

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON
PRATEGANG MENGGUNAKAN V-GIRDER
DI KECAMATAN BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR,
KALIMANTAN TIMUR**



NINNA NURSAKHNA KARIIMA
NPM : 19.11.0019

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh :

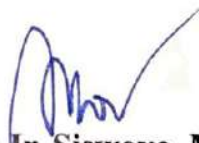
NINNA NURSAKHNA KARIIMA

NPM : 19.11.0019

Tanggal Ujian : 13 Juli 2023

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Siswoyo, MT.

NIK : 92177-ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Johan Paing Heru Waskito, ST., MT.
NIP : 196903102005011002

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.

NIK : 93190 - ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON
PRATEGANG MENGGUNAKAN *V-GIRDER* DI KECAMATAN
BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR
Nama : Ninna Nursakhna Kariima
NPM : 19110019

Tanggal Ujian : 13 Juli 2023

Disetujui oleh :

Dosen Penguji I,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.
NIK : 93190-ET

Dosen Penguji II,



Akhmad Maliki, ST., MT.
NIK : 16762-ET

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Siswoyo, MT.
NIK : 92177-ET

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG MENGGUNAKAN V-GIRDER DI KECAMATAN BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR”**.

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan melewati beberapa tahapan yang tidak lepas dari berbagai motivasi serta dukungan yang diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memotivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kelancaran serta kekuatan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Johan Pahing Heru Waskito, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
4. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan motivasi dan dukungan selama menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
5. Bapak Dr. Ir. Siswoyo, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingannya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
7. Semua anggota keluarga yang telah memberikan dukungan penuh serta doa selama menjalani perkuliahan di Universitas Wijaya Kusuma Suabaya.
8. Teman teman angkatan 2019 dan 2020 teknik yang selalu memberi semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis, baik secara moril maupun materil, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk itu saya berharap adanya saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi kalangan Teknik Sipil.

Surabaya, 13 Juli 2023

Ninna Nursakhna Kariima

NPM : 19.11.0019

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG MENGGUNAKAN *V-GIRDER* DI KECAMATAN BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR”.

Dengan selesainya tugas akhir ini bukanlah menjadi akhir, melainkan sesuatu awal dari memulai perjalanan tahap selanjutnya. Penulis menyadari betul bahwa ada orang-orang yang berjasa dibalik selesainya tugas akhir ini. Tidak ada persembahan terbaik yang dapat penulis berikan selain rasa ucapan terima kasih kepada pihak yang telah banyak membantu penulis.

Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT. selaku Kepala Program Teknik Sipil dan Dr. Ir. Siswoyo, MT. selaku dosen pembimbing yang telah sabar, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta turut memberi perhatian dalam memberikan pendampingan selama proses penulisan tugas akhir ini. Segala kekurangan dan ketidaksempurnaan tugas akhir ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritikan, dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga amal baik yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa.

Surabaya, 13 Juli 2023

Ninna Nursakhna Kariima
NPM : 19.11.0019

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR NOTASI.....	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah Perencanaan.....	3
1.3. Maksud dan Tujuan Perencanaan.....	3
1.3.1. Maksud Perencanaan.....	3
1.3.2. Tujuan Perencanaan.....	3
1.4. Manfaat Perencanaan.....	4
1.4.1. Bagi Penulis.....	4
1.4.2. Bagi Pihak Lain.....	4
1.5. Batasan Masalah Perencanaan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. Perbandingan Beton Bertulang dan Beton Prategang.....	5
2.3. Konstruksi Jembatan.....	6

2.3.1.	Bangunan Atas Jembatan	6
2.3.2.	Bangunan Bawah Jembatan.....	7
2.4.	Penelitian Terdahulu.....	7
2.5.	Pembebanan pada Jembatan	11
2.5.1.	Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	11
2.5.2.	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	13
2.5.3.	Aksi Lingkungan	16
2.6.	Konsep Beton Prategang.....	18
2.6.1.	Sistem Prategang untuk Mengubah Beton Menjadi Bahan yang Elastis	18
2.6.2.	Sistem Prategang untuk Kombinasi Baja Mutu Tinggi dengan Beton....	19
2.6.3.	Sistem Prategang untuk Mencapai Perimbangan Beban	20
2.7.	Jenis Penarikan Beton Prategang	21
2.7.1.	Dilakukan Sebelum Pengecotan Beton (<i>Pre tensioning</i>).....	21
2.7.2.	Dilakukan Setelah Beton Mengeras (<i>Post tensioning</i>)	22
2.8.	Tahap Pembebanan.....	23
2.8.1.	Initial Stage	23
2.8.2.	Final Stage.....	23
2.9.	<i>Girder</i> Jembatan.....	23
2.9.1.	<i>I-Girder</i>	24
2.9.2.	<i>Box Girder</i>	24
2.9.3.	<i>U-Girder</i>	25
2.9.4.	<i>T-Girder</i>	26
2.9.5.	<i>Plate Girder</i>	26
2.9.6.	<i>V-Girder</i>	27
2.9.7.	Jembatan <i>V-Girder</i>	27
2.10.	Pesyaratan Material Beton Prategang.....	27
2.10.1.	Beton Mutu Tinggi	28

2.10.2. Baja Prategang.....	29
2.10.3. Selongsong Tendon	35
2.10.4. Angkur	35
2.11. Perencanaan Struktur Balok Prategang	36
2.11.1. Perencanaan Penampang Balok Prategang	36
2.12. Analisa Tegangan	37
2.12.1. Pemeriksaan Tegangan Kondisi Awal.....	37
2.12.2. Analisa Tegangan Kondisi Akhir (setelah perpindahan)	37
2.13. Kehilangan Gaya Prategang.....	39
2.13.1. Perpendekan Elastis Beton dan Tendon (ES).....	40
2.13.2. Gesekan Kabel (FR)	42
2.13.3. Slip Gesekan Angkur (ANC)	43
2.13.4. Rangkak (CR).....	44
2.13.5. Susut (SH)	45
2.13.6. Relaksasi baja (R).....	46
2.14. Lintasan Tendon	48
2.15. Perancangan Tata Letak Tendon.....	48
2.16. Balok Ujung	50
2.17. Lendutan Jembatan	52
2.18. Sambungan antara Segmen	52
2.19. Tulangan Geser	53
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	55
3.1. Data <i>Exciting</i> Jembatan	55
3.2. Perbedaan <i>Exciting</i> dan Jembatan yang Direncanakan	57
3.3. Diagram Alir Perencanaan.....	58
3.4. Penjelasan Diagram Alir Perencanaan	58
3.4.1. Pengumpulan Data.....	59

3.4.2. <i>Preliminary design</i>	59
3.4.3. Pembebanan.....	59
3.4.4. Perencanaan Struktur Atas	60
3.4.5. Perencanaan Struktur Bawah.....	61
3.4.6. Analisa struktur program SAP 2000	61
3.4.7. Kontrol stabilitas struktur.....	61
3.4.8. Penggambaran hasil struktur	62
3.4.9. Kesimpulan.....	62
BAB IV PRELIMINARY DESIGN	63
4.1. Perencanaan Jembatan.....	63
4.2. Perencanaan Struktur Atas Sekunder	63
4.2.1. Perencanaan Pipa Sandaran dan Tiang Sandaran	63
4.2.2. Perencanaan Plat Trotoar	64
4.2.3. Perencanaan Plat Lantai.....	65
4.2.4. Perencanaan Balok Memanjang	66
4.2.5. Perencanaan Balok Diafragma	68
4.3. Perencanaan Struktur Atas Primer	70
4.3.1. Spesifikasi Teknis Balok Prategang (<i>V-Girder</i>).....	70
4.3.2. Tegangan Ijin Balok Prategang	71
4.3.3. Analisa Penampang Balok Prategang pada Bentang 50 m	79
4.3.4. Analisa Pembebanan Balok Prategang pada Bentang 50 m.....	79
4.3.5. Cek Kemampuan Penampang Terhadap Gaya yang Bekerja.....	84
4.3.6. Kontrol Lendutan Pada Bentang 50 m.....	84
4.4. Gambar Perencanaan	86
BAB V PERENCANAAN STRUKTUR ATAS SEKUNDER	90
5.1. Perhitungan Perencanaan Pipa Sandaran.....	90
5.1.1. Kombinasi Pembebanan.....	90

5.1.2.	Kontrol Lendutan dan Tegangan	90
5.2.	Perhitungan Perencanaan Tiang Sandaran	91
5.2.1.	Perhitungan Momen.....	92
5.2.2.	Syarat Batas Penulangan Tiang Sandaran.....	92
5.2.3.	Penulangan Tiang Sandaran	93
5.3.	Perhitungan Perencanaan Plat Trotoar	94
5.3.1.	Perhitungan Momen.....	95
5.3.2.	Syarat Batas Penulangan Plat Trotoar	96
5.3.3.	Penulangan Plat Trotoar.....	96
5.4.	Perhitungan Perencanaan Plat Lantai	97
5.4.1.	Perhitungan Momen.....	97
5.4.2.	Syarat Batas Penulangan Plat Lantai	100
5.4.3.	Penulangan Plat Lantai Arah X	100
5.4.4.	Penulangan Plat Lantai Arah Y	101
5.4.5.	Penulangan Tumpuan Plat Lantai.....	102
5.4.6.	Kontrol Kekuatan	103
5.5.	Perhitungan Perencanaan Balok Memanjang	104
5.5.1.	Perhitungan Momen.....	105
5.5.2.	Syarat Batas Penulangan Balok Memanjang	107
5.5.3.	Penulangan Lentur Balok Memanjang	108
5.5.4.	Kontrol Kekuatan	110
5.5.5.	Penulangan Geser Balok Memanjang.....	110
5.6.	Perhitungan Perencanaan Balok Diafragma	111
5.6.1.	Perhitungan Momen.....	112
5.6.2.	Syarat Batas Penulangan Balok Diafragma	114
5.6.3.	Penulangan Lentur Balok Diafragma	115
5.6.4.	Kontrol Kekuatan	116

5.6.5.	Penulangan Geser Balok Diafragma.....	117
BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PRIMER		119
6.1.	Analisa Pembebanan Balok Prategang pada Bentang 35 m	119
6.1.1.	Beban Mati	119
6.1.2.	Beban Hidup	121
6.1.3.	Momen Total	123
6.2.	Cek Kemampuan Penampang Terhadap Gaya yang Bekerja	123
6.3.	Kontrol Lendutan Pada Bentang 35 m	124
6.4.	Perhitungan Gaya Prategang Gelagar Bentang 50 m	126
6.4.1.	Perkiraan Awal Gaya Prategang.....	126
6.4.2.	Letak Eksentrisitas (cgs)	126
6.4.3.	Perhitungan Gaya Prategang yang Dibutuhkan.....	126
6.5.	Perhitungan Kabel Prategang (Tendon) Gelagar Bentang 50 m.....	126
6.5.1.	Ukuran Tendon.....	126
6.5.2.	Penentuan Letak Tendon.....	127
6.6.	Perhitungan Kehilangan Gaya Prategang Gelagar Bentang 50 m.....	133
6.6.1.	Kehilangan Tegangan pada Beton.....	133
6.6.2.	Kehilangan Tegangan pada Baja	136
6.6.3.	Total Kehilangan Tegangan	138
6.7.	Gaya Prategang Efektif Bentang 50 m	138
6.7.1.	Kondisi Saat Transfer	138
6.7.2.	Kondisi Saat Servis.....	139
6.8.	Kontrol Tegangan Gelagar Bentang 50 m	139
6.8.1.	Kontrol Tegangan Saat Transfer	139
6.8.2.	Kontrol Tegangan Saat Servis	140
6.9.	Perencanaan Tulangan Balok Prategang Bentang 50 m.....	141
6.9.1.	Syarat Batas Penulangan Balok Prategang	142

6.9.2.	Penulangan Lentur Balok Prategang	142
6.9.3.	Penulangan Geser Balok Prategang	143
6.10.	Perhitungan Gaya Prategang Gelagar Bentang 35 m	145
6.10.1.	Perkiraan Awal Gaya Prategang	145
6.10.2.	Letak Eksentrisitas (cgs)	145
6.10.3.	Perhitungan Gaya Prategang yang Dibutuhkan.....	145
6.11.	Perhitungan Kabel Prategang (Tendon) Gelagar Bentang 35 m.....	145
6.11.1.	Ukuran Tendon.....	145
6.11.2.	Penentuan Letak Tendon.....	146
6.12.	Perhitungan Kehilangan Gaya Prategang Gelagar Bentang 35 m.....	152
6.12.1.	Kehilangan Tegangan pada Beton.....	152
6.12.2.	Kehilangan Tegangan pada Baja	155
6.12.3.	Total Kehilangan Tegangan	156
6.13.	Gaya Prategang Efektif Bentang 35 m	157
6.13.1.	Kondisi Saat Transfer	157
6.13.2.	Kondisi Saat Servis.....	157
6.14.	Kontrol Tegangan Gelagar Bentang 35 m	157
6.14.1.	Kontrol Tegangan Saat Transfer	158
6.14.2.	Kontrol Tegangan Saat Servis	159
6.15.	Perencanaan Tulangan Balok Prategang Bentang 35 m.....	160
6.15.1.	Syarat Batas Penulangan Balok Prategang	160
6.15.2.	Penulangan Lentur Balok Prategang	160
6.15.3.	Penulangan Geser Balok Prategang.....	161
6.16.	Perencanaan <i>Shear Connector</i>	163
6.17.	Perencanaan <i>Elastomeric Bearings</i>	165
6.17.1.	Beban yang Bekerja pada <i>Elastomeric Bearings</i>	165
6.17.2.	Perhitungan <i>Elastomeric Bearings</i>	165

BAB VII PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH ABUTMEN	168
7.1. Perencanaan Abutmen	168
7.2. Pembebanan Abutmen	169
7.2.1. Pembebanan Oleh Gaya Vertikal.....	169
7.2.2. Pembebanan Oleh Gaya Horizontal.....	171
7.2.3. Kombinasi Pembebanan.....	173
7.3. Penulangan Abutmen.....	176
7.3.1. Syarat Batas Penulangan Abutmen.....	176
7.3.2. Penulangan Kepala Abutmen	177
7.3.3. Penulangan Konsol Pendek Abutmen.....	179
7.3.4. Penulangan Badan Abutmen	181
BAB VIII KESIMPULAN	183
DAFTAR PUSTAKA	184

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Beton Bertulang dan Beton Bertulang.....	5
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	7
Tabel 2.3 Berat Isi untuk Beban Mati.....	12
Tabel 2.4 Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	12
Tabel 2.5 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan.....	13
Tabel 2.6 Faktor Beban untuk Beban Lajur “D”.....	13
Tabel 2.7 Faktor Beban untuk Beban “T”.....	14
Tabel 2.8 Nilai V_o dan Z_o untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu.....	17
Tabel 2.9 Tekanan Angin Dasar.....	17
Tabel 2.10 Tekanan Angin Dasar (P_B) untuk Berbagai Sudut Serang.....	18
Tabel 2.11 Perhitungan Luas Penampang Penarikan Beton Prategang.....	21
Tabel 2.12 Jenis dan Spesifikasi Tendon Baja Prategang.....	31
Tabel 2.13 Kawat Kawat untuk Beton Prategang.....	32
Tabel 2.14 Strand Standar Tujuh Kawat untuk Beton Pretagang.....	33
Tabel 2.15 Brosur Tendon ASTM A - 416.....	33
Tabel 2.16 Koefisien Gesek Kelengkungan dan <i>Wobble Tension</i>	43
Tabel 2.17 Nilai K_{sh} untuk Komponen Struktur <i>Post Tension</i>	45
Tabel 2.18 Nilai K_{re} dan J	47
Tabel 2.19 Nilai C	47
Tabel 3.1 Perbedaan <i>Exciting</i> dan Jembatan yang Direncanakan.....	57
Tabel 4.1 Analisa Perhitungan Jarak Y_b Sebelum Komposit.....	72
Tabel 4.2 Analisa Perhitungan Momen Inersia (I_x) Sebelum Komposit.....	73
Tabel 4.3 Analisa Perhitungan Jarak Y_b Setelah Komposit.....	76
Tabel 4.4 Analisa Perhitungan Momen Inersia (I_x) Setelah Komposit.....	77
Tabel 4.5 Analisa Penampang.....	78

Tabel 4.6 Perhitungan Gaya Lintang Akibat Beban Mati (Dx) Bentang 50 m	81
Tabel 4.7 Perhitungan Momen Akibat Beban Mati (Dx) Bentang 50 m	81
Tabel 4.8 Perhitungan Gaya Lintang Akibat Beban Hidup (Dx) Bentang 50 m.....	83
Tabel 4.9 Perhitungan Momen Akibat Beban Hidup (Dx) Bentang 50 m.....	83
Tabel 5.1 Perhitungan Momen Plat Lantai.....	98
Tabel 6.1 Perhitungan Gaya Lintang Akibat Beban Mati (Dx) Bentang 35 m	120
Tabel 6.2 Perhitungan Momen Akibat Beban Mati (Dx) Bentang 35 m	120
Tabel 6.3 Perhitungan Gaya Lintang Akibat Beban Hidup (Dx) Bentang 35 m.....	122
Tabel 6.4 Perhitungan Momen Akibat Beban Hidup (Dx) Bentang 35 m.....	123
Tabel 6.5 Profil Kabel	126
Tabel 6.6 Perhitungan Batas Bawah Tendon Bentang 50 m.....	128
Tabel 6.7 Perhitungan Batas Atas Tendon Bentang 50 m	129
Tabel 6.8 Perhitungan Jarak Garis Netral Tendon Bentang 50 m.....	130
Tabel 6.9 Perhitungan Jarak Tendon -1 (Yi) Bentang 50 m	130
Tabel 6.10 Perhitungan Jarak Tendon -2 (Yi) Bentang 50 m	131
Tabel 6.11 Perhitungan Jarak Tendon -3 (Yi) Bentang 50 m	132
Tabel 6.12 Perhitungan Jarak Tendon -4 (Yi) Bentang 50 m	132
Tabel 6.13 Total Kehilangan Tegangan pada Beton dan Baja Bentang 50 m.....	138
Tabel 6.14 Perhitungan Batas Bawah Tendon Bentang 35 m.....	147
Tabel 6.15 Perhitungan Batas Atas Tendon Bentang 35 m.....	148
Tabel 6.16 Perhitungan Jarak Garis Netral Tendon Bentang 35 m	149
Tabel 6.17 Perhitungan Jarak Tendon -1 (Yi) Bentang 35 m	149
Tabel 6.18 Perhitungan Jarak Tendon -2 (Yi) Bentang 35 m	150
Tabel 6.19 Perhitungan Jarak Tendon -3 (Yi) Bentang 35 m	151
Tabel 6.20 Perhitungan Jarak Tendon -4 (Yi) Bentang 35 m	151
Tabel 6.21 Total Kehilangan Tegangan pada Beton dan Baja Bentang 35 m.....	156
Tabel 7.1 Perhitungan Titik Berat Abutmen	169

Tabel 7.2 Kombinasi Pembebanan dan Gaya.....	174
Tabel 7.3 Perhitungan Kombinasi Pembebanan dan Gaya	176

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jembatan Amai Benny Subianto di Kecamatan Busan, Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur	2
Gambar 2.1 Beban Lajur “D”	14
Gambar 2.2 Pembebanan Truk “T”	14
Gambar 2.3 Distribusi Tegangan Sepanjang Penampang Beton Prategang Eksentris	18
Gambar 2.4 Momen Tahanan internal pada Balok Prategang dan Beton Bertulang	19
Gambar 2.5 Balok Prategang dengan Tendon Parabola	20
Gambar 2.6 Prinsip Pratarik (<i>pre tensioning</i>).....	21
Gambar 2.7 Prinsip Pascatarik (<i>post tensioning</i>).....	22
Gambar 2.8 <i>I-Girder</i>	24
Gambar 2.9 <i>Box Girder</i>	24
Gambar 2.10 <i>U-Girder</i>	25
Gambar 2.11 <i>T-Girder</i>	26
Gambar 2.12 <i>Plate Girder</i>	26
Gambar 2.13 <i>V-Girder</i>	27
Gambar 2.14 Kurva Tegangan Regangan untuk Berbagai Kekuatan Beton.....	28
Gambar 2.15 Kawat (<i>wire</i>).....	30
Gambar 2.16 Kawat Untaian (<i>strand</i>).....	30
Gambar 2.17 Kawat Batang (<i>bar</i>).....	31
Gambar 2.18 Diagram Tegangan Regangan untuk Baja Prategang	34
Gambar 2.19 Diagra Tegangan Regangan untuk Baja Prategang yang Mengalami Tekan dan Mempunyai Penulangan Batang Baja Lunak.....	34
Gambar 2.20 Selongsong Tendon.....	35
Gambar 2.21 Angkur Hidup dan Angkur Mati	36
Gambar 2.22 Hasil Uji Tegang Baja AKibat Relaksasi.....	46

Gambar 2.23 Persamaan Lintasan Tendon.....	48
Gambar 2.24 Daerah Aman Kabel.....	50
Gambar 2.25 Transisi Daerah Solid ke Tumpuan	50
Gambar 2.26 Zona Ujung, Retak <i>Bursting</i> dan Retak <i>Spalling</i>	51
Gambar 2.27 Jarak Tulangan Badan.....	54
Gambar 3.1 <i>Exciting</i> Tampak Atas Bentang Tengah Jembatan Rangka Baja	55
Gambar 3.2 <i>Exciting</i> Tampak Samping Bentang Tengah Jembatan Rangka Baja.....	56
Gambar 3.3 <i>Exciting</i> Tampak Atas Jembatan Pendekat	56
Gambar 3.4 <i>Exciting</i> Tampak Samping Jembatan Pendekat	57
Gambar 3.5 Diagram Alir Perencanaan	58
Gambar 4.1 Dimensi Tiang Sandaran.....	64
Gambar 4.2 Denah Potongan Plat Lantai Bentang 35 m	65
Gambar 4.3 Dimensi Balok Memanjang.....	67
Gambar 4.4 Dimensi Balok Diafragma.....	69
Gambar 4.5 Sket <i>V-Girder</i>	70
Gambar 4.6 Penampang Balok Induk	71
Gambar 4.7 Jarak Titik Berat Balok Terhadap Alas Balok dan Jarak Titik Berat Balok yang Ditinjau Terhadap Garis Netral Sebelum Komposit	73
Gambar 4.8 Potongan Melintang Balok Induk Sebelum Komposit	74
Gambar 4.9 Diagram Tegangan Balok Induk Sebelum Komposit	75
Gambar 4.10 Jarak Titik Berat Balok Terhadap Alas Balok dan Jarak Titik Berat Balok yang Ditinjau Terhadap Garis Netral Setelah Komposit.....	77
Gambar 4.11 Potongan Melintang Balok Induk Setelah Komposit	79
Gambar 4.12 Diagram Tegangan Balok Induk Setelah Komposit	79
Gambar 4.13 Pembebanan Beban Mati pada Balok Induk Bentang 50 m.....	80
Gambar 4.14 Tampak Memanjang Bentang 35 m.....	86
Gambar 4.15 Tampak Memanjang Bentang 50 m.....	87

Gambar 4.16 Denah Jembatan Tampak Atas Bentang 35 m.....	87
Gambar 4.17 Denah Jembatan Tampak Atas Bentang 50 m.....	87
Gambar 4.18 Denah Jembatan Tampak Bawah Bentang 35 m.....	88
Gambar 4.19 Denah Jembatan Tampak Bawah Bentang 50 m.....	88
Gambar 4.20 Tampak Melintang Jembatan	89
Gambar 5.1 Pembebanan pada Sandaran Jembatan.....	90
Gambar 5.2 Sket Tiang Sandaran	91
Gambar 5.3 Tampak Depan Pipa Sandaran dan Tiang Sandaran.....	91
Gambar 5.4 Sket Plat Trotoar	94
Gambar 5.5 Perletakan Momen Plat Lantai	98
Gambar 5.6 Muatan T Satu Roda di Tengah Plat.....	99
Gambar 5.7 Pembebanan T Satu Roda di Tengah Plat	99
Gambar 5.8 Pemodelan Beban Balok Memanjang	105
Gambar 5.9 Detail Beban Plat Trapesium pada Balok Memanjang	106
Gambar 5.10 Momen Pengaruh Garis Balok Memanjang	106
Gambar 5.11 Pemodelan Beban Balok Melintang	112
Gambar 5.12 Detail Beban Plat Segitiga pada Melintang.....	113
Gambar 5.13 Momen Pengaruh Garis Balok Melintang.....	113
Gambar 6.1 Pembebanan Beban Mati pada Balok Induk Bentang 35 m.....	119
Gambar 6.2 Posisi Tendon pada <i>End</i> Blok	133
Gambar 6.3 Diagram Tegangan Saat Tranfer pada Bentang 50 m.....	140
Gambar 6.4 Diagram Tegangan Saat Servis pada Bentang 50 m.....	141
Gambar 6.5 Pengangkatan <i>Girder</i> 2 Titik.....	141
Gambar 6.6 Diagram Tegangan Saat Tranfer pada Bentang 35 m.....	158
Gambar 6.7 Diagram Tegangan Saat Servis pada Bentang 35 m.....	159
Gambar 6.8 Rencana <i>Shear Connector</i>	163

Gambar 7.1 Sket Abutmen	168
Gambar 7.2 Titik Berat Abutmen	169
Gambar 7.3 Gaya Akibat Gaya Geser pada Tumpuan.....	172
Gambar 7.4 Beban Akibat Gempa.....	172
Gambar 7.5 Sket Kepala Abutmen	177
Gambar 7.6 Sket Konsol Pendek Abutmen.....	179
Gambar 7.7 Sket Badan Abutmen	181

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG MENGGUNAKAN *V-GIRDER* DI KECAMATAN BUSANG, KABUPATEN KUTAI TIMUR, KALIMANTAN TIMUR

Ninna Nursakhna Kariima¹, Siswoyo^{2*}

^{1&2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa timur, Indonesia

E-mail: ninnakariima9g29@gmail.com & siswoyosecure@gmail.com

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK: Jembatan Amai Benny Subianto berlokasi di Kecamatan Busang, Kabupaten Kutai timur, Kalimantan Timur. Jembatan tersebut tergolong kelas jembatan C dengan rangka baja yang memiliki panjang total 120 meter dan lebar total 4,5 meter, hanya memiliki 1 jalur. Tujuan perencanaan ulang agar jembatan tersebut menjadi kelas jembatan B dan memiliki 2 jalur, sehingga mempermudah akses transportasi antar desa dan mampu menambah efektivitas jarak tempuh sarana angkutan kelapa sawit. Menggunakan beton prategang dengan jenis penampang *V-Girder*, panjang total 120 m dengan lebar total 7. Peraturan pembebanan jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 dan peraturan perancangan beton prategang mengacu pada SNI 7388:2012. Hasil perencanaan diperoleh *V-Girder* dengan dimensi 2 x 1 m, membutuhkan 3 buah balok induk dengan tulangan lentur D22 – 100 mm, tulangan sengkang D13 – 100 mm. Pada bentang 50 m menggunakan 4 tendon dengan 1 tendon berisi 23 *strand*, bentang 35 m menggunakan 4 tendon dengan 1 tendon berisi 12 *strand*. Hasil perencanaan balok memanjang diperoleh dimensi 50 x 40 cm dengan tulangan lentur 5D16 mm dan 3D16 mm, tulangan sengkang 2D10 – 200 mm. Hasil perencanaan balok diafragma diperoleh dimensi 90 x 30 cm dengan tulangan lentur 6D16 mm dan 3D16 mm, tulangan sengkang 2D10 – 100 mm. Hasil abutmen diperoleh dimensi 7,8 x 7 m, penulangan kepala abutmen menggunakan tulangan lentur D22 – 50 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm, penulangan konsol pendek menggunakan tulangan lentur D25 – 75 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm, dan penulangan badan abutmen menggunakan tulangan lentur D25 – 50 mm dan tulangan sengkang D13 – 200 mm.

KATA KUNCI : Jembatan, Perencanaan ulang, *V-Girder*.

1. PENDAHULUAN

Kalimantan Timur merupakan kawasan yang mengandalkan sektor industri jasa dan perdagangan, pariwisata, gas, dan pertanian. Sehingga sektor pariwisata, jasa dan perdagangan, pariwisata merupakan objek yang perlu dikembangkan pesatkan. Untuk melaksanakan dan memperbaiki hal tersebut, diperlukan sarana dan prasarana yang menunjang, dalam jalur transportasi darat sebagai penghubung antar daerah maupaun kota agar mempermudah dalam meningkatkan kegiatan ekonomi.

Sarana transportasi yang dibangun oleh pemerintah memiliki arti dan dampak yang sangat penting untuk memperlancar perpindahan objek ke tempat lain serta meningkatkan sektor perekonomian daerah. Maka dari itu dibutuhkan sarana transportasi darat sebagai penghubung antar daerah untuk mempermudah arus lalu lintas. Solusi yang dinilai mampu untuk masalah tersebut salah satunya ialah kontruksi jembatan.

Jembatan adalah suatu kontruksi yang berfungsi untuk meneruskan atau menghubungkan suatu daerah ke daerah lain. Perkembangan transportasi yang semakin cepat dan kerap

berhubungan dengan pembangunan, baik berupa perkerasan jalan maupun pembangunan jembatan berfungsi untuk memperlancar mobilitas kendaraan supaya mendapatkan waktu yang efektif dan efisien. (Hariansyah Wan Wan, 2018).

Kehadiran jembatan sangat dibutuhkan untuk memperlancar kegiatan sehari hari. Oleh karena itu, jembatan harus dibangun dengan memenuhi syarat kekakuan, lendutan, dan ketahanan terhadap beban yang bekerja. Berbagai macam material menjadi pertimbangan dalam pembuatan jembatan. Material yang umum digunakan dalam pembuatan jembatan biasanya adalah baja dan beton, namun dalam pemilihan material terdapat beberapa aspek yang perlu ditinjau yaitu keamanan, harga, waktu pelaksanaan dan fleksibilitas desain. (Batubara Samsuardi, 2018).

Pembangunan Jembatan Amai Benny Subianto dibangun pada tahun 2019 yang berlokasi pada Kecamatan Busang, Kabupaten Kutai timur, Kalimantan Timur. Jembatan tersebut dibangun oleh perusahaan kelapa sawit PT Subur Abadi Wana Agung (SAWA) dan PT Hampanan Perkasa Mandiri (HMP) bertujuan sebagai