

SKRIPSI

**STUDI PERANCANGAN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA BESAR
MENGUNAKAN BETON PRATEGANG TIPE *U-GIRDER***

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram**



DISUSUN OLEH :

**YAYI ANGGRAINI SAFITRI
2019D1B118**

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

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**STUDI PERANCANGAN JEMBATAN SAMOTASUMBAWA BESAR
MENGUNAKAN BETON PRATEGANG TIPE U-GIRDER**

Disusun Oleh:


YAYI ANGGRAINI SAFITRI
2019D1B118


Mataram, 14 Juni 2023

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

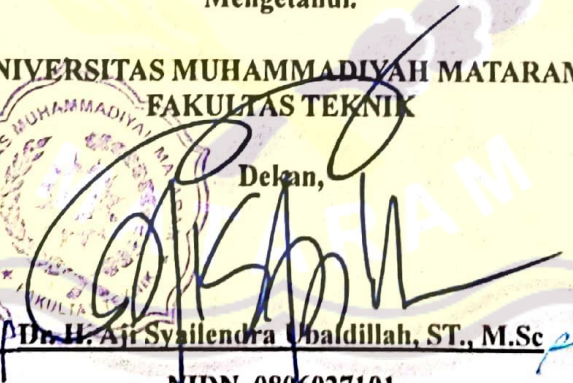

Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng)
NIDN. 0027107301


Nurul Hidayati, ST., M. Eng
NIDN. 0815049401

Mengetahui.

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Delan,


P.Dr. H. Aji Syailendra Ubaldillah, ST., M.Sc
NIDN. 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**STUDI PERANCANGAN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA BESAR
MENGUNAKAN BETON PRATEGAG TIPE U-GIRDER**

Disusun Oleh:



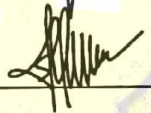
YAYI ANGGRAINI SAFITRI
2019D1B118

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Hari Kamis, 22 Juni 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

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

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

Dekan.


Dr. H. Aji-Syailendra Ubaidillah, ST., M. Sc

NIDN. 0806027101

HALAMAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir/skripsi dengan judul :

“STUDI PERENCANAAN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA BESAR MENGGUNAKAN BETON PRATEGANG TIPE U-GIRDER”

Benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam tugas akhir/skripsi ini disebut dalam daftar pustaka. Bila terbukti di kemudian hari bahwa tugas akhir/skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Demikian pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dalam keadaan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, Juni 2023

Yang Membuat Pernyataan



Yayi Anggraini Safitri

2019D1B118



**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 : Yayl. Anggraini SaFitri
 NIM : 2019D1B118
 Tempat/Tgl Lahir : Brang. Bru. 15 Mei 2001
 Program Studi : Teknik Sipil
 Fakultas : Teknik
 No. Hp : 082339503869
 Email : YayianggrainisaFitri@gmail.com

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

Studi Perancangan Jembatan Samota Sumbawa Besar Menggunakan Beton Prategang tipe 4-Girder

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 32%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milih 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.

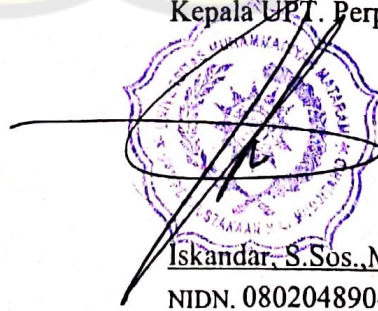
Demikain surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, Rabu, 05 Juli 2023
 Penulis



Yayl. Anggraini SaFitri
 NIM. 2019D1B118

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

*pilih 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 : Yayi Anggraini SAFITRI
NIM : 201901B118
Tempat/Tgl Lahir : Brang Bru, 15 Mei 2001
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 082339503869
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:

Studi Perancangan Jembatan Samota Sumbawa Besar Menggunakan Beton Prategang tipe U-Girder

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, Rabtu, 05 Juli 2023
Penulis



Yayi Anggraini SAFITRI
NIM. 201901B118

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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

MOTTO

Allah SWT tidak akan membebani seorang hamba melainkan sesuai dengan kemampuannya.

(Q.S Al-Baqarah:286)

Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji

Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan

(Q.S Al-Insyirah:5-6)

Jika kita tidak menemukan jalan keluar, meri kita gambar peta baru untuk untuk berjalan keluar

(Kim Namjoon)



HALAMAN PERSEMBAHAN

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat serta ridhonya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Ayah dan ibu tercinta, penulis ucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya dan terimakasih karena selalu mendukung baik moral maupun materi yang diberikan serta do'a yang tiada hentinya.
3. Pembimbing I Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Sc (Eng) penulis ucapkan terimakasih atas segala bimbingan ilmu, arahan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dan terimakasih atas kesabaran yang diberikan dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi.
4. Pembimbing II Nurul Hidayati, ST., M. Eng penulis ucapkan terimakasih atas segala bimbingan, ilmu, arahan, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Kakak penulis Sony Prabu Pratama yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun material sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
6. Terimakasih penulis ucapkan kepada geng Hore Yeyen Mega Diana, Ranni Sahlinda, Nadharatunnur, penulis ucapkan terimakasih atas bantuan dari masa awal perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
7. Novi Suryadita Rahmadani, Rina Juniarti, Mukhta Riqi Sab'it Tibaq, Nur Alivia Annisa Rizky, Zulva Abdullah, Teknik sipil 2019 dan semua pihak terkait yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi, penulis ucapkan terimakasih atas dukungannya.
8. Terimakasih kepada K-Pop grup BTS (Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, Jeon Jungkook) selaku orang istimewa yang selalu memberikan motivasi semangat selama perkuliahan.
9. Terimakasih kepada K-Pop grup Seventeen, (Going Seventeen) atas hiburan yang selalu menemani penulis selama proses penulisan skripsi.

PRAKATA

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ **STUDI PERANCANGAN JEMBATAN SAMOTA SUMBAWA BESAR MENGGUNAKAN BETON PRATEGANG TIPE U-GIRDER**” skripsi ini merupakan bagian dari salah satu kurikulum yang wajib diikuti bagi setiap mahasiswa guna memenuhi kewajiban dan penyelesaian tugas akhir untuk memperoleh derajat kesarjanaan S-1 pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Untuk itu perkenankan penulis mengahaturkan ucapan terimakasih kepada:

1. Drs. Abdul Wahab, M.A. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. H. Aji Syalendra Ubaidillah, ST., M. Sc. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Adryan Fitrayudha, ST., MT., selaku Ketua Prodi Rekayas Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng) selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Nurul Hidayati, ST., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Semua pihak terkait.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran penulis dimasa depan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat kedepannya.

Mataram, Juni 2023

Penulis

ABSTRAK

Jembatan Samota adalah jembatan yang melintasi sungai Brang Biji, Labuan Sumbawa, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Jembatan ini merupakan sarana penghubung Jalan Garuda dan Tanjung Menangis. Jembatan yang ada saat ini memiliki bentang 80 meter. Dalam perencanaan ini jembatan samota direncanakan dengan bentang 40 m, dengan tipe konstruksi *PC U Girder* dan sistem prategang yang digunakan adalah sistem *posttension*.

Perencanaan jembatan ini dimulai dengan penjelasan latar belakang, pemilihan jenis konstruksi yang digunakan, serta pengumpulan data-data seperti panjang dan lebar jembatan, lebar jalan dan trotoar, serta dimensi lainnya. Dari data-data perencanaan kemudian dilakukan perencanaan awal dimana analisa pembebanan menggunakan SNI 1725:2016. Dari data-data perencanaan kemudian dilakukan primary desain menggunakan produk WASKITA *precast*. Pada tahapan awal dilakukan analisa beban yang terjadi pada penampang seperti, analisa berat sendiri, analisa beban mati tambahan, analisa beban lalu lintas, gaya rem, beban gempa, beban angin, pengaruh temperatur, pengaruh susut rangkak, dan analisa kehilangan prategang yang terjadi pada penampang. Selanjutnya dilakukan kontrol tegangan, lendutan dan momen kemudian perhitungan penulangan dan ankur.

Hasil analisa didapatkan *PC U Girder* yang digunakan memiliki tinggi 1,85 m dengan 10 tendon 5 di kiri dan 5 di kanan yang terdiri dari 15 *strands* pada setiap tendon. Diameter *strands* 15,24 mm dan diameter *duct* 85 mm. Beban yang diterima oleh *PC U Girder* adalah 894026,6614 kg/m beban mati sendiri (*MS*); 65553,044 kg/m beban mati tambahan (*MA*); 452200 kg/m lajur "D" (*TD*); 7138,125 kg/m untuk beban akibat gaya rem (*TB*); 30034,286 kg/m untuk beban angin (*EW*); 252037,662 kg/m untuk beban gempa (*EQ*). Total kehilangan prategang gesekan ankur, gesekan pada kabel, rangkak, susut, relaksasi dan perpendekan elastis beton dalam bentuk gaya adalah 8682,290 kN dengan presentase 27,721%.

Kata Kunci: beton prategang *PC U*, jembatan samota, *posttension*

ABSTRACT

The Samota Bridge spans the Brang Biji River in the Labuan Sumbawa district of the Sumbawa Regency in West Nusa Tenggara. This bridge provides access between Jalan Garuda and Tanjung Crying. The current extent of the bridge is 80 meters. In this design, the Samota bridge is envisioned with a 40-meter span, a PC U Girder construction type, and a post-tension system for prestressing.

The planning of this bridge begins with an explanation of the history, the selection of the type of construction to be used, and the accumulation of data such as the bridge's length and width, the width of the roads and sidewalks, and other dimensions. Initial planning is performed using planning data, with the loading analysis utilizing SNI 1725:2016. The primary design was created using the planning information and WASKITA precast products. An early analysis of the loads on the cross-section includes self-weight analysis, additional dead load analysis, traffic load analysis, brake force, earthquake load, wind load, temperature effect, creep shrinkage effect, and prestress loss analysis. Reinforcement and anchor calculations are performed following stress, deflection, and moment control.

The analysis showed that the PC U Girder used had a height of 1.85 m with 10 tendons, 5 on the left and 5 on the right, consisting of 15 strands for each tendon. The diameter of the strands is 15.24 mm, and the diameter of the duct is 85 mm. The load received by PC U Girder is 894026.6614 kg/m self-dead load (MS); 65553.044 kg/m additional dead load (MA); 452200 kg/m lane "D" (TD); 7138.125 kg/m for load due to brake force (TB); 30034.286 kg/m for wind loads (EW); 252037.662 kg/m for earthquake loads (EQ). The total loss of anchor friction prestress, cable friction, creep, shrinkage, relaxation and elastic shortening of the concrete in the form of force is 8682.290 kN with a percentage of 27.721%.

Keywords: *PC U prestressed concrete, Samota Bridge, Post-tension*

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM



DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN SAMPUL..... | i |
| HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI | iii |
| HALAMAN KEASLIAN PENELITIAN..... | iv |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | v |
| SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | vi |
| MOTO | vii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN..... | viii |
| PRAKATA..... | ix |
| ABSTRAK | x |
| <i>ABSTRACT</i> | xi |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xvi |
| DAFTAR TABEL | xix |
| DAFTAR NOTASI | xxi |
| DAFTAR SINGKATAN..... | xxiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 4 |

| | |
|--|----|
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 4 |
| 2.2 Landasan Teori..... | 5 |
| 2.2.1 Jembatan beton prategang (<i>prestressed concrete bridge</i>)..... | 6 |
| 2.2.2 Sistem jembatan prategang..... | 6 |
| 2.2.3 Bagian-bagian konstruksi jembatan..... | 7 |
| 2.2.4 Jenis-jenis gelagar jembatan beton prategang | 8 |
| 2.2.5 Gelagar penampang <i>U-Girder</i> | 10 |
| 2.2.6 Pelat lantai jembatan..... | 11 |
| 2.2.7 <i>Deck slab precast</i> | 11 |
| 2.2.8 Diafragma | 11 |
| 2.2.9 Analisa penampang U..... | 11 |
| 2.2.10 Analisa pembebanan jembatan | 13 |
| 2.2.10.1 Beban mati..... | 13 |
| 2.2.10.2 Beban hidup..... | 15 |
| 2.2.10.3 Gaya rem (TB)..... | 18 |
| 2.2.10.4 Beban pejalan kaki (TP) | 18 |
| 2.2.10.5 Beban angin (EW)..... | 19 |
| 2.2.10.6 Pengaruh temperature (EUn)..... | 21 |
| 2.2.10.7 Pengaruh susut dan rangkak (SH) | 21 |
| 2.2.10.8 Pengaruh prategang (PR)..... | 22 |
| 2.2.10.9 Pengaruh gempa (EQ) | 22 |
| 2.2.11 Faktor dan kombinasi beban..... | 23 |
| 2.2.12 Beto prategang..... | 24 |
| 2.2.13 Baja prategang..... | 25 |
| 2.2.14 Prinsip dasar prategang..... | 26 |
| 2.2.15 Analisa prategang | 26 |
| 2.2.15.1 Tegangan izin..... | 28 |
| 2.2.15.2 Pengaruh prategang | 29 |
| 2.2.15.3 Kehilangn prategang..... | 30 |

| | | |
|--|---|-----|
| 2.2.16 | Balok ujung (<i>end block</i>) | 32 |
| 2.2.17 | Pekerjaan prestressing | 34 |
| 2.2.18 | Bantalan elastomer..... | 35 |
| BAB III METODEODOLOGI PENELITIAN | | 37 |
| 3.1 | Lokasi perencanaan | 37 |
| 3.2 | Data konstruksi jembatan | 37 |
| 3.3 | Analisa data | 39 |
| 3.4 | Studi literatur | 40 |
| 3.5 | Tahapan perencanaan..... | 40 |
| 3.6 | Bagan alir perencanaan..... | 40 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 42 |
| 4.1 | Perhitungan Struktur Atas Jembatan..... | 42 |
| 4.1.1 | Perhitungan tiang sandaran..... | 42 |
| 4.1.2 | Perencanaan kerb | 51 |
| 4.1.3 | Perencanaan trotoar | 54 |
| 4.1.4 | Pelat lantai jembatan | 61 |
| 4.1.5 | <i>Deck slab precast</i> | 76 |
| 4.1.6 | Diafragma | 81 |
| 4.1.7 | Balok prategang bentang 40 m | 86 |
| 4.1.7.1 | Pendimensian dan analisa penampang u girder bentang 40 | 86 |
| 4.1.7.2 | Analisa pembahasan gelagar bentang 40 m | 91 |
| 4.1.7.3 | Kombinasi beban bentang 40 m | 112 |
| 4.1.7.4 | Gaya <i>prestress</i> , eksentris dan jumlah tendon bentang 40 m..... | 114 |
| 4.1.7.5 | Kehilangan gaya <i>prestress</i> bentang 40 m..... | 126 |

| | | |
|--|---|------------|
| 4.1.7.6 | Tegangan yang terjadi pada U girder bentang 40... | 133 |
| 4.1.7.7 | Lendutan pada U girder bentang 40 m..... | 166 |
| 4.1.7.8 | Tinjauan momen ultimate U girder bentang 40 m | 175 |
| 4.1.7.9 | Penulangan <i>end block</i> bentang 40 m..... | 183 |
| 4.1.7.10 | Penulangan U girder bentang 40 m..... | 189 |
| 4.1.7.11 | Perhitungan penghubung geser (<i>shear connector</i>) bentang 40m..... | 198 |
| 4.1.8 | Perencanaan bantalan elastomer..... | 201 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | | 206 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 206 |
| 5.2 | Saran..... | 207 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 208 |
| LAMPIRAN..... | | 209 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | PC I- <i>Girder</i> | 9 |
| Gambar 2.2 | PC U- <i>Girder</i> | 9 |
| Gambar 2.3 | <i>Box Girder</i> | 10 |
| Gambar 2.4 | Penampang gelagar prategang..... | 12 |
| Gambar 2.5 | Beban lajur “ <i>D</i> ” | 17 |
| Gambar 2.6 | Pembebanan truk “ <i>T</i> ” | 18 |
| Gambar 2.7 | Jenis-jenis baja yang dipakai untuk beton prategang..... | 25 |
| Gambar 2.8 | Distribusi tegangan tendon konsentris | 27 |
| Gambar 2.9 | Distribusi balok prategang dengan tendon eksentris beban mati dan beban hidup..... | 28 |
| Gambar 2.10 | Reduksi gaya prategang di dekat tumpuan..... | 33 |
| Gambar 2.11 | Zona angkur tendon | 34 |
| Gambar 2.12 | <i>Duct</i> pembedugkus tendon..... | 35 |
| Gambar 2.13 | Bentuk angkur hidup dan angkur mati | 35 |
| Gambar 2.14 | Bantalan Elastomer | 36 |
| Gambar 3.1 | Lokasi Jembatan..... | 37 |
| Gambar 3.2 | Angkur tipe SA (Annex 1)..... | 38 |
| Gambar 3.3 | Angkur tipe FA (Annex 1)..... | 39 |
| Gambar 3.4 | Potongan Eksisting Jembatan..... | 39 |
| Gambar 3.5 | Bagan alir perencanaan | 41 |
| Gambar 4.1 | Tiang sandaran..... | 43 |
| Gambar 4.2 | Pembebanan pada pipa sandaran..... | 44 |
| Gambar 4.3 | Beban merata pada pipa sandaran | 44 |
| Gambar 4.4 | Diameter pipa sandaran..... | 45 |
| Gambar 4.5 | beban hidup <i>railing</i> | 46 |
| Gambar 4.6 | Detail tulangan tiang sandaran | 50 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Gambar 4.7 | Pembebanan pada kerb..... | 51 |
| Gambar 4.8 | Detail tulangan kerb | 54 |
| Gambar 4.9 | Pembebanan berat sendiri trotoar..... | 55 |
| Gambar 4.10 | pebbebanan berat beban hidup | 57 |
| Gambar 4.11 | Detail tulangan slab lantai trotoar | 61 |
| Gambar 4.12 | Kondisi batas pelat beton | 62 |
| Gambar 4.13 | Penyebaran beban roda..... | 64 |
| Gambar 4.14 | Beban hidup kondisi I | 64 |
| Gambar 4.15 | Beban hidup kondisi II | 65 |
| Gambar 4.16 | Beban hidup kondisi III..... | 66 |
| Gambar 4.17 | Garis netral untuk nilai a dan b arah melintang | 72 |
| Gambar 4.18 | Garis netral untuk menentukan nilai a dan b arah memanjang | 75 |
| Gambar 4.19 | Dimensi <i>deck slab precast</i> | 76 |
| Gambar 4.20 | Dimensi balok diafragma | 81 |
| Gambar 4.21 | Detail penulangan diafragma | 86 |
| Gambar 4.22 | Pendimensian U <i>girder</i> | 86 |
| Gambar 4.23 | Garis netral penampang gelagar prategang (L= 40 m)..... | 88 |
| Gambar 4.24 | Penampang gelagar komposit (L= 40 m) | 89 |
| Gambar 4.25 | Garis netral penampang gelagar komposit (L= 40 m)..... | 91 |
| Gambar 4.26 | Beban merata akibat berat sendiri gelagar | 92 |
| Gambar 4.27 | Beban terpusat akibat berat diafragma | 94 |
| Gambar 4.28 | Beban merata akibat beban mati sendiri (L=40 m)..... | 96 |
| Gambar 4.29 | Diameter pipa drainase..... | 98 |
| Gambar 4.30 | Beban merata akibat beban mati tambahan (L= 40 m) | 99 |
| Gambar 4.31 | Faktor beban dinamis untuk betang 40 m | 102 |
| Gambar. 4.32 | Letak gaya (L= 40 m)..... | 105 |
| Gambar 4.33 | Beban merata akibat beban gempa (L = 40 m) | 110 |
| Gambar 4.34 | Rencana <i>layout</i> tendon | 117 |
| Gambar 4.35 | Posisi tendon di tumpuan | 118 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4.36 Posisi tendon di tengah bentang | 119 |
| Gambar 4.37 Kepala ankur | 120 |
| Gambar 4.38 Pelat ankur..... | 120 |
| Gambar 4.39 Trumpet tipe A..... | 121 |
| Gambar 4.40 Daerah lintasan masing-masing tendon..... | 126 |
| Gambar 4.41 Tegangan di tengah bentang saat <i>transfer</i> (L= 40 m)..... | 135 |
| Gambar 4.42 Tegangan di tengah bentang setelah <i>lost of prestress</i> (L= 40 m) | 137 |
| Gambar 4.43 Tegangan di tengah bentang setelah pelat lantai dicor | 139 |
| Gambar 4.44 Tegangan di tengah bentang setelah pelat dan balok menjadi Komposit..... | 141 |
| Gambar 4.45 tegangan akibat beban mati sendiri | 144 |
| Gambar 4.46 tegangan akibat beban mati tambahan (L = 40 m) | 145 |
| Gambar 4.47 Tegangan akibat beban lajur “D” | 147 |
| Gambar 4.48 Tegangan akibat gaya rem (TB)..... | 148 |
| Gambar 4.49 Tegangan akibat beban angin | 150 |
| Gambar 4.50 Tegangan akibat beban gempa | 151 |
| Gambar 4.51 Tegangan akibat susut beton | 153 |
| Gambar 4.52 Tegangan akibat gaya internal tendon | 176 |
| Gambar 4.53 Posisi <i>end block</i> pada tumpuan | 184 |
| Gambar 4.54 Senggang <i>bursting force</i> | 184 |
| Gambar 4.55 Letak titik berat | 185 |
| Gambar 4.56. Pelat ankur..... | 187 |
| Gambar 4.57 Senggang <i>bursting force</i> yang digunakan | 189 |
| Gambar 4.58 Pembagian gelagar penampang U | 190 |
| Gambar 4.59 Gaya-gaya yang terjadi pada tendon | 191 |
| Gambar 4.60 Potongan melintang U girder | 198 |
| Gambar 4.61 Tulangan <i>shear connector</i> | 199 |
| Gambar 4.62 Desain elastomer rencana | 205 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 2.1 | Perhitungan dimensi dan inersia penampang | 13 |
| Tabel 2.2 | Berat isi untuk beban mati..... | 14 |
| Tabel 2.3 | Faktor beban untuk berat sendiri..... | 14 |
| Tabel 2.4 | Faktor beban untuk beban mati tambahan..... | 15 |
| Tabel 2.5 | Faktor beban untuk lajur “D” | 16 |
| Tabel 2.6 | Faktor untuk beban “T” | 17 |
| Tabel 2.7 | Nilai $V0$ dan $Z0$ untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu | 20 |
| Tabel 2.8 | Tekanan angin yang bekerja pada kendaraan | 20 |
| Tabel 2.9 | Temperatur jembatan rata-rata nominal | 21 |
| Tabel 2.10 | Faktor beban akibat susut dan rangkai | 22 |
| Tabel 2.11 | Faktor beban akibat pengaruh prategang..... | 22 |
| Tabel 2.12 | Kombinasi beban dan faktor beban | 24 |
| Tabel 3.12 | Koefisien gesek kelengkungan dan wobble | 32 |
| Tabel 4.1 | berat sendiri dan momen pada trotoar | 56 |
| Tabel 4.2 | Gaya dan momen akibat trotoar | 57 |
| Tabel 4.3 | Rekapitulasi momen..... | 68 |
| Tabel 4.4 | Hasil analisis penampang gelagar prategang (untuk $L= 40$ m)..... | 87 |
| Tabel 4.5 | Hasil analisa penampang gelagar komposit (untuk $L = 40$ m)..... | 91 |
| Tabel 4.6 | Perhitungan momen dan gaya akibat berat sendiri balok..... | 93 |
| Tabel 4.7 | Perhitungan momen dan gaya geser akibat berat diafragma | 95 |
| Tabel 4.8 | Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban mati sendiri (beban merata) $L= 40$ m..... | 97 |
| Tabel 4.9 | Perhitungan beban tambahan ($L= 40$ m) | 99 |
| Tabel 4.10 | Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban mati tambahan ($L = 40$ m) | 100 |
| Tabel 4.11 | Perhitungan momen dan gaya geser akibat lajur D (bentang $0 -20$ m) | 103 |

| | |
|---|-----|
| Tabel 4.12 Perhitungan momen dan gaya geser akibat gaya rem | 106 |
| Tabel 4.13 Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban angin..... | 107 |
| Tabel 4.14 Perhitungan momen dan gaya geser akibat beban gempa..... | 111 |
| Tabel 4.15 Rekapitulasi momen dan gaya geser maksimum | 112 |
| Tabel 4.16 Kombinasi momen maksimum..... | 113 |
| Tabel 4.17 Kombinasi gaya geser maksimum..... | 113 |
| Tabel 4.18 Eksentrisitas masing-masing tendon | 119 |
| Tabel 4.19 lintasan inti tendon (L= 40 m)..... | 122 |
| Tabel 4.20 sudut angkur (L = 40 m)..... | 123 |
| Tabel 4.21 Trace masing-masing..... | 124 |
| Tabel 4.22 Momen akibat temperatur | 158 |
| Tabel 4.23 Rekapitulasi tegangan yang terjadi akibat beban (L = 40 m)..... | 160 |
| Tabel 4.24 Rekapitulasi kombinasi tegangan..... | 165 |
| Tabel 4.25 Rekapitulasi lendutan yang terjadi akibat beban (L= 40 m) | 173 |
| Tabel 4.26 Rekapitulasi kombinasi lendutan (L= 40 m) | 175 |
| Tabel 4.27 Rekapitulasi momen balok..... | 180 |
| Tabel 4.28 Rekapitulasi momen balok ultimate..... | 183 |
| Tabel 4.29 Data angkur | 184 |
| Tabel 4.30 Momen statis luasan bagian atas (S _{xa}) | 185 |
| Tabel 4.31. Momen statis luasan bagian bawah (S _{xb}) | 186 |
| Tabel 4.32 Perhitungan Sengkang arah vertikal..... | 188 |
| Tabel 4.33 Perhitungan Sengkang arah horizontal..... | 188 |
| Tabel 4.34 Jumlah Sengkang yang digunakan untuk <i>bursting force</i> | 188 |
| Tabel 4.35 Momen dan gaya geser maksimum kombinasi 6 (Ekstrem I)..... | 194 |
| Tabel 4.36 Tinjauan di atas garis netral..... | 195 |
| Tabel 4.37 Tinjauan geser di bawah garis netral..... | 196 |
| Tabel 4.38 Jarak Sengkang yang digunakan | 197 |
| Tabel 4.39 Perhitungan jarak <i>shear connector</i> | 201 |
| Tabel 4.40 Resume desain bantalan elastomer..... | 205 |

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

- A = Luas penampang.
- A_C = Luas penampang.
- C = *Kohesi* tanah (kN/m^3).
- C_{sm} = Adalah koefisien *respon* gempa elastis.
- E_Q = Adalah gaya gempa horizontal statis (kN).
- e_s = Eksentrisitas.
- h = Tinggi total balok penampang
- H_t = Tinggi total balok penampang.
- L = Panjang total jembatan yang terbebani (m).
- n = Jumlah tendon atau jumlah pasangan tendon yang ditarik secara sekuesial.
- P = Beban vertikal (kN).
- P_t = Prategang awal.
- P_{eff} = Prategang aktif sesudah kehilangan.
- q = Adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanang jembtaa
 kPa .
- R_d = Adalah modifikasi respons.
- T = Beban horizontal (kN).
- VB = Kecepatan angin rencana yaitu 90 km/jam hingga 126 km/jam.
- VDZ = Kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam).

- V_0 = Kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorologi.
- V_{10} = Kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau permukaan air rencana (km/jam).
- W_a = Tahanan momen sisi atas.
- W_b = Tahanan momen sisi bawah.
- W_t = Berat total struktur dari beban mati dan beban hidup (kN).
- Y = Titik berat penampang.
- y_a = Jarak titik berat penampang terhadap serat atas.
- y_b = Jarak titik berat penampang terhadap serat bawah.
- Z = Elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm).
- Δf_{pA} = Kehilangan prategang akibat slip ankur.
- Δf_{pCR} = Kehilangan prategang akibat rangkai pada beton.
- Δf_{pES} = Kehilangan prategang akibat perpendekan elastis beton.
- Δf_{pF} = Kehilangan prategang akibat friksi/gesekan.
- Δf_{pT} = Kehilangan prategang total.
- Δf_{pPR} = Kehilangan prategang akibat relaksasi tendon.
- Δf_{pSH} = Kehilangan prategang akibat susut pad beton.

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-----|-----------------------------|
| A | = Slip ankur |
| BGT | = Beban Garis Terpusat |
| BTR | = Beban Terbagi Rata |
| CR | = Rangkak Beton |
| ES | = Perpendekan Elastis Beton |
| EW | = Beban Angin |
| F | = Friksi |
| MA | = Beban Mati Tambahan |
| MS | = Berat Sendiri |
| PR | = Pengaruh Prategang |
| R | = Relaksasi Baja |
| SH | = Susut Beton |
| TB | = Gaya Rem |
| TD | = Beban Lajur |
| TT | = Beban Truck |

DAFTAR LAMPIRAN

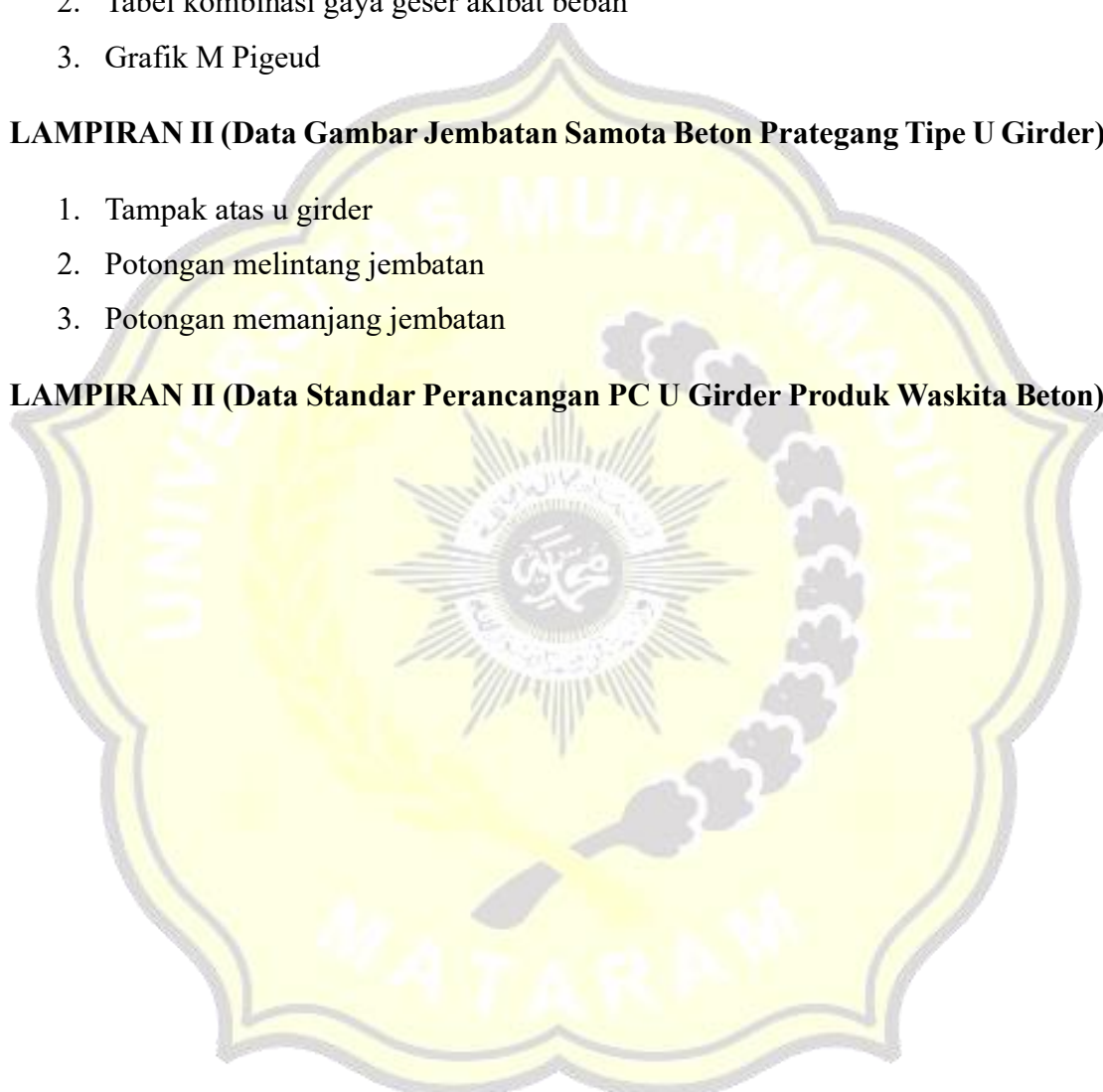
LAMPIRAN I (Perhitungan Beban Kombinasi)

1. Tabel kombinasi momen akibat beban
2. Tabel kombinasi gaya geser akibat beban
3. Grafik M Pigeud

LAMPIRAN II (Data Gambar Jembatan Samota Beton Prategang Tipe U Girder)

1. Tampak atas u girder
2. Potongan melintang jembatan
3. Potongan memanjang jembatan

LAMPIRAN II (Data Standar Perancangan PC U Girder Produk Waskita Beton)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan, dengan jumlah pulau 16.771 pulau (Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, 2019). Salah satu pulau di Indonesia adalah Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu provinsi yang berada di bagian tengah kepulauan Nusa Tenggara, terdiri dari dua pulau yaitu pulau Lombok dan Pulau Sumbawa. Luas pulau Lombok 5,435 km² (Kanwil Badan Pertahanan Provinsi Nusa Tenggara Barat, 2017) dimana luas pulau Sumbawa 15,448 km² (tiga kali lebih besar dari Pulau Lombok). Tingginya tingkat populasi masyarakat di pulau Sumbawa menyebabkan mobilitas yang cukup tinggi sehingga berdampak pada tuntutan ketersediaan sarana lalu lintas, seperti jalan dan jembatan sehingga lalu lintas dapat berjalan dengan lancar.

Jembatan merupakan suatu struktur bangunan yang memungkinkan suatu jalan melintasi sungai, saluran irigasi, lembah, atau melintasi jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi, kebutuhan transportasi, persyaratan teknis, dan aspek estetika (Supriyadi & Muntohar, 2007).

Infrastruktur jembatan terus berkembang seiring dengan struktur jembatan yang semakin berkembang dan bentang jembatan yang semakin panjang. Konstruksi jembatan yang paling banyak digunakan sekarang adalah jembatan dengan jenis konstruksi beton prategang. Beton prategang adalah gaya tekan yang memberikan prategang pada penampang disepanjang bentang suatu elemen struktural sebelum bekerjanya beban mati dan beban hidup transversal (Nawy, 2001). Penggunaan beton prategang banyak digunakan karena beton konvensional tidak efektif pada jembatan dengan bentang yang panjang, tidak cukup menahan tegangan lentur sehingga retak-retak di daerah yang mempunyai tegangan lentur, geser, atau puntir yang tinggi.

Studi kasus yang ditinjau pada tugas akhir ini adalah Jembatan Samota yang dibangun melintasi Sungai Brang Biji, Labuan Sumbawa, Kabupaten Sumbawa. Jembatan Samota dengan desain pelengkung merupakan jembatan pertama dengan tipe ini yang ada di pulau Sumbawa, dibangun pada tahun 2015 dan mulai aktif digunakan pada tahun 2018. Jembatan samota dibangun sebagai sarana penghubung utama Jalan Garuda dengan Tanjung Menangis. Dimana pada Kawasan Tanjung Menangis merupakan kawasan wisata dan kawasan sirkuit Motor Cross Grand Prix, selain sebagai kawasan wisata area Tanjung Menangis juga dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Pada tugas akhir ini penulis mendesain ulang jembatan menggunakan sistem yang berbeda, dengan menggunakan beton prategang *U Girder*, dengan panjang jembatan 80 m serta lebar jembatan 14 m. Jembatan akan dirancang ulang dengan *U Girder* untuk melihat keefektifannya dengan bentang jembatan yang panjang.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang diuraikan di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapakah dimensi optimum beton prategang tipe *U Girder* pada Jembatan Samota?
2. Berapakah besar beban yang diterima bangunan atas jembatan tipe *U Girder* pada Jembatan Samota?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perancangan ulang Jembatan Samota dengan beton prategang tipe *U-Girder* adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui dimensi optimum beton prategang tipe *U Girder* pada Jembatan Samota.
2. Mengetahui besar beban yang diterima bangunan atas jembatan tipe *U Girder* pada Jembatan Samota.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari perencanaan jembatan beton prategang *U Girder* ini adalah.

1. Perencanaan hanya membahas struktur atas Jembatan Samota.
2. Analisa menggunakan aplikasi Microsoft Exel dan program AutoCad 2015.
3. Perencanaan jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 Pembebanan untuk jembatan.
4. Data jembatan diperoleh dari Dinas PUPR NTB.
5. Tidak membahas struktur bawah dan perkerasan jalan.
6. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari perencanaan jembatan dengan gelagar *U Girder*, dapat diambil manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan gambaran tentang percangan jembatan menggunakan gelagar *U Girder*, bagi para pelaku dibidang konstruksi.
2. Diharapkan dapat memberikan manfaat pembelajaran dalam perencanaan struktur jembatan.
3. Penelitian ini diharapkan bermanfaat memberikan bantuan untuk data mengembangkan ilmu pengetahuan, serta menjadi referensi pembaca dalam merencanakan jembatan tipe *U Girder*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Purwaningrum (2020) melakukan perencanaan ulang jembatan meninting dengan tipe *U girder*. Jembatan meninting terbagi menjadi 2 bentang dengan panjang 35 m dan 25 m, dengan sistem pascatarik (*post-tension*). Analisa menggunakan segmental *U girder* produksi Wika beton, pada bentang 35 m dengan tinggi 1,65, sedangkan untuk bentang 25 m menggunakan *U Girder* dengan tinggi 1,40. Semua *U girder* menggunakan jenis *strands seven wire strands according to prEN 10138-3* dari standar spesifikasi *BBR VT CONA CMI SP*. Pada tahap awal perencanaan dilakukan analisa beban antara lain, beban sendiri (*MBs*), beban mati sendiri (*MS*), beban mati tambahan (*MA*), beban lajur “*D*” (*TD*), beban angin (*EW*) dan beban gempa (*EQ*). Berdasarkan hasil analisa total kehilangan gaya prategang pada bentang 35 m adalah 23,05% sebesar 2284,44 kN pada bentang 25 m adalah 17,91% sebesar 793,95 kN. Dengan tinggi abutmen 7,5 m menggunakan mutu beton (*f'c*) 20,83 MPa dan mutu baja (*fy*) 320 MPa. Untuk pondasi digunakan tiang pancang berdiameter 0,45 sebanyak 15 buah.

Putri (2018) melakukan perencanaan ulang jembatan Kesejahteraan dengan menggunakan *precast concrete U girder (PC U Girder)*. Jembatan penghubung arah Mataram dan Lembar yang berlokasi di desa Taman Ayu, Labuapi, Lombok Barat. Dilakukan perancangan jembatan Kesejahteraan dengan bentang sederhana yang digunakan *precast concrete U girder* berdasarkan *bridge* produk PT Wika beton. Tahap awal perencanaan dilakukan analisa berat sendiri, analisa beban mati sendiri, analisa beban mati tambahan, analisa beban lalu lintas, gaya rem, beban gempa, beban angin, pengaruh temperatur, pengaruh susut dan rangkai, dan analisa kehilangan prategang yang terjadi. Hasil analisa untuk bentang 42 m didapatkan tinggi *PC U girder* yang digunakan adalah 1,85 m dengan memiliki 4 tendon berpasangan yang terdiri dari 15 *strands* dengan diameter *strands* 15,7 mm

dan diameter *duct* 85 mm. sedangkan untuk bentang jembatan 28 m didapatkan tinggi *PC U girder* adalah 1,65 m dengan memiliki 3 tendon berpasangan yang terdiri dari 13 *strands* pada setiap tendon dengan diameter *strands* 15,7 mm dengan diameter *duct* 80 mm. dimensi abutemen 7,3 m dengan *pile cap* 4 m dan pilar dengan tinggi 10 m dengan lebar *pile cap* 6 m. pondasi abutemen digunakan tiang pancang baja dengan diameter tiang 0,5 m sebanyak 5 buah.

Putra (2018) telah melakukan penelitian analisa dan perencanaan gelagar jembatan beton prategang *precast concrete U (PCU Girder)*. Perencanaan desain gelagar mengacu pada *AAHSTO LRFD Bridge Design Spesification 2012*, SNI 1154:2015, SNI 1725:2016, RSNI 2833:2016, 021/BM/2011, *PCI Design Handbook 6th*. Analisa dan perhitungan ulang gelagar digunakan aplikasi Microsoft Excel. Hasil analisa gelagar utama dengan tinggi total 2,5 m, grafik perbandingan tinggi gelagar dan bentang jembatan terhadap biaya perencanaan menghasilkan estimasi perbandingan yang efektif dan efisien dibandingkan dengan bentuk *PC I* dengan penggunaan bentang yang sama.

Manggala (2016) melakukan perancangan balok prategang untuk jembatan bentang 20 m. penelitian bertujuan merencanakan gelagar beton prategang seperti balok (*h*), jumlah tipe tendon yang akan digunakan untuk *girder* jembatan dengan bentang 20 m. Balok direncanakan dengan metode *post tension*, dengan tendon tipe 19 Sc dengan beban karakteristik 4750 kN sebanyak 21 *strands* dalam 3 tendon dengan masing-masing tendon terdapat 7 *strands*. Lendutan yang terjadi pada saat servis 0,83 cm ke atas yang masih di bawah 4 cm. Balok prategang mengalami lendutan ke atas dikarenakan gaya prategang lebih besar dari total beban yang terjadi dan seluruh penampang beton efektif menerima tekan.

2.2 Landasan Teori

Jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang mempunyai fungsi sebagai penghubung antara suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya merupakan jalan air atau lalu lintas biasa. Jika jembatan berada di atas

lalu lintas biasa maka dinamakan *viaduct* (Struyk & Veen, 1995). Jembatan adalah suatu bangunan atau struktur rute transportasi yang terpotong karena ada rintangan di bawahnya, yang melintasi sungai, danau, jalan raya, jalan kereta api, dan lain-lain (Manu,1995).

Pada umumnya semua jembatan terdiri dari dua struktur atau bagian utama, yaitu bangunan atas (*upper structure*) yang berfungsi memindahkan beban-beban ke lantai jembatan ke perletakan arah horizontal yang meliputi, gelagar induk, diafragma, pelat lantai. Bangunan bawah (*sub structure*) yang berfungsi memikul beban-beban struktur atas dan bawah itu sendiri untuk disalurkan ke pondasi dan tanah dasar. Struktur bawah jembatan meliputi, pondasi, abutmen, pilar.

2.2.1 Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)

Jembatan beton prategang atau dikenal dengan *prestressed concrete bridge* adalah suatu jenis jembatan yang menggunakan material konstruksi beton prategang atau beton yang berisi kabel baja. yang bertujuan memberikan tegangan tekan tambahan terhadap beton, sehingga mampu memberikan lendutan akibat beban yang bekerja. Pada dasarnya beton prategang ini adalah beton yang ditransformasikan dari bahan getas menjadi bahan yang elastis dengan memberikan tekanan pada awalnya pada bahan tersebut. Material yang digunakan pada beton prategang antara lain, baja, *PC wire*, *PC strand*, *PC bar*, ankur.

2.2.2 Sistem jembatan prategang

Beton prategang diberikan gaya yang berbentuk tendon yang diisi dengan kabel baja. Pemberian gaya ini terdiri dari dua yaitu pra tarik dan pra tekan (Supriyadi & Muntohar, 2007).

1. Pra Tarik (*Pre Tension*)

Metode ini disebut juga dengan metode pra tarik, dimana tegangan diberikan ketika beton belum dicor dan mengeras. Kabel tendon diikat pada dua buah angkur yaitu angkur hidup dan angkur mati, angkur hidup yang telah ditanam pada beton tarik menggunakan dongkrak. Setelah tendon terpasang maka beton dapat dicetak. Setelah itu tendon dapat dipotong sehingga gaya prategang dapat ditransfer ke beton.

2. Pasca Tarik (*Post Tension*)

Metode ini disebut juga dengan metode pasca tarik, dimana tegangan pada beton diberikan setelah beton sudah dicetak atau mengeras. Beton dicetak mengelilingi selubung tendon, dimana kabel prategang berada di dalam selongsong selama pengecoran berlangsung. Setelah beton mengeras diberikan gaya prategang dengan cara angkur dan kabel tendon ditarik hingga mencapai tegangan yang telah direncanakan.

2.2.3 Bagian-bagian konstruksi jembatan

Jembatan beton prategang terdiri dari beberapa struktur utama yaitu, struktur atas (*upper structure*), struktur bawah (*sub structure*), dan podasi jembatan (Manu, 1995).

1. Struktur atas (*upper structure*)

Konstruksi bagian atas adalah bagian jembatan yang berfungsi menerima beban secara langsung yang berupa berat sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu lintas kendaraan, beban pejalan kaki dan gaya rem, struktur atas jembatan meliputi.

- a. Tiang sandaran
- b. Pelat lantai jembatan
- c. Trotoar
- d. Slab lantai kendaraan
- e. Balok diafragma

f. Gelagar

2. Struktur bawah (*sub structure*)

Konstruksi bagian bawah adalah bagian jembatan yang memikul seluruh beban struktur bagian atas maupun beban bagian bawah itu sendiri yang kemudian akan disalurkan ke bagian pondasi jembatan sebelum disebarkan ke tanah. Struktur bagian bawah jembatan meliputi antara lain.

a. Abutmen

b. Pilar jembatan

3. Pondasi jembatan

Pondasi jembatan berfungsi untuk menyalurkan semua beban yang diterima ke tanah dasar. Tipe pondasi yang digunakan harus sesuai dengan karakteristik beban yang diterima, panjang jembatan dan tanah untuk daya dukung yang diisyaratkan.

2.2.4 Jenis-jenis gelagar jembatan beton prategang

1. Gelagar I (*I-Girder*)

PC I Girder merupakan beton yang berbentuk seperti huruf I dengan bagian tengah lebih lebih langsing dari pada bagian atas dan bagian bawahnya. *PC I Girder* merupakan penampang terkecil dibandingkan dengan penampang lainnya dan berat yang relatif lebih ringan. Huruf I yang mengosentrasikan dan menerima gaya tekan lebih yang dekat. Dilihat dari analisis tipe I adalah penampang yang ekonomis. Gambar *PC I Girder* disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *PC I-Girder*

(Sumber: [PT. WIJAYA KARYA BETON TBK \(wika-beton.co.id\)](http://PT.WIJAYA.KARYA.BETON.TBK), 2018)

2. Gelagar U (*PC U Girder*)

PC U Girder merupakan gelagar prategang yang paling banyak digunakan, gelagar U memiliki bentuk seperti huruf U yang dibuat dari beton yang diperkuat dengan baja-baja prategang. Ciri khas gelagar U yaitu tendon yang tersusun secara berpasangan. Gambar *PC U Girder* disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *PC U Girder*

(Sumber: [PT. Waskita Beton Precast, Tbk \(waskitaprecast.co.id\)](http://PT.WASKITA.BETON.PRECAST.TBK), 2021)

3. *Box Girder* (Gelagar berbentuk kotak atau trapesium)

Gelagar berbentuk kotak atau trapesium (*box girder*) adalah gelagar yang bekerja pada beban lateral, dimana penampang yang sering digunakan karena memiliki nilai estetika yang lebih tinggi dibandingkan gelagar yang lainnya. Gelagar ini memiliki ketahanan terhadap torsi, terdiri dari satu gelagar utama

dalam satu bentang jembatan. gelagar *box girder* biasanya digunakan pada jembatan dengan bentang yang cukup panjang. Gambar *Box Girder* disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Box Girder*

(Sumber: [PT. Waskita Beton Precast, Tbk \(waskitaprecast.co.id\)](http://PT.WaskitaBetonPrecast.Tbk), 2021)

2.2.5 Gelagar Penampang *U-Girder*

Balok penampang *U girder* adalah jenis struktur yang terbuat dari beton bertulang dan beton pratekan, yang mampu memberikan lendutan yang bisa menahan adanya beban tarik. Gelagar *PC U girder* ini strukturnya hampir sama dengan *PC I girder*, yang membedakan hanya bentuk penampangnya (Irwanto, 2023).

Girder U adalah salah satu perkembangan yang masih jarang digunakan di Indonesia, dibandingkan dengan *girder I* sering dijumpai pada jembatan di sekitar kita. Jembatan *U girder* menggunakan satu gelagar utama atau terdiri dari beberapa balok penampang *U* yang diperkuat dengan baja-baja prategang.

PC U girder merupakan *box girder* yang sudah dimodifikasi dimensinya menjadi lebih kecil. *PC U girder* memiliki kemungkinan kecil untuk terguling karena luas tumpuannya yang lebar dibandingkan dengan *PC I girder*. Keistimewaan gelagar *u* ada pada tendonnya yang berpasang-pasangan.

2.2.6 Pelat lantai jembatan

Pelat lantai merupakan bagian dari bangunan atas jembatan yang terletak di atas *girder* yang berfungsi menahan beban yang ada di atasnya yang kemudian diteruskan pada struktur bawah jembatan

2.2.7 Deck slab precast

Deck slab precast merupakan struktur pada bagian atas jembatan yang berfungsi sebagai lantai kerja untuk pekerjaan pelat lantai, dengan pengadaan secara *precast* karena struktur lantai pada jembatan adalah *cast in place*. Fungsi utama *deck slab* yaitu menyalurkan beban yang diterima pelat lantai ke balok *girder*.

2.2.8 Diafragma

Dalam perencanaan diafragma menggunakan simple beam, diafragma yang di anggap berdiri sendiri sehingga hanya menerima beban berat sendiri. Diafragma berfungsi sebagai pengunci dan pengaku antar *girder* agar tidak terjadi guling. Untuk menahan gaya guling telah ditahan oleh berat sendiri *girder* dan diperkuat dengan perencanaan struktur pelat lantai komposit dan *girder*.

2.2.9 Analisis penampang u

Dari bentuk penampang U, perhitungan analisis berupa perhitungan luas, pembebanan penampang, momen inersia dan jarak titik berat, serta penampang momen dihitung dengan Persamaan 2.1 sampai dengan persamaan 2.5.

Penampang gelagar prategang

Letak titik berat

$$y_b = \frac{\sum A x y}{\sum A} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$y_a = h - y_b \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

γb = Jarak titik berat penampang terhadap serat bawah

γa = Jarak titik berat penampang terhadap serat atas

h = Tinggi total balok prategang

A = Luas penampang

y = Titik berat penampang

Momen inersia terhadap sumbu x

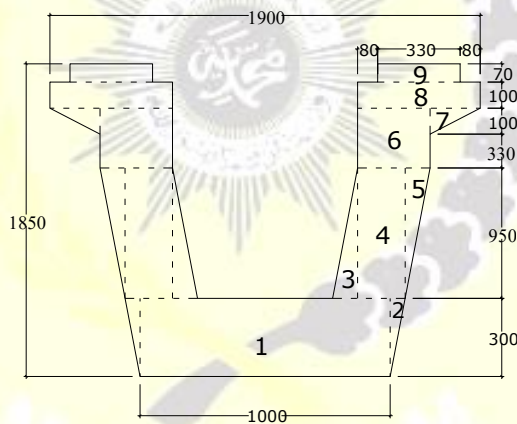
$$I_x = I + A(\gamma - \gamma b)^2 \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana,

$$I = \frac{1}{12} b h^3 \quad (\text{untuk penampang persegi}) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$I = \frac{1}{36} b h^3 \quad (\text{untuk penampang segitiga}) \dots \dots \dots (2.5)$$

Gambar Penampang gelagar prategang disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Penampang gelagar prategang

(sumber: Purwaningrum,2020)

Tabel perhitungan dimensi dan inersia penampang, disajikan pada Tabel 2.1. (sumber: SNI 1725:2016)

Tabel 2.1 Perhitungan dimensi dan inersia penampang

| No | A | y | A.y | I | A.(y-y _b) ² | I _x = [A.(y-y _b) ²] |
|----|----|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|--|
| 1 | 1 | $\frac{1}{2} \times 300$ | A ₁ .y ₁ | $\frac{1}{12} \times bh^2$ | A ₁ .(y-y _b) ² | I _{x1} |
| 2 | 2 | $\frac{1}{2} \times 300$ | A ₁ .y ₁ | $\frac{1}{12} \times bh^2$ | A ₁ .(y-y _b) ² | I _{x1} |
| 3 | 3 | $\frac{1}{2} \times 300$ | A ₁ .y ₁ | $\frac{1}{12} \times bh^2$ | A ₁ .(y-y _b) ² | I _{x1} |
| .. | .. | ... | | | | |
| 17 | | $\frac{1}{2} \times 300$ | A ₁ .y ₁ | $\frac{1}{12} \times bh^2$ | A ₁ .(y-y _b) ² | I _{x1} |
| S | ΣA | - | ΣA.y | - | - | ΣI _x |

(Sumber: SNI 1725:2016)

Untuk nilai-nilai pada analisa tampang dapat dihitung dengan menjumlahkan komponen *precast* dengan slabnya.

2.2.10 Analisa pembebanan jembatan

Dalam merencanakan jembatan perlu diperhatikan beban yang terjadi pada jembatan, beban menjadi faktor penting yang mempengaruhi ukuran struktur jembatan dan jumlah tulangan yang dibutuhkan. Perencanaan jembatan mengacu pada SNI 1725:2016, data pembebanan meliputi.

2.2.10.1 Beban mati

Menurut SNI 1725:2016, masa setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan berat jenis yang digunakan. Berat dari setiap bagian bangunan merupakan massa dikalikan dengan percepatan gravitasi (*g*). percepatan gravitasi yang digunakan adalah 9,81 m/detik. Tabel Berat isi untuk beban mati disajikan pada Tabel 2.2. (sumber SNI 1725:2016 Pasal 7.1)

Tabel 2.2 Berat isi untuk beban mati

| No | Bahan | Berat isi (KN/m ³) | Kerapatan massa (kg/m ³) |
|----|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Lapisan permukaan beraspal (<i>bituminous wearing surface</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 or ballast</i>) | 18,8-22,7 | 1920-2315 |
| 5 | Berat aspal (<i>asphalt concrete</i>) | 22,0 | 2245 |
| 6 | Beton ringan (<i>low density</i>) | 12,25-19,6 | 1250-2000 |
| 7 | Beton $f'c < 35 \text{ Mpa}$ | 22,0-25,0 | 2320 |
| | $35 < f'c < 105 \text{ MPa}$ | $22+0,0,022 f'c$ | $2240 + 2,29 f'c$ |
| 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*)

Merupakan berat dari struktur jembatan dan elemen-elemen struktur lain yang dipikulnya, termasuk berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural ditambah dengan elemen non struktural yang tetap. Tabel Faktor beban untuk berat sendiri disajikan pada Tabel 2.3. (Sumber SNI 1725:2016 Pasal 7.2)

Tabel 2.3 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 | 1,00 | 1,10 | 0,90 |
| | Aluminium | 1,00 | 1,10 | 0,90 |
| | Beton pracetak | 1,00 | 1,20 | 0,85 |
| | Beton cor di tempat | 1,00 | 1,30 | 0,75 |
| | Kayu | 1,00 | 1,40 | 0,70 |

(sumber: SNI 1725:2016)

1. Beban mati tambahan/utilitas (MA)

Beban mati tambahan merupakan berat keseluruhan bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang berupa elemen nonstruktural, dengan besar yang dapat berubah selama umur jembatan. Nilai faktor beban mati tambahan yang berbeda dengan ketentuan pada tabel 2.4 dapat digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 7.3)

Tabel 2.4 Faktor beban untuk beban mati tambahan

| Tipe beban | Faktor beban (γ_{MA}) | | | |
|------------|---|---------------------|---|------------|
| | Keadaan Batas Layan (γ_{MA}^S) | | Keadaan Batas Ultimate (γ_{MSA}^U) | |
| | Keadaan | | Biasa | Terkurangi |
| Tetap | Umum | 1,00 ⁽¹⁾ | 2,00 | 0,70 |
| | Khusus (terawasi) | 1,00 | 1,40 | 0,80 |

(sumber : SNI 1725:2016)

Jembatan direncanakan mampu memikul beban mati tambahan berupa.

- a. Aspal beton (50 mm)
- b. Genangan air hujan setinggi 50 mm
- c. pipa drainase 4"

2.2.10.2 Beban hidup

Beban hidup merupakan beban akibat penggunaan jembatan, baik berupa beban lalu lintas kendaraan. Menurut SNI 1725:2016 beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri dari beban lajur " D " dan beban truk " T ". Beban lajur " D " bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan yang dapat menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan sebenarnya. Beban truk " T " adalah satu kendaraan berat dengan 3 gandar yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Secara umum beban " D " menjadi beban penentu dalam perhitungan

jembatan yang mempunyai bentang sedang sampai dengan bentang yang panjang, sedangkan beban “T” untuk bentang pendek dan lantai kendaraan.

1. Beban lajur “D” (*TD*)

Beban lajur “D” merupakan beban yang terbagi rata (BTR) yang tergabung dengan beban garis (BGT). Tabel Faktor beban untuk lajur “D” disajikan pada Tabel 2.5. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 8.3)

Tabel 2.5 Faktor beban untuk lajur “D”

| Tipe beban | Jembatan | Faktor beban (γ_{TD}) | | |
|------------|------------------|---|--|------|
| | | Keadaan Batas Layan (γ_{TD}^S) | Keadaan Batas Ultimate (γ_{TD}^U) | |
| Transien | Beton | 1,00 | 2,00 | 0,70 |
| | Boks Girder Baja | 1,00 | 1,40 | 0,80 |

(sumber: SNI 1725:2016)

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti pada Persamaan 2.6 dan persamaan 2.7.

$$\text{Jika } L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa} \dots\dots\dots(2.6)$$

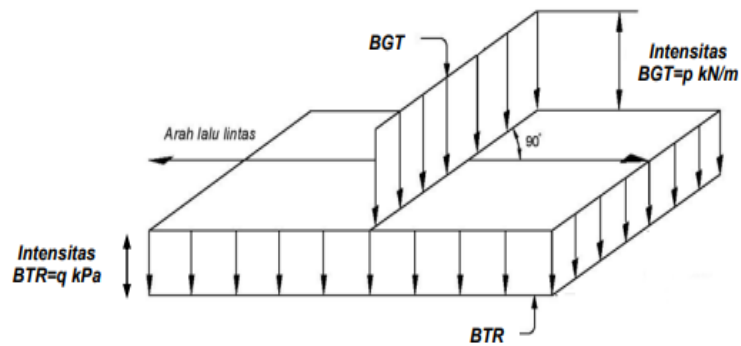
$$\text{Jika } L > 30 \text{ m} : q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan:

q = adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dengan arah memanjang jembatan (kPa).

L = adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).

Gambar Beban lajur “D” disajikan pada Gambar 2.5. (Sumber SNI 1725:2016 Pasal 8.3.1)



Gambar 2.5 Beban lajur “D”

(sumber : SNI 1725:2016)

Beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besar intensitas p adalah 49,0 kN/m.

2. Beban truk “T” (TT)

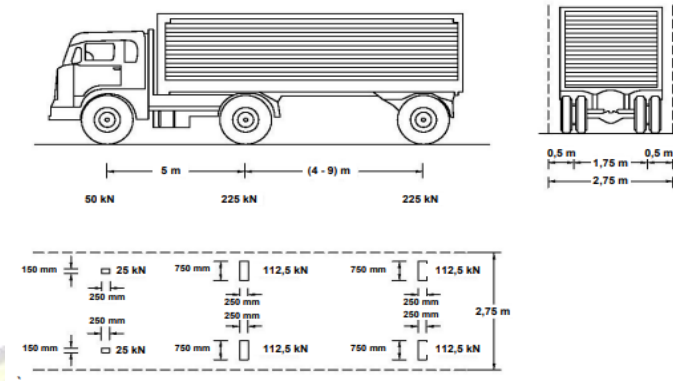
Menurut SNI 1725:2016 beban truk “T” tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban “D”. Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai. Tabel Faktor beban untuk beban “T” disajikan pada Tabel 2.6. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 8.4)

Tabel 2.6 Faktor untuk beban “T”

| Tipe beban | Jembatan | Faktor beban | | |
|------------|------------------|---|--|------|
| | | Keadaan Batas Layan (γ^S_{TT}) | Keadaan Batas Ultimate (γ^U_{TT}) | |
| Transien | Beton | 1,00 | 2,00 | 1,80 |
| | Boks Girder Baja | 1,00 | 1,40 | 2,00 |

(sumber SNI 1725:2016)

Gambar Pembebanan truk “T” disajikan pada Gambar 2.6. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 8.4.1)



Gambar 2.6 Pembebanan truk “T” (500 kN)

(sumber SNI 1725:2016)

2.2.10.3 Gaya rem (*TB*)

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

1. 25% dari berat gandar truk desain atau.
2. 5% dari berat truk rencana ditambah dengan lajur terbagi rata BTR.

Gaya rem harus ditempatkan disemua lajur dengan arah lalu lintas yang sama, diperkirakan bekerja secara horizontal pada jarak 1800 mm diatas permukaan jalan masing-masing arah longitudinal dan dipilih yang paling menentukan.

2.2.10.4 Beban pejalan kaki (*TP*)

Semua komponen trotoar yang lebih lebar dari 600 mm harus direncanakan untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas 5 kPa dianggap bekerja secara bersamaan dengan beban kendaraan pada masing-masing lajur.

2.2.10.5 Beban angin (*EW*)

1. Tekanan angin horizontal

Menurut SNI 1725:2016 beban angin diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos. Luas area yang diperhitungkan adalah luas area pada semua komponen, termasuk sistem lantai dan riling yang diambil tegak lurus dengan arah angin. Tekanan angin yang ditentukan pada pasal ini diasumsikan disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (*V_s*) sebesar 90 hingga 126 km/jam. Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm di atas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana *VDZ*, harus dihitung dengan persamaan 2.8 di bawah ini.

$$VDZ = 2,5V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B}\right) \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- VDZ* = adalah kecepatan angin rencana pada elevasi rencana *Z* (km/jam).
- V₁₀* = adalah kecepatan angin elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam).
- V_B* = adalah kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 10000 mm.
- Z* = adalah elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau air dimana beban angin dihitung (*Z* > 10000 mm).
- V₀* = kecepatan gesekan angin yang berupa karakteristik meteorologi.
- Z₀* = adalah panjang gesekan di hulu jembatan.
- V_I* = diasumsikan *V₁₀ = V_B*

Tabel Nilai V_0 dan Z_0 untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu disajikan pada Tabel 2.7. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 9.6.1)

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

| Kondisi | Lahan terbuka | Sub Urban | Kota |
|----------------|---------------|-----------|------|
| V_0 (km/jam) | 13,2 | 17,6 | 19,3 |
| Z_0 (mm) | 70 | 1000 | 2500 |

(sumber: SNI 1725:2016)

2. Gaya angin pada kendaraan (EWT)

Menurut SNI 1725:2016 tekanan angin pada kendaraan harus dikerjakan baik pada struktur jembatan maupun pada kendaraan yang melintasi jembatan. Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana tekanan tersebut diasumsikan berupa tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm diatas permukaan jalan. Tabel Tekanan angin yang bekerja pada kendaraan disajikan pada Tabel 2.8. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 9.6.1.2)

Tabel 2.8 Tekanan angin yang bekerja pada kendaraan

| Sudut | Komponen tegak lurus | Komponen sejajar |
|---------|----------------------|------------------|
| derajat | N/mm | 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)

2.2.10.6 Pengaruh temperatur (EU_n)

Besar rentang simpangan akibat beban temperatur (ΔT) harus berdasarkan pada Tabel Temperatur jembatan rata-rata nominal disajikan pada Tabel 2.9. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 9.3.1.1)

Tabel 2.9 Temperatur jembatan rata-rata nominal

| Tipe bangunan atas | Temperatur jembatan rata-rata minimum (1) | Temperatur jembatan rata-rata maksimum |
|--|---|--|
| Lantai beton di atas gelagar atau boks beton | 15°C | 40°C |
| Lantai beton di atas gelagar, boks atau rangka baja | 15°C | 40°C |
| Lantai plat baja di atas gelagar, boks atau rangka baja | 15°C | 45°C |
| Catatan (1) : Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500 m di atas permukaan laut. | | |

(sumber: SNI 1725:2016)

2.2.10.7 Pengaruh susut dan rangkak (SH)

Pengaruh rangkak dan penyusutan harus diperhitungkan dalam perencanaan jembatan beton. Pengaruh ini dihitung menggunakan beban mati tambahan. Apabila rangkak dan penyusutan bisa mengurangi muatan lainnya, maka nilai dari rangkak dan penyusutan tersebut harus di ambil minimum. Tabel Faktor beban akibat susut dan rangkak disajikan pada Tabel 2.10. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 9.3.2)

Tabel 2.10 Faktor beban akibat susut dan rangkai

| Tipe beban | Faktor beban (γ_{SH}) | |
|------------|---|--|
| | Keadaan Batas Layan (γ^S_{SH}) | Keadaan Batas Ultimate (γ^U_{SH}) |
| Tetap | 1,00 | 0,5 |

Catatan : walaupun susut dan rangkai bertambah lambat menurut waktu, tetapi pada akhirnya akan mencapai nilai yang konstan

(sumber : SNI 1725:2016)

2.2.10.8 Pengaruh prategang (PR)

Prategang akan menyebabkan pengaruh sekunder pada komponen-komponen yang terkekang pada bangunan statis tidak tentu. Pengaruh sekunder tersebut harus diperhitungkan baik pada batas daya layan ataupun batas ultimit. Pada keadaan batas daya layan, gaya prategang dianggap bekerja sebagai suatu sistem beban pada unsur. Nilai rencana dari beban prategang harus dihitung menggunakan faktor beban sebesar 1,0. Pada batas ultimit sekunder akibat gaya prategang harus dianggap sebagai beban kerja. Tabel Faktor beban akibat pengaruh prategang disajikan pada Tabel 2.11. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 9.3.3)

Tabel 2.11 Faktor beban akibat pengaruh prategang

| Tipe beban | Faktor beban (γ_{PR}) | |
|------------|---|---|
| | Keadaan Batas Layan (γ^S_{PR}) | Keadaan Batas Ultimit (γ^U_{PR}) |
| Tetap | 1,00 | 1,0 |

(sumber : SNI 1725:2016)

2.2.10.9 Pengaruh gempa

Jembatan harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan pelayanan akibat gempa. Pergantian secara persial atau lengkap pada struktur diperlukan untuk beberapa kasus. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal

yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respons elastis (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respons (R_d) dengan Persamaan 2.9.

$$EQ = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan:

EQ = adalah gaya gempa horizontal statis (kN).

C_{sm} = adalah koefisien respons gempa statis.

R_d = adalah faktor modifikasi respons.

W_t = adalah berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN).

Koefisien respons elastis (C_{sm}) diperoleh dari peta percepatan buatan dasar dan spektra sesuai daerah gempa dan periode ulang gempa rencana. Koefisien percepatan yang diperoleh berdasarkan peta gempa dikalikan dengan satu faktor amplifikasi sesuai dengan keadaan tanah sampai kedalaman 30 m di bawah struktur jembatan.

2.2.11 Faktor dan kombinasi pembebanan

Kombinasi pada keadaan batas layan primer dari jumlah pengaruh aksi tetap dengan satu aksi transien. Pada keadaan batas layan, lebih dari satu aksi transien bias terjadi secara bersamaan. Faktor beban yang sudah dikurangi diterapkan dalam hal ini untuk mengurangi kemungkinan dari peristiwa ini, Tabel Kombinasi beban dan faktor beban disajikan pada Tabel 2.12. (Sumber: SNI 1725:2016 Pasal 6.1)

Tabel 2.12 Kombinasi beban dan faktor beban

| Keadaan batas | MS MA TA PR PL SH | TT TD TB TR TP | EU | EW _S | EW _L | BF | EU _n | TG | ES | Gunakan salah satu | | |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|---------------|---------------|--------------------|------|------|
| | | | | | | | | | | EQ | TC | TV |
| Kuat I | γ_p | 1,8 | 1,00 | - | - | 1,00 | 0,5/1,20 | γ_{TG} | γ_{ES} | - | - | - |
| Kaut II | γ_p | 1,4 | 1,00 | - | - | 1,00 | 0,5/1,20 | γ_{TG} | γ_{ES} | - | - | - |
| Kuat III | γ_p | - | 1,00 | 1,4 | - | 1,00 | 0,5/1,20 | γ_{TG} | γ_{ES} | - | - | - |
| Kuat IV | γ_p | - | 1,00 | - | - | 1,00 | 0,5/1,20 | - | - | - | - | - |
| Kuat V | γ_p | - | 1,00 | 0,4 | 1,00 | 1,00 | 0,5/1,20 | γ_{TG} | γ_{ES} | - | - | - |
| Ekstrem I | γ_p | γ_{EO} | 1,00 | - | - | 1,00 | - | - | - | 1,00 | - | - |
| Ekstrem II | 1,00 | 0,50 | 1,00 | - | - | 1,00 | - | - | - | - | 1,00 | 1,00 |
| Daya layan I | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,30 | 1,00 | 1,00 | 1,00/1,20 | γ_{TG} | γ_{ES} | - | - | - |
| Daya layan II | 1,00 | 1,30 | 1,00 | - | - | 1,00 | 1,00/1,20 | - | - | - | - | - |
| Daya layan III | 1,00 | 0,80 | 1,00 | - | - | 1,00 | 1,00/1,20 | γ_{TG} | γ_{ES} | - | - | - |
| Daya layan IV | 1,00 | - | 1,00 | 0,70 | - | 1,00 | 1,00/1,20 | - | - | - | - | - |
| Fatik (TD dan TR) | - | 0,75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

(sumber SNI 1725:2016)

2.2.12 Beton prategang

Beton prategang merupakan material pada dasarnya tegangan-tegangan internal dengan besar serta distribusi yang sesuai diberikan sedemikian rupa sehingga tegangan yang diberikan oleh beban luar sampai suatu titik yang diinginkan. Prategang berupa tambahan gaya tekan pada struktur untuk mengurangi atau menghilangkan gaya tarik internal dalam hal ini retak pada beton dapat dihilangkan.

Keuntungan dari beton prategang merupakan komponen struktur prategang mempunyai tinggi lebih kecil dibandingkan beton bertulang untuk kondisi bentang dan beban yang sama. Tinggi umum komponen struktur beton

prategang berkisar 65 sampai dengan 80 persen dari tinggi struktur komponen beton bertulang.

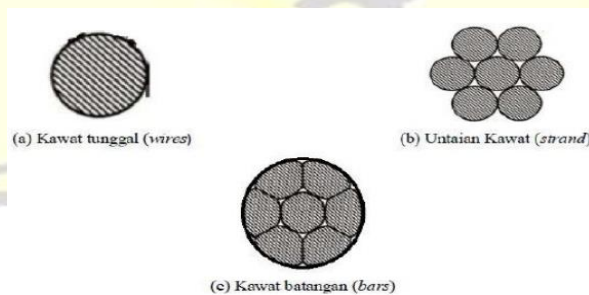
2.2.13 Baja prategang

Untuk penggunaan pada beban layan yang tinggi, penggunaan baja tulangan (tendon) dan mutu beton tinggi akan lebih efisien. Hanya baja pada tegangan elastis tinggi yang cocok digunakan pada beton prategang. Penggunaan baja mutu tinggi merupakan keharusan. Prategang menghasilkan elemen yang lebih ringan, dengan bentang yang besar dan ekonomis.

Baja tendon yang dipakai untuk beton prategang dalam prakteknya ada tiga yaitu.

1. Kawat tunggal (*wires*), biasanya digunakan untuk baja prategang pada tendon prategang dengan sistem pratarik (*pra-tension*).
2. Kawat untai (*strands*), biasanya digunakan untuk baja prategang pada beton prategang dengan sistem pasca tarik (*post-tension*).
3. Kawat Batangan (*bar*), biasanya digunakan untuk baja prategang pada beton prategang sistem pratarik (*pra-tension*).

Gambar Jenis-jenis baja yang dipakai untuk beton prategang disajikan pada Gambar 2.7. (Sumber: Nawy, 2001 Pasal 2.7.3)



Gambar 2.7 Jenis-jenis baja yang dipakai untuk beton prategang

(sumber : Nawy, 2001)

2.2.14 Prinsip dasar prategang

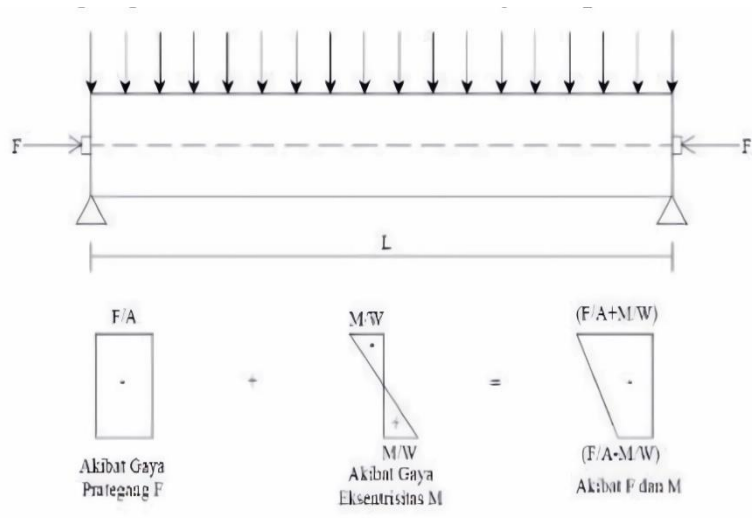
Beton merupakan material yang kuat dalam kondisi tekan tetapi lemah dalam kondisi tarik, kuat tarik bervariasi dari 8-14% dari kuat tekannya. Karena rendahnya kapasitas tarik maka retak lentur terjadi pada taraf pembebanan yang rendah. Untuk mencegah ratak tersebut gaya konsentrasi atau eksentritas pada arah longitudinal elemen struktur. Gaya ini mencegah retak dengan cara mengeliminasi atau sangat mengurangi tegangan tarik dibagian tumpuan dan kondisi kritis pada beban kerja. Gaya longitudinal yang diterapkan disebut gaya prategang yaitu gaya tekan yang memberikan prategang pada penampang sepanjang bentang elemen struktur sebelum bekerja beban mati dan beban hidup transversal atau beban hidup horizontal transien (Nawy, 2001).

2.2.15 Analisa prategang

Tegangan yang disebabkan oleh prategang umumnya merupakan tegangan kombinasi yang disebabkan oleh aksi beban langsung dan lentur yang dihasilkan oleh beban yang ditempatkan secara eksentris maupun konsentris (Raju, 1986).

1. Tendon konsentris

Balok beton prategang dengan satu tendon konsentris. Gambar Distribusi tegangan tendon konsentris disajikan pada Gambar 2.8. (Sumber: Hanum & Pratiwi, 2021)



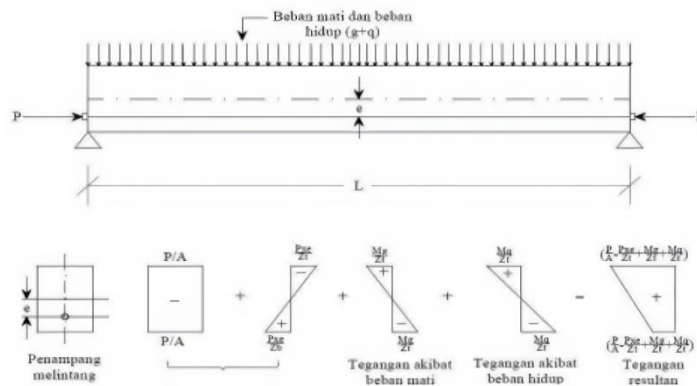
Gambar 2.8 Distribusi tegangan tendon konsentris

(sumber: Hanum & Pratiwi, 2021)

Gambar di atas menunjukkan sebuah tendon prategang tanpa konsentrisitas, berada pada garis berat beton. Prategang seragam pada beton = F/A yang berupa tekan pada seluruh tinggi balok.

2. Tendon eksentris

Sebuah balok yang mengalami suatu gaya prategang eksentris sebesar P yang ditempatkan dengan eksentrisitas (e). eksentrisitas akan menambah kemampuan untuk menerima atau memikul tegangan tarik yang lebih besar pada serat bawah. Prategang juga menyebabkan perimbangan gaya-gaya dalam komponen beton prategang *post-tension*. Gambar Distribusi tegangan balok prategang dengan tendon eksentris beban mati dan beban hidup disajikan pada Gambar 2.9. (Sumber: Hanum & Pratiwi, 2021)



Gambar 2.9 Distribusi tegangan balok prateang dengan tendon eksentris beban mati dan beban hidup

(sumber: Hanum & Pratiwi, 2021)

Balok beton pada gambar 2.9 memikul beban hidup dan beban mati yang terbagi rata dengan q dan g . balok diprategangkan dengan suatu tendon lurus yang membawa gaya prategang (P) dan eksentrisitas (e). Tegangan resultan pada penampang beton diperoleh dengan superposisi pengaruh prategang dan tegangan-tegangan lentur yang ditimbulkan oleh beban tersebut.

2.2.15.1 Tegangan izin

Untuk perhitungan tegangan izin beton dan baja dapat dilihat pada Persamaan 2.10 sampai dengan persamaan 2.15.

1. Beton

Tegangan izin beton pada saat transfer gaya prategang.

$$\text{Tegangan tekan} : f_{ci} = 0,6 f'_{ci} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{Tegangan Tarik} : f_{ci} = 0,25 \sqrt{f'_{ci}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Tegangan izin beton pada saat layan.

$$\text{Tegangan tekan} : f_{ci} = 0,45 f'_{ci} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Tegangan Tarik : } f_{ci} = 0,5 \sqrt{f'_{ci}} \dots \dots \dots (2.13)$$

2. Baja prategang

$$\text{Tegangan izin kabel pada saat jacking} = 0,94 f_{py} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\text{Tegangan izin kabel pada saat jacking} = 0,7 f_{pu} \dots \dots \dots (2.15)$$

2.2.15.2 Perhitungan tegangan

Untuk rumus perhitungan tegangan pada beton prategang dapat dilihat pada persamaan 2.16 sampai dengan persamaan 2.19.

Pada saat transfer

$$f_a = -\frac{P_t}{A_c} + \left(\frac{P_t \times e_s}{W_a}\right) - \frac{M_D}{W_a} \leq f_{ti} \dots \dots \dots (2.16)$$

$$f_b = -\frac{P_t}{A_c} + \left(\frac{P_t \times e_s}{W_b}\right) - \frac{M_D}{W_b} \leq f_{ti} \dots \dots \dots (2.17)$$

Pada saat layan

$$f_a = -\frac{P_{eff}}{A_c} + \left(\frac{P_{eff} \times e_s}{W_a}\right) - \frac{M_D}{W_a} \leq f_{ti} \dots \dots \dots (2.18)$$

$$f_b = -\frac{P_{eff}}{A_c} + \left(\frac{P_{eff} \times e_s}{W_b}\right) - \frac{M_D}{W_b} \leq f_{ti} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dengan:

P_t = Prategang awal

P_{eff} = Prategang efektif sesudah kehilangan

A_c = Luas penampang

E_s = Eksentrisitas

W_a = Tahanan momen sisi atas

W_b = Tahanan momen sisi bawah

M_D = Momen akibat berat sendiri

M_T = Momen total akibat beban gravitasi

2.2.15.3 Kehilangan prategang

Suatu kenyataan yang jelas bahwa gaya prategang awal yang diberikan keelemen beton mengalami proses reduksi yang progresif selama

kurang lebih 5 tahun. Dengan demikian tahapan gaya prategang perlu ditentukan pada saat setiap tahap pembebanan, dari tahap transfer gaya prategang ke beton, sampai ke bagian. tahap prategang yang terjadi pada kondisi beban kerja, hingga mencapai ultimit.

a. Pendekatan elastis beton (*ES*)

Kehilangan akibat pemendekan elastis beton dapat dihitung dengan Persamaan 2.20.

$$\Delta f_{pES} = \sum_{j=1}^n (\Delta f_{pES}) \dots\dots\dots(2.20)$$

Dengan:

N = Jumlah tendon atau jumlah pasang tendon yang ditarik secara sekuensial.

J = Menunjukkan nomor operasi pendongkrakan.

b. Slip ankur (*A*)

Kehilangan prategang yang terjadi akibat slip ankur dapat ditentukan dengan pendekatan pada Persamaan 2.21.

$$\Delta f_{PA} = \frac{\Delta A}{L} E_{ps} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dengan:

Δf_{Pa} = Kehilangan prategang akibat slip

ΔA = Deformasi pengukuran

E_{ps} = Modulus elastisitas

L = Panjang tendon

c. Rangkak beton (*CR*)

Perkiraan kehilangan prategang akibat rangkak beton dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.22.

$$\Delta f_{pCR} = nK_{CR}(f_{CS} - f_{csd}) \dots\dots\dots(2.22)$$

Dengan:

K_{CR} = 2,0 untuk komponen struktur pratarik. 1,6 untuk komponen struktur pascatarik.

f_{CS} = Tegangan di beton pada level pusat berat baja segera setelah transfer.

f_{CSd} = Tegangan di beton akibat level pusat berat baja akibat semua beban mati tambahan yang bekerja setelah prategang.

N = Rasio modulus

d. Susut beton (SH)

Berikut adalah kehilangan tegangan akibat susut dapat dihitung dengan Persamaan 2.23 dan Persamaan 2.24.

$$\Delta f_{Psh} = \epsilon_{SH,t} \times E_{ps} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dengan:

$$\epsilon_{SH,t} = \frac{t}{35+t} \times \epsilon_{SH,u} \dots \dots \dots (2.24)$$

$\epsilon_{SH,u}$ = Adalah regangan susut ultimate ($820 \cdot 10^{-6}$ mm/mm).

e. Relaksasi baja (R)

Perkiraan kehilangan prategang akibat relasi baja dapat dihitung dengan Persamaan 2.25 berikut.

$$\Delta f_{PR} = f'_{pi} \times \left(\frac{\log t}{10} \right) \times \left(\frac{f'_{pi}}{f'_{py}} - 0,55 \right) \dots \dots \dots (2.25)$$

f. Friksi (F)

Kehilangan tegangan akibat friksi antara tendon dan selongsong beton sekitarnya dapat dihitung dengan Persamaan 2.26.

$$\Delta f_{PF} = f_{pi} \times (\mu a + KL) \dots \dots \dots (2.26)$$

Dengan:

Δf_{PF} = Kehilangan tegangan akibat kabel.

f_{pi} = Tegangan awal tendon.

μ = Koefisien kelengkungan.

α = Perubahan sudut total dari profil *layout* kabel dalam radian dari titik *jacking*.

K = Koefisien wobble

L = Panjang baja prategang diukur dari titik *jacking*.

Berikut adalah koefisien gesek lengkung dan wobble disajikan pada tabel 2.13.

(Sumber: Nawy, 2001 Pasal 3.6.3)

Tabel 2.13 Koefisien gesek kelengkungan dan wobble

| Jenis Tendon | Koefisien Wobble K per Foot | Koefisien Kelengkungan, μ |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Tendon di selubung metal fleksibel | | |
| Tendon Kawat | 0,0010-0,0015 | 0,15-0,25 |
| Strand 7 Kawat | 0,0005-0,0020 | 0,15-0,25 |
| Batang Mutu Tinggi | 0,0001-0,0006 | 0,08-0,30 |
| Tendon di seluruh metal rigid | | |
| Strand 7 Kawat | 0,0002 | 0,15-0,25 |
| Tendon yang dilapisi mastic | | |
| Tendon Kawat dan Strand 7 Kawat | 0,0010-0,0020 | 0,05-0,15 |
| Tendon yang dilumasi kawat dahulu | | |
| Tendon Kawat dan Strand 7 Kawat | 0,0003-0,0020 | 0,05-0,15 |

(sumber: Beton Prategang Jilid 1, 2001)

g. Prategang total

$$\Delta f_{PT} = \Delta f_{Pa} + \Delta f_{Pf} + \Delta f_{Pes} + \Delta f_{Ppr} + \Delta f_{Pcr} + \Delta f_{Psh} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dengan:

Δf_{PT} = Kehilangan prategang total.

Δf_{Pa} = Kehilangan prategang akibat slip ankur.

Δf_{Pf} = Kehilangan prategang akibat friksi /gesekan.

Δf_{Pes} = Kehilangan prategang akibat perpendekan elastis beton.

Δf_{Ppr} = Kehilangan prategang akibat relaksasi beton.

Δf_{Pcr} = Kehilangan prategang akibat rangkai pada beton.

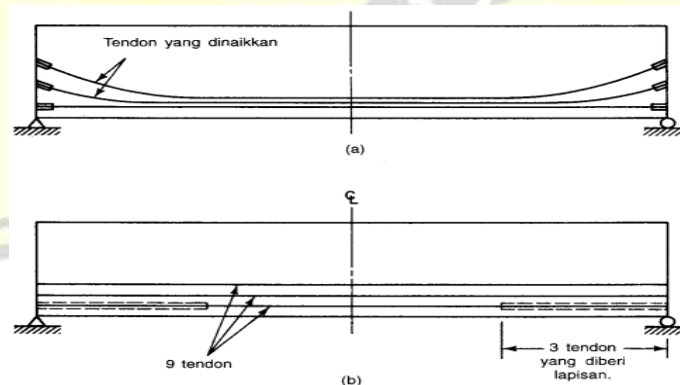
Δf_{Psh} = Kehilangan prategang akibat susut pada beton.

2.2.16 Balok ujung (*end block*)

Daerah *end blok* (zona angkur) merupakan bagian komponen struktur prategang pascatarik dengan gaya prategang di salurkan ke beton disebarkan secara merata ke seluruh bagian penampang (Nawy, 2001).

Tegangan-tegangan transferal yang timbul di daerah angkur bersifat tarik, apabila tegangan tersebut melebihi modulus raptur beton, maka balok ujung akan terbelah atau retak secara longitudinal, kecuali apabila tulangan vertikal digunakan. Lokasi tegangan beton dan retaknya serta *separalling* dan *bursting* bergantung pada lokasi dan distribusi gaya terpusat yang diberikan oleh tendon prategang ke pelat tumpu ujung.

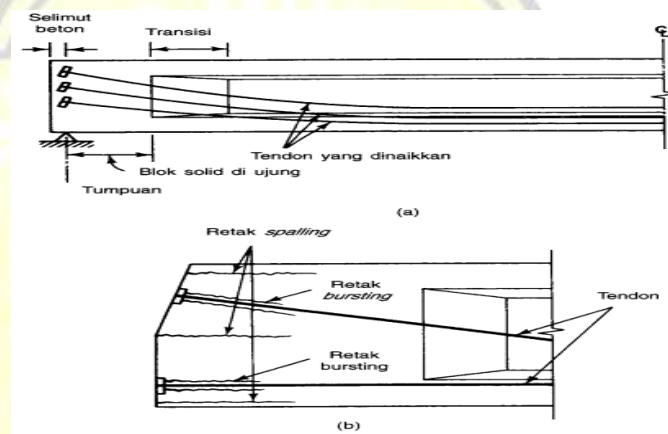
Pada balok pasca tarik, transfer distribusi beban secara gradual tidak mungkin terjadi karena gayanya bekerja secara langsung dimuka ujung balok melalui pelat tumpu dan angker. Sebagian atau seluruh tendon di balok pasca tarik di tinggikan atau dibentuk *drapped* ke arah serat atas melalui bagian badan dari penampang beton. Gambar Reduksi gaya prategang di dekat tumpuan disajikan pada Gambar 2.10. (Sumber: Nawy 2001 Pasal 4.5.1)



Gambar 2.10 Reduksi gaya prategang di dekat tumpuan

(sumber : Nawy, 2001)

Kadang-kadang luas penampang perlu diperbesar secara graduan di lokasi yang semakin mendekati tumpuan dengan membuat lebar badan di tumpuan yang sama dengan lebar sayap untuk mengakomodasi tendon yang ditinggikan, namun peningkatan luas penampang tersebut tidak kontribusi dalam pencegahan retak *spalling* dan *bursting* dan tidak mempunyai pengaruh terhadap pengurangan tarik transversal tendon. Gambar Zona angkur tendon disajikan pada Gambar 2.11. (Sumber: Nawy, 2001 Pasal 4.5.1)



Gambar 2.11 Zona angkur tendon (a) Transisi ke daerah solid ditumpuan, (b) zona ujung dan retak *spalling*
(sumber: Nawy, 2001)

2.2.17 Pekerjaan *prestressing*

Pekerjaan ini merupakan pekerjaan pemasangan kabel tendon pada beton prategang (*girder*), dalam pemasangan kabel baja ini harus tepat pada titik yang sudah ditentukan dan menggunakan alat khusus untuk pemasangan tendon.

Material pekerjaan *prestressing*

1. *Strand*

Beberapa *steel wire* disatukan secara spiral menjadi satuan kabel.

2. Duct

Pembungkus *strand* dengan bahan dasar *galvanized zinc* yang dibentuk berupa pipa ulir. Gambar *duct* pembungkus beton. Gambar *Duct* pembungkus beton disajikan pada Gambar 2.12. (Sumber: Purtanto, 2018)

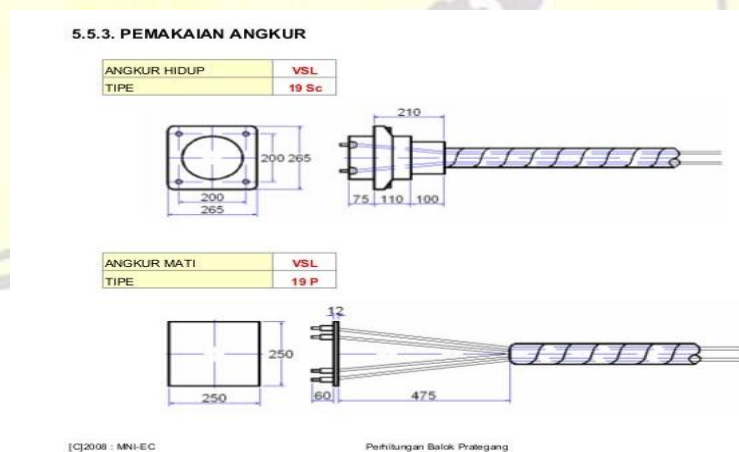


Gambar 2.1 *Duct* pembungkus beton

(sumber: Purtanto, 2018)

3. Angkur-ankur

Angkur terdiri dari dua jenis yaitu ankur hidup dan ankur mati. Gambar Bentuk ankur hidup dan ankur mati, disajikan pada Gambar 2.13. (Sumber: Azka, 2015)



Gambar 2.13 Bentuk ankur hidup dan ankur mati

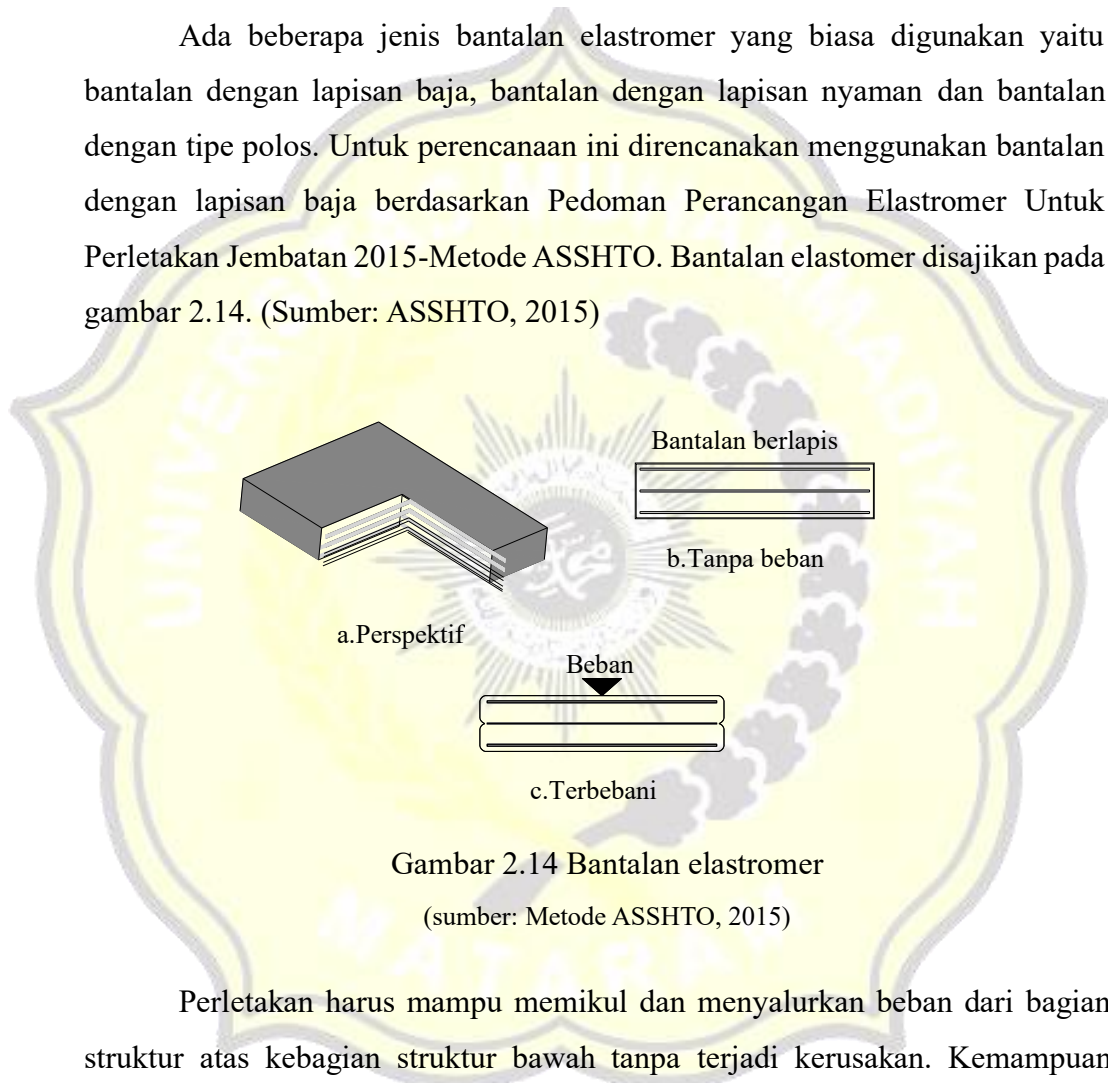
(sumber: Azka, 2015)

4. *Non shrink additive* untuk *grouting*

Mixing beton yang digunakan untuk mengisi selongsong *duct* setelah *stressing* dengan campuran semen, air, dan *additive*.

2.2.18 Bantalan elastomer

Ada beberapa jenis bantalan elastomer yang biasa digunakan yaitu bantalan dengan lapisan baja, bantalan dengan lapisan nyaman dan bantalan dengan tipe polos. Untuk perencanaan ini direncanakan menggunakan bantalan dengan lapisan baja berdasarkan Pedoman Perancangan Elastomer Untuk Perletakan Jembatan 2015-Metode ASSHTO. Bantalan elastomer disajikan pada gambar 2.14. (Sumber: ASSHTO, 2015)



Gambar 2.14 Bantalan elastomer

(sumber: Metode ASSHTO, 2015)

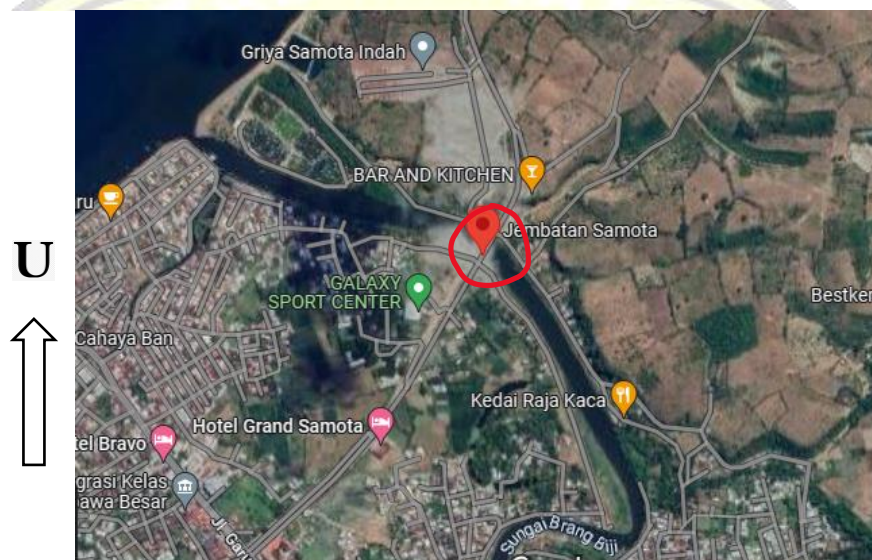
Perletakan harus mampu memikul dan menyalurkan beban dari bagian struktur atas ke bagian struktur bawah tanpa terjadi kerusakan. Kemampuan perletakan untuk memikul beban dan pergerakan dari perletakan harus sesuai dengan asumsi yang dibuat dalam perencanaan jembatan secara keseluruhan dan persyaratan khusus didalamnya.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Perencanaan ulang jembatan Samota ini berlokasi di jalan bypass Samota, Labuan Sumbawa, Labuan Badas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Gambar Lokasi studi kasus disajikan pada Gambar 3.1. (Sumber: Google *maps*, 2023)



Gambar 3.1 Lokasi Jembatan

(sumber: Google *maps*, 2023)

3.2 Data Konstruksi Jembatan

Data umum.

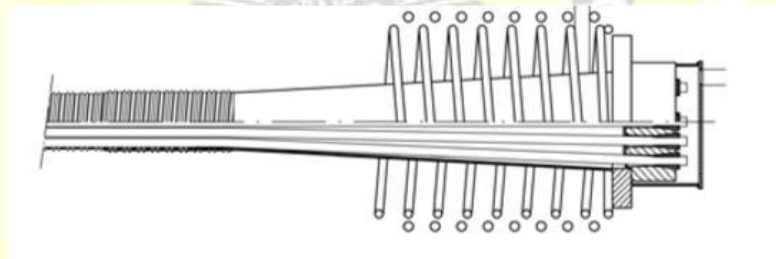
1. Bagian Atas

- Nama Jembatan : Jembatan Samota
- Panjang Bentang : 80 m
- Lebar Jembatan : 11 m (termasuk trotoar)

- Lebar jalur : 2 x 3,5 m
- Tinggi Jembatan : 16 m
- Material Struktur : Beton
- Tipe Struktur : Jembatan Busur
- Tipe Lintasan : Sungai
- Kelas Jembatan : Kelas A
- Jumlah Jalur/Lajur : 2 Jalur / 4 Lajur
- Lebar Trotoar : 1,0 m
- Tebal Plat Lantai : 20 cm
- Lebar kerb : 0,2 m

a Angkur hidup

Digunakan spesifikasi berdasarkan BBR VT CONA SP 1506 dengan tipe SA, disajikan pada gambar 3.2. (Sumber: BBR VT CONA CMI, 2015)

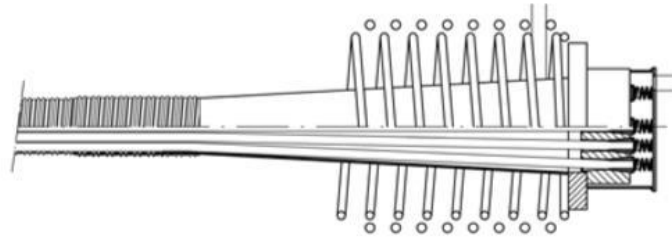


Gambar 3.2 Angkur tipe SA (Annex 1)

(sumber: BBR VT CONA CMI, 2015)

b Angkur mati

Digunakan berdasarkan spesifikasi BBR VT CONA SMI SP 1506 dengan tipe FA, disajikan pada gambar 3.3. (Sumber: BBR VT CONA CMI, 2015)



Gambar 3.3 Angkur tipe FA (Annex 1)

(sumber: BBR VT CONA SMI, 2015)

2. Bagian Bawah

- ❖ Pondasi : Pondasi Dalam
- ❖ Jenis : *Bor Pile*

Gambar Potongan Eksisting Jembatan disajikan pada Gambar 3.4.

(Sumber: Dinas PUPR NTB, 2017)



Gambar 3.4 Potongan Eksisting Jembatan

(sumber : Dinas PUPR NTB, 2017)

3.3 Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah data-data perencanaan yang dibutuhkan terkumpul, tahap selanjutnya dilakukan identifikasi sehingga diperoleh pemecahan masalah yang efektif. Pada penelitian ini terfokus pada pendimensian *PC U Girder* pada Jembatan Samota dan perhitungan beban yang terjadi pada bangunan atas jembatan.

1. Perencanaan Tiang Sandaran Pada Jembatan
2. Perencanaan Trotoar Pada Jembatan
3. Perencanaan Kerb Pada Jembatan
4. Perencanaan Pelat Lantai Pada Jembatan
5. Perencanaan *PC-U Girder* Pada Jembatan

3.4 Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk jembatan.
2. SNI 2833:2016 Perencanaan jembatan terhadap beban gempa.
3. Data gambar diperoleh dari Dinas PUPR NTB.

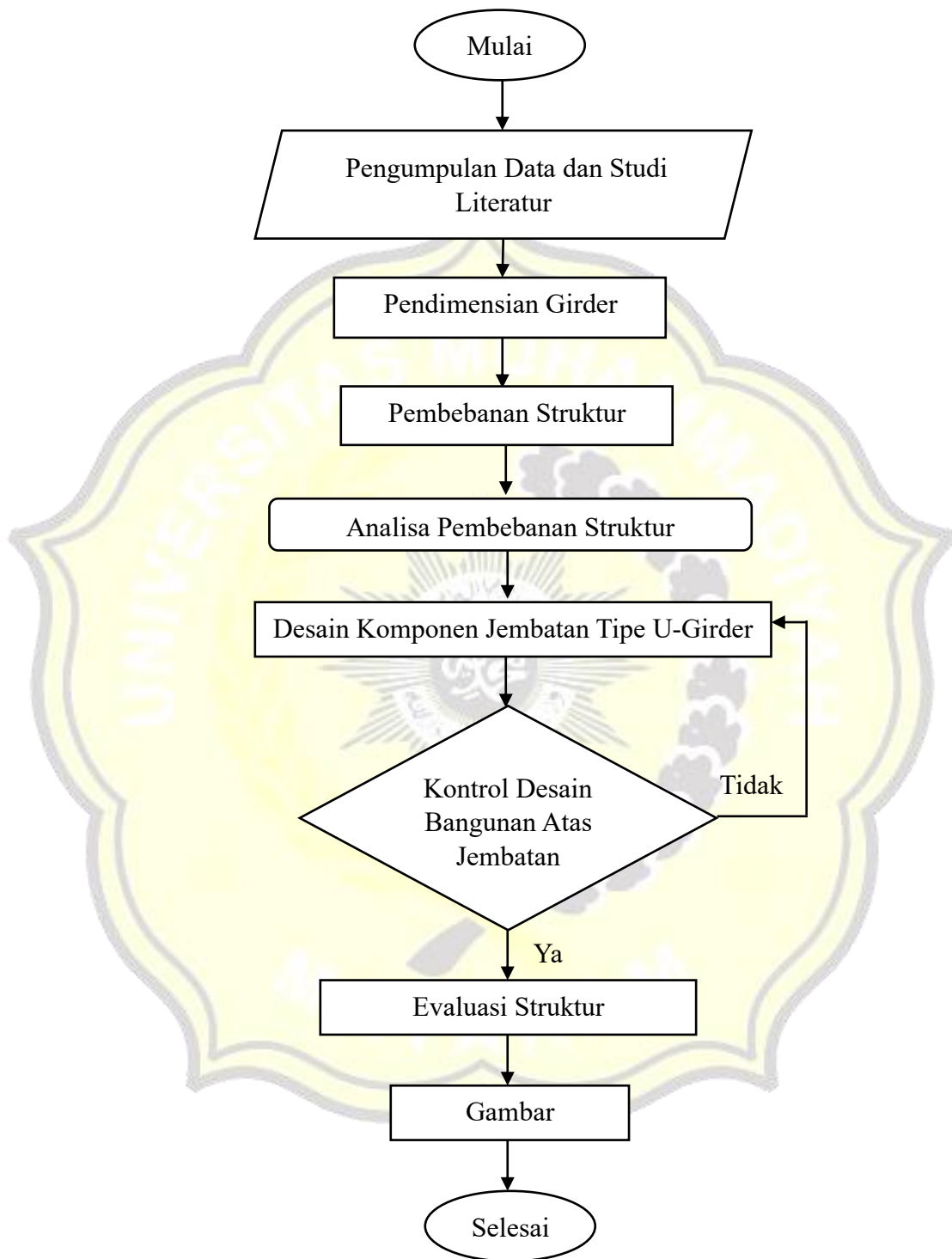
3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan perencanaan ulang struktur atas jembatan samota adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data terkait yang berupa data umum jembatan.
2. Menentukan jenis, mutu, material, dan dimensi struktur atas jembatan.
3. Menentukan desain *layout* jembatan.
4. Perencanaan struktur atas jembatan yang meliputi perhitungan pembebanan yang bekerja ada jembatan berdasarkan SNI 1725-2016.
5. Membuat gambar detail struktur menggunakan program AutoCad 2015.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Perencanaan jembatan ini diuraikan dengan bagan alur, dimulai dari penentuan dimensi struktur atas sampai dengan tahap akhir. Gambar Bagan Alir Perencanaan, disajikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Bagan Alir Perencanaan