geser dapat diperhitungkan dengan menggunakan suatu lebar efektif lantai. Bila lantai beton meliputi kedua sisi badan gelagar, lebar efektif lantai harus diambil sebagai nilai terkecil dari:

1. $1/4$ x panjang gelagar untuk bentang sederhana atau $1/7$ panjang bentang gelagar untuk bentang menerus
2. Jarak pusat-pusat antara badan gelagar, dan
3. $1/12$ x tebal minimum lantai.

Bila lantai beton hanya ada pada satu sisi dari gelagar, lebar efektif lantai harus diambil sebagai setengah dari nilai yang dihitung dalam butir-butir a, b atau c di atas. Lebar efektif harus digunakan untuk menghitung besaran penampang gelagar komposit pada keadaan batas layan dan ultimit.

Lendutan pada gelagar komposit dapat dihitung dengan menggunakan teori elastis dengan menganggap interaksi penuh antara beton dan gelagar baja dan mengabaikan beton yang tertarik.

Hubungan geser dan tulangan melintang harus disediakan sepanjang gelagar untuk menyalurkan gaya geser memanjang dan gaya pemisah antara lantai beton dan gelagar baja, dengan mengabaikan pengaruh ikatan antara kedua bahan beton dan baja tersebut

2.3 Pembebanan Jembatan

Dalam perencanaan struktur jembatan secara umum, khususnya jembatan komposit, hal yang perlu sekali diperhatikan adalah masalah pembebanan yang akan bekerja pada struktur jembatan yang dibuat. Pembebanan perancangan jembatana ini mengacu pada SNI 1725:2016, data pembebaanan terdiri dari

2.3.1 Beban mati

Beban mati merupakan berat setiap komponen struktural dan non-struktural setiap komponen ini harus dianggap sebagai suatu kekuatan aksi yang tidak terpisah pada saat menerapkan faktor beban normal dan faktor beban turunkan. Berat setiap bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam berat jenis bahan dan gambar yang digunakan. Besarnya kerapatan dan berat isi untuk beban mati dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Berat isi untuk beban mati

No.	Bahan	Berat Isi (kN/m^3)	Kecepatan Massa (kN/m^3)
1.	Lapisan permukaan beraspal (<i>bituminouswearing surfaces</i>)	22,0	2245
2.	Besi tuang (<i>cast iron</i>)	71,0	7240
3.	Timbunan tanah dipadatkan (<i>compacted sand, silt or clay</i>)	17,2	1755
4.	Kerikil dipadatkan (<i>rolled gravel, macadam orballast</i>)	18,8 – 22,7	1920 – 2315
5.	Beton aspal (<i>asphalt concrete</i>)	22,0 – 25,0	1250 – 2000
6.	Beton ringan (<i>low density</i>)	22,0	224
7.	Beton $f'c < 35$ MPa	22,0 – 25,0	2320
	$35 < f'c < 105$ MPa	$22 + 0,022 f'c$	$2240 + 2,29 f'c$
8.	Baja (<i>steel</i>)	78,5	7850
9.	Kayu (ringan)	7,8	800
10	Kayu keras (<i>hard wood</i>)	11,0	1125

(sumber : SNI 1725-2016)

1. Berat sendiri (*MS*)

Berat sendiri dari bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemen – elemen struktural yang dipikulnya. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan

elemen non struktural yang dianggap tetap. Faktor beban untuk berat sendiri dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2. Faktor beban untuk berat sendiri

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MS})			
	Keadaan Batas Layan (γ_{MS}^S)		Keadaan Batas Ultimate (γ_{MS}^U)	
	Bahan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja	1,0	1,10	0,90
	Alumunium	1,0	1,10	0,90
	Beton Pracetak	1,0	1,20	0,85
	Beton dicor ditempat	1,0	1,30	0,75
	Kayu	1,0	1,40	0,70

(sumber : SNI 1725-2016)

2. Beban mati tambahan / utilitas (MA)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Faktor untuk beban mati tambahan dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Faktor beban untuk beban mati tambahan

Tipe Beban	Faktor Beban (γ_{MA})			
	Keadaan Batas Layan (γ_{MA}^S)		Keadaan Batas Ultimate (γ_{MA}^U)	
	Bahan		Biasa	Terkurangi
Tetap	Umum	1,0	2,00	0,70
	Khusus (terlevasi)	1,0	1,40	0,80

Catatan ⁽¹⁾ : Faktor beban layan 1,3 digunakan untuk berat utilitas

(sumber : SNI 1725-2016)

2.3.2 Beban lalu lintas

Menurut SNI 1725:2016 pasal 8.1, beban lalu lintas untuk desain jembatan dipikul oleh beban lajur “D” dan beban truk “T”. Beban lajur "D" bekerja di seluruh lebar lajur dan memiliki efek pada jembatan yang setara dengan armada sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang aktif bergantung pada lebar lajur itu sendiri.

Muatan truk "T" merupakan kendaraan tugas berat dengan taman di beberapa lokasi di jalan masuk desain. Setiap taman terdiri dari dua area kontak beban yang dirancang untuk mensimulasikan dampak roda berat. Hanya satu truk "T" yang boleh digunakan per jalur lalu lintas desain. Pada umumnya beban “D” akan menjadi beban yang menentukan untuk perhitungan jembatan bentang menengah dan panjang, sedangkan beban “T” digunakan untuk bentang pendek dan lantai kendaraan.

1. Beban lajur “D”

Beban lajur “D” adalah beban lajur lalu lintas bagian dari lantai kendaraan yang digunakan oleh suatu rangkaian kendaraan. Faktor beban untuk beban lajur “D” dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4. Faktor beban akibat beban lajur “D”

Tipe beban	Jembatan	Faktor Beban (γ_{TD})	
		Keadaan Batas Layan (γ_{TD}^S)	Keadaan Batas Ultimit (γ_{TD}^U)
Transien	Beton	1,0	1,8
	Boks Girder Baja	1,0	2,0

(sumber : SNI 1725-2016)

Beban Lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang digabungkan dengan Beban Garis (BGT).

Beban tersebar merata (BTR) mempunyai intensitas q kPa, dimanabesaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L . Dapat lihat pada persamaan 2.1 dan persamaan 2.2 berikut.

$$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kpa} \quad (2.1)$$

$$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{ kpa} \quad (2.2)$$

Dengan :

L = panjang total jembatan yang dibebani (m)

q = intensitas beban terbagi rata dalam arah memanjang jembatan (kPa)

Faktor beban dinamis (*Dinamic Load Allowance*) untuk KEL ditentukan berdasarkan persamaan 2.3 sampai dengan 2.5 berikut :

$$\text{Untuk } L \leq 50 \text{ m} \quad DLA = 0,4 \quad (2.3)$$

$$\text{Untuk } 50 < L < 90 \text{ m} \quad DLA = 0,4 - 0,0025 \cdot (L - 50) \quad (2.4)$$

$$\text{Untuk } L \geq 90 \text{ m} \quad DLA = 0,3 \quad (2.5)$$

Beban garis (BGT) dengan intensitas p kN/m harus tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49 kN/m.

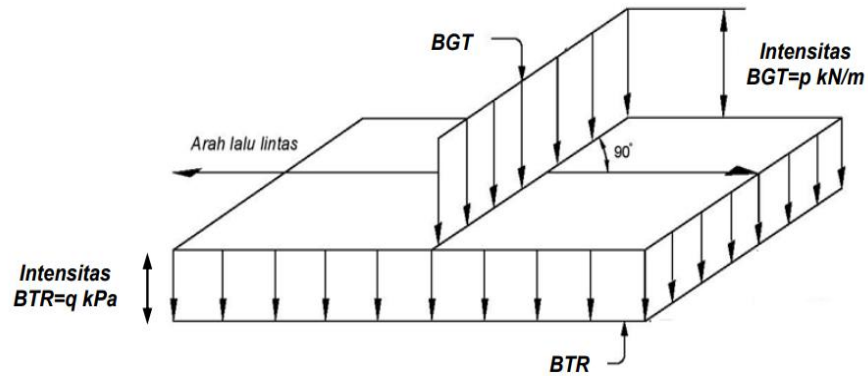
Lajur lalu lintas rencana harus disusun sejajar dengan sumbu memanjang jembatan. Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lembar jembatan dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Jumlah lajur lalu lintas rencana

Tipe Jembatan	Lebar Bersih Jembatan (mm)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n)
Satu Lajur	$3000 \leq w < 5250$	1
Dua Arah, tanpa Medan	$5250 \leq w < 7500$	2
	$7500 \leq w < 10000$	3
	$10000 \leq w < 12500$	4
	$12500 \leq w < 15250$	5
	$w \geq 15250$	6
Dua Arah, dengan Medan	$5500 \leq w \leq 8000$	2
	$8250 \leq w \leq 10750$	3
	$11000 \leq w \leq 13500$	4
	$13750 \leq w \leq 16250$	5
	$w \geq 16500$	6

(sumber : SNI 1725-2016)

Untuk mendapat momen lentur negatif maksimum pada jembatan menerus, BGT kedua yang identik harus ditempatkan pada posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lain. Berikut ilustrasi pembebanan jalur “D” dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1. Detail beban lajur “D”

(sumber : SNI 1725-2016)

2. Beban truk “T”

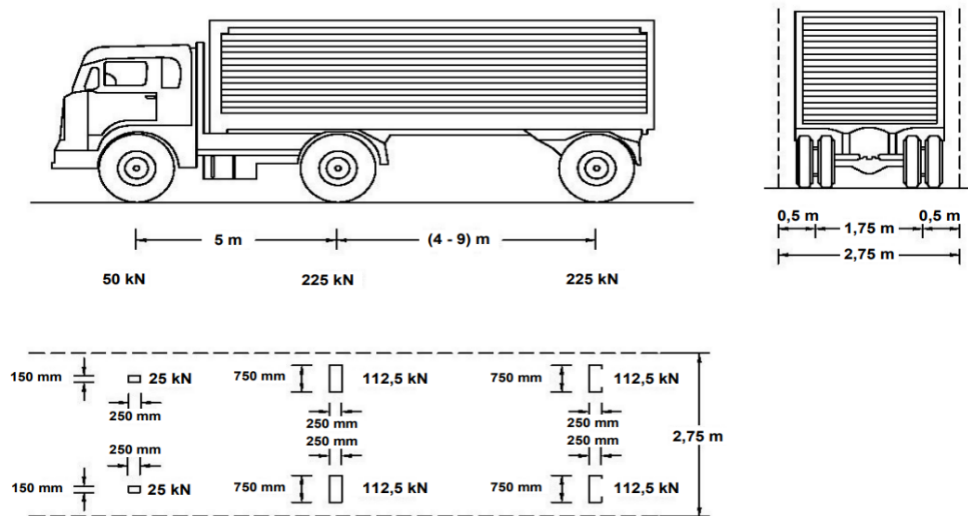
Beban truck “T” adalah Beban seluruh lebar bagian jembatan yang digunakan untuk menerima beban dari lalu lintas kendaraan. Faktor beban untuk beban “T” dapat dilihat pada tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban lajur “T”

Tipe beban	Jembatan	Faktor Beban (γ_{TD})	
		Keadaan Batas Layan (γ_{TT}^S)	Keadaan Batas Ultimate (γ_{TT}^U)
Transien	Beton	1,0	1,8
	Boks Girder Baja	1,0	2,0

(sumber : SNI 1725-2016)

Pembebanan truck “T” terdiri dari kendaraan truck semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat as seperti pada Gambar 2.2 dibawah.



Gambar 2.2. Pembebanan truck “T” (500 kN)

(sumber : SNI 1725-2016)

Berat masing-masing as disebarakan menjadi 2 beban merata sama besarnya merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak 2 as tersebut bisa diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan. Faktor beban dinamis (FBD) merupakan hasil interaksi antara kendaraan yang bergerak dengan jembatan, yang artinya beban truck “T” perlu dikalikan dengan faktor beban dinamis (FBD) dan faktor distribusi. Untuk pembebanan truck “T” FBD diambil sebesar 30%. Harga FBD yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada diatas permukaan tanah.

2.3.3 Gaya rem

Menurut SNI 1725:2016 pasal 8.7 gaya rem harus diambil yang terbesar dari :

1. 25% dari berat garden truk desain.
2. 5% dari berat truk rencana ditambahkan dengan BTR.

Gaya rem harus diletakkan disemua lajur dengan arah lalu lintas yang sama, diperkirakan bekerja secara horizontal dengan jarak 1,8 m diatas permukaan jaalan pada setiap arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan.

2.3.4 Beban angin

Tekanan angin diperkirakan disebabkan oleh kecepatan angin rencana (V_B) dari 90 sampai 126 km/jam. Harus diasumsikan bahwa beban angin terdistribusi secara merata di atas permukaan penerima angin. Area yang dipertimbangkan adalah semua komponen, termasuk sistem lantai yang tegak lurus dengan arah angin. Orientasi ini harus diubah untuk mendapatkan efek dari komponen-komponennya. Area yang tidak berkontribusi bisa diabaikan dalam perencanaan. Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan ketinggian 10.000 mm lebih tinggi dari permukaan tanah atau air, kecepatan angin rencana V_{DZ} harus dihitung dengan persamaan 2.6 sebagai berikut.

$$V_{DZ} = 2,5V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \quad (2.6)$$

Dengan :

V_B = Kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm

V_{DZ} = Kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)

V_{max} = Gaya geser maksimum

V_0 = Kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorology (km/jam)

V_{10} = Kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau diatas permukaan air rencana (km/jam)

Z = Elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm)

Z_0 = Panjang gesekan di hulu jembatan yang merupakan karakteristik meteorology

Untuk nilai V_0 dan Z_0 dapat dilihat pada tabel 2.7 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu berikut.

Tabel 2.7 Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai varian kondisi permukaan hulu

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
V_0 (km/jam)	13.2	17.6	19.3
Z_0 (km/jam)	70	1000	2500

(sumber : SNI 1725-2016)

1. Beban angin struktur (E_{ws})

Jika wajar dalam kondisi lokal, perencana dapat menggunakan kecepatan angin desain dasar yang berbeda untuk kombinasi beban yang tidak melibatkan kondisi beban angin yang bekerja pada kendaraan dalam Persamaan 2.7 berikut ini :

$$P_D = P_B \left(\frac{v_{DZ}}{v_{DZ}} \right)^2 \quad (2.7)$$

Dengan :

P_B = Tekanan angin dasar seperti yang ditentukan pada Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Tekanan angin dasar

Komponen bangunan atas	Angin tekan (MPa)	Angin hisap (MPa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0.0024	0.0012
Balok	0.0024	N/A
Permukaan datar	0.0024	N/A

(sumber : SNI 1725-2016)

2. Beban angin pada kendaraan (E_{wl})

Tekanan angin rencana harus diberikan pada struktur jembatan dan juga pada kendaraan yang melewati jembatan. Jembatan harus dirancang untuk menahan tekanan angin pada kendaraan, di mana tekanan harus diasumsikan sebagai tekanan kontinu 1,46 N/mm, berjalan vertikal dan 1,8 m di atas permukaan jalan. Sebagai tambahan dari ketentuan pasal ini, jika angin yang bekerja tidak tegak lurus terhadap struktur, komponen berbagai sudut serang yang bekerja tegak lurus atau sejajar dengan kendaraan dapat diambil seperti yang ditentukan dalam Tabel 2.9 dibawah.

Tabel 2.9 Tekanan angin yang bekerja pada kendaraan

Sudut Derajat	Komponen tegak lurus N/mm	Komponen sejajar N/mm
0	1,46	0,00
15	1,28	0,18
30	1,20	0,35
45	0,96	0,47
60	0,50	0,55

(Sumber : SNI 1725:2016)

2.3.5 Beban gempa

Perencanaan jembatan terhadap beban gempa merupakan bagian yang penting dalam rangka perencanaan konstruksi jembatan. Dalam perencanaan beban gempa digunakan acuan SNI 2833-2016.

1. Pengaruh gempa

Jembatan harus dirancang Memiliki kemungkinan runtuh yang rendah, tetapi dengan potensi kerusakan besar dan gangguan layanan akibat gempa bumi, peluang lebih dari 7% dalam 75 tahun. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastis (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R_d) seperti pada persamaan 2.8 sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t \quad (2.8)$$

Dengan :

E_Q = Gaya gempa horixontal statis (kN)

C_{sm} = Koefisien respon gempa elastis

R_d = Faktor modifikas respons

W_t = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN)

2. Prosedur spesifikasi situs

Profil responsif dirancang dan dapat dilakukan di mana saja dengan persetujuan pemilik pekerjaan. Tujuan dari analisis probabilistik gerakan

tanah spesifik lokasi adalah untuk menghasilkan spektrum percepatan respons, dengan mempertimbangkan kemungkinan bahwa nilai spektrum selama rentang periode tertentu melebihi 7% dalam 75 tahun.

3. Koefisien respon gempa statik

- Untuk periode lebih kecil dari T_0 koefisien respons gempa static (C_{sm}) didapatkan dari persamaan 2.9 berikut.

$$C_{sm} = (S_{SD} - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s \quad (2.9)$$

- Untuk periode lebih besar atau sama dengan T_0 dan lebih kecil atau sama dengan T_s , respons spektral, C_{sm} adalah sama dengan S_{os} .
- Untuk periode lebih besar dari T_s , koefisien respon gempa elastic (C_{sm}) didapatkan dari persamaan 2.10 berikut.

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2.10)$$

Dengan :

S_{DS} = Nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek ($t = 0,2$ detik)

$$T_0 = 0,2 T_s$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

4. Kategori kinerja seismik

Setiap jembatan harus ditetapkan ke salah satu dari empat zona seismik berdasarkan pemenuhan spektrum percepatan periodic (S_{D1}) 1 detik. Tabel 2.10 Kategori ini menjelaskan perubahan resiko seismik dan digunakan untuk menentukan metode analisis, panjang bresing minimum, detail desain kolom, dan prosedur desain pondasi dan jembatan.

Tabel 2.10 Zona gempa

Koefisien percepatan (S_{D1})	Zona gempa
$S_{D1} \leq 0,15$	1
$0,15 < S_{D1} \leq 0,30$	2
$0,30 < S_{D1} \leq 0,50$	3
$S_{D1} > 0,50$	4

(Sumber :SNI 2833:2016)

5. Faktor modifikasi respon

Hubungan antara gaya gempa rencana pada struktur bawah dan elemen struktur ditentukan dengan membagi gaya gempa elastis dengan faktor koreksi respon (R). sebagai alternatif untuk menggunakan faktor R pada tabel 2.11 untuk hubungan struktural yang terhubung secara integral antara struktur atau elemen struktural (misalnya hubungan kolom ke kaki), kolom komposit karena plastisitas kolom atau asosiasi dapat direncanakan.

Tabel 2.11 Faktor modifikasi respon

Hubungan elemen struktur	Semua kategori kepentingan
Bangunan atas dengan kepala jembatan	0,8
Sambungan uai (dilatasi) pada bangunan atas	0,8
Kolom, pilar, atau tiang dengan bangunan atas	1,0
Kolom atau pilar dengan fondasi	1,0

(Sumber : SNI 2833:2016)

2.4 Kombinasi Pembebanan

Konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau dari kombinasi pembebanan dan gaya yang mungkin bekerja. Sesuai dengan sifat-sifat serta kemungkinan-kemungkinan pada setiap beban, tegangan yang digunakan dalam kekuatan pemeriksaan konstruksi yang bersangkutan dinaikkan terhadap tegangan yang diizinkan sesuai dengan elastis. Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam proses terhadap tegangan yang diizinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya. Gaya total terfaktor yang digunakan dalam perencanaan harus dihitung dengan cara mengkalikan faktor beban dengan gaya atau beban yang bekerja pada jembatan itu sendiri. Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJR 1987) tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diizinkan sesuai kombinasi dan gaya dapat dilihat pada Tabel 2,12 berikut :

Tabel 2.12 Kombinasi pembebanan dan gaya

Kombinasi Pembebanan dan Gaya		Tegangan yang digunakan dalam proses terhadap tegangan ijin keadaan elastis
I.	MS + MA + TD	100%
II.	MS + MA + TD + EW	125%
III.	MS + MA + TD + TB + EW	140%
IV.	MS + MA + TD + TB + EW + EQ	150%

(Sumber : PPPJIR 1987)

2.5 Konsep Dasar Jembatan Komposit

Struktur jembatan komposit merupakan gabungan antara dua bahan, yaitu struktur beton (beton bertulang) dan struktur baja. Kedua bahan ini digabungkan menjadi satu kesatuan yang utuh.

Untuk rumus perhitungan konsep dasar jembatan komposit dapat dilihat pada persamaan 2.13 sampai dengan persamaan 2.31 berikut :

Tegangan pada sisi atas beton

$$F_{tc} = \frac{M \times 10^6}{(n \times W_{tc})} \quad (2.13)$$

Tegangan pada atas baja

$$F_{ts} = \frac{M \times 10^6}{W_{ts}} \quad (2.14)$$

Tegangan pada bawah baja

$$F_{bs} = \frac{M \times 10^6}{W_{bs}} \quad (2.15)$$

Lendutan maksimum akibat

- Beban merata Q

$$\delta_{max} = \frac{\frac{5}{384} \times Q \times L^4}{E_s \times I_{com}} \quad (2.16)$$

- Beban terpusat P

$$\delta_{max} = \frac{\frac{1}{348} x P x L^3}{Es x Icom} \quad (2.17)$$

- Beban momen M

$$\delta_{max} = \frac{\frac{1}{72 \sqrt{3}} x M x 2}{Es x Icom} \quad (2.18)$$

Rasio perbandingan modulus elastisitas

$$n = \frac{Es}{Ec} \quad (2.19)$$

Luas penampang beton transformasi

$$A_{ct} = Be x \frac{h}{n} \quad (2.20)$$

Luas penampang komposit

$$A_{com} = A + A_{ct} \quad (2.21)$$

Momen statis penampang terhadap sisi bawah balok

$$A_{com} x y_{bs} = A x \frac{d}{2} + A_{ct} x \left(d + \frac{h}{2} \right) \quad (2.22)$$

Jarak garis netral terhadap sisi bawah profil baja

$$y_{bs} = \frac{A x \frac{d}{2} + A_{ct} x \left(d + \frac{h}{2} \right)}{A_{com}} \quad (2.23)$$

Jarak sisi atas profil baja terhadap garis netral

$$y_{ts} = d - y_{bs} \quad (2.24)$$

Jarak sisi atas slab beton terhadap garis netral

$$y_{tc} = h + y_{ts} \quad (2.25)$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{com} = \frac{1}{12} x Be x \frac{h^3}{n} + A_{ct} x \left(Y_{ct} x \frac{h}{2} \right)^2 + I_x + A x \left(Y_{ct} x \frac{h}{2} \right)^2 \quad (2.26)$$

Tahan momen penampang komposit

Sisi atas beton

$$W_{tc} = \frac{I_{com}}{Y_{tc}} \quad (2.27)$$

Sisi atas baja

$$W_{ts} = \frac{I_{com}}{Y_{ts}} \quad (2.28)$$

Sisi bawah baja

$$W_{bs} = \frac{I_{com}}{Y_{bs}} \quad (2.29)$$

Tegangan ijin

- Tegangan ijin lentur beton

$$F_c = 0,4 \times f'_c \quad (2.30)$$

- Tegangan ijin lentur baja

$$F_s = 0,8 \times f_s \quad (2.31)$$

Dengan :

A = Lias penampang baja

Be = Lebar efektif

d = Tinggi penampang baja

Es = Modulus elastisitas baja

f_s = Tegangan baja

f'_c = Kuat tekan beton

h = Tebal plat lantai

M = Momen lentur yang harus dipikul

2.6 Sifat Mekanis Baja

Menurut (Setiawan, 2008) struktur baja harus dapat memikul beban rancangan secara aman tanpa kelebihan tegangan pada material dan memiliki deformasi yang masih dalam daerah yang diizinkan. Kemampuan struktur baja untuk memikul beban tanpa adanya kelebihan tegangan diperoleh dengan menggunakan faktor keamanan dalam desain elemen struktur. Dengan menentukan jenis dan bentuk elemen struktur baja yang digunakan. Untuk melakukan analisis dan maupun desain elemen struktur perlu ditetapkan kriteria yang dapat digunakan sebagai patokan maupun untuk menentukan apakah suatu struktur rangka baja dapat diterima untuk penggunaan yang sesuai dengan yang diinginkan untuk maksud disain tertentu.

Struktur jembatan rangka baja terdiri dari beberapa jenis maupun bentuk baja yang saling terhubung menjadi suatu rangkaian rangka baja. Sifat mekanis baja

struktural yang digunakan harus memenuhi persyaratan minimum yang tercantum pada RSNI-T-03-2005, sifat mekanis baja struktural dapat dilihat pada tabel 2.13 berikut.

Tabel 2.13 Sifat mekanis baja struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u [MPa]	Tegangan leleh minimum, f_y [MPa]	Peregangan Minimum
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

(sumber : RSNI T-03-2005)

Sifat-sifat mekanis baja struktural lainnya untuk maksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

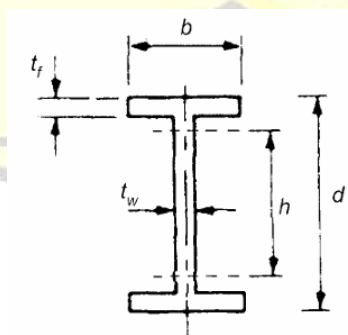
Modulus elastisitas : $E = 200.000$ MPa

Modulus geser : $G = 80.000$ MPa

Angka poisson : $\mu = 0.3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^6$ per $^{\circ}\text{C}$

Untuk baja tipe IWF dapat dilihat seperti pada gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Section baja IWF

(Sumber: Setiawan 2008)

Kontrol penampang baja syarat yang di gunakan dapat dilihat pada peramaan 2.32 dan 2.33 berikut :

$$\frac{L}{d} > \frac{1,25 \times b}{t} \quad (2.32)$$

Dengan :

b = Tinggi baja

d = Lebar baja

L = Panjang jembatan

t = Lebar sayap

Untuk tegangan kip nya dihitung dengan rumus :

$$F_{kip} = f_s - \frac{(c_1 - 250)}{(c_2 - 250)} \times 0,3 \times f_s \quad (2.33)$$

Dengan ::

$$c_1 = L^1 \frac{d}{b \cdot t \cdot f}$$

$$c_2 = 0,63 \cdot \frac{E_s}{f_s}$$

E_s = Mod ulus Elastisitas Baja

F_s = Tegang Dasar

Untuk menghitung lendutan yang terjadi tergantung bagaimana gaya yang terjadi dapat dilihat pada persamaan 2.34 dan persamaan 2.35 berikut.

- untuk beban merata menggunakan

$$\delta = \frac{5}{384} \times Q t \times L^4 \quad (2.34)$$

- Untuk beban terpusat

$$\delta = \frac{1}{48} \times p \times L^3 \quad (2.35)$$

Dengan :

E = Modulus Elastisitas Baja

I_x = Inersia Penampang Baja

L = Panjang Bentang

P = Beban terpusat yang terjadi pada baja

$Q t$ = Beban Merata yang terjadi pada baja

δ = Lendutan yang terjadi

2.7 Perencanaan Batang Tarik

Batang tarik adalah batang yang ditempatkan pada posisi memanjang atau melintang dan menerima beban tarik. Desain batang tarik didasarkan atas ijin tegangan tarik (*allowable tensile stress*) dimana tegangan yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan ijin. Dengan membagi *ultimate load* dengan faktor keamanan, diperoleh *working load* (beban bekerja). Menurut (Oenteng, 1999) dapat dihitung dengan persamaan 2.36 berikut.

$$TW = \frac{Tu}{Fs} = \frac{\sigma_1 \times Anett}{Fs} = \sigma_1 \times Anett \left[\frac{\sigma_1}{Fs} = \sigma \right] \quad (2.36)$$

Dengan :

Anett = luas penampang netto

Fs = factor of safety

Tu = Ultimate capacity

TW = working load

σ = tegangan ijin

σ_1 = tegangan leleh

2.8 Penghubung Geser (*Shear Connector*)

Menurut (Tumimomor, 2016) pelat lantai yang dihubungkan dengan balok baja menggunakan penghubung geser (*shear connector*) menghasilkan struktur komposit. Pada struktur komposit terdapat gaya geser horizontal yang timbul selama pembebanan. Gaya geser yang terjadi pada antara plat beton dan balok baja akan dipikul oleh sejumlah penghubung geser (*shear connector*) sehingga tidak terjadi slip pada masa layan.

Analisa yang digunakan didasarkan pada tata cara perencanaan struktur baja dengan metode LRFD, perhitungan girder komposit (ilham 2008). Untuk analisa perhitungan penghubung geser (*shear connector*) dapat dilihat persamaan 2.37 sampai dengan persamaan 2.43 berikiut :

Momen statis penampang tekan beton yang ditransformasikan

$$S_c = A_{ct} x \left(y_{tc} \frac{h}{2} \right) \quad (2.37)$$

Gaya geser maksimum

$$q_{max} = V_{max} \times \frac{S_c}{I_{com}} \quad (2.38)$$

Untuk *shear connector* digunakan besi beton bentuk U

Luas penampang geser

$$A_{sv} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 2 \quad (2.39)$$

Tegangan ijin geser

$$f_{sv} = 0,6 \times f_s \quad (2.40)$$

Kekuatan satu buah *shear connector*

$$Q_{sv} = A_{sv} \times f_{sv} \quad (2.41)$$

Jumlah *shear connector* dari tumpuan sampai 1/4 L

$$n = \frac{1}{4} q_{max} \times \frac{L}{Q_{sv}} \quad (2.42)$$

Jarak antara *shear connector*

$$S = \frac{L}{4 \times n} \quad (2.43)$$

Dengan :

A_{ct} = Luas permukaan beton

D = Diameter

f_s = Tegangan baja

I_{com} = Momen inersia komposit

L = Panjang

V_{max} = Gaya geser maksimum

2.9 Sambungan

Menurut SNI 1729:2015 elemen sambungan harus dirancang sesuai dengan gaya dan deformasi yang digunakan dalam desain konsisten dengan kinerja sambungan yang direncanakan tersebut juga asumsi yang digunakan pada analisa struktur.

Jenis sambungan ini harus bisa menyalurkan gaya yang bekerja pada satu komponen ke komponen lainnya.

1. Sambungan las

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahan logam dengan cara memanaskan bahan tersebut pada suhu yang sesuai dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa bahan pengisi sehingga bahan tersebut meleleh.

2. Sambungan baut

Selain pengelasan, alat penyambung yang sangat populer adalah baut, terutama baut yang berkualitas tinggi. Baut berkekuatan tinggi telah mengubah penggunaan paku keling sebagai pengencang karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan paku keling, seperti tegangan kerja yang lebih rendah, kemampuan menahan gaya yang lebih besar, dan biaya konstruksi yang lebih rendah secara keseluruhan.

Sambungan baut mutu tinggi bisa direncanakan sebagai sambungan jenis friksi (tanpa slip) dan atau sebagai sambungan tipe tempu. Syarat baut memiliki tahanan nominal menurut persyaratan LRFD harus memenuhi persamaan 2.44 berikut.

$$R_u \leq \phi \cdot R_n \quad (2.44)$$

Dengan :

R_n = Tahanan nominal baut

R_u = Tahan ultimit baut

ϕ = Faktor reduksi yang diambil sebesar 0,75.

Nilai R_n berbeda pada setiap tipe sambungan.

Adapun tipe-tipe baut yang digunakan untuk sambungan bisa dilihat pada tabel 2.14 sebagai berikut.

Tabel 2.14 Tipe-tipe baut

Tipe Baut	Diameter (mm)	Proof Stress (MPa)	Kuat Tarik Min (MPa)
A307	6.35-104	-	60
A325	12.7-25.4	585	825
28.6-38.1	510	725	-
A490	12.7-38.1	825	1035

(Sumber: Setiawan, 2002)

BAB III

METODELOGI PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Pada studi perencanaan jembatan ini berlokasi di jalan bypass Samota, Labuan Sumbawa, Labuhan Badas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Lokasi studi kasus dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi jembatan
(Sumber: Google maps, 2023)

3.2 Data Konstruksi Jembatan

Data Umum Jembatan adalah sebagai berikut.

1. Bagian Atas

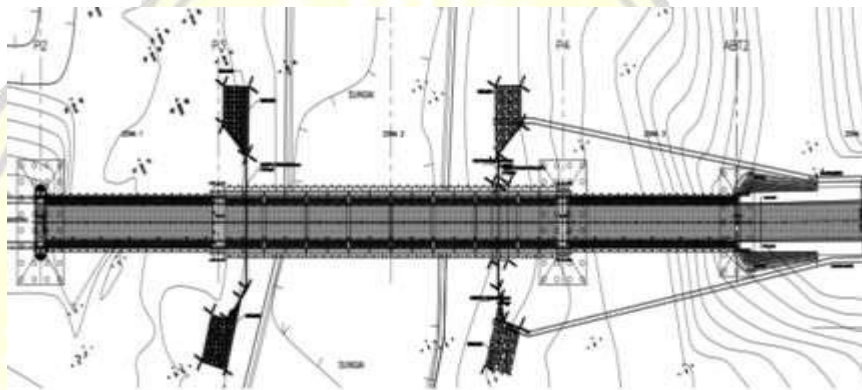
- Nama Jembatan : Jembatan Samota
- Panjang Bentang : 80 m
- Lebar Jembatan : 7 m (termasuk trotoar; 0,5+ 6 + 0,5 m)
- Tinggi Jembatan : 16 m
- Material Struktur : Beton
- Tipe Struktur : Jembatan Busur
- Tipe Lintasan : Sungai
- Kelas Jembatan : Kelas B

- Jumlah Jalur / Lajur : 2 Jalur / 2 Lajur
- Lebar Trotoar : 1,0 m
- Tebal Plat Lantai : 25 cm

2. Bagian Bawah

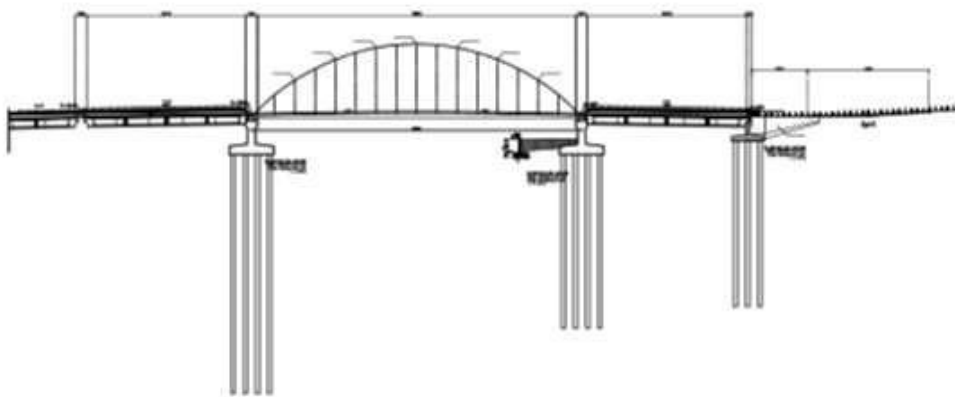
- Pondasi : Pondasi Dalam
- Material : *Bor Pile*

Adapun gambar Existing dapat dilihat pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.2 Denah existing jembatan

(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Provinsi NTB, 2017)



Gambar 3.3 Potongan existing jembatan

(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Dan perumahan Rakyat Provinsi NTB, 2017)

Dalam tugas akhir ini jembatan Samota akan direncanakan ulang dengan data-data sebagai berikut ini:

1. Data bangunan

- Nama jembatan : Jembatan Samota
- Jenis jembatan : Komosit Baja-Beton
- Panjang total jembatan : 80 meter
- Panjang bentang 1/3 jembatan : 26,27 m
- Lebar jembatan : 7 meter (termasuk bahu jalan)
- Kelas jembatan : B (beban 100%)
- Tinggi jembatan : 16 meter
- Material struktur : Baja, Beton
- Tebal slab lantai : 0,22 m
- Tebal aspal : 0,05 m
- Tinggi genangan air : 0,05 m
- Jarak gelagar memanjang : 1,5 m
- Jarak diafragma : 5 m

2. Data material

Mutu kuat tekan beton ($f'c$)

- Tiang sandaran : 35 MPa
- Kerb : 25 MPa
- Plat lantai : 35 MPa

Mutu baja tulangan (f_y)

- Tulangan polos : 240 MPa
- Tulangan ulir : 400 MPa

Baja profil

- Pipa sandaran : BJ 37
- Balok diafragma : BJ 37
- Balok girder : BJ 37

Modulus elastisitas baja (E_s) : 210000 kg/cm²

Sambungan antara balok diafragma dengan balok girder

3.3 Studi Literatur

Studi literatur adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam merencanakan suatu jembatan sehingga mendapatkan hasil penelitian dengan dasar yang tepat dan dapat dipertanggung jawabkan dengan memperolehnya dari buku-buku dan peraturan yang berkaitan.

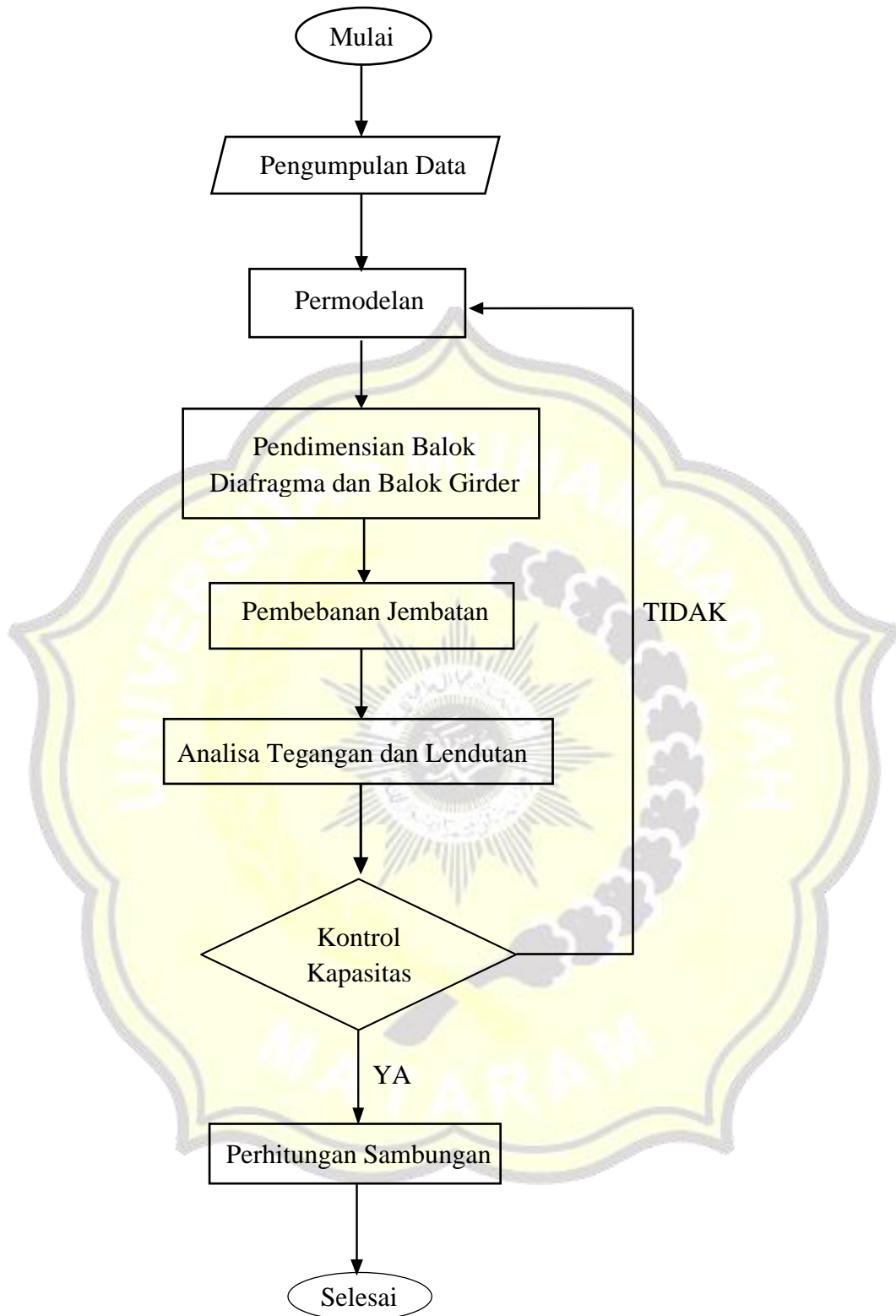
3.4 Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan ulang struktur atas jembatan Samota sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data terkait perencanaan berupa data umum jembatan.
2. Menentukan jenis, mutu, material, dan dimensi struktur atas jembatan. Dalam menentukan jenis, mutu, material, dan dimensi struktur atas jembatan mengacu pada standar peraturan-peraturan yang digunakan.
3. Menentukan desain layout jembatan.
4. Perencanaan struktur atas jembatan yang meliputi perhitungan pembebanan yang bekerja pada jembatan berdasarkan SNI 1725-2016.
5. Membuat gambar struktur menggunakan *Microsoft Excel* dan menggambar detail struktur menggunakan program *AutoCad 2016*.

3.1 Flow Chat Perencanaan

Pelaksanaan perencanaan mulai dari penentuan dimensi struktur atas sampai tahap akhir perencanaan dapat dilihat pada gambar 3.4 *Flow chat* perencanaan dibawah ini.



Gambar 3.4 *Flow Chat* Perencanaan