

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
<i>Abstrak</i>	v
<i>Abstract</i>	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Jembatan	4
2.1.1 Jenis Jembatan	4
2.1.2 Komponen Jembatan.....	6
2.2 Jembatan Bergerak.....	9
2.2.1 Tipe-Tipe Jembatan Bergerak.....	10
2.3 Jembatan <i>Bascule</i>	17
2.3.1 Komponen Struktur Jembatan <i>Bascule</i>	17

2.4	Kriteria Pembebanan	21
2.4.1	Berat Sendiri	21
2.4.2	Beban Mati Tambahan / Utilitas	22
2.4.3	Beban Lalu Lintas / Hidup	23
2.4.4	Beban Temperatur	28
2.5	Modulus Elastisitas	30
2.5.1	Modulus Young	30
2.5.2	Modulus <i>Shear</i>	32
2.5.3	Modulus Bulk	33
2.6	Batang Tarik	34
2.6.1	Pembatasan Kelangsingan	34
2.6.2	Keruntuhan Tarik	34
2.6.3	Luas Netto, Bruto, dan Efektif	35
2.6.4	Kekuatan Geser Blok	36
2.7	Batang Tekan	36
2.7.1	Tekuk Lokal	36
2.7.2	Panjang Efektif	38
2.7.3	Tekuk Lentur	39
2.7.4	Tekuk Torsi	40
2.7.5	Tekuk Torsi Lentur (FTB)	40
2.8	Balok	40
2.8.1	Kuat Geser Balok	40
2.8.2	Kuat Lentur	41
2.8.3	Tekuk Torsi Lateral	42
2.8.4	Kombinasi Gaya	43

2.9	Lendutan	44
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		46
3.1	Umum	46
3.2	Alat dan Bahan	46
3.2.1	Alat.....	46
3.2.2	Bahan	46
3.3	Model Jembatan.....	46
3.3.1	Data fisik jembatan	46
3.3.2	Fondasi.....	47
3.4	Diagram Alir	51
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Material Properties.....	52
4.1	<i>Section Properties</i>	54
4.1.1	<i>Cross Beam</i>	54
4.1.2	Balok Tepi.....	56
4.1.3	Balok Komposit	58
4.1.4	<i>Stiffener Atas</i>	59
4.1.5	<i>Stiffener Belakang</i>	60
4.1.6	<i>Counterweight</i>	61
4.1.7	Rangka Batang	62
4.1.8	<i>Bracing</i>	63
4.1.9	<i>Crossbeam Atas</i>	64
4.1.10	<i>Bored Pile</i>	65
4.1.11	<i>Abutment</i>	66
4.1.12	<i>Stiffener Abutment</i>	67

4.1.13	<i>Panamawheel</i>	68
4.1.14	<i>Cable</i>	69
4.2	Pembebanan.....	70
4.2.1	Beban Mati.....	70
4.2.2	Beban Mati Tambahan.....	70
4.2.3	Beban Lalu Lintas.....	71
4.2.4	Beban Temperatur.....	71
4.3	Permodelan Jembatan pada Program MIDAS <i>CIVIL</i> 2020.....	73
4.3.1	Desain Jembatan.....	73
4.3.2	<i>Input Perletakan/ Support</i>	74
4.3.3	<i>Input Self Weight</i>	78
4.3.4	<i>Input</i> Beban Mati Tambahan.....	78
4.3.5	<i>Input Gaya Cable</i>	79
4.3.6	<i>Input</i> Beban Kombinasi.....	80
4.3.7	<i>Perform Structural Analysis (Completed State Analysis)</i>	81
4.4	Hasil Perhitungan.....	81
4.4.1	<i>Output</i> Hasil Perhitungan.....	81
4.4.2	<i>Review</i> Hasil Perhitungan.....	92
4.4.3	Hasil Analisis.....	109
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		113
5.1	Kesimpulan.....	113
5.2	Saran.....	113
DAFTAR ACUAN.....		115
DAFTAR BACAAN.....		117
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan <i>Bascule</i> Pamban India	9
Gambar 2.2 <i>Bascule</i> London Tower Bridge.....	10
Gambar 2.3 Draw Bridge	11
Gambar 2.4 <i>Bascule Bridge</i>	11
Gambar 2.5 <i>Foldin Bridge</i>	12
Gambar 2.6 <i>Rolling Bridge</i>	12
Gambar 2.7 <i>Lift Bridge</i>	13
Gambar 2.8 <i>Retracable Bridge</i>	13
Gambar 2.9 <i>Rolling Bascule Bridge</i>	14
Gambar 2.10 <i>Submersible Bridge</i>	14
Gambar 2.11 <i>Tilt Bridge</i>	15
Gambar 2.12 <i>Swing Bridge</i>	16
Gambar 2.13 <i>Transporter Bridge</i>	16
Gambar 2.14 Komponen Jembatan <i>Bascule</i>	18
Gambar 2.15 Jembatan Rangka Batang	19
Gambar 2.16 Beban Lajur “D”.....	25
Gambar 2.17 Distribusi Beban D.....	26
Gambar 2.18 Pembebanan Truk “T”	27
Gambar 2.19 Faktor Beban Dinamis Beban T Untuk Pembebanan Lajur “D”	28
Gambar 2.20 Gradien Temperatur Vertikal pada Bangunan Atas Beton dan Baja30	
Gambar 2.21 Grafik Batas Elastis dan Plastis.....	31
Gambar 2.22 Benda Mengalami Tegangan Geser	32
Gambar 2.23 Faktor Panjang Efektif Untuk Balok	38
Gambar 2.24 Faktor Panjang Efektif Tidak Bergoyang dan Bergoyang	39
Gambar 3.1 Model Jembatan <i>Bascule</i> 0° 3D	47
Gambar 3.2 Model Jembatan <i>Bascule</i> 0° 2D	48
Gambar 3.3 Model Jembatan <i>Bascule</i> 3D 30°	48
Gambar 3.4 Model Jembatan <i>Bascule</i> 2D 30°	48

Gambar 3.5 Model Jembatan <i>Bascule</i> 3D 45°	49
Gambar 3.6 Model Jembatan <i>Bascule</i> 2D 45°	49
Gambar 3.7 Model Jembatan <i>Bascule</i> 3D 60°	50
Gambar 3.8 Model Jembatan <i>Bascule</i> 2D 60°	50
Gambar 4.1 Menetapkan Material.....	52
Gambar 4.2 Data Material.....	53
Gambar 4.3 Penampang <i>Cross Beam</i>	54
Gambar 4.4 Penampang <i>Cross Beam</i> Ujung.....	55
Gambar 4.5 Penampang Balok Tepi Atas	56
Gambar 4.6 Balok Tepi Bawah.....	57
Gambar 4.7 Penampang Balok Komposit.....	58
Gambar 4.8 Penampang <i>Stiffener</i> Atas	59
Gambar 4.9 Penampang <i>Stiffener</i> Belakang	60
Gambar 4.10 Penampang <i>Counterweight</i>	61
Gambar 4.11 Penampang Rangka Batang.....	62
Gambar 4.12 Penampang <i>Bracing</i>	63
Gambar 4.13 Penampang <i>Crossbeam</i> Atas.....	64
Gambar 4.14 Penampang <i>Bored Pile</i> 1 meter.....	65
Gambar 4.15 Penampang <i>Abutment</i>	66
Gambar 4.16 Penampang <i>Stiffener Abutment</i>	67
Gambar 4.17 Penampang <i>Panamawheel</i>	68
Gambar 4.18 Penampang <i>Cable</i>	69
Gambar 4.19 Penjabaran Nama <i>Section Properties</i>	70
Gambar 4.20 Beban <i>Live Load</i>	71
Gambar 4.21 Beban Temperatur Merata Atas	72
Gambar 4.22 Beban Temperatur Merata Bawah.....	72
Gambar 4.23 Permodelan Jembatan <i>Bascule</i>	73
Gambar 4.24 Tampak Belakang Permodelan Jembatan <i>Bascule</i>	74
Gambar 4.25 Permodelan Perletakan 3D Jembatan <i>Bascule</i> Sudut 0°.....	74
Gambar 4.26 Pertemuan Bentangan Kiri Kanan Pada Jembatan 0 Derajat	75
Gambar 4.27 Permodelan Perletakan 3D Jembatan <i>Bascule</i> Sudut 30°.....	76

Gambar 4.28 Permodelan Perletakan 3D Jembatan <i>Bascule</i> Sudut 45°	77
Gambar 4.29 Permodelan Perletakan 3D Jembatan <i>Bascule</i> Sudut 60°	77
Gambar 4.30 <i>Input Self Weight</i>	78
Gambar 4.31 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan.....	79
Gambar 4.32 Pengecekan Gaya Kabel.....	79
Gambar 4.33 <i>Input Load Combinations</i> jembatan 0°	80
Gambar 4.34 Diagram Tegangan Balok 0 Derajat.....	81
Gambar 4.35 Tegangan Tekan Tarik 0 Derajat.....	82
Gambar 4.36 Diagram Bidang Momen Balok 0 Derajat.....	82
Gambar 4.37 Gaya Rangka Batang 0 Derajat	83
Gambar 4.38 Deformasi Layan Jembatan 0 Derajat	83
Gambar 4.39 Deformasi <i>Live Load</i> Jembatan 0 Derajat	84
Gambar 4.40 Diagram Tegangan Balok 30 Derajat.....	84
Gambar 4.41 Tegangan Tekan Tarik 30 Derajat.....	85
Gambar 4.42 Diagram Bidang Momen Balok 30 Derajat.....	85
Gambar 4.43 Gaya Rangka Batang 30 Derajat	86
Gambar 4.44 Deformasi Beban Mati + Temperatur Jembatan 30 Derajat	86
Gambar 4.45 Diagram Tegangan Balok 45 Derajat.....	87
Gambar 4.46 Tegangan Tekan Tarik 45 Derajat.....	87
Gambar 4.47 Diagram Bidang Momen Balok 45 Derajat.....	88
Gambar 4.48 Gaya Rangka Batang 45 Derajat	88
Gambar 4.49 Deformasi Beban Mati + Temperatur Jembatan 45 Derajat	89
Gambar 4.50 Diagram Tegangan Balok 60 Derajat.....	89
Gambar 4.51 Tegangan Tekan Tarik 60 Derajat.....	90
Gambar 4.52 Diagram Bidang Momen Balok 60 Derajat.....	90
Gambar 4.53 Gaya Rangka Batang 60 Derajat	91
Gambar 4.54 Deformasi Beban Mati + Temperatur Jembatan 60 Derajat	91
Gambar 4.55 Reaksi Perletakan <i>Self Weight</i> Pada Sudut 0°	92
Gambar 4.56 Penomoran Urutan Gaya Rangka Batang.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Isi Untuk Beban Mati	21
Tabel 2.2 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri.....	22
Tabel 2.3 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	22
Tabel 2.4 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana	23
Tabel 2.5 Faktor Beban Untuk Beban Lajur “D”	24
Tabel 2.6 Faktor Beban Untuk Beban “T”	27
Tabel 2.7 Temperatur Jembatan Rata-rata Nominal	28
Tabel 2.8 Parameter T_1 , T_2 , dan T_3	29
Tabel 2.9 Modulus Beberapa Bahan	33
Tabel 4.1 Material Elemen.....	53
Tabel 4.2 Beban Temperatur Gradien	73
Tabel 4.3 <i>Load Combination</i>	80
Tabel 4.4 Deformasi Pada Jembatan.....	109
Tabel 4.5 Tegangan Pada Balok.....	109
Tabel 4.6 Tegangan Pada Element <i>Truss</i>	109
Tabel 4.7 Gaya Pada Rangka Batang	110
Tabel 4.8 Tegangan Pada Rangka Batang.....	111

DAFTAR NOTASI

A	Luas penampang (mm^2)
Ae	Luas netto efektif (mm^2)
An	Luas netto / bersih (mm^2)
Ant	Luas netto yang menahan gaya tarik (mm^2)
Anv	Luas netto yang menahan gaya geser (mm^2)
Aw	Luas badan penampang baja (mm^2)
B	Modulus Bulk
B	Lebar sayap penampang baja (mm)
BTR	Beban terbagi rata (KPa)
BGT	Beban garis terpusat (KPa)
C	Koefisien untuk cek tekuk torsi-lateral
C _m	Koefisien dengan asumsi tanpa translasi lateral
Cv	Koefisien geser badan
Cw	Konstanta pilin (mm^6)
d	Diameter baut yang digunakan (mm)
D	Diameter lubang (mm)
ϕ_t	Faktor ketahanan untuk tarik
ΔF	Perubahan gaya (kN)
ΔL	Penambahan panjang akibat tegangan yang terjadi (mm)
ΔP	Perubahan tekanan (kN)
ΔV	Perubahan volume (mm^3)
Δx	Pergeseran sisi (mm)
δ_b	Amplifikasi momen
E	Modulus elastisitas baja (MPa)
EG	Faktor temperatur gradien
EUn	Faktor temperatur merata
e	Regangan terjadi pada penampang
F	Gaya dari beban luar (kN)

FBD	Faktor beban dinamis (%)
$f'c$	Kuat tekan beton / mutu beton (MPa)
Fcr	Tegangan kritis penampang (MPa)
Fe	Tegangan tekuk kritis elastis (MPa)
Fy	Tegangan leleh baja (MPa)
Fu	Tegangan ultimit baja (MPa)
γ_{MA}	Faktor beban untuk berat mati tambahan
γ_{MA}^S	Faktor batas layan beban mati tambahan
γ_{MA}^U	Faktor batas ultimit beban mati tambahan
γ_{MS}	Faktor beban untuk berat sendiri
γ_{MS}^S	Faktor batas layan berat sendiri
γ_{MS}^U	Faktor batas ultimit sendiri
γ_{TD}	Faktor beban untuk beban lajur "D"
γ_{TD}^S	Faktor batas layan untuk beban lajur "D"
γ_{TD}^U	Faktor beban ultimit untuk beban lajur "D"
γ_{TT}	Faktor beban untuk beban truk (T)
γ_{TT}^S	Faktor batas layan untuk beban truk (T)
γ_{TT}^U	Faktor batas ultimit untuk beban truk (T)
H	Tinggi penampang (mm)
h	Tinggi efektif penampang baja (mm)
ho	Jarak antara titik berat sayap (mm)
I	Momen inersia minimum penampang (mm ⁴)
J	Konstantan torsi (mm ⁴)
K	Faktor panjang efektif
Kv	Faktor koefisien tekuk geser pelat badan
Kz	Faktor panjang efektif untuk tekuk torsi
L	Panjang bentang (mm)
Lb	Panjang tanpa dibreis secara lateral terbesar sepanjang sayap (mm)
Li	Panjang mula-mula sebelum penampang diberi tegangan (mm)
Lp	Penampang panjang tidak dibreis secara lateral kondisi leleh (mm)

L_r	Pembatasan panjang tidak dibreis secara lateral untuk kondisi batas tekuk torsi-lateral <i>inelastic</i> (mm)
λ	Rasio kelangsingan
λ_x	Rasio kelangsingan arah x
λ_y	Rasio kelangsingan arah y
M_1	Momen orde pertama dari kombinasi beban akibat beban translasi lateral struktur saja (kNm)
M_2	Momen orde pertama dari kombinasi beban dengan adanya struktur dikekang melawan translasi lateral (kNm)
M_c	Kekuatan lentur tersedia (kNm)
M_p	Momen distribusi tegangan plastis penampang komposit (kNm)
M_r	Kekuatan lentur perlu menggunakan kombinasi beban (kNm)
M_y	Momen leleh sehubungan dengan leleh sayap dan tekan (kNm)
M_{yc}	Momen di pelelehan serat terluar pada sayap tekan (kNm)
N	Jumlah lajur lalu lintas rencana
N_1	Jumlah lubang pada potongan zig-zag
N_2	Jumlah garis pada potongan zig-zag
P_c	Kekuatan aksial tersedia (kN)
P_n	Kuat tarik minimum (kN)
P_r	Kekuatan aksial perlu menggunakan kombinasi beban (kN)
P_u	Gaya aksial tarik terfaktor (kN)
Q	Faktor reduksi netto untuk elemen langsing
Q_a	Faktor reduksi untuk elemen langsing diperkaku
Q_s	Faktor reduksi untuk elemen langsing tidak diperkaku
R	Jari-jari girasi minimum (mm)
R_{pc}	Faktor plastifikasi badan
R_n	Kekuatan geser blok
S	Modulus geser (MPa)
S	Jarak antar lubang searah gaya (mm)
S_x	Modulus penampang elastis di sumbu X (mm^3)
T	Tebal profil (mm)

T1	Temperatur gradien batas atas ($^{\circ}\text{C}$)
T2	Temperatur gradien batas tengah ($^{\circ}\text{C}$)
T3	Temperatur gradien batas bawah ($^{\circ}\text{C}$)
Tf	Tebal sayap penampang (mm)
Tw	Tebal badan penampang baja (mm)
σ	Tegangan terjadi pada penampang (kN/m^2)
U	Jarak antar lubang tegak lurus gaya (mm)
Ubs	Faktor tegangan tarik
Vn	Kuat geser (kN)
W	Lebar bersih jembatan (mm)
x	Indeks sehubungan dengan sumbu kuat lentur
y	Indeks sehubungan dengan sumbu lemah lentur
Y	Modulus young (MPa)
Z	Modulus penampang plastis pada sumbu lentur (mm^3)