

**“PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN SUNGAI
BESUK KOBOKAN TIPE PELENGKUNG (*THROUGH ARCH*) DENGAN
METODE DFBK”**

TUGAS AKHIR

*Disusun dan Ditunjukkan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana (S-1) Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh:

I PUTU HENDRA WIJANA

1821092

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2022

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
“PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN
SUNGAI BESUK KOBOKAN TIPE PELENGKUNG
(THROUGH ARCH) DENGAN METODE DFBK”

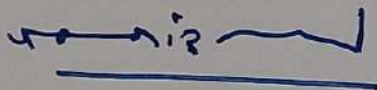
Disusun Oleh:
I PUTU HENDRA WIJANA
1821092

*Disusun dan ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh Gelar Sarjana
(S-1) Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*

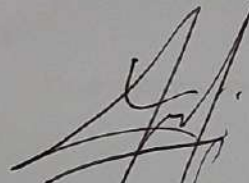
Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Sudirman Indra, M.Sc
NIP. Y. 1018300054

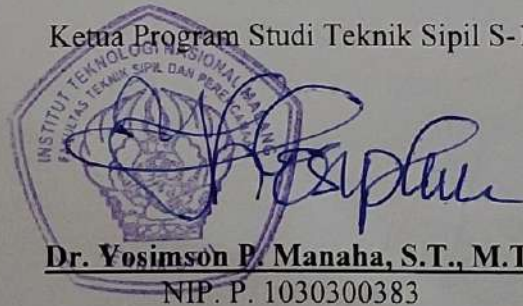


Vega Aditama, S.T., M.T.
NIP. P. 1031900559

Malang, Februari 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
“PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN
SUNGAI BESUK KOBOKAN TIPE PELENGKUNG
(THROUGH ARCH) DENGAN METODE DFBK”

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan Dosen Pembahas Tugas Akhir
Jenjang S-1

Pada tanggal 9 Januari 2023

Dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh:

I PUTU HENDRA WIJANA

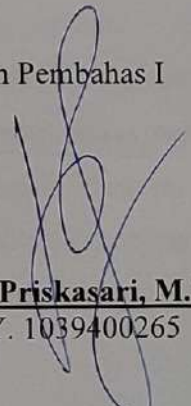
1821092

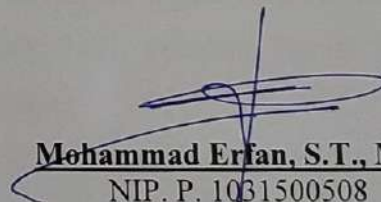
Malang, Februari 2023

Dosen Pembahas

Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II


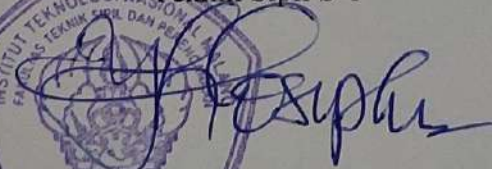

Ir. Ester Priskasari, M.T.
NIP. Y. 1039400265

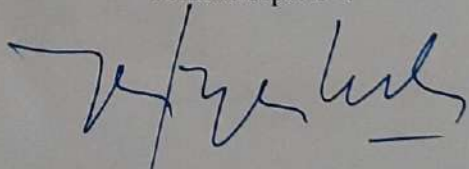

Mohammad Erfan, S.T., M.T.
NIP. P. 1031500508

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383


Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T.
NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Putu Hendra Wijana

NIM : 1821092

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perencanaan Ulang Struktur Atas Jembatan Sungai Besuk Kobokan Tipe Pelengkung (*Through Arch*) dengan Metode DFBK”

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan oleh Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, Februari 2023



Membuat Pernyataan,

I Putu Hendra Wijana

NIM 1821092

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penyusun ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan dan anugerah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ir. Hery Setyo Budiarmo, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Sudirman Indra, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Vega Aditama, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi terselenggaranya pendidikan yang berkualitas.

Malang, Desember 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	x
ABSTRAK	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Terdahulu.....	5
2.2 Pengertian Jembatan Busur.....	8
2.3 Metode DFBK (Desain Faktor Beban dan Ketahanan)	9
2.4 Pembebanan	11
2.4.1 Beban Tetap.....	12
2.4.2 Beban Lalu Lintas.....	13
2.4.3 Faktor Beban Dinamis	16
2.4.4 Gaya Rem	17
2.4.5 Beban Pejalan Kaki	17
2.4.6 Beban Angin.....	17
2.4.7 Kombinasi Pembebanan	20
2.5 Perencanaan Jembatan Busur.....	21
2.5.1 Pelat Lantai Kendaraan.....	21
2.5.2 Perencanaan Gelagar Memanjang dan Melintang	23
2.5.3 Perencanaan Gelagar Induk	30
2.5.4 Sambungan	37
2.5.5 Ikatan Angin	46

2.5.6 Kabel.....	47
2.6 Perletakan Elastomer	49
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	52
3.1 Data Existing Jembatan.....	52
3.2 Metodologi Perencanaan	52
3.3 Tempat Perencanaan	52
3.4 Data Perencanaan Jembatan.....	54
3.4.1 Data Struktur	54
3.4.2 Data Material	54
3.4.3 Data Pembebanan	54
3.4.4 Gambar Rencana Jembatan	56
3.5 Diagram Alir Perencanaan	57
BAB IV PERHITUNGAN PERENCANAAN	60
4.1 Perhitungan Pelat Lantai Kendaraan dan Trottoir	60
4.1.1 Perhitungan Pembebanan	60
4.1.2 Perhitungan Statika.....	64
4.1.3 Perhitungan Penulangan Pelat	66
4.2 Perencanaan Gelagar Memanjang.....	79
4.2.1 Perhitungan Pembebanan dan Statika Gelagar Memanjang.....	79
4.2.2 Perhitungan Dimensi Gelagar Memanjang	87
4.3 Perencanaan Gelagar Melintang	108
4.3.1 Perhitungan Pembebanan Gelagar Melintang	108
4.3.2 Perhitungan Dimensi Gelagar Melintang	120
4.4 Perencanaan Gelagar Induk	139
4.4.1 Pembebanan pada Gelagar Induk	139
4.4.2 Pendimensian Gelagar Induk.....	151
4.5 Perencanaan Sambungan Jembatan	188
4.5.1 Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang.....	188
4.5.2 Sambungan Gelagar Melintang-Induk Memanjang.....	200
4.5.3 Sambungan Gelagar Induk-Induk Memanjang	212
4.5.4 Sambungan Simpul Gelagar Induk	229
4.5.5 Sambungan Gelagar Melintang Atas	285
4.5.6 Sambungan Ikatan Angin	296
4.5.7 Sambungan Kabel Penggantung-Gelagar Induk	308

4.6 Perencanaan Elastomer	317
BAB V PENUTUP	328
5.1 Kesimpulan	328
5.2 Saran	330
DAFTAR PUSTAKA	331
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perencanaan Jembatan Cisadane	5
Gambar 2. 2 Perencanaan Jembatan Seacorm	6
Gambar 2. 3 Perencanaan Jembatan Soekarno-Hatta	6
Gambar 2. 4 Perencanaan Jembatan Sanga.....	7
Gambar 2. 5 Perencanaan Jembatan Tukad Bangkung	7
Gambar 2. 6 Bagan dari suatu Jembatan Busur	8
Gambar 2. 7 Beban lajur “D”	14
Gambar 2. 8 Pembebanan truk “T” (500kN)	16
Gambar 2. 9 Faktor beban dinamis untuk beban “T” untuk pembebanan lajur “D”	17
Gambar 2. 10 Analisa distribusi tegangan-regangan pada pelat lantai	22
Gambar 2. 11 Profil I-WF gilas panas	23
Gambar 2. 12 Profil I-WF gilas panas	24
Gambar 2. 13 Komponen-komponen penampang komposit.....	25
Gambar 2. 14 Lebar efektif penampang komposit.....	25
Gambar 2. 15 Distribusi Tegangan Plastis pada Pelat Komposit.....	25
Gambar 2. 16 Perencanaan penghubung geser	29
Gambar 2. 17 Pemodelan batang tarik dan tekan pada rangka jembatan.....	30
Gambar 2. 18 Profil I-WF gilas panas	34
Gambar 2. 19 Profil I-WF gilas panas	35
Gambar 2. 20 Nilai K untuk batang dengan ujung-ujung yang ideal.....	36
Gambar 2. 21 Jarak dan spasi baut.....	40
Gambar 2. 22 Contoh kontrol pelat simpul pada salah satu joint	42
Gambar 2. 23 Aksi Prying pada Profil Siku Ganda	44
Gambar 2. 24 Las Sudut.....	45
Gambar 2. 25 Tebal Efektif Las Sudut	45
Gambar 2. 26 <i>Wire ropes</i>	47
Gambar 2. 27 <i>Parallel wire cable</i>	47
Gambar 2. 28 <i>Close strand socket</i>	48
Gambar 2. 29 <i>Open strand socket</i>	49

Gambar 2. 30 Bantalan elastomer	49
Gambar 3. 1 Peta lokasi eksisting	52
Gambar 3. 2 Lokasi eksisting jembatan	53
Gambar 3. 3 Kondisi eksisting jembatan	53
Gambar 3. 4 Kondisi jembatan yang telah rusak	53
Gambar 3. 5 Potongan memanjang jembatan rencana	56
Gambar 3. 6 Modeling Jembatan dengan SAP2000 v21	56
Gambar 4. 1 Detail Pelat Lantai Kendaraan per 1 m	60
Gambar 4. 2 Detail Lantai Trotoir.....	61
Gambar 4. 3 Detail Pagar Trotoir.....	62
Gambar 4. 4 Skema Beban Kerb.....	63
Gambar 4. 5 Kondisi pembebanan I.....	64
Gambar 4. 6 Kondisi pembebanan II	64
Gambar 4. 7 Kondisi pembebanan III	64
Gambar 4. 8 Kondisi pembebanan IV	65
Gambar 4. 9 Gaya momen pembebanan I.....	65
Gambar 4. 10 Gaya momen pembebanan II.....	65
Gambar 4. 11 Gaya momen pembebanan III	65
Gambar 4. 12 Gaya momen pembebanan IV	65
Gambar 4. 13 Distribusi Tegangan-Regangan pada Analisa Pelat Lantai Daerah Tumpuan	67
Gambar 4. 14 Diagram tegangan pada potongan penampang pelat arah memanjang daerah lapangan	73
Gambar 4. 15 Penulangan plat lantai kendaraan dan trotoar	79
Gambar 4. 16 Tinjauan Pembebanan Pada Gelagar Memanjang.....	79
Gambar 4. 17 Pembebanan Akibat Beban Mati Lantai Kendaraan	80
Gambar 4. 18 Skema Pembebanan Statika Akibat Beban Mati (qD)	80
Gambar 4. 19 Hasil Reaksi Perletakan (qD) dengan SAP2000	81
Gambar 4. 20 Hasil Gaya Momen (qD) dengan SAP2000	81
Gambar 4. 21 Skema Pembebanan Statika Akibat Beban Lajur "D" BTR.....	82
Gambar 4. 22 Hasil Reaksi Perletakan (qBTR) dengan SAP2000	83
Gambar 4. 23 Hasil Gaya Momen (qBTR) dengan SAP2000	83

Gambar 4. 24 Diagram faktor beban dinamis	84
Gambar 4. 25 Skema Pembebanan Statika Akibat Beban Lajur "D" BGT	84
Gambar 4. 26 Hasil Reaksi Perletakan (pBGT) dengan SAP2000	85
Gambar 4. 27 Hasil Gaya Momen (pBGT) dengan SAP2000	85
Gambar 4. 28 Skema Pembebanan Statika Beban Truk "T"	86
Gambar 4. 29 Hasil Reaksi Perletakan (Tu) dengan SAP2000	86
Gambar 4. 30 Hasil Gaya Momen (Tu) dengan SAP2000	86
Gambar 4. 31 Dimensi profil gelagar	88
Gambar 4. 32 Nilai Momen Dalam Penentuan Nilai Cb	93
Gambar 4. 33 Lebar Efektif Balok Komposit	96
Gambar 4. 34 Distribusi Tegangan Plastis Komposit	98
Gambar 4. 35 Garis Netral Penampang Komposit	102
Gambar 4. 36 Perencanaan Penghubung Geser pada Gelagar Memanjang	108
Gambar 4. 37 Tinjauan Pembebanan Pada Gelagar Melintang	108
Gambar 4. 38 Pembebanan Akibat Beban Mati Lantai Kendaraan	109
Gambar 4. 39 Pembebanan Akibat Beban Mati Lantai Trotoir	109
Gambar 4. 40 Skema Pembebanan Statika Beban Mati Lantai Kendaraan dan Trotoir	110
Gambar 4. 41 Hasil Reaksi Perletakan (qD) dengan SAP2000	111
Gambar 4. 42 Hasil Gaya Momen (qD) dengan SAP2000	111
Gambar 4. 43 Skema Pembebanan Statika Berat Sendiri Gelagar Memanjang .	111
Gambar 4. 44 Hasil Reaksi Perletakan (Pu) dengan SAP2000	112
Gambar 4. 45 Hasil Gaya Momen (Pu) dengan SAP2000	112
Gambar 4. 46 Skema Pembebanan Statika Beban Hidup Lajur "D" BTR	113
Gambar 4. 47 Hasil Reaksi Perletakan (qBTR) dengan SAP2000	114
Gambar 4. 48 Hasil Gaya Momen (qBTR) dengan SAP2000	114
Gambar 4. 49 Diagram Faktor Beban Dinamis	115
Gambar 4. 50 Skema Pembebanan Statika Akibat Beban Lajur "D" BGT	115
Gambar 4. 51 Hasil Reaksi Perletakan (pBGT) dengan SAP2000	116
Gambar 4. 52 Hasil Gaya Momen (pBGT) dengan SAP2000	116
Gambar 4. 53 Skema Pembebanan Statika Akibat Beban Hidup Truk "T"	117
Gambar 4. 54 Hasil Reaksi Perletakan (Tu) dengan SAP2000	118

Gambar 4. 55 Hasil Gaya Momen (T_u) dengan SAP2000.....	118
Gambar 4. 56 Skema Pembebanan Statika Akibat Beban Hidup Lantai Trotoir	118
Gambar 4. 57 Hasil Reaksi Perletakan (q_{TP}) dengan SAP2000	119
Gambar 4. 58 Hasil Gaya Momen (q_{TP}) dengan SAP2000	119
Gambar 4. 59 Dimensi profil gelagar.....	121
Gambar 4. 60 Lebar Efektif Balok Komposit	126
Gambar 4. 61 Distribusi Tegangan Plastis Komposit	128
Gambar 4. 62 Garis Netral Penampang Komposit.....	133
Gambar 4. 63 Perencanaan Penghubung Geser pada Gelagar Melintang.....	139
Gambar 4. 64 Faktor Beban Dinamis.....	142
Gambar 4. 65 Pembagian Area untuk Beban Angin	147
Gambar 4. 66 Pelengkung Atas Jembatan.....	151
Gambar 4. 67 Penampang Profil Gelagar Induk	151
Gambar 4. 68 Pelengkung Bawah Jembatan	154
Gambar 4. 69 Penampang Profil Gelagar Induk	154
Gambar 4. 70 Induk Vertikal Jembatan	157
Gambar 4. 71 Penampang Profil Jembatan	157
Gambar 4. 72 Induk Diagonal Jembatan.....	162
Gambar 4. 73 Penampang Profil Gelagar Induk	162
Gambar 4. 74 Induk Memanjang Tepi Jembatan	167
Gambar 4. 75 Penampang Profil Gelagar Induk	167
Gambar 4. 76 Gelagar Melintang Atas	176
Gambar 4. 77 Penampang Profil Gelagar Melintang Atas.....	177
Gambar 4. 78 Ikatan Angin Atas.....	181
Gambar 4. 79 Penampang Profil Ikatan Angin Atas.....	182
Gambar 4. 80 Sambungan Gelagar Memanjang-Melintang	193
Gambar 4. 81 Sambungan Gelagar Melintang-Memanjang	193
Gambar 4. 82 Kuat Tumpu Pelat Penyambung.....	195
Gambar 4. 83 Keruntuhan Geser Blok pada	196
Gambar 4. 84 Sambungan Gelagar Melintang-Induk Memanjang Tepi.....	204
Gambar 4. 85 Sambungan Gelagar Induk Memanjang Tepi-Melintang.....	205
Gambar 4. 86 Kuat Tumpu Pelat Penyambung.....	207

Gambar 4. 87 Keruntuhan Geser Blok pada	208
Gambar 4. 88 Sambungan antar Gelagar Induk Memanjang Tepi.....	217
Gambar 4. 89 Kuat Tumpu Pelat Penyambung Sayap.....	218
Gambar 4. 90 Tinjauan Keruntuhan Geser Blok Sayap.....	220
Gambar 4. 91 Beban Eksentris dan Konsentris.....	223
Gambar 4. 92 Tinjauan Keruntuhan Geser Blok Badan	228
Gambar 4. 93 Tinjauan Titik Simpul Jembatan	229
Gambar 4. 94 Gaya yang Terjadi pada Node 81	230
Gambar 4. 95 Perencanaan Sambungan Simpul Node 81.....	241
Gambar 4. 96 Kontrol Pelat Simpul Node 81	241
Gambar 4. 97 Tinjauan Sambungan Simpul Jembatan	242
Gambar 4. 98 Gaya yang Terjadi pada Node 111	242
Gambar 4. 99 Perencanaan Sambungan Simpul Node 111.....	261
Gambar 4. 100 Kontrol Pelat Simpul Node 111	261
Gambar 4. 101 Tinjauan Titik Simpul Jembatan	261
Gambar 4. 102 Gaya yang Terjadi pada Node 109	262
Gambar 4. 103 Perencanaan Sambungan Simpul Node 109	284
Gambar 4. 104 Kontrol Pelat Simpul Node 109	284
Gambar 4. 105 Kuat Tumpu Pelat Penyambung.....	293
Gambar 4. 106 Tinjauan Keruntuhan Keruntuhan Geser Blok.....	295
Gambar 4. 107 Sambungan Gelagar Melintang Atas.....	296
Gambar 4. 108 Kuat Tumpu Pelat Penyambung.....	305
Gambar 4. 109 Tinjauan Keruntuhan Geser Blok.....	306
Gambar 4. 110 Perencanaan Sambungan Ikatan Angin Atas	308
Gambar 4. 111 Potongan Sambungan Ikatan Angin Atas.....	308
Gambar 4. 112 Perencanaan Kabel Penggantung	316
Gambar 4. 113 Perencanaan Kabel Penggantung	316
Gambar 4. 114 Potongan Sambungan Kabel Penggantung	317
Gambar 4. 115 Perencanaan Angkur Elastomer	324
Gambar 4. 116 Perencanaan Elastomer (Tampak Samping)	327
Gambar 4. 117 Perencanaan Elastomer (Tampak Depan)	327

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi terdahulu	5
Tabel 2. 2 Faktor Reduksi Kekuatan untuk Batas Limit.....	11
Tabel 2. 3 Berat Isi untuk Komponen Beban Mati	12
Tabel 2. 4 Faktor Beban untuk Beban Sendiri	13
Tabel 2. 5 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan	13
Tabel 2. 6 Faktor Beban untuk Beban Lajur “D”	14
Tabel 2. 7 Faktor Beban Truk “T”	15
Tabel 2. 8 Nilai V_0 dan Z_0 untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu	18
Tabel 2. 9 Tekanan Angin Dasar.....	19
Tabel 2. 10 Tekanan Angin Dasar Berbagai Sudut Serang.....	19
Tabel 2. 11 Komponen Beban Angin yang Bekerja pada Kendaraan.....	20
Tabel 2. 12 Kombinasi Pembebanan dan Faktor Beban	21
Tabel 2. 13 Penentuan nilai R_g dan R_p	29
Tabel 2. 14 Faktor Lag Geser untuk Sambungan Struktur Tarik.....	32
Tabel 2. 15 Pratarik Baut Minimum	38
Tabel 2. 16 Kekuatan Nominal Pengencang dan Bagian Berulir.....	38
Tabel 2. 17 Dimensi Lubang Nominal.....	39
Tabel 2. 18 Jarak Minimum Baut ke Tepi Sambungan.....	40
Tabel 2. 19 Ukuran Minimum Las Filet.....	46
Tabel 4. 1 Momen maksimum dari perhitungan statika.....	66
Tabel 4. 2 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen.....	68
Tabel 4. 3 Asmin untuk pelat satu arah nonprategang	71
Tabel 4. 4 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen.....	74
Tabel 4. 5 Asmin untuk pelat satu arah nonprategang	77
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Luas Penampang dan Lengan Momen	101
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Luas Penampang dan Lengan Momen Balok Komposit.....	132
Tabel 4. 8 Momen Inersia Penampang Komposit Gelagar Melintang.....	133
Tabel 4. 9 Nilai V_0 dan Z_0 Untuk Berbagai Kondisi Permukaan Hulu	146
Tabel 4. 10 Luas Area Bidang.....	147

Tabel 4. 11 Tekanan Angin Dasar.....	148
Tabel 4. 12 Nilai Beban Angin Tekan (PD Tekan).....	148
Tabel 4. 13 Nilai Beban Angin Hisap (PD Hisap)	149
Tabel 4. 14 Komponen Beban Angin yang Bekerja pada Kendaraan.....	150
Tabel 4. 15 Material Properties Kabel Penggantung	187
Tabel 4. 16 Spesifikasi Kabel Penggantung.....	187
Tabel 4. 17 Spesifikasi Socket	188
Tabel 4. 18 Jarak Tepi Minimum Baut	191
Tabel 4. 19 Jarak Tepi Minimum Baut	203
Tabel 4. 20 Jarak Tepi Minimum Baut	216
Tabel 4. 21 Perhitungan Properti Baut.....	223
Tabel 4. 22 Gaya Geser Baut	224
Tabel 4. 23 Gaya Geser Baut (Lanjutan)	225
Tabel 4. 24 Jarak Tepi Minimum Baut	231
Tabel 4. 25 Jarak Tepi Minimum Baut	243
Tabel 4. 26 Jarak Tepi Minimum Baut	263
Tabel 4. 27 Jarak Tepi Minimum Baut	287
Tabel 4. 28 Ukuran Minimum Las Fillet	288
Tabel 4. 29 Jarak Tepi Minimum Baut	298
Tabel 4. 30 Ukuran Minimum Las Sudut.....	299
Tabel 4. 31 Jarak Tepi Minimum Baut	310
Tabel 4. 32 Jarak Tepi Minimum Baut	324
Tabel 4. 33 Spesifikasi Angkur Baja	326

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN BESUK KOBOKAN TIPE PELENGKUNG (*THROUGH ARCH*) DENGAN METODE DFBK

I Putu Hendra Wijana¹, Sudirman Indra², dan Vega Aditama³

^{1,2,3}) *Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang*

Email: 1821092@scholar.itn.ac.id¹

ABSTRAK

Jembatan Sungai Besuk Kobokan terletak di Jalan Raya Dampit No. 335, Krajan, Jarit, Kec. Candipuro, Kab. Lumajang, Jawa Timur memiliki bentang sepanjang 130 meter dengan konstruksi beton bertulang. Jembatan ini memiliki peranan penting sebagai akses penghubung antar Kabupaten Lumajang dan Kabupaten Malang. Rusaknya jembatan tersebut akibat erupsi Gunung Semeru yang menyebabkan terhentinya akses lalu lintas dan perekonomian di kawasan tersebut. Berdasarkan hal tersebut, pada perencanaan ini Jembatan Sungai Besuk Kobokan didesain ulang menggunakan tipe pelengkung rangka (*Through Arch*) dengan tinggi 20 meter, lebar jembatan 9 meter dan menggunakan kabel pengantung di sepanjang bentang jembatan sebagai penggantung untuk menahan lantai kendaraan dibawahnya. Dalam perencanaan ini menggunakan metode Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) serta SNI terbaru sebagai acuan perencanaan struktur jembatan. Hasil dari perencanaan yang telah dilakukan, digunakan profil WF 450 × 200 × 9 × 14 untuk gelagar memanjang, profil WF 800 × 300 × 14 × 26, profil HWF 552 × 480 × 30 × 50 untuk gelagar induk, pelengkung, profil HWF 552 × 480 × 30 × 50 untuk gelagar induk memanjang tepi, profil WF 400 × 400 × 13 × 21 untuk gelagar melintang atas, profil 2L 200 × 200 × 15 untuk ikatan angin atas, , kabel penggantung *Tension Rod* D60 mm. Didapatkan dimensi untuk perletakan elastomer 700 × 700 × 170.

Kata kunci: DFBK, Jembatan, Pelengkung

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas penampang (mm^2)
Ac	=	Luas pelat beton dengan lebar efektif (mm^2)
Ae	=	Luas neto efektif (mm^2)
Ag	=	Luas bruto dari komponen struktur (mm^2)
An	=	Luas nominal (cm^2)
As	=	Luas tulangan tarik (mm^2)
As'	=	Luas tulangan tekan (mm^2)
Aw	=	Luas badan profil (mm^2)
Agv	=	Luas bruto elemen pemikul gaya geser (mm^2)
Ant	=	Luas neto elemen yang memikul gaya tarik (mm^2)
Anv	=	Luas neto elemen yang memikul gaya geser (mm^2)
A _{sa}	=	Luas penampang angkur baja stad berkepala (mm^2)
Awe	=	Luas las efektif (mm^2)
a	=	Jarak bersih antara pengaku transversal (mm)
a	=	Tinggi blok tekan (mm)
b	=	Lebar jembatan (m)
b _E	=	Lebar efektif (m)
b _o	=	Jarak antar balok (m)
C _c	=	Tegangan tekan pada serat beton
C _s	=	Tegangan tekan pada serat baja
C _{v1}	=	Koefisien kekuatan geser badan
D	=	Beban lajur
D	=	Diameter tulangan
d	=	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik (mm)
d'	=	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tekan (mm)
E _c	=	Modulus elastisitas beton ($4700\sqrt{f'c}$)
E _s	=	Modulus elastisitas baja (200.000 MPa)
EW _s	=	Beban angin pada struktur
EW ₁	=	Gaya angin pada kendaraan
Fe	=	Tegangan tekuk kritis elastis (MPa)

F_{cr}	=	Tegangan kritis (MPa)
F_{nw}	=	Tegangan nominal logam las, ksi (MPa)
F_{EXX}	=	Kekuatan klasifikasi logam pengisi (MPa)
f	=	Tinggi busur bawah (m)
f_y	=	Tegangan leleh baja (MPa)
f_u	=	Tegangan tarik minimum penghubung geser (MPa)
f_{TH}	=	Batas fatik yang digunakan (MPa)
f_c'	=	Kuat tekan beton (MPa)
f_s'	=	Tegangan tarik baja (MPa)
G	=	Modulus geser elastomer (MPa)
h	=	Tinggi panel (m)
h_r	=	Ketebalan efektif karet pada lapisan antara (mm)
h_s	=	Ketebalan lapisan plat pada elastomer berlapis plat (mm)
I	=	Momen inersia (cm^4)
I_p	=	Keliling elastomer, termasuk lubang (mm)
i	=	Menunjukkan kondisi yang ditinjau
K	=	Faktor panjang efektif
L	=	Bentang jembatan (m)
L_c	=	Panjang efektif komponen struktur (mm)
L_E	=	Bentang menerus panjang bentang ekuivalen
L_{av}	=	Panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus
L_{max}	=	Panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambungkan secara menerus. Untuk pembebanan truk "T", FBD diambil 0,3.
M_n	=	Kekuatan momen nominal (N.mm)
M_r	=	Kekuatan momen nominal (N.mm)
M_u	=	Momen terfaktor pada penampang (N.mm)
n	=	Jumlah baut
P	=	Beban hidup rencana (N)
P_B	=	Tekanan angin dasar (MPa)
P_D	=	Tekanan angin rencana (MPa)

P_d	=	Tegangan rata-rata akibat beban hidup (MPa)
P_n	=	Kuat tarik desain
P_u	=	Beban terfaktor (Kg)
Q_i	=	Pengaruh beban nominal
Q_n	=	Kekuatan nominal satu angkur baja stad berkepala atau angkur kanal baja, kips (N)
q	=	Beban merata ultimit (Kg/m)
q	=	Intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan (kPa)
R_g	=	Koefisien untuk memperhitungkan efek grup
R_n	=	Kuat nominal
R_p	=	Koefisien untuk memperhitungkan efek grup
P_n	=	Kuat tarik desain
R_u	=	Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK
R_{ut}	=	Beban tarik terfaktor baut (Kg)
R_{uv}	=	Beban geser terfaktor (Kg)
r	=	Radius girasi penampang batang (mm)
s	=	Faktor bentuk
T	=	Beban truk
T	=	Kuat tarik ijin baut untuk aksi <i>prying</i>
T_s	=	Tegangan tarik pada serat baja
t	=	Tinggi penampang (m)
t_c	=	Tebal pelat beton (mm)
t_w	=	Tebal badan (mm)
U	=	Faktor lag geser
U_{bs}	=	Tegangan tarik
V_B	=	Kecepatan angin rencana yaitu 90-126 km/jam pada elevasi 10000 mm
V_n	=	Gaya geser nominal
V_r	=	Kuat geser rencana
V_{DZ}	=	Kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, (km/jam)
V_o	=	Kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorologi, yang ditentukan pada tabel di bawah untuk berbagai macam tipe

- permukaan hulu jembatan, (km/jam)
- V_{10} = Kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah maupun di atas permukaan air rencana, (km/jam)
- W = Lebar dari bantalan elastomer (mm)
- Y = Garis netral (mm)
- Z = Elevasi struktur diukur dari permukaan tanah atau permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 10000$ mm)
- Z_0 = Panjang gesekan di hulu jembatan yang merupakan karakteristik meteorologi, ditentukan pada tabel dibawah, (mm)
- Z_1 = Panjang Lengan momen 1 (mm)
- Z_2 = Panjang Lengan momen 2 (mm)
- λ = Batas rasio lebar terhadap tebal
- γ_i = Faktor beban daripada beban Q_i yang ditinjau
- ϕ = Faktor tahanan
- Σ = Adalah penjumlahan
- θ = Sudut pembebanan sumbu longitudinal las
- σ_L = Tegangan rata-rata akibat beban total (MPa)
- σ_s = Tegangan rata-rata akibat beban total (MPa)
- θ_{sx} = Maksimum perputaran pada setiap sumbu (rad)