

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN SUNGAI KALI KONTENG
SLEMAN DENGAN BENTANG 60 METER MENGGUNAKAN *BOX
GIRDER BAJA MULTI-CELL***



DEVANO PURWONO

NPM : 21.11.0032

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

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

Oleh :

DEVANO PURWONO

NPM : 21.11.0032

Tanggal Ujian : 23 Juni 2025

Disetujui Oleh :

Pembimbing,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK : 93190-ET

Mengetahui,

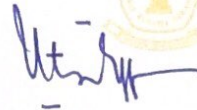
Dekan Fakultas Teknik,



Johan Paing Heru W., S.T., M.T.

NIP : 196903102005011002

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK : 93190-ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Perencanaan Struktur Jembatan Sungai Kali Konteng Sleman Dengan
Bentang 60 Meter Menggunakan *Box Girder* Baja *Multi-Cell*
Nama : Devano Purwono
NPM : 21.11.0032

Tanggal Ujian : 23 Juni 2025

Disetujui Oleh:

Dosen Penguji 1,

Dosen Penguji 2,



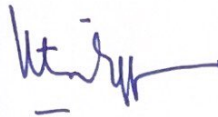
Andaryati, S.T., M.T.
NIK. 197411032005012002



Dr. Ir. Soerjandani Priantoro Machmoed, M.T.
NIK. 94245-ET

Mengetahui :

Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.
NIK. 93190 - ET

PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN SUNGAI KALI KONTENG SLEMAN DENGAN BENTANG 60 METER MENGGUNAKAN *BOX GIRDER* BAJA *MULTI-CELL*

Abstrak

Perencanaan ulang struktur atas Jembatan Sungai Kali Konteng di Kabupaten Sleman dilakukan untuk menggantikan bentang eksisting 50 meter menjadi 60 meter dengan sistem box girder baja multi-sel sebagai struktur utama. Perencanaan mengacu pada SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, dan AASHTO LRFD 2012. Dimensi box girder yang dirancang memiliki tinggi 2,7 m, lebar 2,5 m, dan tebal pelat flens 25 mm. Analisis pembebanan meliputi beban mati, beban hidup lajur D dan truk T, temperatur, serta gaya rem. Hasil perhitungan menunjukkan momen ultimate (M_u) sebesar 12.473,43 kNm dan gaya geser maksimum (V_u) sebesar 1.723,16 kN. Kapasitas penampang terhadap momen nominal (M_n) sebesar 13.271,83 kNm dan gaya geser nominal (V_n) sebesar 2.358,62 kN. Struktur dinyatakan aman terhadap lendutan, tekuk lokal, serta tekuk lateral-torsional. Untuk koneksi antar elemen, digunakan baut mutu tinggi berdiameter 22 mm dan las sudut minimum 6 mm. Shear connector tipe stud diameter 19 mm dipasang sebanyak 134 buah per girder, dihitung berdasarkan kebutuhan geser horizontal akibat aksi komposit. Elemen pengaku melintang (cross frame), transverse stiffener, top strut, dan lateral bracing dirancang terhadap gaya aksial maksimum dengan kontrol kelangsingan dan ketebalan profil. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa box girder baja multi-sel mampu menahan beban kerja sesuai regulasi serta memberikan keunggulan dalam efisiensi fabrikasi, pemasangan modular, dan perawatan jangka panjang. Struktur ini dinyatakan layak untuk diterapkan pada jembatan bentang menengah di jaringan jalan tol nasional.

Kata Kunci : Jembatan, *Box Girder* Baja, SNI 1725 – 2016, SNI 2833 – 2016, *AASHTO LRFD Bridge Specification 6Th Edition* 2012

STRUCTURAL PLANNING OF RIVER BRIDGE RIVER KALI KONTENG SLEMAN WITH 60 METERS SPAN USING MULTI-CELL STEEL BOX GIRDER

Abstract

The re-planning of the upper structure of the Kali Konteng River Bridge in Sleman Regency was carried out to replace the existing span of 50 meters to 60 meters with a multi-cell steel box girder system as the main structure. The planning refers to SNI 1725:2016, SNI 2833:2016, and AASHTO LRFD 2012. The designed box girder dimensions are 2.7 m high, 2.5 m wide, and 25 mm thick flange plate. The loading analysis includes dead load, live load of D lane and T truck, temperature, and brake force. The calculation results showed the ultimate moment (M_u) of 12,473.43 kNm and the maximum shear force (V_u) of 1,723.16 kN. The cross-sectional capacity of the nominal moment (M_n) was 13,271.83 kNm and the nominal shear force (V_n) was 2,358.62 kN. The structure is safe against deflection, local buckling, and lateral-torsional buckling. For connections between elements, 22 mm diameter high quality bolts and 6 mm minimum angle welds were used. A total of 134 stud-type shear connectors of 19 mm diameter were installed per girder, calculated based on the horizontal shear demand due to composite action. The cross frame, transverse stiffener, top strut, and lateral bracing elements were designed against the maximum axial force with control of slenderness and profile thickness. The planning results show that the multi-cell steel box girder is capable of withstanding the regulatory working load as well as providing advantages in fabrication efficiency, modular installation, and long-term maintenance. The structure was found to be feasible for application in medium-span bridges on the national highway network.

Keywords: Bridge, Steel Box Girder, SNI 1725 - 2016, SNI 2833 - 2016, AASHTO LRFD Bridge Specifications 6th Edition 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perencanaan Struktur Jembatan Sungai Kali Konteng Sleman Dengan Bentang 60 Meter Menggunakan *Box Girder* Baja" ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT.
2. Bapak Johan Paing Heru Waskito, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
4. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Soerjandani Priantoro Machmoed, M.T. dan Ibu Andaryati, S.T., M.T. selaku dosen penguji.
6. Teman – teman Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya Angkatan 2020 dan 2021 yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kerjasama dalam berbagai bentuk.
7. Orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan dari awal sampai akhir dalam penyusunan Tugas Akhir
8. Seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Setiap bantuan dan dukungan yang diberikan sangat berarti bagi penulis

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari sempurna. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan baik dalam hal isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir kedepannya.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat tidak hanya bagi penulis, tetapi juga bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk, kemudahan, dan kelancaran dalam setiap langkah kita.

Surabaya, 16 Juli 2025

Penyusun,

Devano Purwono

21.11.0032

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	19
1.1 Latar Belakang	19
1.2 Rumusan Masalah	23
1.3 Maksud dan Tujuan	23
1.4 Manfaat Perencanaan	24
1.5 Batasan Masalah.....	24
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	25
2.1 Jembatan.....	25
2.2 <i>Box Girder</i> Baja.....	31
2.2.1 Perencanaan <i>Box Girder</i> Baja	33
2.2.2 Sifat Baja	45
2.2.3 Faktor Beban dan Reduksi Kekuatan	46
2.2.4 Perencanaan Sambungan	47
2.3 Pembebanan Pada Jembatan.....	49
2.3.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	49
2.3.2 Berat Sendiri (MS).....	50

viii

2.3.3 Berat Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA)	50
2.4 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	51
2.4.1 Beban Lajur “D” (TD)	51
2.4.2 Distribusi Beban “D”	52
2.4.3 Respon Terhadap Beban Lajur “D”	52
2.4.4 Beban Truk “T” (TT)	53
2.4.5 Kondisi Faktor Kepadatan Jalur	54
2.4.6 Bidang Kontak Roda Kendaraan	55
2.4.7 Penerapan Beban Hidup Kendaraan	55
2.4.8 Faktor Beban Dinamis	56
2.4.9 Beban Hidup Untuk Evaluasi Lendutan	57
2.4.10 Menghitung Gaya Rem (TB)	57
2.4.11 Gaya Sentrifugal (TR)	57
2.5 Aksi Lingkungan	58
2.5.1 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan	58
2.5.2 Faktor Beban Pada Masa Konstruksi	62
2.5.3 Tekanan Angin Horizontal	62
2.5.4 Beban Angin Pada Struktur (EW_s)	63
2.5.5 Beban Angin Struktur Atas	64
2.5.6 Beban Angin Struktur Bawah	64
2.5.7 Gaya Angin Pada Kendaraan (EW_1)	65
2.6 Penelitian Terdahulu	65
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	74
3.1 Diagram Alir (<i>flow chart</i>)	74
3.1.1 Pengumpulan Data dan Literatur	75
3.1.2 <i>Preliminary Design</i>	76

3.1.3 Pembebanan.....	77
3.1.4 Perencanaan Struktur Atas.....	77
3.1.5 Analisa dan Pengolahan Data Menggunakan Program Komputer	78
3.1.6 Kontrol Terhadap Kekuatan dan Kestabilan Struktur Atas.....	78
3.1.7 Penggambaran Hasil Rencana	78
3.1.8 Kesimpulan.....	78
3.2 Peta Lokasi	78
3.3 Data Umum Jembatan <i>Excisting</i>	79
BAB IV PRELIMINARY DESIGN.....	80
4.1 <i>Preliminary Design</i>	80
4.1.1 <i>Preliminary Design</i> Pelat Lantai.....	80
4.1.2 <i>Preliminary Design</i> Wall Parapet.....	80
4.1.3 <i>Preliminary Design</i> Steel Box Girder	81
4.2 Desain Struktur Sekunder.....	82
4.2.1 Perencanaan <i>Wall</i> Parapet	82
4.2.2 Pelat Lantai Kendaraan.....	86
4.2.3 Pelat Kantiever.....	93
BAB V PEMBEBANAN SEKUNDER.....	97
5.1 Pembebanan	97
5.1.1 Beban Mati Sendiri (MS).....	97
5.1.2 Beban Mati Tambahan (MA)	97
5.1.3 Beban Lajur (TD)	97
5.1.4 Beban Truk (TT).....	98
5.1.5 Beban Rem.....	99
5.1.6 Beban Tempertaur.....	99
BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PRIMER	100

6.1 Detail Penampang <i>Steel Box Girrder</i>	100
6.2 Perhitungan Nilai Properties Komposit.....	100
6.3 Menentukan <i>Elastic Composite Propeties</i> Pada <i>Positive Flexure Region</i>	100
6.3.1 <i>Steel Section</i>	101
6.3.2 <i>Short Term Composite Section</i>	101
6.3.3 <i>Long Term Composite Section</i>	102
6.3.4 Menghitung Momen Leleh (<i>Yeild Moment</i>).....	102
6.3.5 Menghitung Momen Plastis	103
6.3.6 Menghitung Momen Nominal	105
6.4 Persyaratan <i>Steel Box Girder</i> Dalam Menerima Gaya Geser (<i>Shear</i>).....	106
6.4.1 Gaya Geser Nominal (V_n) Tanpa <i>Stiffner</i>	107
6.4.2 Menghitung Gaya Geser Nominal Dengan <i>Stiffner</i>	107
6.5 Perencanaan <i>Transverse Stiffner</i>	107
6.5.1 Perencanaan Lebar	108
6.5.2 Momen Inersia dari Transverse	108
6.5.3 Menghitung Luas Transverse Stiffner Yang Diperlukan	108
6.6 Perhitungan <i>Cross Frame Bracing</i>	109
6.6.1 Gaya Yang Terjadi Pada <i>Cross Frame</i>	109
6.6.2 Cek Kelangsingan Dan Rasio Ketebalan Profil.....	110
6.6.3 Cek Kapasitas Aksial	110
6.6.4 Kontrol.....	110
6.7 Perencanaan Top Strut (Dafragma Dalam)	110
6.7.1 Gaya Yang Terjadi Pada Top Strut.....	111
6.7.2 Cek Kelangsingan dan Rasio Ketebalan.....	111
6.7.3 Cek Kapasitas Aksial	111
6.7.4 Kontrol.....	112

6.8 Perhitungan Diafragma Luar (Antar <i>Steel Box Girder</i>)	112
6.8.1 Gaya Yang Terjadi Pada Diafragma Luar	112
6.8.2 Cek Kelangsingan dan Rasio Ketebalan	113
6.8.3 Cek Kapasitas Aksial	113
6.8.4 Kontrol	113
6.9 Lateral <i>Bracing</i>	113
6.9.1 Gaya Yang Terjadi Pada Lateral <i>Bracing</i>	114
6.9.2 Cek Kelangsingan dan Rasio Ketebalan	114
6.9.3 Cek Kapasitas Aksial	114
6.9.4 Kontrol	115
6.10 <i>Shear Connector</i>	115
6.10.1 Gaya Geser Horizontal	115
6.10.2 Tahanan Gaya Geser dan Kontrol	116
6.10.3 Jumlah <i>Shear Connector</i>	116
6.11 Perencanaan Sambungan	116
6.11.1 Sambungan Pelat Badan	119
6.11.2 Sambungan Pelat Sayap	119
6.11.3 Sambungan Diafragma dengan <i>Steel Box Girder</i>	119
6.11.4 Kontrol Pelat Penyambung (Sambungan <i>Steel Box Girder</i>)	121
6.11.5 Sambungan <i>Top Strut</i> dengan <i>Steel Box Girder</i>	122
6.11.6 Kontrol Pelat Penyambung (Sambungan <i>Steel Box Girder</i>)	123
6.11.7 Sambungan <i>Cross Frame</i> dengan <i>Tranverse Stiffner</i>	124
6.11.8 Kontrol Pelat Penyambung (Sambungan <i>Steel Box Girder</i>)	126
6.11.9 Sambungan <i>Lateral Bracing</i> dengan <i>Steel Box Girder</i>	127
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	129
7.1 Kesimpulan	129

7.2 Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA.....	131
LAMPIRAN	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Trase Pekerjaan Jalan Tol Yogyakarta – Bawen Seksi 1.....	20
Gambar 1. 2 Lokasi Perencanaan Jembatan Sungai Kali Konteng	22
Gambar 1. 3 <i>Exiciting</i> Jembatan Sungai Kali Konteng	23
Gambar 2. 1 Bentuk Penampang <i>Girder</i> I	26
Gambar 2. 2 Bentuk Penampang <i>Box Girder</i>	27
Gambar 2. 3 Bentuk Penampang U <i>Girder</i>	27
Gambar 2. 4 Bentuk Penampang T <i>Girder</i>	28
Gambar 2. 5 Bentuk Penampang <i>Voided Slab</i>	28
Gambar 2. 6 Gelagar Melintang atau Diafragma	29
Gambar 2. 7 Lantai Jembatan	29
Gambar 2. 8 Plat Injak.....	30
Gambar 2. 9 Pondasi <i>Bore Pile</i>	30
Gambar 2. 10 <i>Abutment</i>	31
Gambar 2. 11 Pilar atau <i>Pier</i>	31
Gambar 2. 12 <i>Box Girder</i> Baja	32
Gambar 2. 13 <i>Box Girder</i> Sel Tunggal	32
Gambar 2. 14 <i>Box Girder</i> Banyak Sel	32
Gambar 2. 15 Tipe Potongan Bagian <i>Box Girder</i> Komposit	33
Gambar 2. 16 Jarak Antar <i>Box Girder</i>	33
Gambar 2. 17 Diagram Tegangan – Regangan Struktur Baja	46
Gambar 2. 18 Robekan Baut Terhadap Plat Sambung	48
Gambar 2. 19 Beban Lajur “D”	52
Gambar 2. 20 Alternatif Penempatan Beban “D” Dalam Arah Memanjang	53
Gambar 2. 21 Pembebanan Truk “T” (500 kN).....	54
Gambar 2. 22 Penempatan Beban Truk Untuk Kondisi Momen Negatif Maksimum.....	55
Gambar 2. 23 Faktor Beban Dinamis Untuk Beban T Untuk Pembebanan Lajur “D”	57
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan	75
Gambar 3. 2 Peta Lokasi.....	79
Gambar 4. 1 <i>Preliminary Design Wall Parapet</i>	80
Gambar 4. 2 Jarak Antar Girder.....	81
Gambar 4. 3 Layout Jembatan	81

Gambar 4. 4 Perhitungan Momen <i>Wall Parapet</i>	83
Gambar 4. 5 Penulangan <i>Wall Parapet</i>	85
Gambar 4. 6 Jarak Roda Truk.....	87
Gambar 4. 7 Jatak Roda Truk	87
Gambar 4. 8 Momen 2 Roda Berdekatan	88
Gambar 4. 9 Beban Angin Kendaraan	89
Gambar 4. 10 Penulangan Pelat Lantai	93
Gambar 4. 11 Penulangan Pelat Kantilever	96
Gambar 5. 1 Beban Garis Terpusat.....	97
Gambar 5. 2 Pembebanan Truk	98
Gambar 5. 3 Potongan Arah Melintang	99
Gambar 6. 1 Momen Plastis	104
Gambar 6. 2 Penggunaan Rumus Momen Plastis	105
Gambar 6. 3 <i>Transverse Stiffner</i>	107
Gambar 6. 4 <i>Cross Frame Bracing</i>	109
Gambar 6. 5 <i>Top Strut</i>	110
Gambar 6. 6 Diafragma	112
Gambar 6. 7 <i>Lateral Bracing</i>	113
Gambar 6. 8 Jarak Antar Baut	117
Gambar 6. 9 Jarak Antar Baut	118
Gambar 6. 10 Jarak Antar Baut	120
Gambar 6. 11 Jarak Antar Baut.....	123
Gambar 6. 12 Jarak Antar Baut	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Mekanis Baja Struktural.....	45
Tabel 2. 2 Faktor Reduksi Kekuatan	46
Tabel 2. 3 Ukuran Minimum Las Sudut	48
Tabel 2. 4 Berat Isi Untuk Beban Mati.....	49
Tabel 2. 5 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri	50
Tabel 2. 6 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	51
Tabel 2. 7 Faktor Beban Untuk Beban Lajur “D”	51
Tabel 2. 8 Faktor Beban Untuk Beban “T”	53
Tabel 2. 9 Faktor Kepadatan Lajur (m)	54
Tabel 2. 10 Kombinasi Beban dan Faktor Beban	61
Tabel 2. 11 Nilai V_0 dan Z_0 Untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu.....	63
Tabel 2. 12 Tekanan Angin Dasar.....	63
Tabel 2. 13 Tekanan Angin Dasar (P_B) Untuk Berbagai Sudut Serang	64
Tabel 2. 14 Komponen Beban Angin Yang Bekerja Pada Kendaraan	65
Tabel 2. 15 Penelitian Terdahulu	65
Tabel 6. 1 <i>Steel Section</i>	101
Tabel 6. 2 <i>Short Term Composite Section</i>	101
Tabel 6. 3 <i>Long Term Composite Section</i>	102