



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI TENTANG TINGKAH LAKU JEMBATAN
SKEW PRESTRESSED BOX GIRDER
DENGAN PROGRAM SAP (STRUCTURE ANALYSIS
PROGRAM) 2000**

SKRIPSI

AFFIF SUSETIAWAN

04 98 01 0023

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
MARET 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI TENTANG TINGKAH LAKU JEMBATAN
SKEW PRESTRESSED BOX GIRDER
DENGAN PROGRAM SAP (STRUCTURE ANALYSIS
PROGRAM) 2000**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia**

AFFIF SUSETIAWAN

04 98 01 0023

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
MARET 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

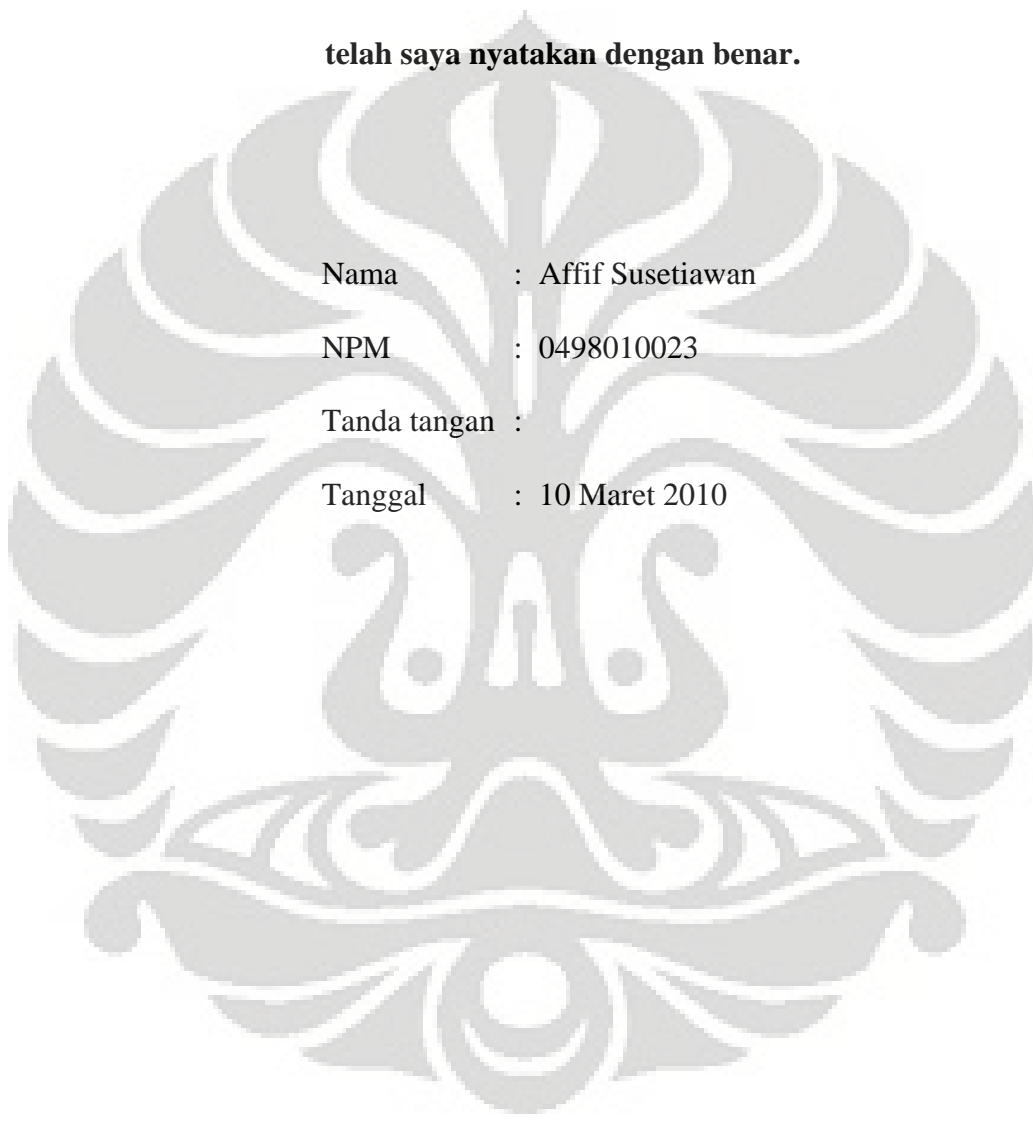
**Sripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Affif Susetiawan

NPM : 0498010023

Tanda tangan :

Tanggal : 10 Maret 2010



STATEMENT OF ORIGINALITY

**THE BEHAVIOUR STUDY OF SKEW PRESTRESSED BOX GIRDER
BRIDGE WITH SAP (STRUCTURE ANALYSIS PROGRAM) 2000**

This is my original creation

All of the sources

Stated in this mini thesis have been stated correctly

Name : Affif Susetiawan

NPM : 0498010023

Sign :

Date : Depok, March 10th, 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Affif Susetiawan
NPM : 04 98 01 0023
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi tentang Tingkah Laku Jembatan Skew
Prestressed Box Girder denga Program SAP
(Structure Analysis Program) 2000

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. H. Sjahril A Rahim, M.Eng ()

Penguji : Dr.Eng.Ir. Hengki W Ashadi ()

Penguji : Ir.Bisanto ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 10 Maret 2010

LEGAL NOTICE

This mini thesis is Proposed by :

Name : Affif Susetiawan
NPM : 04 98 01 0023
Study Program : Teknik Sipil
Mini Thesis Title : The Behaviour Study of Skew Prestressed Box
Girder Bridge with SAP (Structure Analysis
Program) 2000

Has been successfully defended in front of the examiner council and has been accepted as a requirement for bachelor's title in engineering in Civil Engineering study program, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

Examiner Council

Supervisor : Ir. H. Sjahril A Rahim, M.Eng ()

Examiner : Dr.Eng.Ir. Hengki W Ashadi ()

Examiner : Ir.Bisanto ()

Legalization place : Depok

Date : March 10th, 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karuniaNya, sehingga skripsi yang merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam mencapai gelar Sarjana pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia dapat diselesaikan. Adapun skripsi ini berjudul Studi Tingkah Laku Jembatan Skew Prestressed Box Girder dengan Program SAP (Structure Analysis Program) 2000.

Terselesaikannya laporan skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Kuasa
2. Kedua orang tua atas semua dukungannya selama ini.
3. Bapak Ir. H. Sjahril A Rahim, M.Eng sebagai Dosen Pembimbing Utama
4. Bapak Ir.H Bisanto dan Dr.Eng.Ir. Hengki W Ashadi sebagai Dosen Penguji Yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, dukungan serta bimbingannya.
5. Ibu Dr-Ing. Ir. Dwita S, Dipl. HE.selaku ketua Jurusan Sipil FTUI
6. Bapak Dr.Ir. Bambang Trigunarsyah, MSc. selaku sekretaris Jurusan Sipil FTUI
7. Bapak Ir. Alan Marino, MSc selaku penasehat akademik
8. Tri Yuni Larasati, Yusrizal, Rustom, Gatot, Jawir, Bedees, Vica, yang banyak memberi support pada penulis.
9. Rekan-rekan sejurusan khususnya angkatan '98 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu disini

Dan Saudara-Saudaraku yang telah memberikan perhatian dan bantuan serta

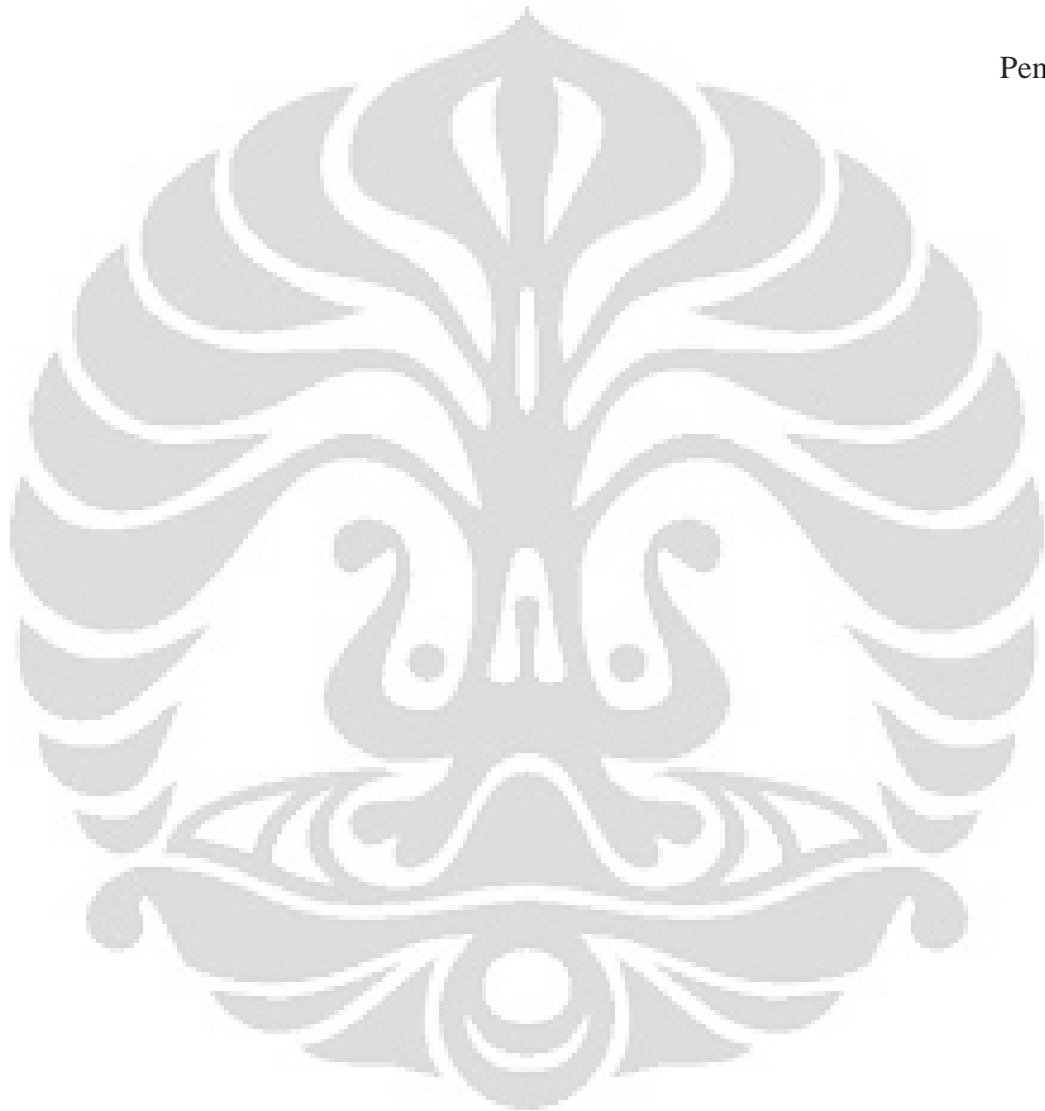
dorongan semangat selama penyusunan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna baik dalam isi maupun penyajiannya. Hal ini karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis, namun demikian, penulis berharap bahwa tugas akhir ini dapat dapat memberikan sumbangan yang

bermanfaat bagi almamater UI dan semua pihak yang berkepentingan. Penulis dengan senang hati akan menerima kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini.

Depok, Maret 2010

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Affif Susetiawan
NPM : 0498010023
Program Studi : Struktur
Departemen : Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**STUDI TENTANG TINGKAH LAKU JEMBATAN
SKEW PRESTRESSED BOX GIRDER
DENGAN PROGRAM SAP (STRUCTURE ANALYSIS
PROGRAM) 2000**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 10 Maret 2010
Yang Menyatakan

(Affif Susetiawan)

ABSTRAK

Nama : Affif Susetiawan
Program Study : S1 Departemen Sipil FTUI
Judul : Studi tentang Tingkah Laku Jembatan Skew Prestressed Box Girder dengan Program SAP (Structure Analysis Program) 2000.

Jembatan dengan skew girder (gelagar miring) sangat jarang diterapkan, karena dari segi biaya akan lebih mahal dari jembatan yang mempunyai straight girder (gelagar lurus). Tapi pada kondisi tertentu dimana faktor geografis menjadi kendala, jembatan dengan skew girder sangat diperlukan, misalnya dikota-kota besar dengan kepadatan penduduk yang sangat tinggi dan dengan terbatasnya tempat yang ada membuat para insinyur untuk mendesain jembatan dengan skew girder.

Oleh karena itu pada skripsi ini penulis mencoba meneliti tingkah laku dari jembatan dengan skew prestressed box girder. Dengan bantuan program SAP 2000 yang merupakan suatu program komputer dengan dasar finite elemen dimana struktur jembatan yang kompleks akan dimodelkan sebagai model finite elemen. box girder dimodelkan sebagai shell elemen, untuk post-tensioning tendon didesain sebagai truss elements dan untuk internal diaphragms didesain sebagai 3D solid elements. Program ini juga mampu mendesain struktur dengan 3D (tiga dimensi) yang akan mempunyai hasil lebih akurat

Akhir-akhir ini program SAP 2000 menjadi sangat populer karena akurasi yang akurat dimana hasil perhitungan dari desain jembatan akan lebih efisien sehingga dapat menekan biaya seminimal mungkin.

Kata Kunci :

Jembatan, prestressed, skew, box girder, SAP 2000

ABSTRACT

Name : Affif Susetiawan
Programme : S1 Departemen Sipil FTUI
Title : The Behaviour Study of Skew Prestressed Box Girder Bridge
with SAP (Structure Analysis Program) 2000 Program

Bridge with skew girder is very rare, because the cost will be more expensive than a straight one. But in some cases where geographical factors become obstacles, Skew girder bridge is needed, such as in big city with a high population density and with a limited available places makes the engineer to design the Skew girder bridge.

Therefore, in this thesis the author tried to examine the behavior of the bridge with a skew prestressed box girder. With SAP 2000 program which is a computer program based finite element where a complex bridge structure will be modeled as finite element model, box girder is modeled as shell elements, post-tensioning tendons is designed as a truss for the internal elements and diaphragms designed as a 3D solid elements. This program is also able to design the structure with a 3D (three dimensional) which will have more accurate results

Lately, the SAP 2000 program became very popular because of its accurate calculation which makes the bridge design will be more efficient so it can reduce the cost.

Keywords:

Bridge, prestressed, skew, box girder, SAP 2000

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR. v	
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
I.2. POKOK PERMASALAHAN.....	1
I.3. TUJUAN PENELITIAN.....	2
I.4. PEMBATAAN PENELITIAN.....	2
I.5. HIPOTESA PENELITIAN.....	2
I.6. SISTEMATIKA PENULISAN.....	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
II.1. JEMBATAN SECARA UMUM.....	4
II.2. JEMBATAN DENGAN GEOMETRI <i>SKEW</i>	6
II.2.1. DISTRIBUSI PEMBEBANAN PADA <i>SKEW GIRDER</i>	8
II.2.2. PARAMETER-PARAMETER PEMODELAN JEMBATAN <i>SKEW</i> MENJADI JEMBATAN LURUS.....	10
II.2.3. DERAJAT KESALAHAN.....	10
II.3. JEMBATAN DENGAN <i>BOX GIRDER</i>	11
II.4. <i>PRESTRESSED CONCRETE BOX GIRDER</i>	13
II.5. DESAIN UMUM <i>PRESTRESSED CONCRETE BOX GIRDER</i>	16
II.5.1. TINGGI <i>BOX GIRDER (DEPTH)</i>	18
II.5.2. <i>TOP SLAB</i>	18

II.5.3. <i>BOTTOM SLAB</i>	18
II.5.4. <i>WEB GIRDER</i>	19
II.5.5. <i>FILLETS</i>	19
II.5.6. <i>DISTRIBUSI PEMBEBANAN</i>	19
II.5.7. <i>PERSYARATAN DIMENSI TENDON</i>	20
II.5.8. <i>PENEMPATAN TENDON</i>	21
II.5.9. <i>DIAFRAHMA</i>	22
II.6. <i>PEMBEBANAN PADA STRUKTUR JEMBATAN</i>	22
II.7. <i>KLASISFIKASI PADA PEMBEBANAN STRUKTUR JEMBATAN</i> ..	24
II.7.1 <i>AKSI TETAP</i>	24
II.7.2. <i>BEBAN LALU LINTAS</i>	25
II.7.2.1. <i>BEBAN LAJUR "D"</i>	25
II.7.2.2. <i>PEMBEBANAN TRUK "T"</i>	27
II.7.3. <i>GAYA REM</i>	28
BAB III <i>PRELIMINARY DESIGN</i>	30
III.1. <i>URAIAN UMUM</i>	31
III.1.1. <i>JEMBATAN PRESTRESSED BOX GIRDER TYPE I</i>	31
III.1.2. <i>JEMBATAN PRESTRESSED BOX GIRDER TYPE II</i>	32
BAB IV <i>METODELOGI PENELITIAN</i>	34
IV.1. <i>KAJIAN PUSTAKA</i>	35
IV.2. <i>PRELIMINARY DESIGN JEMBATAN CONCRETE BOX GIRDER</i> <i>YANG BERBENTUK SKEW</i>	35
IV.3. <i>PENENTUAN PARAMETER</i>	35
IV.3.1. <i>VARIASI DISTRIBUSI PEMBEBANAN</i>	35
IV.3.2. <i>VARIASI SKEWED BRIDGE</i>	38
IV.3.3. <i>PENGARUH JUMLAH DAN PERLETAKAN DIAFRAHMA</i> <i>PADA JEMBATAN PRESTRESSED CONCRETE BOX GIRDER</i> <i>YANG BERBENTUK SKEW</i>	38
IV.3.4. <i>PADA SKRIPSI INI JUGA AKAN MENGALISA TENTANG</i> <i>DISTRIBUSI BEBAN PADA JEMBATAN SKEW YANG</i>	

DIMODELKAN MENJADI JEMBATAN LURUS.....	38
IV.4. ANALISA PARAMETER.....	39
IV.5. MODELISASI JEMBATAN <i>BOX GIRDER</i> DENGAN GEOMETRI SKEW DENGAN PROGRAM SAP 2000.....	39
IV.6. ANALISA PERILAKU.....	40
IV.7. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
BAB V PERHITUNGAN DAN ANALISA.....	41
V.1. SPESIFIKASI STRUKTUR JEMBATAN 4 LAJUR 2 ARAH.....	41
V.1.1. SPESIFIKASI MATERIAL.....	42
V.1.2. DETAIL JEMBATAN 4 LAJUR 2 ARAH.....	42
V.2. PEMBEBANAN DECK (PELAT LANTAI) JEMBATAN.....	42
V.2.1. BEBAN MATI.....	42
V.2.2. BEBAN HIDUP.....	42
V.2.3. PERHITUNGAN TULANGAN PELAT LANTAI	44
V.2.4. DETAIL TULANGAN DECK JEMBATAN TAMPAK ATAS	49
V.3. PEMBEBANAN GIRDER JEMBATAN.....	50
V.3.1. BEBAN MATI	50
V.3.2. BEBAN HIDUP.....	50
V.3.3. DETAIL GIRDER JEMBATAN 4 LAJUR 2 ARAH.....	51
V.3.4. PEMBEBANAN TIAP GIRDER JEMBATAN.....	51
V.3.4.1. PEMBEBANAN GIRDER TIPE I.....	51
V.3.4.2. PEMBEBANAN GIRDER TIPE II.....	54
V.3.4.3. PEMBEBANAN GIRDER TIPE III.....	58
V.4. SPESIFIKASI STRUKTUR JEMBATAN 2 LAJUR 2 ARAH.....	62
V.4.1. SPESIFIKASI MATERIAL.....	62
V.4.2. DETAIL JEMBATAN 2 LAJUR 2 ARAH.....	62
V.5. PEMBEBANAN DECK (PELAT LANTAI) JEMBATAN.....	62
V.5.1. BEBAN MATI.....	62
V.5.2. BEBAN HIDUP.....	62
V.5.3. PERHITUNGAN TULANGAN PELAT LANTAI.....	65
V.5.4. DETAIL TULANGAN DECK JEMBATAN TAMPAK ATAS.	67

V.6.	PEMBEBANAN GIRDER JEMBATAN.....	68
V.6.1.	BEBAN MATI.....	68
V.6.2.	BEBAN HIDUP.....	68
V.6.3.	DETAIL GIRDER JEMBATAN 2 LAJUR 2 ARAH.....	69
V.6.4.	PEMBEBANAN TIAP GIRDER JEMBATAN	69
V.6.4.1.	PEMBEBANAN GIRDER TIPE I.....	69
V.6.4.2.	PEMBEBANAN GIRDER TIPE II.....	73
V.7	SPEKIFIKASI STRUKTUR JEMBATAN 1 LAJUR 1 ARAH.....	77
V.7.1.	SPEKIFIKASI MATERIAL.....	77
V.7.2.	DETAIL JEMBATAN 1 LAJUR 1 ARAH.....	77
V.8.	PEMBEBANAN DECK (PELAT LANTAI) JEMBATAN.....	77
V.8.1.	BEBAN MATI.....	77
V.8.2.	BEBAN HIDUP.....	78
V.8.3.	PERHITUNGAN TULANGAN PELAT LANTAI.....	80
V.8.4.	DETAIL TULANGAN DECK JEMBATAN TAMPAK ATAS.....	81
V.9	PEMBEBANAN GIRDER JEMBATAN 1 LAJUR 1 ARAH.....	82
V.9.1.	BEBAN MATI.....	82
V.9.2.	BEBAN HIDUP.....	82
V.9.3.	DETAIL GIRDER JEMBATAN 1 LAJUR 1 ARAH.....	83
V.9.4.	PEMBEBANAN TIAP GIRDER JEMBATAN.....	83
V.10.	ANALISA PERHITUNGAN.....	87
V.10.1.	ASUMSI PERMODELAN.....	87
V.10.2.	PEMBEBANAN.....	87
V.10.3.	PARAMETER.....	88
V.10.4.	STANDAR.....	88
V.10.5.	VARIASI SKEWED BRIDGED.....	88
V.10.6.	VARIASI DISTRIBUSI PEMBEBANAN.....	89
V.10.7.	PENGARUH DIAFRAGMA JEMBATAN PRESTRESSED CONCRETE BOX GIRDER YANG BERBENTUK SKEW...	92
	BAB VI KESIMPULAN.....	93
	DAFTAR PUSTAKA.....	94
	LAMPIRAN.....	95

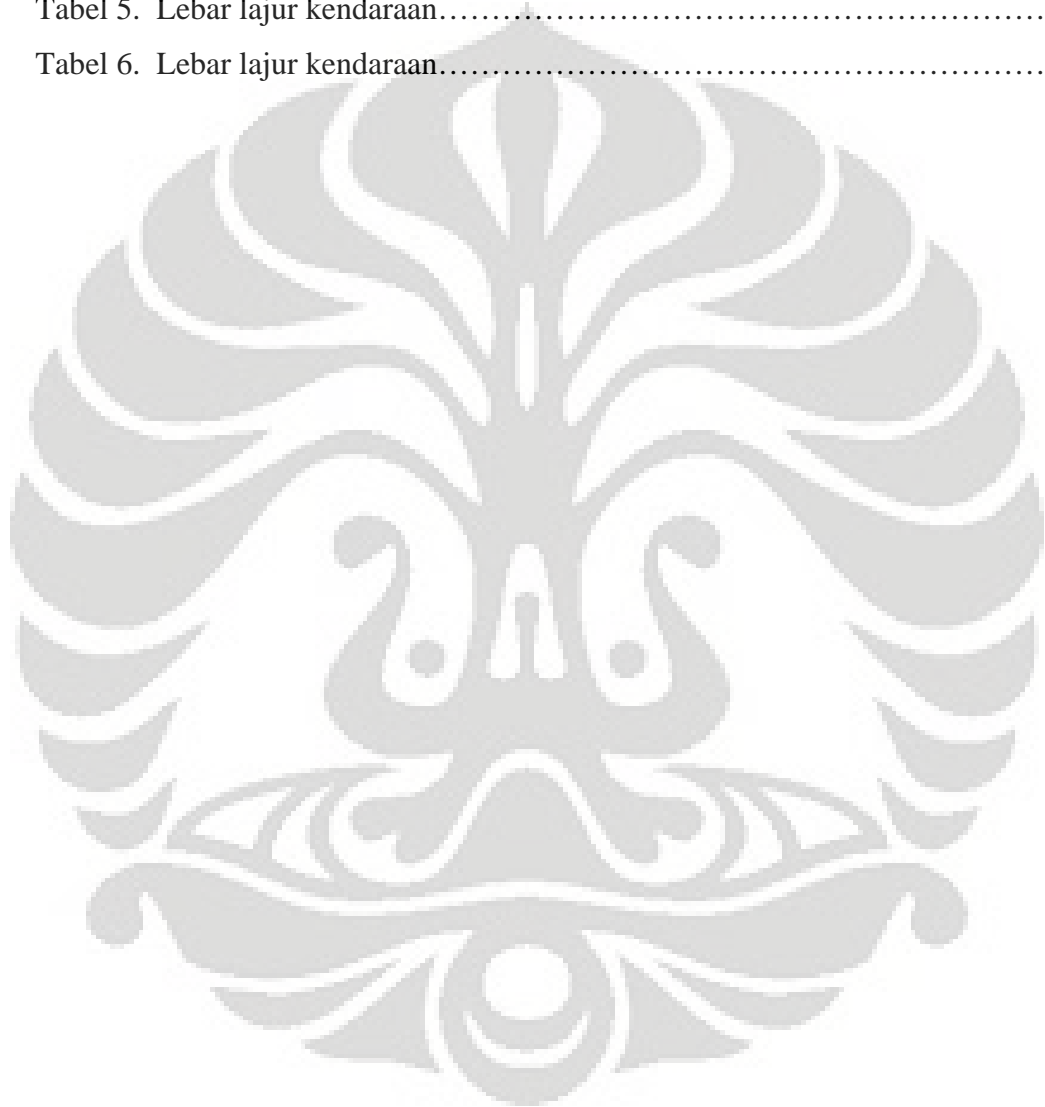
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Perbedaan antara jembatan <i>straight</i> / lurus dengan jembatan <i>skew</i>	6
Gambar 2. Jembatan Standar <i>Skew</i>	7
Gambar 3. Jembatan Half <i>Skew</i>	7
Gambar 4. Jembatan Trapezoidal <i>Skew</i>	7
Gambar 5. Pemodelan jembatan <i>skew</i>	8
Gambar 6. <i>Transverse Beam Concentrated Load</i>	9
Gambar 7. Estetika perlakuan jembatan pada bagian luar <i>box girder</i>	13
Gambar 8. Bagian <i>Prestressed Concrete Box Girder</i>	16
Gambar 9. Jembatan <i>Prestressed Concrete Box Girder</i> dengan Tendon Internal.....	17
Gambar 10. <i>Prestressed Concrete Box Girder</i> dengan Tendon Eksternal.....	18
Gambar 11. Grafik Perbandingan antara nilai K dengan D.....	21
Gambar 12. Variasi letak K dan D.....	21
Gambar 13. Diagram Alir Pembebanan Jembatan.....	23
Gambar 14. Distribusi Beban Lajur "D".....	25
Gambar 15. Penyebaran Beban "D" pada arah melintang.....	27
Gambar 16. Distribusi Pembebanan Truk "T".....	28
Gambar 17. Grafik Besar Gaya Rem berdasarkan panjang bentang jembatan.....	28
Gambar 18. Preliminary Desain Jembatan <i>Skew Concrete Box Girder Type I</i>	31
Gambar 19. Preliminary Desain Jembatan <i>Skew Concrete Box Girder Type II</i>	32
Gambar 20. Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	34
Gambar 21. Lebar lajur kurang dari 5,5 m dan tanpa median	36
Gambar 22. Lebar lajur lebih besar dari 5,5 m dan tanpa median.....	37
Gambar 23. Lebar lajur lebih besar dari 5,5 m dgn vol lajur berbeda.....	37
Gambar 24. Lebar lajur lebih besar dari 5,5 m dan ada median.....	37
Gambar 25. Distribusi beban pada jembatan <i>straight</i> dan <i>skew</i>	38
Gambar 26. Penampang Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	42
Gambar 27. Detail Beban T.....	42
Gambar 28. Penampang Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	43
Gambar 29. Beban mati pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	43
Gambar 30. Diagram Momen beban mati pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	43
Gambar 31. Beban Hidup (Beban T) pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	44
Gambar 32. Diagram Momen beban hidup (Beban T) pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	44
Gambar 33. Beban hidup (Beban T) 2 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	44
Gambar 34. Diagram Momen Beban Hidup 2 (Beban T) pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	45
Gambar 35. Diagram Momen Kombinasi 1 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	45
Gambar 36. Diagram Momen kombinasi 2 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	45
Gambar 37. Detail tulangan <i>plate - deck</i> Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	49

Gambar 38. Beban D pada Girder Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	50
Gambar 39. Penampang Girder Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	51
Gambar 40. Pembebanan pada Girder Tipe I Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	51
Gambar 41. Pembebanan pada Girder Tipe II Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	54
Gambar 42. Pembebanan pada Girder Tipe III Jembatan 4 Lajur 2 Arah.....	58
Gambar 43. Penampang jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	62
Gambar 44. Beban T.....	63
Gambar 45. Penampang Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	63
Gambar 46. Beban Mati Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	63
Gambar 47. Distribusi Momen Beban Mati Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	64
Gambar 48. Beban Hidup (Beban T) Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	64
Gambar 49. Diagram Momen Beban Hidup (Beban T) Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	64
Gambar 50. Diagram Momen Kombinasi 1 Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	65
Gambar 51. Penulangan Pelat Lantai Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	67
Gambar 52. Pembebanan girder Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	68
Gambar 53. Penampang Girder Tipe I Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	69
Gambar 54. Pembebanan pada Girder Tipe I Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	69
Gambar 55. Pembebanan Girder Tipe II Jembatan 2 Lajur 2 Arah.....	73
Gambar 56. Penampang Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	77
Gambar 57. Beban T.....	78
Gambar 58. Penampang Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	78
Gambar 59. Beban Mati Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	79
Gambar 60. Diagram Momen Beban Mati Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	79
Gambar 61. Beban Hidup (Beban T) pada Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	79
Gambar 62. Diagram Momen Beban Hidup (Beban T) Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	79
Gambar 63. Diagram Momen Kombinasi 1 Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	80
Gambar 64. Penulangan Pelat Lantai Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	81
Gambar 65. Pembebanan Girder pada Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	82
Gambar 66. Pembebanan pada Girder Jembatan 1 Lajur 1 Arah.....	83
Gambar 67. Lebar lajur kurang dari 5.5 m dan tanpa median.....	90
Gambar 68. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m tanpa median.....	90
Gambar 69. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m dan tanpa median dengan volume kendaraan tiap lajur yang berbeda.....	90
Gambar 70. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m dan menggunakan median.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Korelasi panjang bentang dengan derajat kesalahan.....	11
Tabel 2. Rasio Tebal Jembatan.....	18
Tabel 3. Jenis bahan yang sering digunakan pada jembatan.....	24
Tabel 4. Daftar lebar lajur jembatan.....	26
Tabel 5. Lebar lajur kendaraan.....	36
Tabel 6. Lebar lajur kendaraan.....	89



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah.

Rancangan *skew bridge* (jembatan miring) menjadi hal yang biasa di negara - negara maju. Rancangan jembatan dengan geometris yang miring di daerah kota lebih banyak digunakan karena tempat yang terbatas jika dibandingkan dengan rancangan jembatan lurus yaitu *straight girder bridge* yang kadang kala tidak didukung dengan lokasinya. Rancangan jembatan miring dapat diterapkan pada *highway interchanges*, *river crossings*, dan perubahan grade yang ekstrim lainnya dimana *skewed geometric* atau geometrik yang miring dibutuhkan karena keterbatasan tempat.

Sebelum ada program komputer yang lengkap, mayoritas dari konsep jembatan miring di negara - negara maju dirancang berdasarkan modifikasi dari "*right angle*" structures dengan menggunakan beberapa parameter untuk menganalisa besarnya derajat kesalahannya. Modifikasi yang dibuat yaitu dengan mengubah jembatan "*right-angle*" menjadi jembatan miring dimana struktur girder dari struktur *skew bridge* ditempatkan tegak lurus dengan perletakannya tidak memberi gambaran yang efektif dan mempunyai derajat kesalahan yang tidak kecil. Sehingga sebaiknya jembatan miring ini didesain sesuai dengan aslinya karena pada saat ini program komputer untuk menghitung struktur jembatan sangatlah banyak dan canggih.

I.2. Pokok Permasalahan.

Penelitian tentang tingkah laku dari *straight/right-angle brige* atau jembatan lurus selama konstruksi banyak dilakukan, tetapi penelitian tentang tingkah laku jembatan miring jarang dibahas secara tuntas. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memahami lebih baik tentang tingkah laku dari jembatan miring sehingga dapat mendesain suatu struktur yang aman, nyaman dan efisien.

I.3. Tujuan Penelitian.

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari tingkah laku jembatan yang berbentuk *skew* (miring) dengan *Prestressed Concrete Box Girder*.

I.4. Pembatasan Penelitian.

Pada skripsi ini hanya mencakup tentang superstructure (struktur atas) jembatan, yang meliputi tentang susunan girder pada jembatan dan susunan diafragma. Selain itu faktor lain yang menjadi batasan skripsi ini adalah :

1. Besar sudut kemiringan pada jembatan miring.
2. Jumlah lajur pada jembatan miring.
3. Panjang bentang pada jembatan miring.
4. Tipe, jumlah dan perletakan diafragma *Prestressed Box Girder Bridge*.

I.5. Hipotesa Penelitian.

Pada penelitian ini hipotesa yang diambil adalah distribusi beban akan mempengaruhi response dari jembatan yang berbentuk *skew* (miring).

I.6. Sistematika Penulisan.

Skripsi ini disusun dalam 6 (enam) bab, dengan sistem penulisan yang secara garis besar dapat dituliskan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi penjelasan tentang Latar Belakang Masalah, Pokok Permasalahan, Tujuan Penelitian, Pembatasan Penelitian, Hipotesa Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Berisi tentang landasan teori yang digunakan untuk dijadikan dasar teori tentang tingkah laku jembatan dengan *Prestressed Concrete Box Girder* yang berbentuk *skew*.

BAB III Preliminary Design

Berisi tentang pemodelan Struktur Jembatan *Prestressed Concrete Box Girder* yang berbentuk *skew* yang mencakup panjang bentang jembatan, pembebanan jembatan, sudut kemiringan jembatan, jenis girder jembatan, dan jumlah diafragma jembatan.

BAB IV Metodologi Penelitian

Berisi tentang penjelasan umum mengenai diagram alir penelitian termasuk parameter-parameter yang dibuat.

BAB V Analisa Perhitungan

Berisi tentang analisa perhitungan jembatan *skew* dengan prestressed girder.

BAB VI Kesimpulan

Berisi tentang kesimpulan yang berhasil diperoleh dari analisa perhitungan skripsi yang telah dibuat.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

II.1. Jembatan secara Umum

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah¹. Desain yang baik bagi struktur jembatan yaitu jembatan dengan desain yang memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Segi Fungsional, yaitu untuk menyediakan jalur pada suatu lalu lintas untuk menghindari gangguan dengan aman dan nyaman.
2. Segi Estetika, merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi struktur jembatan yang berkaitan dengan nilai seni tetapi sangat sulit untuk diterapkan.
3. Segi Ekonomi, dalam mendesain struktur jembatan, segi ini tidak boleh terlalu dipaksakan. Kriteria dari segi ekonomis sangat bervariasi untuk setiap tempat, hal ini tergantung dari pengalaman dan pertimbangan oleh insinyur yang mendesain jembatan itu.

Ada beberapa macam tipe jembatan, diantaranya adalah :

1. *Slab Bridges*

Jembatan Slab digunakan untuk bentang yang pendek, yaitu sekitar 60 ft dan dapat digunakan untuk bentang panjang dengan lebar jembatan yang terbatas. Untuk jembatan yang terdiri dari 2 jalur lalu lintas, lebar yang diperkenankan adalah 35 ft sedangkan untuk tiga jalur lalu lintas, lebarnya yaitu 45 ft.

2. *T-Beam Bridges*

Panjang bentang dari jembatan T-Beam ini sebesar 40 - 120 ft.

3. *Box-Girder Bridges.*

Panjang bentang dari jembatan tipe ini paling ekonomis untuk bentang yang lebih besar dari sekitar 120 ft.

¹ Jembatan, Ir H.J Struyk, ProfIr K.H C.W Van der Veeck, Soemargono, Pradva Paramita Jakarta

4. *Rolled Beam Bridges*

Sebaiknya jembatan ini diterapkan pada bentang 80 ft untuk jalan raya dan 50 ft untuk jalur rel kereta api.

5. *Plate-Girder Bridges*

Jembatan tipe ini sebaiknya digunakan untuk bentang yang lebih besar dari 80 ft, tetapi pada saat ini jembatan plate-girder ini digunakan untuk bentang 150 ft, sebenarnya jembatan tipe ini biasa digunakan pada bentang 200 ft, dan sampai saat ini bentang terpanjang yang menggunakan desain *plate-girder* adalah sebesar 400 ft.

6. *Suspension Bridges*

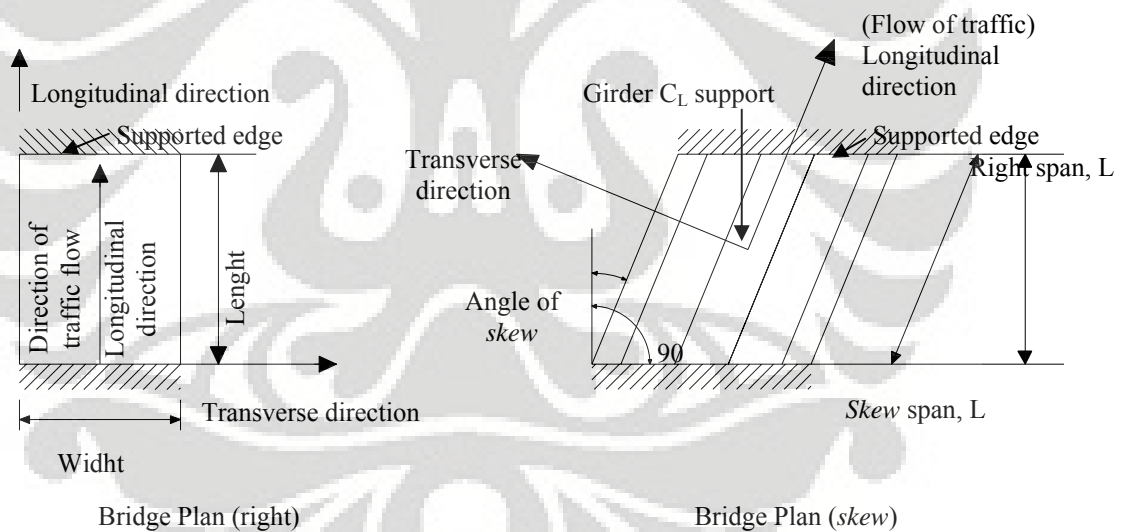
Ada tiga bagian yang sangat penting pada jembatan Suspension ini, yaitu kabel jembatan, menara jembatan dan anchors. Kabel jembatan dipasang pada tiap anchors yang kemudian dikaitkan ke menara-menara jembatan. Setelah pemasangan kabel selesai, kemudian rangka dan girder dari jembatan dapat dipasang dengan menggantungnya ke kabel-kabel vertikal yang telah dipasang sebelumnya. Biasanya panjang bentang jembatan suspension ini sebesar 1800 ft dengan rangka yang sangat kaku untuk menghindari perubahan yang sangat besar pada kurva parabolik kabel jembatan.

7. *Cable-Stayed Bridges*

Jembatan *Cable-Stayed* ini digunakan untuk bentang yang besar, misalnya saja untuk Jembatan The Sunshine Skyway di Florida mempunyai bentang 1200 ft, sedangkan untuk jembatan The Annacis di Vancouver mempunyai bentang 1526 ft, The Yung Pu, jembatan yang berada di Shanghai ini mempunyai bentang 1975 ft. Tetapi jembatan ini dapat dibuat pada bentang pendek yaitu sekitar 200-300 ft.

II.2. Jembatan dengan Geometri *Skew*.

Dari pertimbangan geometri, jembatan biasanya dapat digambarkan secara normal atau lurus, *skew* atau miring dan curve atau lengkung. Jembatan normal atau lurus, yaitu jembatan yang mempunyai axis longitudinal jembatan yang sejajar dengan axis longitudinal dari *slab*, dan balok yang mendukung jembatan tersebut tegak lurus dengan penyangga atau tumpuan balok tersebut. Seringkali, rencana jembatan lurus yang telah dibuat tidak layak diterapkan dilapangan karena banyak rintangan yang dibuat oleh manusia, persimpangan yang kompleks, tempat yang terbatas, daerah pegunungan dan lain-lain, dan pemecahannya yaitu kita merencanakan jembatan *skew* (miring). Jembatan *skew*, dengan bentang sederhana atau menerus, digolongkan menurut axis longitudinal jembatan tersebut yang membentuk sudut yang tajam jika dibandingkan dengan jembatan lurus dengan sudut yang tegak lurus dengan *centerline (CL)* supportnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.

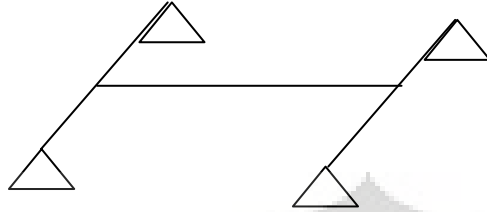


Gambar 1. Perbedaan antara jembatan *straight* / lurus dengan jembatan *skew*

Sudut kemiringan dapat didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk antara *centerline (CL)* support dengan *axis* normal jembatan. Sudut kemiringan setiap sisi dari jembatan dapat berbeda-beda. Menurut faktor kemiringannya ini jembatan dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1. *Standar Skew*.

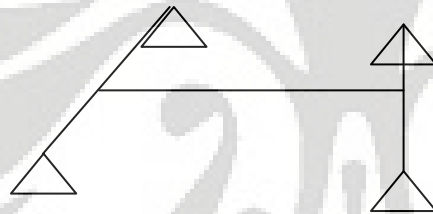
Yaitu suatu jembatan miring yang mempunyai perletakan yang miring tapi sejajar perletakan satu dengan yang lain.



Gambar 2. Jembatan Standar *Skew*

2. *Half-Skew*.

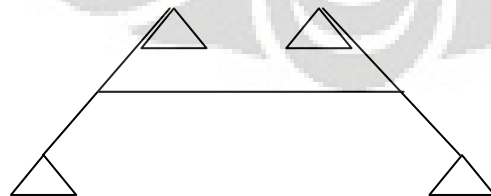
Yaitu suatu jembatan miring yang mempunyai perletakan dimana perletakan yang satu tegak lurus dengan axis longitudinal jembatan sedangkan perletakan yang lain membentuk sudut terhadap axis longitudinal jembatan.



Gambar 3. Jembatan *Half Skew*

3. *Trapezoidal Skew*.

Yaitu suatu jembatan miring yang mempunyai perletakan dimana kedua perletakannya membentuk sudut dengan axis longitudinal jembatan tapi dengan nilai sudut yang bertolak belakang.

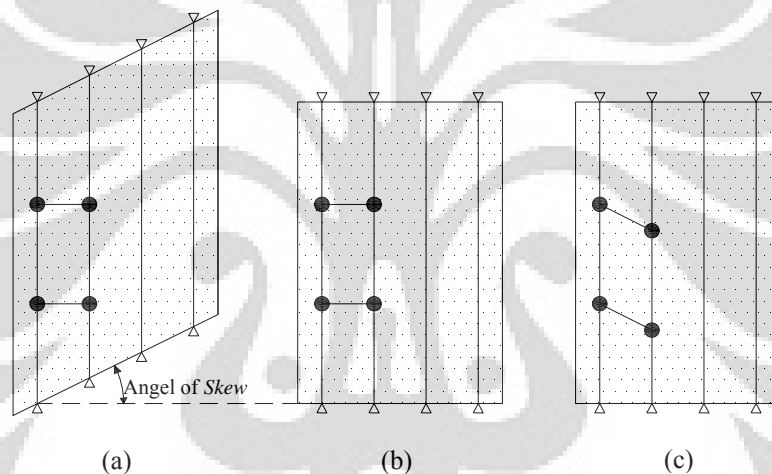


Gambar 4. Jembatan *Trapezoidal Skew*

Sudut kemiringan merupakan parameter yang penting yang berpengaruh terhadap analisa dari struktur jembatan, baik jembatan dengan bentang sederhana maupun dengan bentang menerus, dengan girder yang mempunyai kekakuan torsi, sudut kemiringan dari jembatan akan berpengaruh terhadap momen geser dan momen lentur dari girder jembatan tersebut. Disarankan untuk jembatan yang mempunyai sudut kemiringan yang lebih kecil dari 20° , untuk mendesain jembatan tersebut sabagai jembatan lurus.

II.2.1. Distribusi Pembebanan pada *Skew Girder*

Dalam pemodelan pada penelitian ini, penulis mencoba memodelkan jembatan *skew* menjadi jembatan *right* atau lurus.



Gambar 5. Pemodelan jembatan *skew*

Jembatan *skew* yang mempunyai sudut kemiringan seperti yang ditunjukkan pada Gambar (a) diatas dengan bebannya yang berupa beban titik yang berbentuk persegi akan dimodelkan sebagai jembatan *right* (lurus). Gambar (b) merupakan modelisasi dari jembatan *skew* menjadi jembatan lurus dimana bentuk dari beban titiknya masih sama berbentuk persegi. Penempatan beban pada girder nomer dua tidak realistik, karena koordinat penempatannya tidak sesuai dengan model asli dari jembatan *skew*.

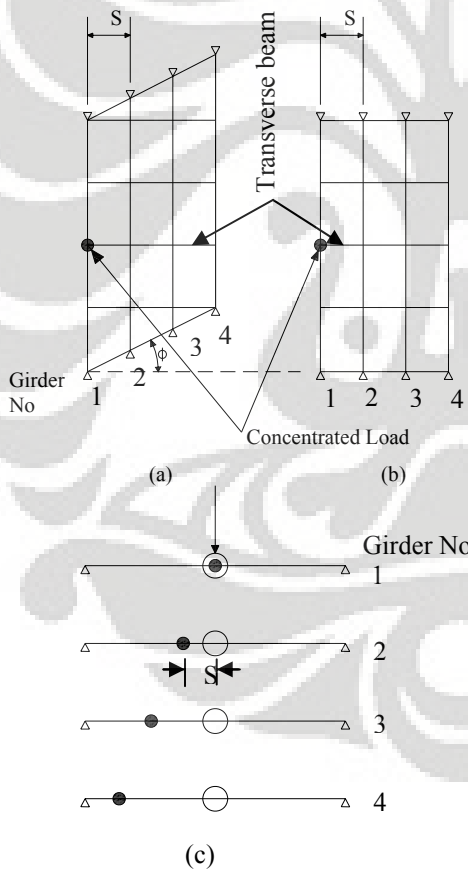
Untuk itu koordinat beban titik pada girder nomer dua perlu disesuaikan, yaitu dengan menempatkan beban titik tersebut sesuai dengan koordinat aslinya

sehingga pada Gambar (c), jembatan yang juga sudah dimodelkan menjadi jembatan lurus mempunyai beban titik yang terpusat yang berbentuk *skew*. Jika dilihat dari letak koordinatnya sudah memenuhi.

Pemodelan ini akan dipakai dalam penulisan skripsi ini, dimana jembatan *skew* akan dimodelkan menjadi jembatan lurus dengan memperhatikan beberapa faktor, diantaranya yaitu distribusi pembebanannya yang tidak berbentuk persegi lagi, tetapi menjadi berbentuk *skew*.

Bentuk distribusi beban yang semula persegi menjadi bentuk *skew* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Jarak antar girder (S)
2. Sudut kemiringan jembatan (O)
3. *Flexural rigidity* (D_y)



Gambar 6. *Transverse Beam Concentrated Load*

Perpindahan distribusi beban sejarak (s) dan distribusi beban pada jembatan lurus menjadi jembatan *skew*, dimana pada girder pertama letak distribusi beban titik pada jembatan lurus sama dengan distribusi beban titik pada jembatan *skew*. Sedangkan pada girder kedua, beban titiknya berpindah sejarak s , dan begitu seterusnya. Besarnya $s = S \tan \Phi$

Dimana:

s = Jarak antara distribusi beban titik pada jembatan lurus dengan jembatan *skew*.

S = Jarak antar girder.

Φ = Sudut kemiringan.

II.2.2. Parameter-Parameter Pemodelan Jembatan *Skew* menjadi Jembatan Lurus

Dalam mengubah pemodelan jembatan *skew* menjadi jembatan lurus, ada beberapa parameter yang harus diperhatikan, yaitu :

$$\eta = \frac{12}{\pi^4} \left(\frac{L}{S} \right)^3 \frac{LD_y}{EI}$$
$$\varepsilon = \frac{2S \tan \phi}{L}$$

dimana :

L : panjang bentang jembatan.

D_y : flexural rigidity.

EI : modulus elastisitas.

Kedua parameter ini dipakai untuk menghitung derajat kesalahan dari pemodelan jembatan *skew* menjadi jembatan lurus.

II.2.3. Derajat Kesalahan

Derajat kesalahan yang terjadi akibat pemodelan jembatan *skew* menjadi jembatan lurus dilambangkan dengan σ dimana :

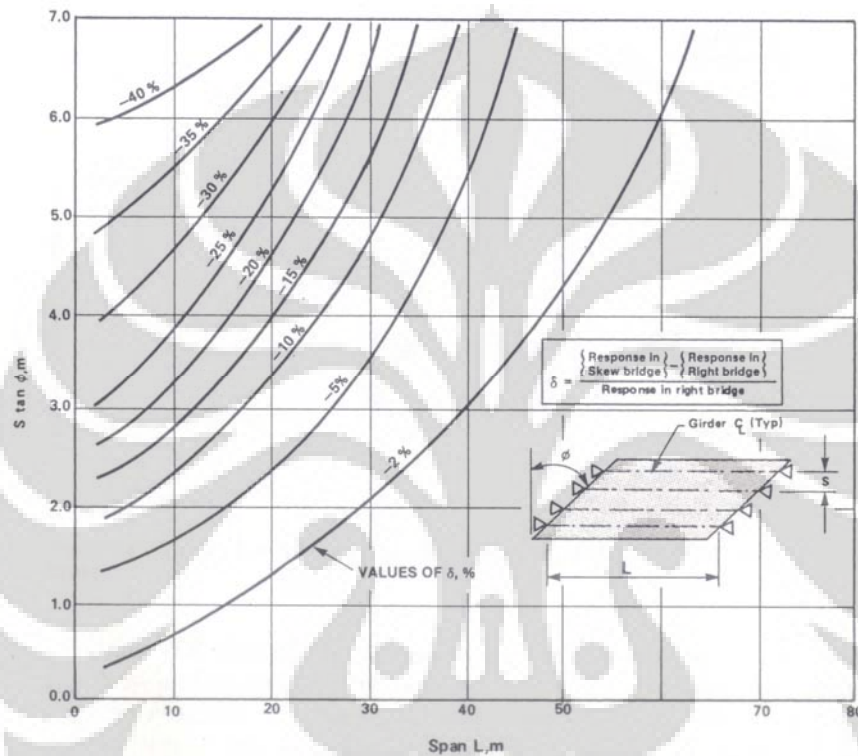
$$\sigma = \frac{(R)_{\varepsilon} - (R)_{\varepsilon=0}}{(R)_{\varepsilon=0}} \times 100$$

dengan R adalah longitudinal response, untuk jembatan lurus besarnya $\varepsilon = 0$ karena

sudut kemiringan = 0.

Besarnya derajat kesalahan ini hanya berlaku untuk mengecek derajat kesalahan longitudinal momen saja.

Selain dengan menggunakan rumus diatas besarnya σ untuk lebih cepatnya dapat diketahui dengan melihat tabel berikut ini.



Tabel 1. Korelasi panjang bentang dengan derajat kesalahan

Setelah nilai σ didapat maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Nilai σ yang di dapatkan dari tabel diatas dipakai untuk girder interior (girder dalam).
2. Nilai σ untuk girder luar adalah negatif tapi dengan nilai absolute yang lebih kecil.
3. Nilai σ tidak digunakan untuk mengecek longitudinal shear.

II.3. Jembatan dengan *Box Girder*

Box girder merupakan salah satu dari sekian banyak jenis girder pada jembatan. *Box girder* banyak dipakai dalam mendesain suatu jembatan karena

karakteristiknya yang cocok sekali bagi struktur jembatan. Jembatan tipe ini sangat efektif dalam menahan momen karena *bottom flensnya* yang lebar. Dan karena bentuk dari *box girder* tertutup maka jembatan tipe ini juga sangat efektif dalam menahan torsi dari jembatan. Keunggulan lain dari jembatan *box girder* adalah kemampuannya dalam menahan korosi yang lebih kuat dibandingkan jembatan tipe lain. Karena setengah dari struktur *box girder* tertutup dan tidak berhubungan dengan udara luar.

Dalam mendesain *Presressed Concrete Box Girder* pada skripsi ini, digunakan beberapa acuan peraturan tentang *Box Girder*, yaitu:

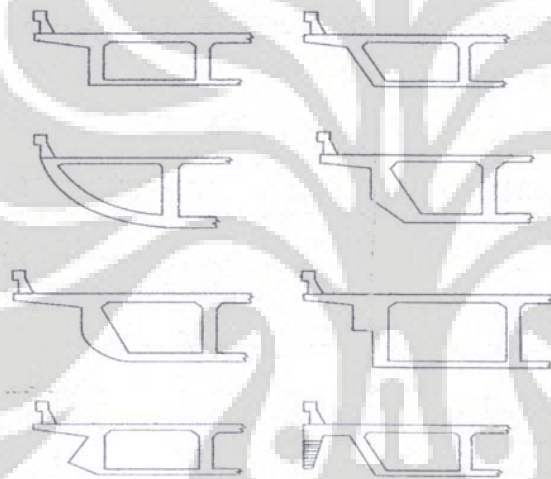
1. AASTHO (American Assosiation of State Highway and Tranportation Officials)
2. CALTRANS (California Departement of Transportation)
3. PTI (Post Tensioning Institute)
4. Degenkolb, 1977

Jembatan beton *box girder* pratekan sudah menjadi suatu jenis jembatan yang dipilih di semua negara di Amerika Serikat, terutama untuk pertimbangan segi ekonomi dan biaya *life-cycle*. Berbagai keuntungan dari memanfaatkan jembatan beton pratekan adalah yang berikut:

Pada Umumnya *Box Girder* mempunyai beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan tipe lainnya:

1. Tinggi *box girder* yang diperlukan relatif pendek, sehingga hal ini merupakan suatu keuntungan tersendiri karena pada ruang pada daerah perkotaan pada khususnya sangat terbatas.
2. Konstruksi *monolithic* pada struktur atas maupun bawah jembatan, secara struktural sangat menguntungkan. Pada kasus jembatan *box girder* menerus, pier cap dapat ditempatkan didalam *box*, dengan syarat hams ditambah dengan sambungan kaku ke *pier shaft* untuk memperkuat *box girder* menerus.
3. Walaupun agak berbahaya didalam *box girder* mungkin dapat diletakkan beberapa utilitas seperti pipa gas, pipa air, kabel listrik, telpon dan lain-lain secara aman, karena diletakkan didalam *box girder* tersebut tanpa dapat diganggu oleh pihak-pihak yang tidak berkepentingan.

4. Karakteristik penting yang dipunyai oleh *box girder* adalah kekakuan torsinya yang tinggi.
5. Dalam segi *asthetik*, struktur *box girder* dapat di buat secara indah yaitu dengan mempercantik tampilan luarnya, sehingga jembatan tersebut tidak hanya aman dan nyaman tapi juga enak untuk dipandang dan mempunyai nilai seni. Beberapa tipe dari *box girder* yang mempunyai nilai *asthetik* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.
6. Pada *box girder*, yang perlu diberi penyelesaian akhir hanya bagian luar dari web nya saja, sehingga hal ini akan menghemat biaya penyelesaian akhir.



Gambar 7. Estetika perlakuan jembatan pada bagian luar *box girder*.

II.4. *Prestressed Concrete Box Girder.*

Jembatan beton pratekan sudah menjadi suatu jenis jembatan yang dipilih di semua negara di Amerika Serikat, terutama untuk pertimbangan segi ekonomi dan biaya *life-cycle*. Berbagai keuntungan dari memanfaatkan jembatan beton pratekan adalah yang berikut :

1. Produk beton pratekan pada umumnya diproduksi di pabrik tempat pembuatannya yang penggunaan beton *high-strength*nya dikontrol kondisinya, menghasilkan produk dengan kualitas tinggi dan dengan umur yang lebih panjang. Bahkan untuk bentang yang lebih panjang, gelagar jembatan dapat dibuat per segmen di pabrik dan kemudian baru di *post-tensioned* pada lokasi untuk memperkuat struktur keseluruhan. Teknik ini

kini sedang digunakan secara ekstensif dalam pembuatan jembatan beton pratekan perbagian. Sebagai alternatif, di bawah keadaan yang baik mungkin dapat untuk dibuat struktur jembatan secara keseluruhan di pabrik dan mengangkutnya ke lokasi untuk kemudian baru di dirikan secara keseluruhan.

2. Tegangan retak dapat dihapuskan pada struktur pratekan, dengan demikian dapat memperkecil penetrasi dari air dan udara, dan mendorong ke arah peningkatan ketahanan dan meningkatkan umur pelayanan dari beton dan penulangannya. Bagian yang tidak diretak menghasilkan disain jauh lebih efisien dibandingkan dengan penulangan beton bertulang konvensional.
3. Prestressing mengijinkan penggunaan yang lebih efisien dari beton sebagai struktur materialnya, sebab keseluruhan bagian, tidak hanya bagian yang tidak retak, dibuat untuk menahan tekanan.
4. Prestressing mengurangi tegangan diagonal. Penggunaan dari tendon yang semakin besar mengurangi tegangan geser yang diada pada web. Sebagai hasilnya, suatu web yang tipis, yang membutuhkan lebih sedikit stirrups atau bahan perekat seperti semen, beton dan, sebagai konsekuensi, dapat memperingan berat sendiri dari jembatan dan pengliematan beban mati menurunkan biaya penanganan dan biaya transportasi tapi dapat meningkatkan nilai jembatan.
5. Tebal dari girder yang kecil yang hanya dapat dimungkinkan jika jembatan dibuat dari beton pratekan dan hal ini merupakan suatu keuntungan dimana *overhead clearance* dibatasi (untuk struktur tingkat pemisahan).
6. Prestressing sangat mengurangi (pada kenyataannya menghapuskan) retak dalam kaitan dengan fatigue.
7. Ketika *box girder* digunakan, tebalnya yang tipis dan penampilan bagian bawah dan bagian luar yang rapi menampilkan estetika yang baik.
8. Balok penopang beton yang pratekan dengan lebar flensa-atas yang besar, seperti.
9. bulb T-Beams, sistem *box beam* tipe *adjacent* and *spread* dan tipe *box girder* yang lain, menyediakan ruang kerja yang sudah jadi selama pendirian, dengan begitu hal ini dapat menghapuskan atau memperkecil

kesalahan kerja. Kesalahan kerja tidak hanya melambatkan lalu lintas, tetapi juga dapat membahayakan lalu lintas dan menjadi sangat mahal jika belokan/jalan alternative harus dibuat untuk menghindari kemacetan.

10. Jembatan beton pratekan mempunyai umur layan yang secara relatif lebih panjang.
11. Konstruksi *Cast-in-place post-tensioned* dapat menyesuaikan diri dalam persimpangan jalan yang besar geometri yang kompleks dan berbentuk *curved* (melengkung), *superelevated* (yang ditimbun), *multilevel section*, *skewed* (miring), dan bagian dengan bermacam-macam lebar. Panjang bentang yang lebih panjang dan tebal girder yang tipis membuat lebih murah jika dipandang dalam segi ekonomis jika dibandingkan dengan beton bertulang yang konvensional.

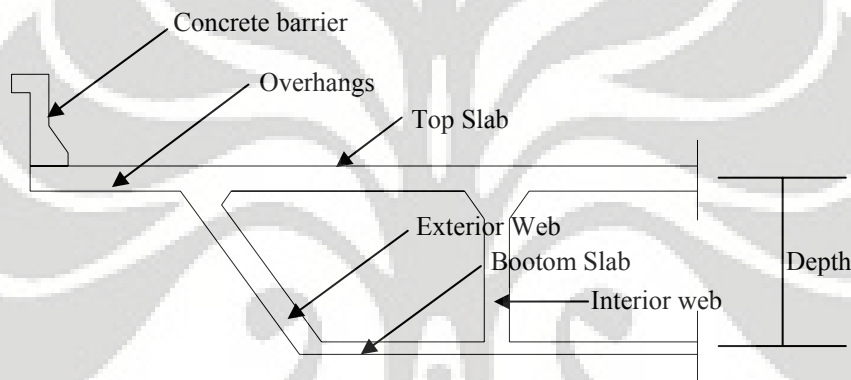
Beberapa kerugian dari beton pratekan, yaitu :

1. Suatu kerugian yang utama dari beton pratekan, dibandingkan baja adalah beban matinya. Beban sendiri, yang besarnya lebih dari beban hidup, mendominasi pada jembatan dengan bentang yang panjang yang menghasilkan bangunan substructures yang lebih berat konsekwensinya adalah tidak ekonomis. Bagaimanapun, penelitian tentang *high-strength* beton menyediakan suatu solusi pada masalah ini. *High-Strength* beton kini sedang dievaluasi untuk mengurangi beban mati yang akan mempengaruhi panjang bentang atau dimensi girder untuk menahan beban *equivalen*, dan untuk menyediakan ketahanan yang tinggi.
2. Beton pratekan lebih sensitif dalam kualitas bahan-bahannya, dan pengerjaannya.
3. Pengurangan kekuatan *Prestress*, dalam kaitan dengan berbagai sumber seperti kekuatan rangkai dan penyusutan dari beton atau relaksasi dari prestressing baja, juga harus diperhatikan, dimana seorang perancang harus mempertimbangkan sangat secara hati-hati.

II.5. Desain Umum *Prestressed Concrete Box Girder*

Pada umumnya multisel *box girder* dapat dilihat sebagai struktur balok T dimana bagian webnya dihubungkan dengan flens bawah melintang yang menerus. Jembatan *box girder* pertama didesain dengan menggunakan metode jembatan balok T yang dimodifikasi, sedangkan untuk sekarang ini, banyak buku pedoman tata cara mendesain *Box Girder*, diantaranya seperti yang disusun oleh AASHTO.

Adapun untuk memperjelas gambaran umum tentang *box girder*, dibawah ini merupakan gambar tentang bagian - bagian *box girder*.



Gambar 8. Bagian *Prestressed Concrete Box Girder*

Jembatan beton *box girder* yang di *cast in place, post tensioned* dan *diprestressed* adalah secara khas dibangun pada *falsework* dan secara ekstensif digunakan pada jembatan dengan bentang medium dan panjang. Dilihat dari sisi luar, penampilan mereka menyerupai dengan beton bertulang biasa tetapi *prestressed box girder* mempunyai dimensi yang lebih tipis/langsing untuk bentang yang lebih sama. Untuk bentang yang panjang *prestressed box girder* merupakan pilihan utama.

Rincian *Cross-Sectional* pada beton *box girder* biasa sama dengan *prestressed*. Perbedaannya yaitu pada beton *box girder* biasa penulangan pada deck jembatan dan soffit slab terdiri dari tulangan biasa yang membujur sepanjang jembatan sedangkan pada *prestressed box girder* tulangan pada deck jembatan sama dengan tulangan pada *box girder* biasa tapi pada bagian web girdernya

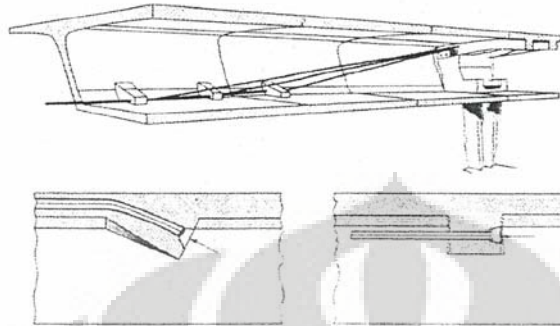
ditambah dengan prestressing tendon. Strands/ kabel baja ini ditempatkan di dalam saluran pipa, yang boleh atau tidak boleh di beri adukan semen. Untuk mengakomodasi saluran pipa ini, web (sering dikenal sebagai balok penopang, atau sebagai batang) dari *prestressed box girders* yang dibuat lebih luas dibanding jembatan yang dibuat dari beton *box girder* biasa, walaupun saluran pipa yang berbentuk oval dapat digunakan untuk dimensi web yang lebih tipis. Perancangan deck jembatan sama untuk kedua-duanya baik itu beton *box girder* biasa maupun *prestressed box girder*, dan biaya dalam kaitan dengan balok penopang (web) pengaturan jarak dan deck overhangs (bagian dari deck yang lebih / di luar balok girder) adalah juga sama untuk kedua jenis [Degenkolb, 1977].



Gambar 9. Jembatan *Prestressed Concrete Box Girder* dengan Tendon Internal

Letak tendon pada *prestressed concrete box girders* dapat diletakkan secara internal, yaitu dengan menempelkannya di balok penopang dan soffit, atau dapat juga diletakkan secara eksternal. Letak tendon yang eksternal yang ditempatkan di dalam sel balok penopang, atau bahkan di luar girder utama, dan tidaklah terikat kepada girder tersebut. Penempatan dari urat daging di luar itu balok penopang mengakibatkan dua keuntungan yang penting: yaitu mengijinkan balok penopang lebih tipis, yang artinya juga mengurangi bobot mati dari balok penopang kotak, dan mengijinkan tendon untuk diperbaiki jika mereka rusak atau keadaannya memburuk. Dan perlindungan yang sesuai bahaya karatan pada

tendon eksternal haruslah dipikirkan karena hal itu akan menyebabkan kekuatannya berkurang. Fungsi tendon eksternal dapat juga digunakan untuk meningkatkan load-carrying kapasitas dari jembatan yang ada.



Gambar 10. Prestressed Concrete Box Girder dengan Tendon Eksternal

II.5.1. Tinggi Box Girder (*Depth*)

Perbandingan Tebal Girder dengan Bentang Jembatan yang diusulkan untuk suatu disain yang persiapan ditunjukkan di (dalam) Tabel.

Tipe Struktur	Rasio Tebal dgn Bentang jembatan
Jembatan dengan satu atau dua bentang	0.04-0.045
Jembatan dengan lebih dari 2 bentang	0.035-0.04

Tabel 2. Rasio Tebal Jembatan

II.5.2. Top Slab

Secara umum, ketebalan slab atas dijaga agar lebih besar dari 6 inci (AASHTO 9 9.1). Bagian overhangs pada umumnya nonprismatic, di mana ketebalan yang minimum sama dengan tebal slab atas ketebalan yang meningkatkan ke arah girder terluar dari jembatan.

II.5.3. Bottom Slab

Pada dasarnya *Bottom slab / the soffit* mempunyai tiga fungsi yang penting, yaitu :

1. Pada *bottom slab* terdapat tulangan untuk momen positif.

2. Berfungsi sebagai flens tekan untuk momen negatif yang terjadi pada *box girder* menerus.
3. Dapat dibentuk sehingga mempunyai nilai estetika yang tinggi.

Slab bawah dijaga agar lebih dari 5/16 inchi atau 1/30 jarak antar girder terluar (AASHTO 9.9.2). Bagaimanapun, Persyaratan California, yang lebih keras dibanding AASHTO, mengharuskan ketebalan minimum dari kedua slabnya 1/16 dari jarak yang jelas bersih antar balok girder terluar [CALTRANS, 1993b].

II.5.4. Web Girder

Fungsi dari *web* adalah untuk menahan gaya geser dan menahan bagian kecil dari momen. Ketebalan *web* girder, walaupun tidak ditetapkan di AASHTO spesifikasi [AASHTO, 1992], adalah secara umum ditetapkan sebesar 12 inchi dan jarak antar girder minimum sebesar 8 ft dan maksimumnya sebesar dua kali dari tebal girder yang [CALTRANS, 1993c, p. 3-38], dengan panjang overhangs sebesar setengah dari jarak antar girder.

II.5.5. Fillets

Fillets adalah bagian dari *box girder* yang terletak antara bagian slab dengan bagian web. Perkembangan penambahan fillet pada *box girder* yang menurut pendapat para insinyur merupakan suatu alat untuk menyediakan daerah tekan disekitar ujung antara web dengan *slab*. Tapi berdasarkan pengalaman dalam mendesain *box girder* selama beberapa tahun, penambahan fillet ini tidak diperlukan karena tidak begitu berpengaruh dalam penambahan kekuatan struktur *box girder*, sehingga AASHTO 9.8.2.3 menyatakan bahwa ukuran *fillet* ditetapkan sebesar 4 inchi kali 4 inchi saja untuk semua ukuran *box girder*.

II.5.6. Distribusi Pembebanan.

Penelitian tentang distribusi pembebanan memakan waktu yang sangat lama, prosedur distribusi beban pada *box girder* didasarkan pada studi analitis dan pengujiannya, penilaian secara engineering, dan yang paling penting adalah pengalaman dalam membuat jembatan *box girder* yang dirancang dan yang dibangun di California. Untuk distribusi pembebanan ini digunakan peraturan

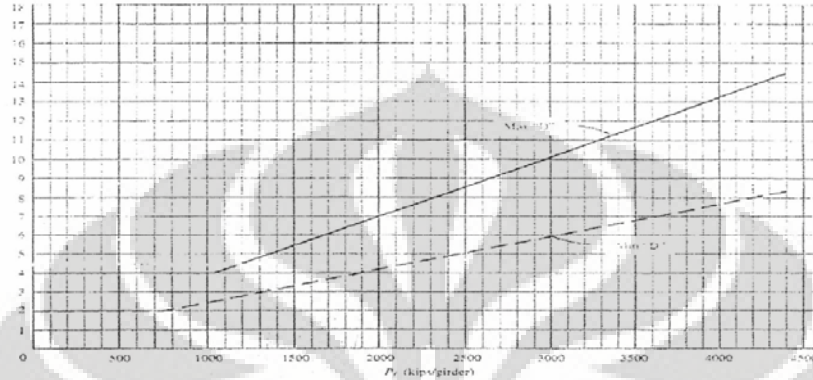
Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bagian 2 tentang Beban Jembatan dari Bridge Management System (BMS) 1992, dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Program Jalan.

II.5.7. Persyaratan Dimensi Tendon.

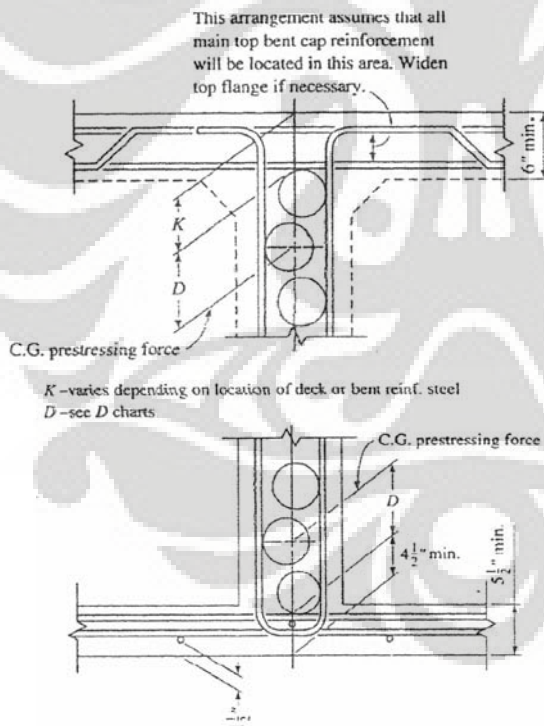
Suatu disain dengan grafik yang membantu untuk dengan cepat menaksir jumlah *post-tensioning* baja yang diperlukan diusulkan di dalam disain manual seperti CALTRANS [1993a] dan PTI [1978]. Data yang diperlukan adalah panjang bentang dan perbandingan tebal girder dengan bentang jembatan, yang kemudian dapat ditentukan digrafik perkiraan besarnya kabel baja *post-tensioning* dan kekuatan beton yang diperlukan (lihat Appendix/Catatan Tambahan B, Figs. B.1-B.6). Secara umum, di dalam konstruksi *post-tensioned*, beberapa kabel baja/*strands post-tensioning* disatukan didalam sebuah pipa saluran yang dibuat secara khusus atau biasa disebut duct, dan diameternya tergantung oleh jumlah *strands* didalamnya. Ukuran saluran pipa yang minimum diatur oleh AASHTO 9.25.4 [AASHTO, 1992], yang luas minimum dari pipanya dua kali daripada luas bersih baja *prestressing* jika tendonnya terdiri dari beberapa *strands*. Jika tendon terdiri dari 1 kawat baja / *strands* saja maka diameter duct yang dibutuhkan paling kecil $\frac{1}{4}$ inchi lebih besar dari diameter nominal dari *strands* tersebut. Jumlah *duct* minimum yang diijinkan dalam suatu girder adalah tiga *duct* [AASHTO 9.25.3].

II.5.8. Penempatan Tendon.

Bantuan gambar grafik digunakan untuk memperkirakan eksentrisitas (e) dari gaya *post-tensioning* pada *box girder*. Dapat dilihat pada gambar dibawah bahwa besarnya K tergantung oleh penempatan deck atau tulangan baja pada deck. Sedangkan besarnya D dapat dilihat pada gambar grafik.



Gambar 11. Grafik Perbandingan antara nilai K dengan D



Gambar 12. Variasi letak K dan D

II.5.9. Diafragma

Diafragma tidak diperlukan pada struktur jembatan *box girder*, kecuali geometri dari jembatan berbentuk *curve* / lengkung. Menurut AASHTO 8.12.3 menetapkan bahwa diafragma tidak dibutuhkan untuk jembatan *straight box girder* dan jembatan *curved box girder* dengan bentang 800ft atau lebih. Diafragma hanya ada pada perletakan jembatan saja. Adapun keuntungan dari diafragma adalah untuk meningkatkan kekuatan torsi dari *curved box girder*.

II.6. Pembebanan pada Struktur Jembatan.

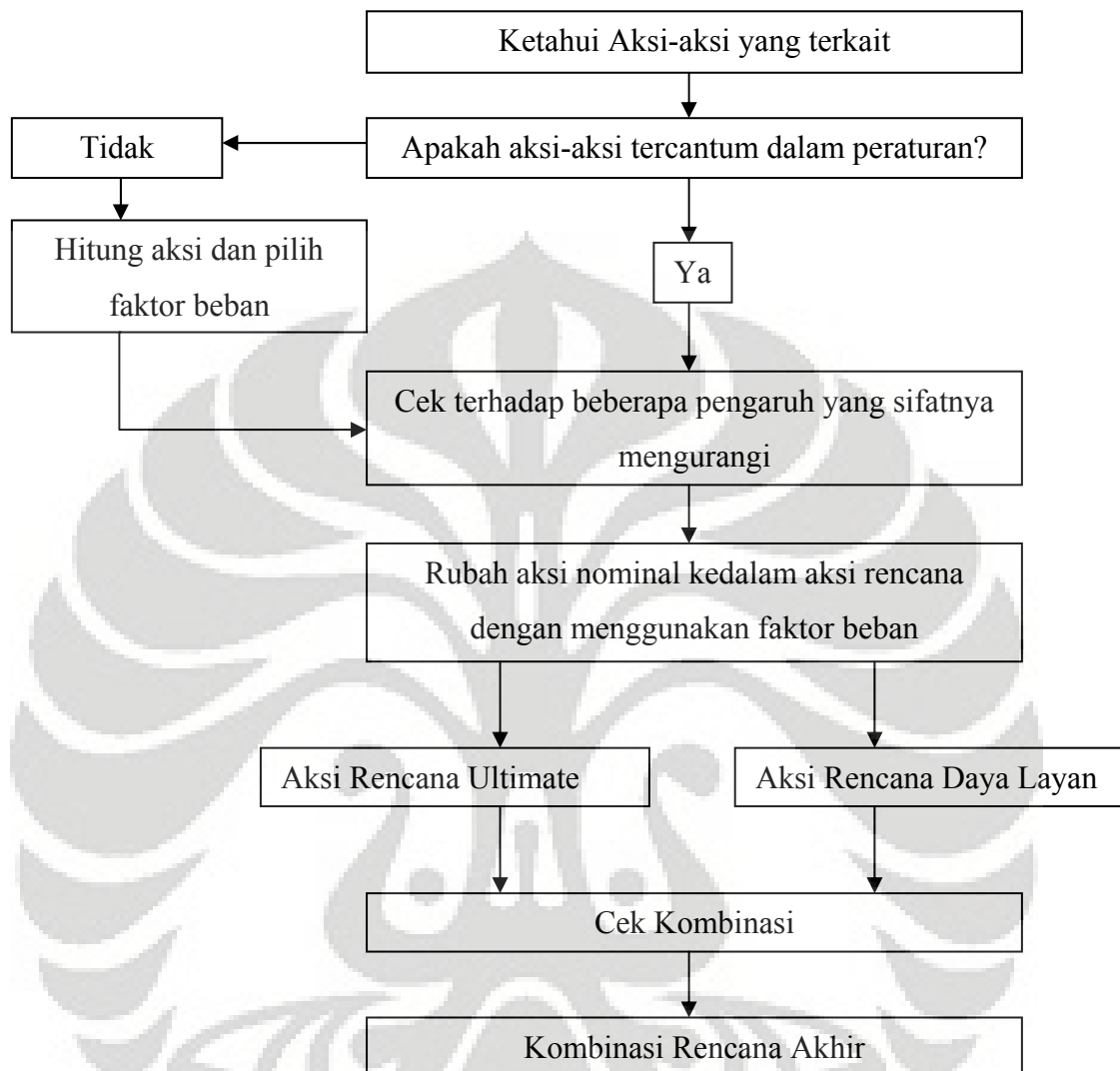
Dalam mendesain suatu jembatan, satu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan adalah masalah pembebanan. Ada beberapa jenis beban-beban yang terdapat pada suatu struktur jembatan. Dan dalam mendesain jembatan yang aman nyaman dan ekonomis beban yang dimasukkan dalam pembebanan harus sesuai dengan fungsi jembatan yang akan kita desain. Misalnya jika kita ingin mendesain suatu jembatan penyeberangan kita tidak perlu membebani jembatan dengan beban T / beban truk karena tidak ada truk yang lewat di jembatan penyeberangan.

Dalam penelitian ini pedoman yang digunakan dalam pembebanan adalah Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bagian 2 tentang Beban Jembatan dari Bridge Management System (BMS) 1992, dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Program Jalan.

Aksi-aksi (beban, perpindahan dan pengarah lainnya) dikelompokkan menurut sumbernya kedalam beberapa kelompok, yaitu :

- Aksi tetap
- Beban lalu lintas
- Aksi lingkungan
- Aksi-aksi lainnya

Dalam penelitian ini cara pembebanan pada jembatan menggunakan langkah-langkah berikut ini :



Gambar 13. Diagram Alir Pembebanan Jembatan

Dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan beberapa jenis pembebanan yang dianggap perlu saja, misalnya beban mati yang meliputi berat sendiri, berat lapisan perkerasan jalan, sedangkan untuk beban hidupnya meliputi beban lajur "D", pembebanan truk "T", dan gaya rem.

II.7. Klasifikasi pada pembebanan struktur jembatan.

II.7.1 Aksi Tetap

Yang dimaksud aksi tetap dalam Tata Cara ini adalah beban mati, yaitu beban yang bekerja sepanjang waktu dan bersumber pada sifat bahan jembatan, cara jembatan dibangun dan bangunan lain yang mungkin menempel pada jembatan.

Yang termasuk beban mati adalah berat sendiri jembatan. Untuk mengetahui besarnya berat sendiri jembatan yaitu dengan mengalikan dimensi jembatan dengan berat jenis bahan yang digunakan. Adapun berat jenis beberapa bahan yang sering dipakai dalam membangun jembatan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Bahan	Berat / Satuan Isi	Kerapatan Masa (kg/m ³)
Campuran alumunium	26.7	2720
Lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
Besi tuang	71.0	7200
Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
Kerikil dipadatkan	18.8 – 22.7	1920 – 2320
Aspal beton	22	2240
Beton ringan	12.25 – 19.6	1250 – 2000
Beton	22.0 – 25.0	2240 – 2560
Beton prategang	25.0 – 26.0	2560 – 2640
Beton bertulang	23.5 – 25.5	2400 – 2600
Timbal	111	11400
Lempung lepas	12.5	1280
Batu pasangan	23.5	2400
Neoprin	11.3	1150
Pasir kering	15.7 – 17.2	1600 – 1760
Pasir basah	18.0 – 18.8	1840 – 1920
Lumpur lunak	17.2	1760
Baja	77.0	7850
Kayu (ringan)	7.8	800
Kayu (keras)	11.0	1120
Air murni	9.8	1000
Air garam	10.0	1025
Besi tempa	75.5	7680

Tabel 3. Jenis bahan yang sering digunakan pada jembatan

II.7.2. Beban Lalu Lintas

Yang disebut dengan beban lalu lintas pada tata cara ini adalah beban hidup. Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri dari :

1. Beban lajur "D".

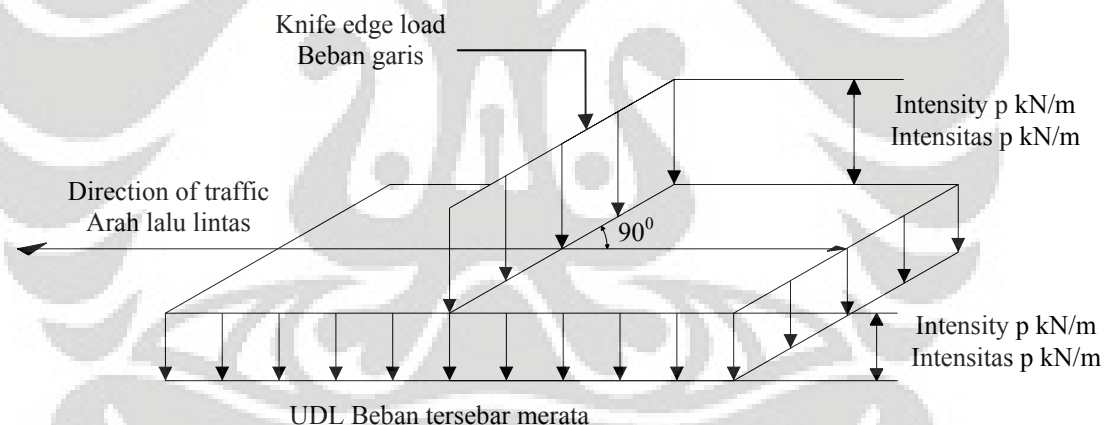
Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu irmg-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban lajur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri

2. Beban truk "T".

Beban truk "T" yaitu beban akibat berat sendiri dari kendaraan truk.

II.7.2.1. Beban Lajur "D"

Beban lajur "D" terdiri dari beban tersebar merata (UDL) yang digabung dengan beban garis (KEL) seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. Distribusi Beban Lajur "D"

Untuk menentukan lebar jembatan tergantung pada jumlah lajur lalu lintas rencana jembatan tersebut.

Tipe Jembatan	Lebar Jalur Kendaraan (m)	Jumlah Lajur Lalu lintas Rencana
Satu Lajur	4.0 – 5.0	1
Dua arah tanpa median	5.5 – 8.25	2
	11.3 – 15.0	4
Banyak arah	8.25 – 11.25	3
	11.3 – 16.0	4
	15.1 – 18.75	5
	18.8 – 22.5	6

Tabel 4. Daftar lebar lajur jembatan

Beban Lajur "D" terbagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Beban terbagi rata

UDL mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut :

Untuk $L \leq 30$ m besarnya $q = 8.0$ kPa

Untuk $L > 30$ m besarnya $q = 8.0 (0.5 + 15/L)$ kPa

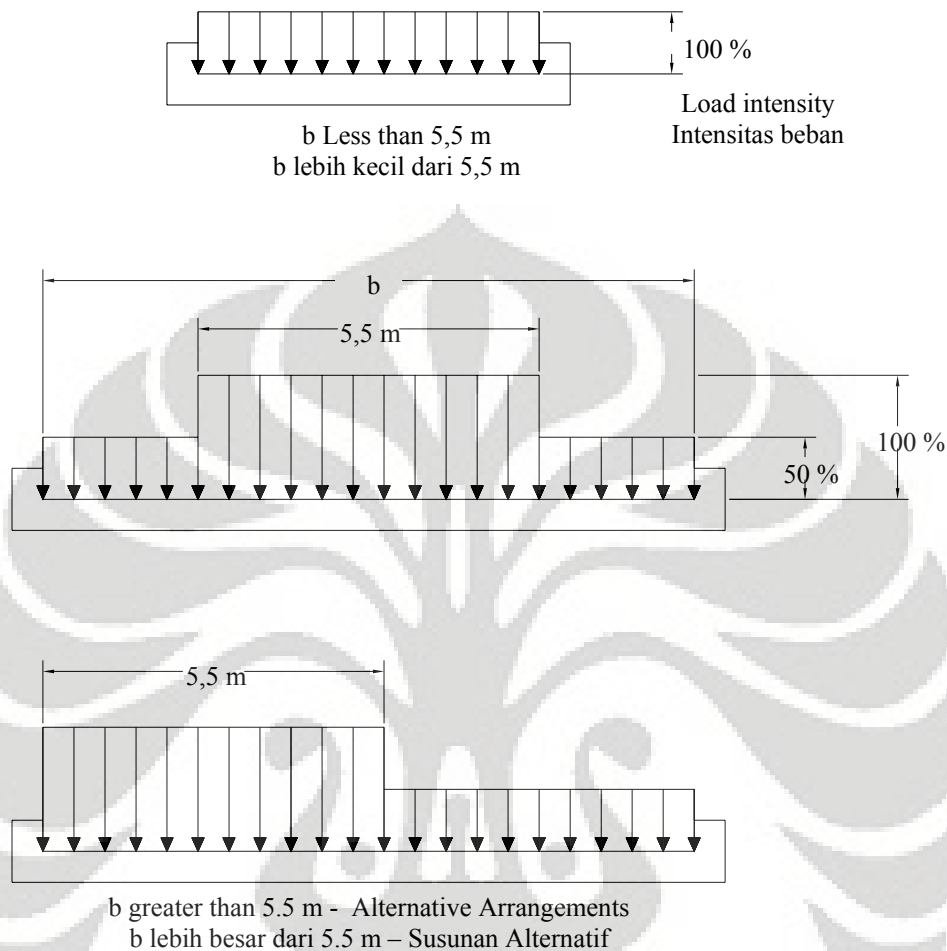
2. Beban garis

Satu KEL dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus dari arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 44.0 kN/m.

Beban "D" harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen-komponen UDL dan KEL dari beban "D" pada arah melintang harus sama.

Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5.5 m, maka beban "D" harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100 %. Apabila lebar jalur lebih besar dari 5.5 m, beban "D" harus ditempatkan pada dua lajur lalu-lintas rencana yang berdekatan, dengan intensitas 100 %. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar 5.5 q kN/m dan beban terpusat ekuivalen sebesar 5.5 p kN, kedua-duanya bekerja berupa (STRIF) pada jalur selebar 5.5 m. Lajur lalu-

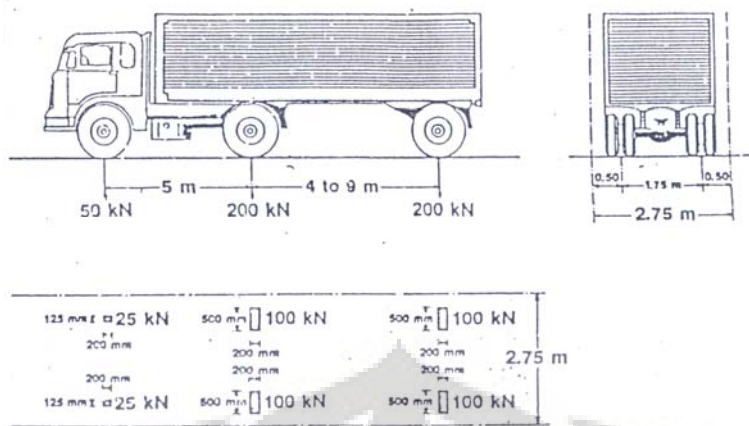
lintas rencana yang membentuk strip ini bisa ditempatkan dimana saja pada jalur jembatan. Susunan pembebanan ini bisa dilihat dalam Gambar dibawah ini.



Gambar 15. Penyebaran Beban "D" pada arah melintang

II.7.2.2. Pembebanan Truk "T"

Pembebanan truk "T" terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai berat dari masing-masing as yang disebarkan menjadi dua beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antar 2 as tersebut dapat berubah-ubah antara 4.0 m sampai 9.0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

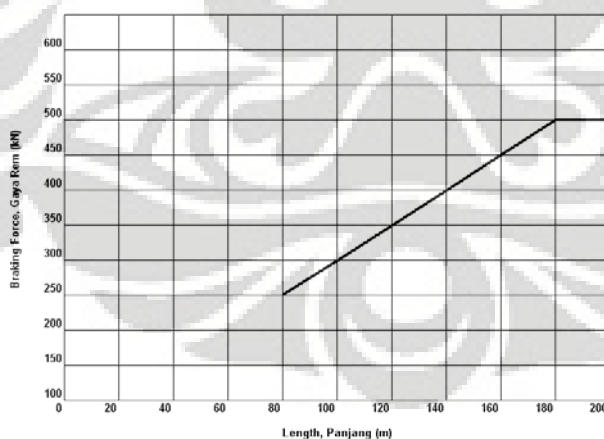


Gambar 16. Distribusi Pembebanan Truk "T"

Untuk posisi pembebanan Truk "T" harus ditempatkan tepat ditengah satu lajur lalu lintas.

II.7.3. Gaya Rem

Pengaruh percepatan dan pengereman dari lalu-lintas harus diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang, dan dianggap bekerja pada permukaan lantai jembatan. Sistem penahan harus direncanakan untuk menahan gaya memanjang tersebut. Tanpa melihat berapa besarnya lebar bangunan, gaya memanjang yang bekerja harus diambil dari Gambar dibawah ini.



Gambar 17. Grafik Besar Gaya Rem berdasarkan panjang bentang jembatan

Panjang dari jembatan yang diambil harus sesuai dengan panjang sehubungan sistem penahan memanjang yang diusulkan. Umumnya, sistem penahan akan berkaitan dengan suatu panjang lantai menerus antara sambungan pergerakan.

Dalam memperkirakan pengaruh gaya memanjang terhadap perletakan dan bangunan bawah jembatan, maka gesekan atau karakteristik perpindahan geser dari perletakan ekspansi dan kekakuan bangunan bawah harus diperhitungkan.

Gaya rem tidak boleh digunakan tanpa beban lalu lintas vertikal bersangkutan. Dalam hal dimana beban lalu lintas vertikal mengurangi pengaruh dari gaya rem (seperti pada stabilitas guling dari pangkal jembatan), maka faktor Beban *Ultimate* berkurang sebesar 0.4 boleh digunakan untuk pengamh beban lalu lintas vertikal.



BAB III

PRELIMINARY DESIGN

Untuk meneliti sesuatu perlu dilakukan suatu pemodelan terlebih dahulu. Begitu pula pada penelitian ini, pemodelan yang dilakukan, berkaitan dengan beberapa faktor yang menjadi fokus utama penelitian, yaitu :

1. Panjang bentang jembatan.
2. Sudut kemiringan dari jembatan.
3. Jenis girder jembatan yang dipakai.
4. Dimensi girder jembatan yang dipakai.
5. Beban lalu lintas yang bekerja.

Setelah *preliminary design* ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah memodelkan struktur jembatan kedalam suatu program komputer untuk mengetahui pengaruhnya terhadap struktur yang telah didesain.

Parameter yang diteliti pada penelitian ini yaitu :

1. Distribusi faktor dari pembebanan.
2. Dimensi dari *Concrete Box Girder*.

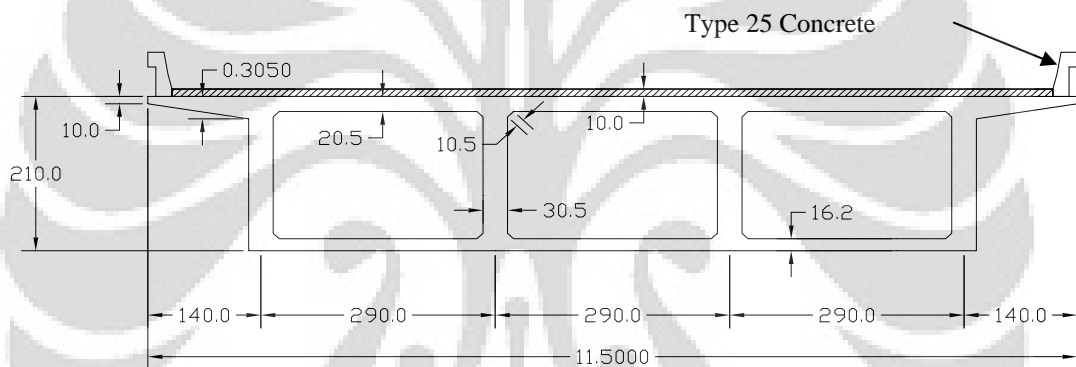
Parameter-parameter inilah yang nantinya akan di teliti, bagaimana pengaruhnya terhadap jembatan *skew*.

III.1 URAIAN UMUM

III.1.1 JEMBATAN PRESTRESSED BOX GIRDER TYPE I

Spesifikasi Desain Struktur Atas Jembatan :

1. Tipe : Bentang sederhana (*simple span bridge*).
2. Bentang jembatan : 35 m
3. Lebar jembatan : 11, 50 m
4. *Skew Angle* : 45°
5. Jumlah lajur: 2 lajur
6. Jenis girder : *Concrete Box Girder*
7. Jumlah girder : 3 buah
8. Jenis perkerasan jalan : Perkerasan Lentur / Aspal.



Gambar 18. Preliminary Desain Jembatan *Skew Concrete Box Girder Type I*

Mencari tebal *concrete box girder* minimum

$$H_{\min} = 0.06 S = 0.05 \times 35 \text{ m} = 1.75 \text{ m} = 175 \text{ cm} = 5,74 \text{ ft} = 5,8 \text{ ft.}$$

Jadi tebal *box girder* minimum adalah 5.8 ft.

Dari Tabel CALTRANS diambil dimensi *Concrete Box Girder* (satuan dalam ft-inch yang kemudian ditransfer menjadi satuan meter) sebagai berikut :

Untuk memenuhi kriteria tegangan, diambil tebal *concrete box girder* sebesar 7 ft.

- Tebal top flange = 8,125" = 21 cm
- Panjang *Webs Spaced* = 9'-6" = 290 cm
- Tebal *web box girder* = 1' = 30,5 cm
- Tebal *fillet* = 4" = 10.5 cm

- Tebal perkerasan lentur / aspal = 8 cm
- Tebal *bottom flange* (t) menurut peraturan AASHTO 8.11.2 :

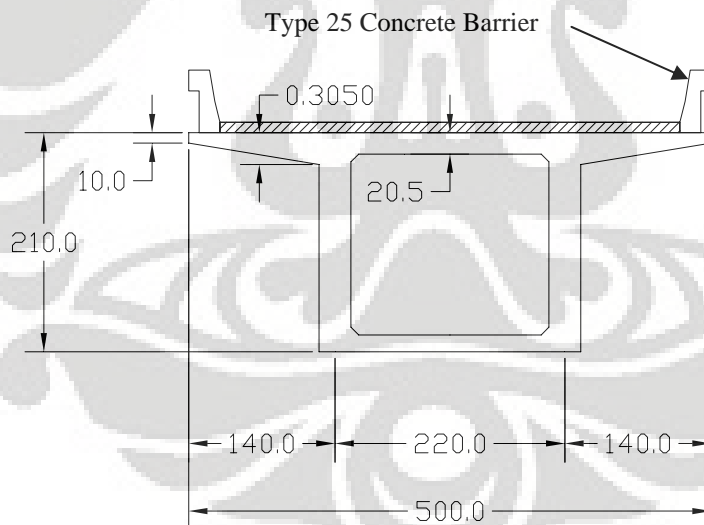
Bentang bersih antara web girder = 9,5' - 1' = 8.5 ft

$$\text{Jadi } t = \frac{8.5 \times 12}{16} = 6.375 \text{ inch} \text{ atau } 6\frac{3}{8} \text{ inch} = 16.5 \text{ cm}$$

III.1.2 JEMBATAN PRESTRESSED BOX GIRDER TYPE II

Spesifikasi Desain Struktur Atas Jembatan :

- Tipe : Bentang sederhana (simple span bridge).
- Bentang jembatan : 35 m
- Lebar jembatan : 5,0 m
- Skew Angle: 45°
- Jumlah lajur : 1 lajur
- Jenis girder : Concrete Box Girder
- Jumlah girder : 1 buah
- Jenis perkerasan jalan : Perkerasan Lentur / Aspal.



Gambar 19. Preliminary Desain Jembatan Skew Concrete Box Girder Type II

Mencari tebal *concrete box girder* minimum

$$H_{\min} = 0.06 S = 0.05 \times 35 \text{ m} = 1.75 \text{ m} = 175 \text{ cm} = 5.74 \text{ ft} = 5.8 \text{ ft.}$$

Jadi tebal *box girder* minimum adalah 5.8 ft.

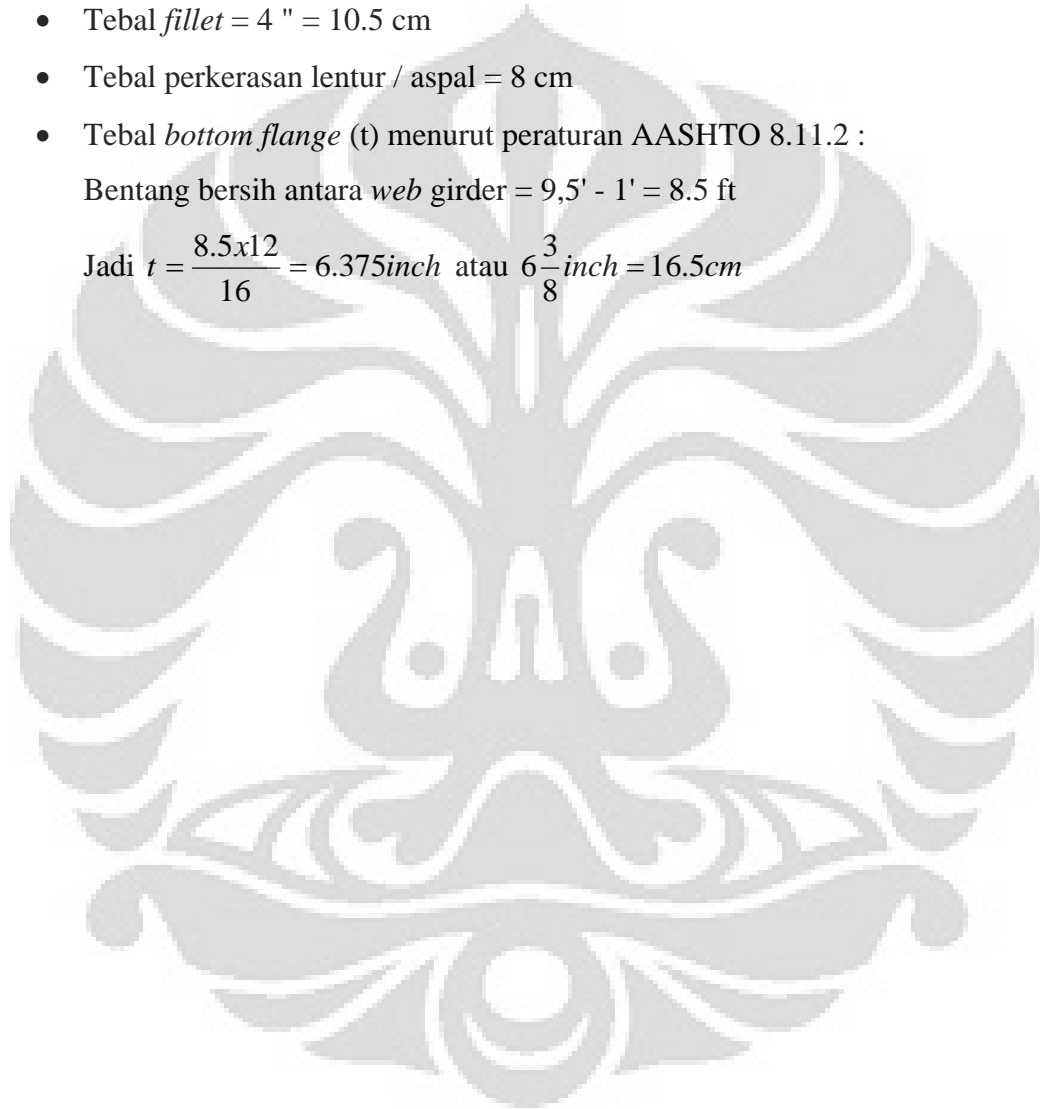
Dari Tabel CALTRANS diambil dimensi *Concrete Box Girder* (satuan dalam ft-inch yang kemudian ditransfer menjadi satuan meter) sebagai berikut:

Untuk memenuhi kriteria tegangan, diambil tebal *concrete box girder* sebesar 7 ft.

- Tebal *top flange* = 8,125" = 21 cm
- Panjang *Webs Spaced* = 9'-6" = 290 cm
- Tebal *web box girder* = 1' = 30,5 cm
- Tebal *fillet* = 4 " = 10.5 cm
- Tebal perkerasan lentur / aspal = 8 cm
- Tebal *bottom flange* (t) menurut peraturan AASHTO 8.11.2 :

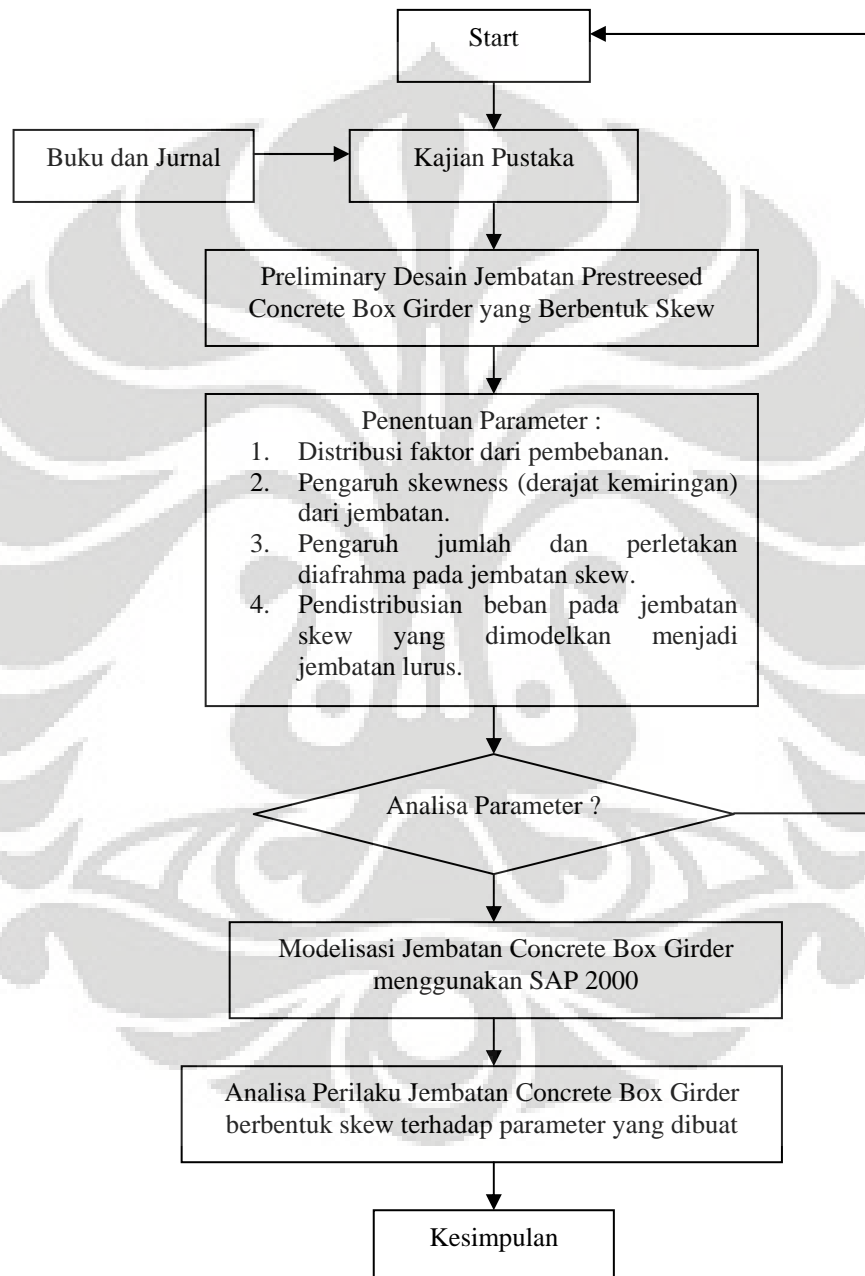
Bentang bersih antara *web girder* = 9,5' - 1' = 8.5 ft

$$\text{Jadi } t = \frac{8.5 \times 12}{16} = 6.375 \text{ inch} \text{ atau } 6\frac{3}{8} \text{ inch} = 16.5 \text{ cm}$$



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan metodologi penelitian seperti yang dijabarkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Langkah - langkah dalam metodologi penelitian yang disusun oleh penulis dapat dijelaskan dibawah ini :

IV. 1. Kajian Pustaka.

Dalam menyusun skripsi ini penulis mengambil balian dari buku-buku, jurnal dan pengetahuan selama mengikuti kuliah di Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dari bahan-bahan tersebut diatas penulis menyusun tujuan penelitian, rumusan masalah dan dasar teori untuk menentukan parameter dan menganalisisnya serta memodelkan struktur jembatan *Box girder* yang berbentuk skew.

IV.2. Preliminary Design Jembatan *Concrete Box Girder* yang berbentuk Skew.

Penulis menyusun preliminari desain, untuk menentukan bentuk struktur jembatan yang akan dianalisa dengan parameter yang telah ditentukan, sehingga dari sekian banyak tipe girder yang ada, penulis mengambil salah satu tipe girder jembatan untuk membatasi studi penelitian agar ruang lingkupnya dapat terfokus dan tidak melebar.

IV.3. Penentuan Parameter.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkah laku dari jembatan yang berbentuk skew. Untuk itu perlu dibuat parameter-parameter yang dapat menganalisis tingkah laku dari jembatan tersebut. Adapun parameter-parameter yang dibuat dalam mendesain tingkah laku tersebut adalah sebagai berikut :

IV.3.1. Variasi Distribusi Pembebanan.

Memvariasikan jumlah lajur pada jembatan skew sesuai dengan ketentuan yang ada dalam Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan.

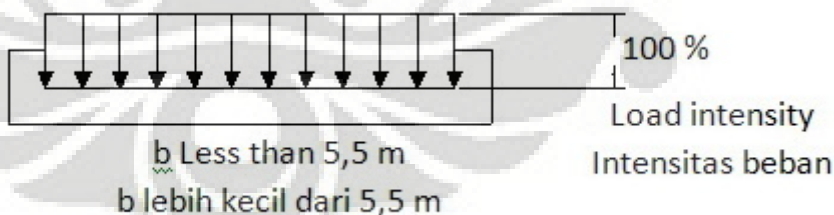
Tipe Jembatan	Lebar Lajur Kendaraan (dalam meter)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana
Satu Lajur	4.0 – 5.0	1
Dua Arah Tanpa Median	5.5 – 8.25	2
	11.3 – 15.0	4
Banyak Arah	8.25 – 11.25	3
	11.3 – 15.0	4
	15.1 – 18.75	5
	18.8 – 22.5	6

Tabel 5. Lebar lajur kendaraan

Variasi Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana akan berpengaruh terhadap pendistribusian beban pada jembatan. Karena menurut Peraturan Teknik Jembatan, untuk jembatan yang mempunyai jumlah lajur satu dengan yang yang lebih dari satu sangatlah berbeda. Oleh karena itu pada penulisan skripsi ini, penulis ingin mengetahui perbedaan yang terjadi pada jembatan skew yang mempunyai berbagai macam jumlah lajur lalu lintas.

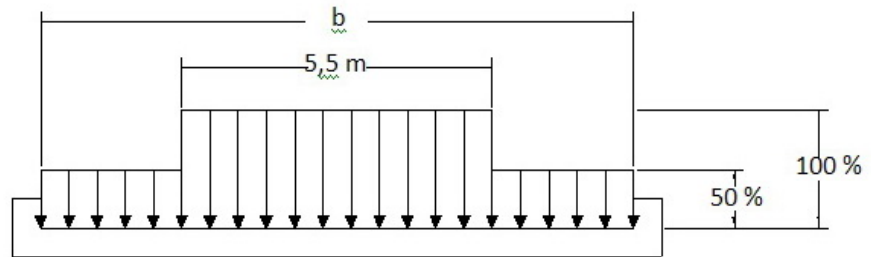
Adapun variasi Beban "D" pada arali melintang pada jembatan skew dapat dijabarkan sebagai beriku :

- Untuk Lebar Lajur kurang dari 5,5 m dan tanpa median.



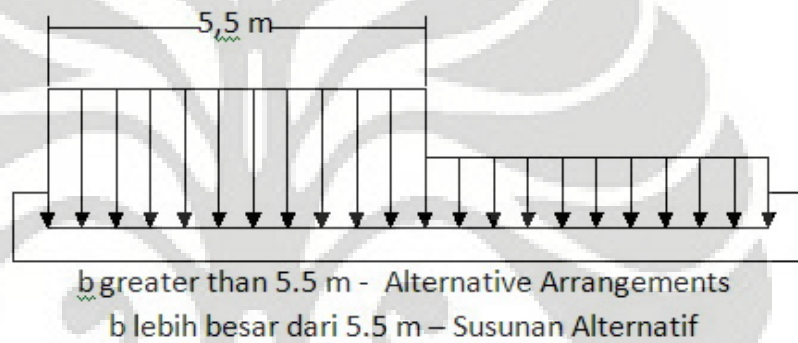
Gambar 21. Lebar lajur kurang dari 5,5 m dan tanpa median

- Untuk Lebar Lajur lebih besar dari 5.5 m dan tanpa median.



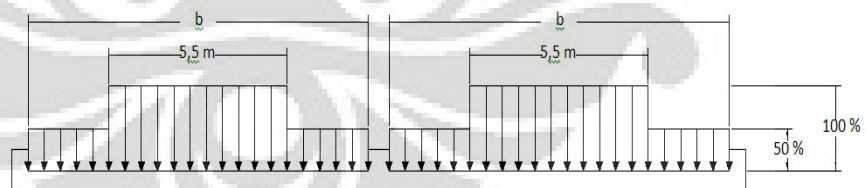
Gambar 22. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m dan tanpa median

- Untuk Lebar Lajur lebih besar dari 5.5 m dan tanpa median dengan volume kendaraan tiap lajur yang berbeda.



Gambar 23. Lebar lajur lebih besar dari 5,5 m dgn vol lajur berbeda

- Untuk Lebar Lajur lebih besar dari 5.5 m dan menggunakan median.



Gambar 24. Lebar lajur lebih besar dari 5,5 m dan ada median

IV.3.2. Variasi Skewed Bridged.

Untuk mengetahui tingkah laku dari jembatan miring, pada penelitian ini dilakukan beberapa modelisasi jembatan yang mempunyai beberapa derajat kemiringan. Adapun beberapa derajat kemiringan yang akan di teliti yaitu :

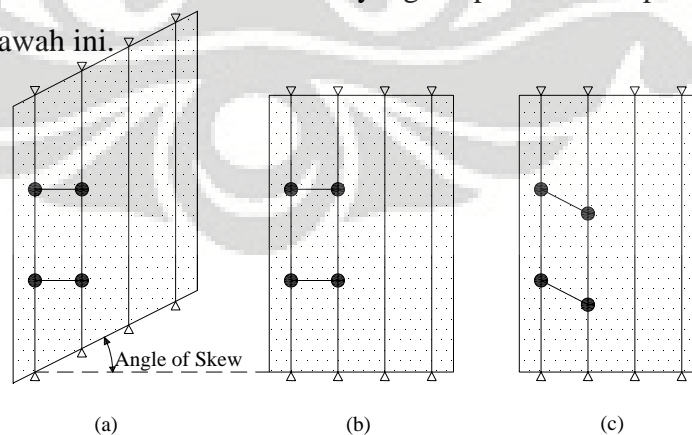
10°, 20°, 30°, 45° dan 60°.

IV.3.3. Pengaruh Jumlah dan Perletakan Diafragma pada Jembatan Prestressed Concrete Box Girder yang berbentuk Skew.

Pada jembatan yang menggunakan gelagar *box* tidak memerlukan diafragma didalam *box*nya, tetapi walaupun demikian diafragma tetap dipasang di dekat perletakan jembatan. Jadi yang diteliti pada skripsi ini, yaitu jumlah diafragma yang paling efektif yang harus dipasang pada perletakan jembatan skew.

IV.3.4. Pada skripsi ini juga akan mengalisa tentang distribusi beban pada jembatan skew yang dimodelkan menjadi jembatan lurus.

Sebelum ada program yang dapat memodelkan jembatan skew, maka para engineer memodelkan jembatan skew menjadi jembatan lurus dengan beberapa perubahan, diantaranya yaitu perubahan distribusi beban yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 25. Distribusi beban pada jembatan *straight* dan *skew*

Dimana perubahan ini mempunyai dampak yaitu adanya *degree of error* atau derajat kesalahan.

Pada penelitian ini, penulis ingin mencoba menggunakan pemodelan ini, dalam salah satu alternatif dalam menganalisa suatu jembatan skew.

IV.4. Analisa Parameter.

Tahap ini penulis mencoba menganalisa parameter - parameter yang telah dibuat dan pengaruhnya terhadap struktur jembatan *box girder* yang berbentuk skew. Beberapa macam faktor yang akan dianalisa adalah :

- Lendutan yang terjadi pada girder.
- Momen longitudinal pada jembatan.
- Momen Transverse pada jembatan.
- Longitudinal shear pada jembatan.
- Longitudinal transverse pada jembatan.

IV.5. Modelisasi Jembatan *Box Girder* dengan Geometri Skew dengan program SAP 2000.

Untuk mengetahui karakteristik dari struktur jembatan yang menerima semua beban yang ada, maka perlu dilakukan pemodelan struktur jembatan dengan program untuk mempermudah perhitungan. Program yang dipakai adalah program SAP2000.

Penulis memakai program ini karena SAP2000 v.7 merupakan program versi terakhir yang paling lengkap dari seri-seri program analisis struktur SAP, baik SAP80 maupun SAP90. Keunggulan program SAP2000 v.7 antara lain ditujukan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik itu material baja maupun beton.

Dalam pemodelan struktur jembatan *Concrete Box Girder* yang berbentuk skew, digunakan beberapa asumsi, yaitu :

1. *Deck* jembatan dimodelkan sebagai elemen *shell*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui deformasi yang terjadi disetiap titik.

2. *Web* dimodelkan sebagai elemen *shell*. Pada *Concrete Box Girder Web* didesain mirip dengan balok T. Dengan memodelkannya sebagai elemen *shell* deformasinya di tiap titik akan terlihat.
3. Top and Bottom Slab dimodelkan sebagai elemen *shell* juga.
4. Concrete Barrier dimodelkan sebagai beban sendiri tambahan yang masuk kedalam beban mati struktur jembatan.

IV.6. Analisa Perilaku

Pada tahap ini penulis membuktikan hipotesis yang disusun pada awal penelitian, apakah hipotesis yang dibuat sesuai dengan hasil analisa parameter yang dibuat setelah memodelkan struktur jembatan.

IV.7. Kesimpulan dan Saran

Pada Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penulisan skripsi ini, dimana penulis menyimpulkan hasil akhir dan memberi saran berdasarkan analisa yang dilakukan.

BAB V

PERHITUNGAN DAN ANALISA

Untuk meneliti sesuatu perlu dilakukan suatu pemodelan terlebih dahulu. Begitu pula pada penelitian ini, pemodelan dilakukan, berkaitan dengan beberapa faktor yang menjadi fokus utama penelitian, yaitu :

1. Panjang bentang jembatan
2. Sudut kemiringan dari jembatan
3. Jenis girder dari jembatan
4. Dimensi girder jembatan yang dipakai
5. Beban lalu lintas yang bekerja

Langkah selanjutnya adalah memodelkan struktur jembatan kedalam suatu program komputer untuk mengetahui pengaruh terhadap struktur yang telah di desain. Parameter yang diteliti pada penelitian ini yaitu :

1. Distribusi faktor pembebanan
2. Dimensi dari Concrete Box Gider

Parameter-parameter inilah yang nantinya akan diteliti, bagaimana pengaruhnya terhadap jembatan skew.

V.1. Spesifikasi Struktur Jembatan 4 Lajur 2 arah

1. Bentang Jembatan : 50 m
2. Lebar : 14 m
3. Tebal Deck : 30 cm
4. Tipe Jembatan : Prestressed Box Girder
5. Lapis Perkerasan : Aspal 10 cm

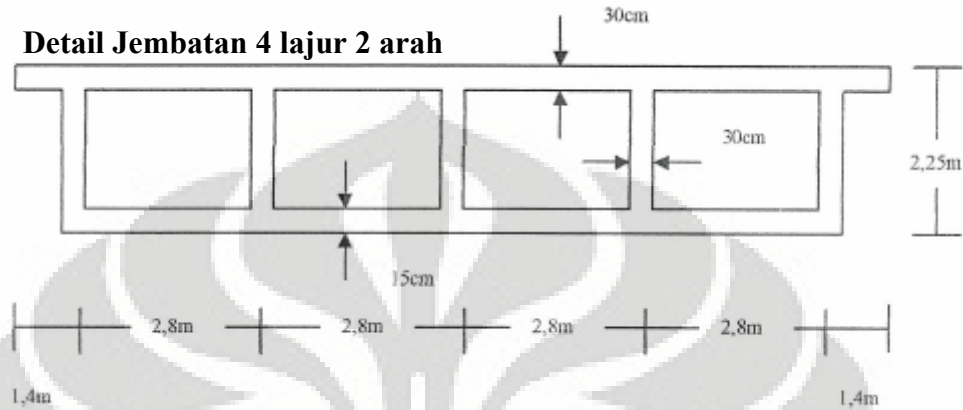
V.1.1 Spesifikasi Material

Beton : $f_c' = 42 \text{ MPa}$

Kabel Strand $f_{pu} = 1860 \text{ Mpa}$, $A_{ps} = 100\text{mm}^2/\text{strand}$,

Tegangan saat peralihan 130 KN/strand

V.1.2 Detail Jembatan 4 lajur 2 arah



Gambar 26. Penampang Jembatan 4 Lajur 2 Arah

V.2 Pembebanan Deck (Pelat Lantai) Jembatan

V.2.1 Beban Mati

Beban Lapis Perkerasan : $0,1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 224 \text{ kg/m}^2$

Beban Deck Jembatan : $0,3 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 750 \text{ kg/m}^2$

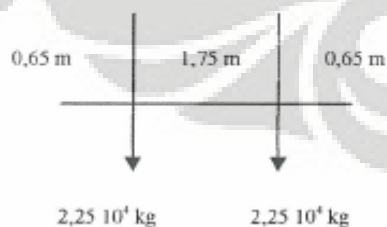
Beban Trotoar : $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

Beban Penghalang : $0,5 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 1250 \text{ kg/m}^2$

Beban Median : $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

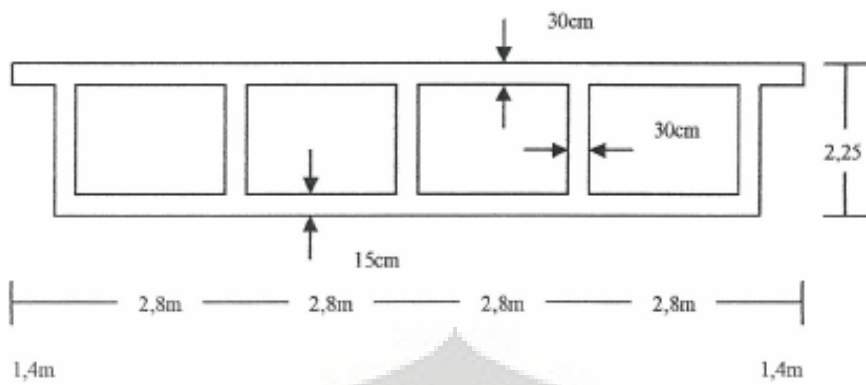
V.2.2 Beban Hidup

Beban T

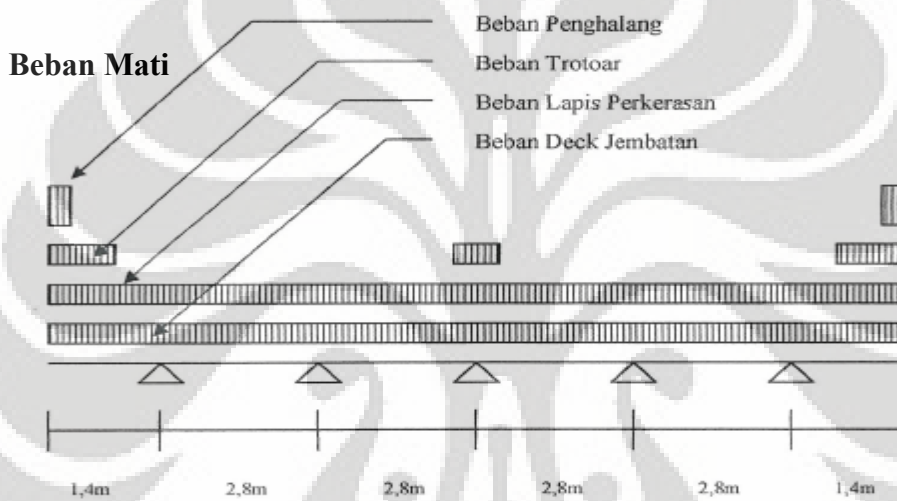


Gambar 27. Detail Beban T

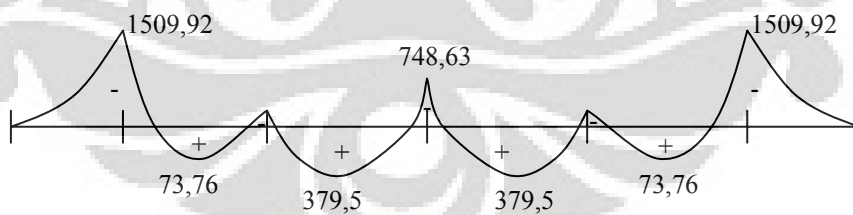
Asumsi : perletakan sendi dan dipakai tulangan $\Phi 19\text{mm}$



Gambar 28. Penampang Jembatan 4 Lajur 2 Arah

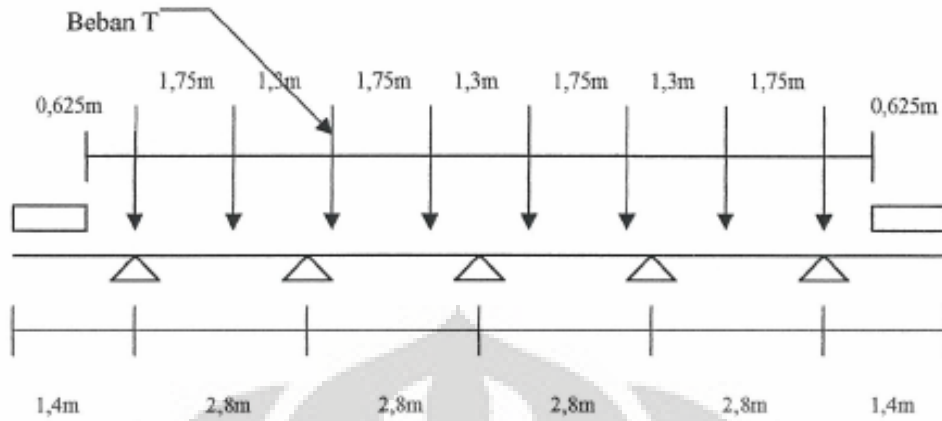


Gambar 29. Beban mati pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

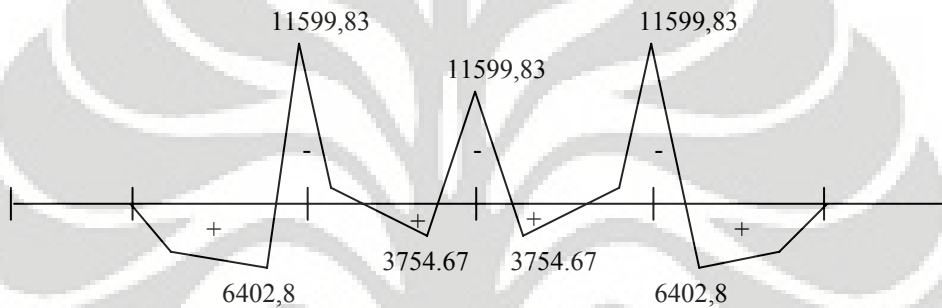


Gambar 30. Diagram Momen beban mati pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Beban Hidup (ditiap ruas) → MLL₁

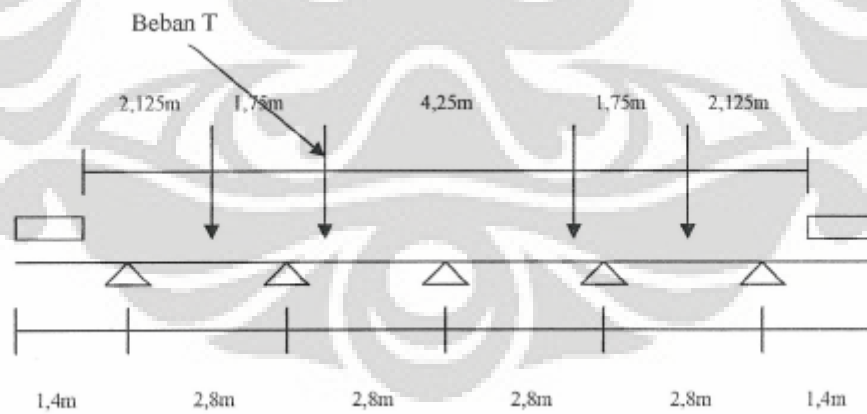


Gambar 31. Beban Hidup (Beban T) pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

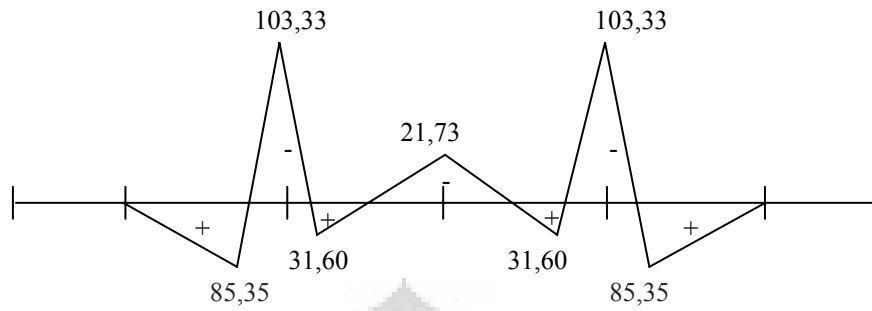


Gambar 32. Diagram Momen beban hidup (Beban T) pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Beban Hidup (ditengah jalur) → MLL₂

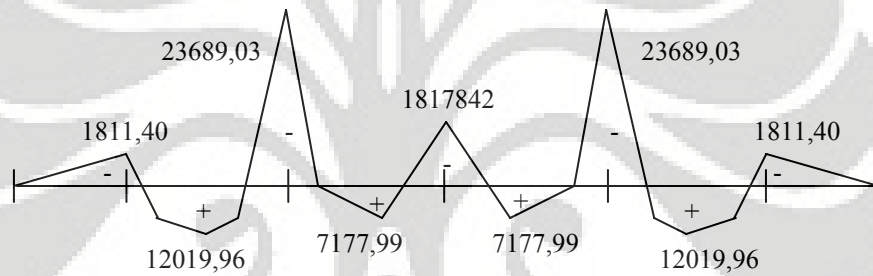


Gambar 33. Beban hidup (Beban T) 2 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah



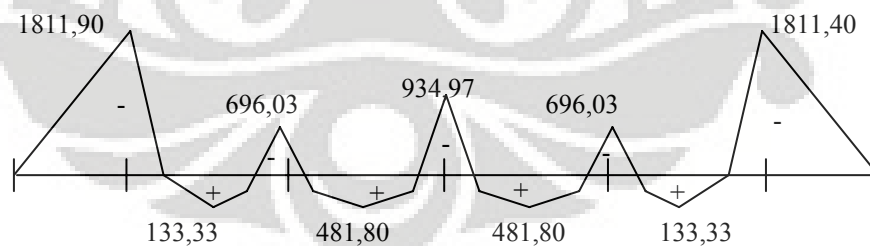
Gambar 34. Diagram Momen Beban Hidup (Beban T) 2 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Kombinasi 1 (1,2MDL+ 2MLL₁)



Gambar 35. Diagram Momen Kombinasi 1 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Kombinasi 2 (1,2MDL+2 MLL₂)



Gambar 36. Diagram Momen kombinasi 2 pada Jembatan 4 Lajur 2 Arah

- **Kesimpulan pakai Kombinasi 1**

V.2.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

Momen Tumpuan 1

$$M_u = -1811.90 \text{ kgm} = -1.81190 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 22648750 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1.7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$22648750 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1.7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2.689 A_s^2 - 10^5 A_s + 22648750 = 0$$

$$A_s = 227,884 \text{ mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{A_s}{1/4\pi D^2} = \frac{227,884}{1000 \times 200} = 9,11 \times 10^{-4} \rightarrow \text{pakai } \rho_{\min}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{b \cdot d} = 3.5 \times 10^{-3}$$

$$A_{s\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 875 \text{ mm}$$

$$n = \frac{A_s}{1/4\pi \cdot D^2} = \frac{875}{1/4\pi \cdot 19^2} = 3.086 \approx 4 \text{ buah}$$

$$S = 1000/4 = 250 \text{ mm}$$

- Pakai Tulangan Φ 19-250mm

Momen Tumpuan 2

$$M_u = -23689.03 \text{ kgm} = -2.37 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 2.9625 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1.7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$2,9625 \cdot 10^8 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1.7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2.689 A_s^2 - 10^5 A_s + 2.9625 \cdot 10^8 = 0$$

$$A_s = 3245,79 \text{ mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{A_s}{1/4\pi D^2} = \frac{3245,79}{1000 \times 200} = 0,0124 \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

jadi pakai ρ

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{b.d} = 3.5 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0.85.35.0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$n = \frac{As}{1/4\pi.D^2} = \frac{3245,79}{1/4\pi.19^2} = 11,45 \approx 12 \text{ buah}$$

$$S = 1000/12 = 83.33 \text{ mm}$$

- Pakai Tulangan Φ 19-100mm

Momen Tumpuan 3

$$Mu = -18178,42 \text{ kgm} = -1,82 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$Mn = Mu/0.8 = 2.275 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$Mn = As.fy \left(d - \frac{As.fy}{1.7.fc'b} \right)$$

$$2,275 \cdot 10^8 = As.400 \left(250 - \frac{As.400}{1,7 \times 35 \times 1000} \right)$$

$$2.689As^2 - 10^5 As + 2.275 \cdot 10^8 = 0$$

$$As = 2434,35 \text{ mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{As}{1/4\pi D^2} = \frac{2434,35}{1000 \times 200} = 9,737 \cdot 10^{-3} \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

jadi pakai ρ

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{b.d} = 3.5 \times 10^{-3}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0.85.35.0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$n = \frac{As}{1/4\pi.D^2} = \frac{2434,35}{1/4\pi.19^2} = 8,58 \approx 9 \text{ buah}$$

$$S = 1000/9 = 111.11 \text{ mm}$$

- Pakai Tulangan Φ 19-150mm

Momen Lapangan 1

$$M_u = 12019,96 \text{ kgm} = 1,202 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 1.5025 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1.7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$1,5025 \cdot 10^8 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1,7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2.689 A_s^2 - 10^5 A_s + 1.5025 \cdot 10^8 = 0$$

$$A_s = 1568,67 \text{ mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{A_s}{1/4 \pi D^2} = \frac{1568,67}{1000 \cdot 200} = 6,27 \cdot 10^{-3} \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max},$$

jadi pakai ρ

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{b \cdot d} = 3.5 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \cdot 35 \cdot 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$n = \frac{A_s}{1/4 \pi \cdot D^2} = \frac{1568,67}{1/4 \pi \cdot 19^2} = 5,53 \approx 6 \text{ buah}$$

$$S = 1000/6 = 166,67 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

o **Pakai Tulangan Φ 19-200mm**

Momen Lapangan 2

$$M_u = 7177,99 \text{ kgm} = 7,18 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 8.975 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1.7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$8,975 \cdot 10^7 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1,7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2.689 A_s^2 - 10^5 A_s + 8.975 \cdot 10^7 = 0$$

$$A_s = 920,27 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{1/4 \pi D^2} = \frac{920,27}{1000 \cdot 200} = 3,68 \cdot 10^{-3} \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}, \text{ jadi pakai } \rho$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{b.d} = 3.5 \times 10^{-3}$$

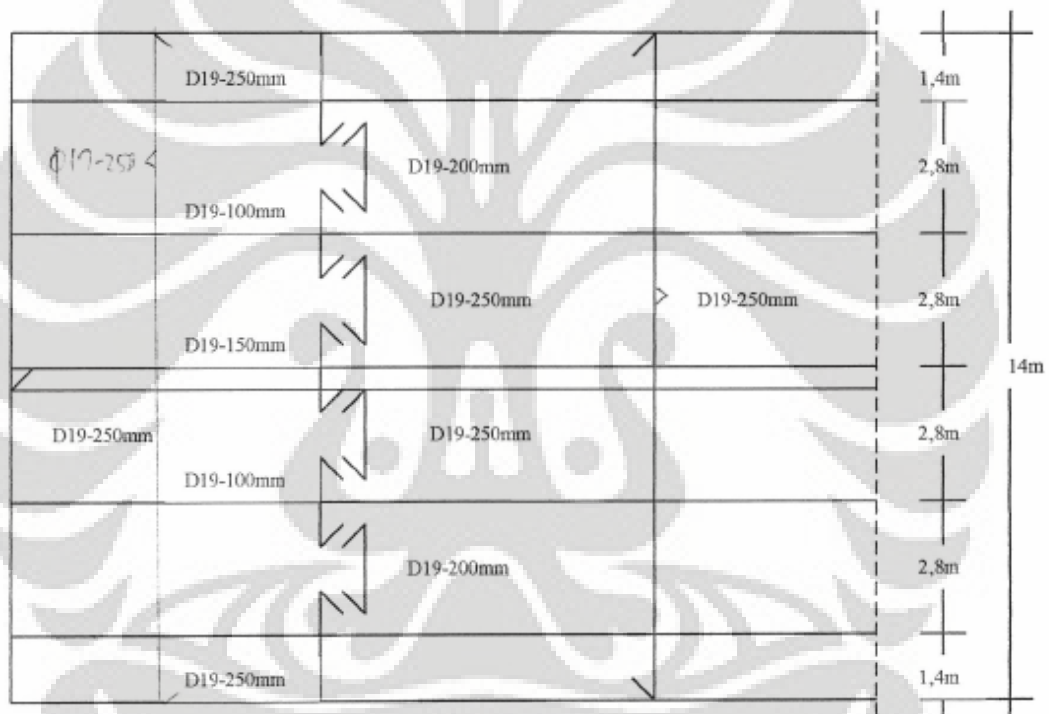
$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \cdot 35 \cdot 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$n = \frac{A_s}{1/4\pi \cdot D^2} = \frac{920,27}{1/4\pi \cdot 19^2} = 3,25 \approx 4 \text{ buah}$$

$$S = 1000/4 = 250 \text{ mm}$$

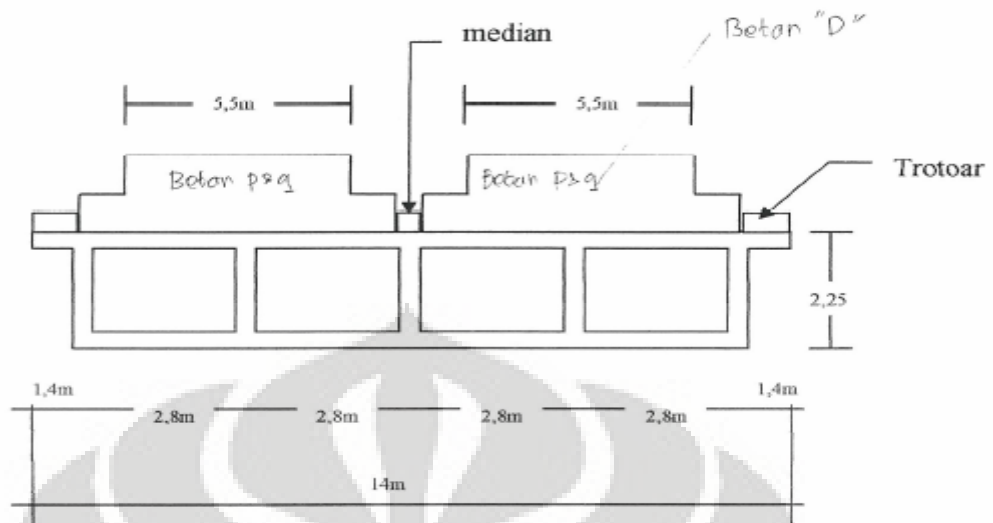
- Pakai Tulangan Φ 19-250mm

V.2.4. Detail Tulangan Deck Jembatan Tampak Atas



Gambar 37. Detail tulangan *plate - deck* Jembatan 4 Lajur 2 Arah

V.3. Pembebanan Girder Jembatan



Gambar 38. Beban D pada Girder Jembatan 4 Lajur 2 Arah

V.3.1. Beban Mati

Beban Lapis Perkerasan	: $0,1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 224 \text{ kg/m}^2$
Beban Deck Jembatan	: $0,3 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 750 \text{ kg/m}^2$
Beban Trotoar	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$
Beban Penghalang	: $0,5 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 1250 \text{ kg/m}^2$
Beban Median	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

V.3.2. Beban Hidup

Beban "D"

Untuk panjang jembatan > 30 meter

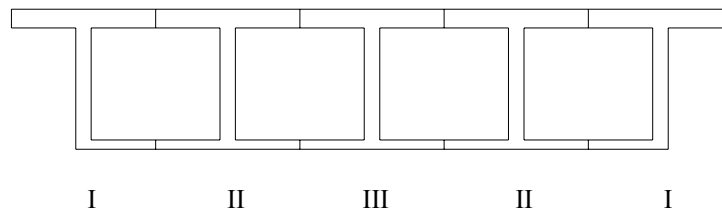
$$q = 8,0 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{kPa} \rightarrow L = 50 \text{m}$$

$$q = 8,0 \left(0,5 + \frac{15}{50} \right) \text{kPa} = 6,4 \text{kPa}$$

$$Q_{\text{total}} = (5,5 \times 6,4) + (0,5 \times 22) = 242 + 11 = 253 \text{KN}$$

Beban Rem = 250 KN

V.3.3. Detail Girder Jembatan 4 Lajur 2 Arah

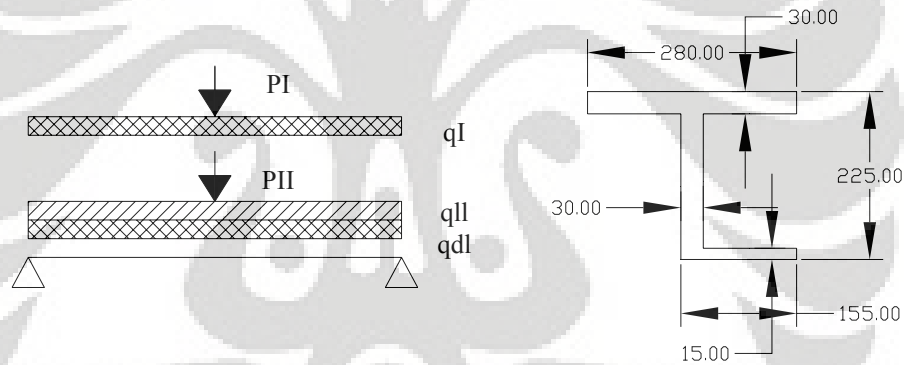


Gambar 39. Penampang Girder Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Girder	Luas Permukaan
I	$(1,8 \times 0,3) + (1,55 \times 0,15) + (2,8 \times 0,3) = 1,6125 \text{ m}^2$
II	$(1,8 \times 0,3) + (2,8 \times 0,15) + (2,8 \times 0,3) = 1,8 \text{ m}^2$

V.3.4. Pembebanan Tiap Girder Jembatan

V.3.4.1 Pembebanan Girder Tipe I



Gambar 40. Pembebanan pada Girder Tipe I Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Beban Mati (qdl)

Beban Perkerasan Jalan	$224 \text{ kg/m}^2 \times 1,8 \text{ m} = 403,2 \text{ kg/m}$
Beban Girder Jembatan	$1,6124 \text{ m}^2 \times 2600 \text{ kg/m}^2 = 4192,5 \text{ kg/m}$
Beban Trotoar	$(0,2 \times 1) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}$
Beban Penghalang	$(0,5 \times 0,2) \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 250 \text{ kg/m}$
• Beban Total	5325,7 kg/m

Beban Hidup (qll)

Beban D	
Beban q	$(0,25 \times 3,2) + (1,55 \times 6,4) = 10,72 \text{ KN/m}$
Beban p	$(0,25 \times 22) + (1,55 \times 44) = 73,7 \text{ KN/m}$

Beban Kejut (I)

$$I = \frac{50}{164+125} = 0,173$$

$$\text{beban "q" (q}_l\text{)} \quad 10,72 \times 0,173 = 1,85 \text{ KN/m}$$

$$\text{beban "p" (P}_l\text{)} \quad 73,7 \times 0,173 = 12,75 \text{ KN}$$

Momen yang terjadi :

$$M_{dl} = 16642,8125 \text{ KNm}$$

$$M_{ll} = 3350 \text{ KNm}$$

$$M_{D11} = 921,25 \text{ KNm}$$

$$M_{ql} = 578,125 \text{ KNm}$$

$$M_{Pl} = 159,375 \text{ KNm}$$

- $M_T = 159,375 \text{ KNm}$

Momen Inersia penampang:

$$A = (280 \times 30) + (180 \times 30) + (15 \times 155) = 15900 \text{ cm}^2$$

$$y_b = \frac{(8400 \times 210) + (5400 \times 105) + (2325 \times 7,5)}{15900}$$

$$y_b = \frac{1764000 + 56700 + 17437,5}{15900}$$

$$y_b = \frac{2348437,5}{15900}$$

$$y_b = 147,70 \text{ cm}$$

$$y_a = 225 - 147,70 = 77,3 \text{ cm}$$

$$I_t = I_0 + I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = 1/12 \times 280 \times 30^3 + 8400 \times 62,3^2 = 33232836 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 1/12 \times 30 \times 180^3 + 5400 \times 42,7^2 = 24425766 \text{ cm}^4$$

$$I_3 = 1/12 \times 155 \times 15^3 + 2325 \times 140,2^2 = 45613593,75 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 1032722195,75 \text{ cm}^4$$

$$S_a = I_t / y_a = 1032722195,75 \text{ cm}^4 / 77,3 \text{ cm} = 133592,182 \text{ cm}^3$$

$$S_b = I_t / y_b = 1032722195,75 \text{ cm}^4 / 147,7 \text{ cm} = 699202,408 \text{ cm}^3$$

Keadaan awal

$$F = \frac{M_T}{0,65h} = \frac{21651,5625}{0,65 \times 2,25} = 14804,48718 \text{ KN}$$

$$F_o = \frac{14804,48718 \text{ KN}}{0,8} = 18505,60897 \text{ KN}$$

Tegangan ijin beton

$$f_t = 0,45 \times f_c' = 0,45 \times 42 = 18,9 \text{ Mpa}$$

$$f_b = 0,6 \times f_c' = 0,6 \times 31 = 18,6 \text{ Mpa}$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b} = \frac{18505,60897 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 77,3 \times 10} = 2895966,016 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_a} = \frac{14804,48718 \times 2,25 \times 10^6}{18,9 \times 147,7 \times 10} = 1193255,89 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ambil } A_c = 1193255,89 \text{ mm}^2$$

$$r^2 = \frac{I}{A_c} = \frac{103272195,75 \times 10^4}{1193255,89} = 865465,627 \text{ mm}^2$$

$$k_t = r^2 / y_a = 865465,627 / 773 = 1119,62 \text{ mm}$$

$$e_{-kb} = M_{dl} / F_o = 16642,8125 / 18505,60897 = 0,89934 \text{ m} = 899,34 \text{ mm}$$

$$e = 899,34 \text{ mm} + 1119,62 \text{ mm} = 2018,96 \text{ mm}$$

$$F = \frac{M_T}{e + k_t} = \frac{21651,5625 \times 10^6}{2018,96 + 1119,62} = \frac{21651,562 \times 10^6}{3138,58} = 6898521,784 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{F}{0,8} = \frac{6898521,784}{0,8} = 8623152,23 \text{ KN}$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_h} = \frac{6898521,784}{18,9 \times 773} = 106422,501 < 1590000 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_h}$$

$$106422,501 = \frac{F_o \cdot 2250}{18,9 \times 773}$$

$$F_o = 6898521,783 \text{ N}$$

$$n = \frac{6898521,783}{130 \times 10^3} = 53,065$$

Cek Tegangan

$$\begin{aligned}
 F_b &= -\frac{6898521,783}{1062422,501} - \frac{6898521,783 \times 2018,96}{1335992,182 \times 10^3} + \frac{16642,8125 \times 10^6}{1335992,182 \times 10^3} \\
 &= -6,49 - 10,43 + 12,46 \\
 &= -4,45 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{ok!} \\
 F_a &= -6,49 + 10,42 - 10,46 \\
 &= -8,53 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{ok!}
 \end{aligned}$$

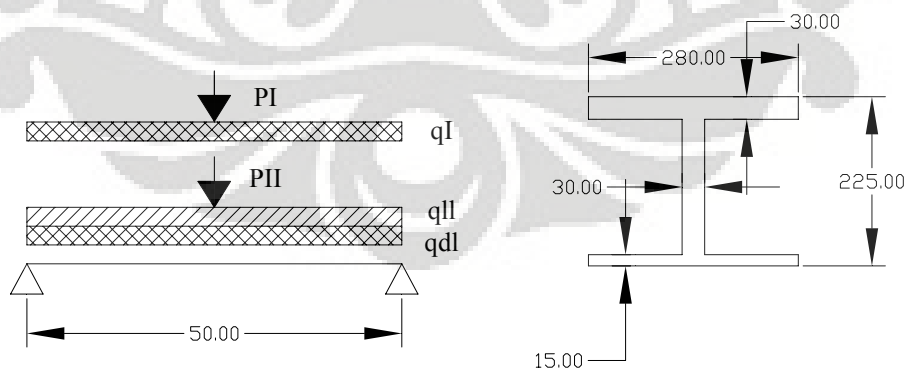
Keadaan Service

$$\begin{aligned}
 P_e &= (100 - \text{kehilangan})\% \times F_o \rightarrow \text{asumsi kehilangan } 20\% \\
 &= (100 - 20)\% \times 6898521,783 \\
 &= 80\% \times 6898521,783 \\
 &= 5518817,426 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$M_t = 21651,5625 \text{ KN} = 21561,5625 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned}
 F_t &= -\frac{5518817,426}{1062422,501} - \frac{5518817,426 \times 2018,96}{1335992,182 \times 10^3} + \frac{21651,5625 \times 10^6}{1335992,182 \times 10^3} \\
 &= -5,195 + 8,34 - 16,21 \\
 &= -13,065 \text{ Mpa} < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!} \\
 F_b &= -5,195 - 8,34 + 16,21 \\
 &= 2,675 \text{ Mpa} < 3,24 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

V.3.4.2 Pembebanan Girder tipe II



Gambar 41. Pembebanan pada Girder Type II Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Beban Mati (qdl)

Beban Perkerasan Jalan	$224 \text{ kg/m}^2 \times 2,8 \text{ m} = 627,2 \text{ kg/m}$
Beban Girder Jembatan	$1,8 \text{ m}^2 \times 2600 \text{ kg/m}^2 = 4800 \text{ kg/m}$
Beban Total	$5307,2 \text{ kg/m}$

Beban Hidup

Beban D

$$\text{Beban } q \quad (2,8 \times 6,4) = 17,92 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban } p \quad (2,8 \times 44) = 123,2 \text{ kg/m}$$

Beban Kejut (I)

$$I = \frac{50}{164 + 125} = 0,173$$

$$\text{beban "q" } (q_I) \quad 17,92 \times 0,173 = 3,10 \text{ KN/m}$$

$$\text{beban "p" } (P_I) \quad 123,2 \times 0,173 = 21,31 \text{ KN}$$

Momen yang terjadi :

$$M_{dl} = 16585 \text{ KNm}$$

$$M_{II} = 5600 \text{ KNm}$$

$$M_{DH} = 1540 \text{ KNm}$$

$$M_{qI} = 968,75 \text{ KNm}$$

$$M_{PI} = 266,375 \text{ KNm}$$

$$M_T = 24920,125 \text{ KNm}$$

Momen Inersia penampang :

$$A = (280 \times 30) + (180 \times 30) + (280 \times 15) = 18000 \text{ cm}^2$$

$$y_b = \frac{(8400 \times 210) + (5400 \times 105) + (4200 \times 7,5)}{18000}$$

$$y_b = \frac{1764000 + 56700 + 17437,5}{15900}$$

$$y_b = 131,25 \text{ cm}$$

$$y_a = 225 - 131,25 = 93,75 \text{ cm}$$

$$I_t = I_0 + I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = 1/12 \times 280 \times 30^3 + 8400 \times 78,75^2 = 52723125 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 1/12 \times 30 \times 180^3 + 5400 \times 26,25^2 = 18300937,5 \text{ cm}^4$$

$$I_3 = 1/12 \times 155 \times 15^3 + 2325 \times 123,75^2 = 64397812,5 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 135421875 \text{ cm}^4$$

$$S_a = I_t / y_a = 135421875 \text{ cm}^4 / 93,75 \text{ cm} = 126164655 \text{ cm}^3$$

$$S_b = I_t / y_b = 135421875 \text{ cm}^4 / 131,25 \text{ cm} = 9011761,074 \text{ cm}^3$$

Keadaan awal

$$F = \frac{M_T}{0,65h} = \frac{2490,125}{0,65 \times 2,25} = 170939,40 \text{ KN}$$

$$F_o = \frac{17039,40 \text{ KN}}{0,8} = 21299,25 \text{ KN}$$

Tegangan ijin beton

$$f_t = 0,45 \times f_c' = 0,45 \times 42 = 18,9 \text{ Mpa}$$

$$f_b = 0,6 \times f_c' = 0,6 \times 31 = 18,6 \text{ Mpa}$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b} = \frac{21299,25 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 937} = 2535624063 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_a} = \frac{17039,40 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 1312,5} = 2163733,333 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ambil } A_c = 2163733,333 \text{ mm}^2$$

$$r^2 = \frac{I}{A_c} = \frac{118279364 \times 10^4}{1193255,89} = 865465,627 \text{ mm}^2$$

$$k_t = r^2 / y_a = 865465,627 / 773 = 1119,62 \text{ mm}$$

$$e - k_t = M d l / F_o = 16642,8125 / 18505,60897 = 0,89934 \text{ m} = 899,34 \text{ mm}$$

$$e = 899,34 \text{ mm} + 1119,62 \text{ mm} = 2018,96 \text{ mm}$$

$$F = \frac{M_T}{e + k_t} = \frac{21651,5625 \times 10^6}{2018,96 + 1119,62} = \frac{21651,5625 \times 10^6}{3138,58} = 6898521,784 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{F}{0,8} = \frac{764,89}{0,8} = 956,1125 \text{ KN} = 8623152,23 \text{ KN}$$

$$A_c = \frac{F h}{f_t \cdot y_a} = \frac{6898521,784}{18,9 \times 773} = 1062422,501 < 1590000 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b}$$

$$1062422,501 = \frac{F_o \cdot 2250}{18,9 \times 773}$$

$$F_o = 6898521,783 \text{ N}$$

$$n = \frac{6898521,783}{130 \times 10^3} = 53,065$$

Cek Tegangan

$$F_b = -\frac{6898521,783}{1062422,501} - \frac{6898521,783 \times 2018,96}{1335992,182 \times 10^3} + \frac{16642,8125 \times 10^6}{1335992,182 \times 10^3}$$

$$= -6,49 - 10,43 + 12,46$$

$$= -4,45 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_a = -6,49 - 10,42 + 10,46$$

$$= -8,53 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

Keadaan Service

$$P_e = (100 - \text{kehilangan})\% \times F_o \rightarrow \text{asumsi kehilangan } 20\%$$

$$= (100 - 20)\% \times 6898521,783$$

$$= 80\% \times 6898521,783$$

$$= 5518817,426 \text{ N}$$

$$M_t = 21651,5625 \text{ KN} = 21651,5625 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$F_t = -\frac{5518817,426}{1062422,501} - \frac{5518817,426 \times 2018,96}{1335992,182 \times 10^3} + \frac{21651,5625 \times 10^6}{1335992,182 \times 10^3}$$

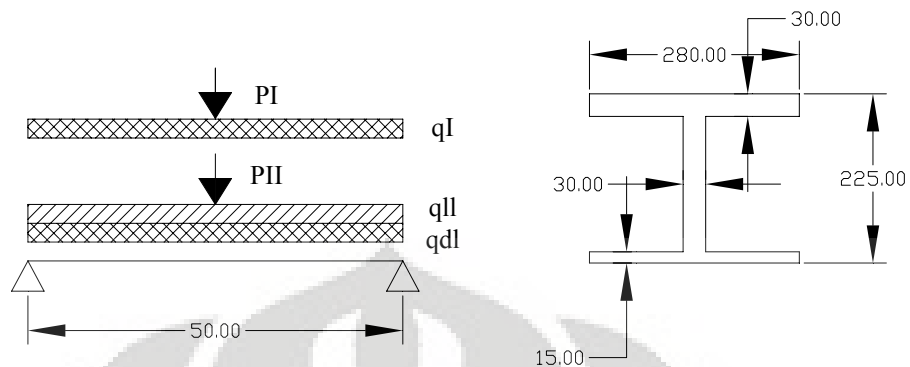
$$= -5,195 + 8,34 - 16,21$$

$$= -13,065 \text{ Mpa} < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_b = -5,195 - 8,34 + 16,21$$

$$= 2,675 \text{ Mpa} < 3,24 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

V.3.4.3 Pembebanan Girder tipe III



Gambar 42. Pembebanan pada Girder Type III Jembatan 4 Lajur 2 Arah

Beban Mati (qdl)

Beban Perkerasan Jalan	$224 \text{ kg/m}^2 \times 2,8 \text{ m} = 627,2 \text{ kg/m}$
Beban Girder Jembatan	$1,8 \text{ m}^2 \times 2600 \text{ kg/m}^2 = 4800 \text{ kg/m}$
Beban Median	$0,2 \times 0,2 \times 2400 = 96 \text{ kg/m}$
Beban Total	$5403,2 \text{ kg/m}$

Beban Hidup

Beban D	
Beban q	$(0,5 \times 3,2) + (2,1 \times 6,4) = 15,04$
Beban p	$(0,5 \times 22) + (2,1 \times 44) = 103,4$

Beban Kejut (I)

$$I = \frac{50}{164 + 125} = 0,173$$

beban "q" (q_I)	$15,04 \times 0,173 = 2,60 \text{ KN/m}$
beban "p" (P_I)	$103,4 \times 0,173 = 17,89 \text{ KN}$

Momen yang terjadi :

M_{dl}	$= 16885 \text{ kgm}$
M_{II}	$= 4700 \text{ KNm}$
M_{DH}	$= 1292,5 \text{ KNm}$
M_{qI}	$= 812,5 \text{ KNm}$

$$M_{PI} = 223,625 \text{ KNm}$$

$$M_T = 23913,625 \text{ KNm}$$

Momen Inersia penampang :

$$A = (280 \times 30) + (180 \times 30) + (280 \times 15) = 18000 \text{ cm}^2$$

$$y_b = \frac{(8400 \times 210) + (5400 \times 105) + (4200 \times 7,5)}{18000}$$

$$y_b = \frac{1764000 + 56700 + 17437,5}{15900}$$

$$y_b = 131,25 \text{ cm}$$

$$y_a = 225 - 131,25 = 93,75 \text{ cm}$$

$$I_t = I_0 + I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = 1/12 \times 280 \times 30^3 + 8400 \times 78,75^2 = 52723125 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 1/12 \times 30 \times 180^3 + 5400 \times 26,25^2 = 18300937,5 \text{ cm}^4$$

$$I_3 = 1/12 \times 155 \times 15^3 + 2325 \times 123,75^2 = 64397812,5 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 135421875 \text{ cm}^4$$

$$S_a = I_t / y_a = 135421875 \text{ cm}^4 / 93,75 \text{ cm} = 1444500 \text{ cm}^3$$

$$S_b = I_t / y_b = 135421875 \text{ cm}^4 / 131,25 \text{ cm} = 1031785,714 \text{ cm}^3$$

Keadaan awal

$$F = \frac{M_T}{0,65h} = \frac{23913,625}{0,65 \times 2,25} = 16351,2 \text{ KN}$$

$$F_o = \frac{16351,2 \text{ KN}}{0,8} = 20439 \text{ KN}$$

Tegangan ijin beton

$$f_t = 0,45 \times f_c' = 0,45 \times 42 = 18,9 \text{ Mpa}$$

$$f_b = 0,6 \times f_c' = 0,6 \times 31 = 18,6 \text{ Mpa}$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b} = \frac{20439 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 937,5} = 2595428,571 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_a} = \frac{16351,2 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 1312,5} = 15070230,41 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ambil } A_c = 595428,571 \text{ mm}^2$$

$$r^2 = \frac{I}{Ac} = \frac{135421875 \times 10^4}{2595428,571} = 521770,76 \text{ mm}^2$$

$$k_b = k_t = r^2 / y_a = 521770,76 / 937,5 = 556,56 \text{ mm}$$

$$e - k_b = M d l / F_o = 16885 / 20439 = 830 \text{ mm}$$

$$e = 830 \text{ mm} + 556,56 \text{ mm} = 1386,56 \text{ mm}$$

$$F = \frac{M_T}{e + k_t} = \frac{23913,625 \times 10^6}{1386,56 + 556,56} = 12306818,42 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{F}{0,8} = \frac{12306818,42}{0,8} = 15383523,02 \text{ KN}$$

$$Ac = \frac{Fh}{f_t \cdot y_a} = \frac{12306818,42 \times 2250}{18,9 \times 937,5} = 1562770,593 < 1800000 \text{ mm}^2$$

$$Ac = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b}$$

$$1562770,593 = \frac{F_o \cdot 2250}{18,9 \times 937,5}$$

$$F_o = 12306818,42 \text{ N}$$

$$n = \frac{12306818,42}{130 \times 10^3} = 94,67 \Rightarrow 95 \text{ buah}$$

Cek Tegangan

$$\begin{aligned} F_b &= -\frac{12306818,42}{1562770,953} - \frac{12306818,42 \times 1386,56}{1444500 \times 10^3} + \frac{16885 \times 10^6}{1444500 \times 10^3} \\ &= -7,875 - 11,81 + 11,69 \\ &= -7,995 < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_a &= -7,875 + 11,81 - 11,69 \\ &= -7,755 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

Keadaan Service

$$\begin{aligned} P_e &= (100 - \text{kehilangan})\% \times F_o \rightarrow \text{asumsi kehilangan } 20\% \\ &= (100 - 20)\% \times 12306818,42 \\ &= 80\% \times 12306818,42 \\ &= 985454,736 \text{ N} \end{aligned}$$

$$M_t = 23913,625 \times 10^6 \text{ Nmm} = 21651,5625 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$F_t = -\frac{9845454,736}{1562770,593} - \frac{9845454,736 \times 1386,56}{1444500 \times 10^3} + \frac{23913,625 \times 10^6}{1444500 \times 10^3}$$

$$= -6,3 + 9,45 - 16,55$$

$$= -13,4 \text{ Mpa} < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_b = -6,3 - 9,45 + 16,55$$

$$= 0,8 \text{ Mpa} < 3,24 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$



V.4. Spesifikasi Struktur Jembatan 2 Lajur 2 arah

1. Bentang Jembatan : 50 m
2. Lebar : 8 m
3. Tebal Deck : 30 cm
4. Tipe Jembatan : Prestressed Box Girder
5. Lapis Perkerasan : Aspal 10 cm

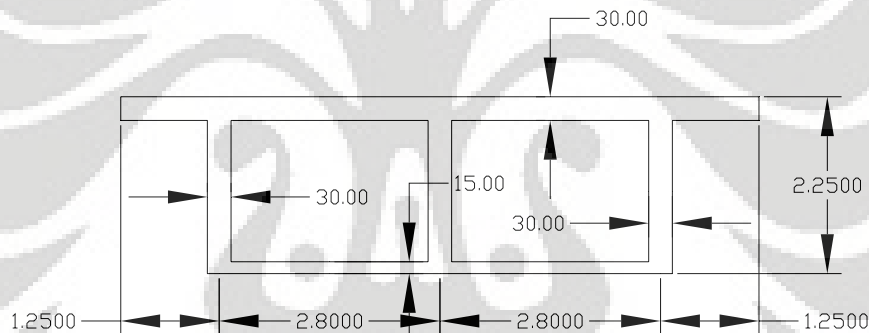
V.4.1. Spesifikasi Material

Beton : $f_c' = 42$ MPa

Kabel Strand $f_{pu} = 1860$ Mpa, $A_{ps} = 100$ OnW/strand,

Tegangan saat peralihan 130 KN/strand

V.4.2. Detail Jembatan 2 lajur 2 arah



Gambar 43. Penampang jembatan 2 Lajur 2 Arah

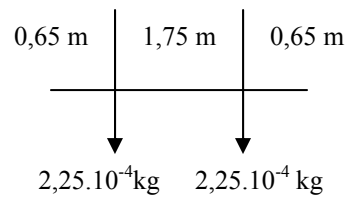
V.5. Pembebanan Deck (Pelat Lantai) Jembatan

V.5.1. Beban Mati

Beban Lapis Perkerasan	: $0,1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 224 \text{ kg/m}^2$
Beban Deck Jembatan	: $0,3 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 750 \text{ kg/m}^2$
Beban Trotoar	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$
Beban Penghalang	: $0,5 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 1250 \text{ kg/m}^2$
Beban Median	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

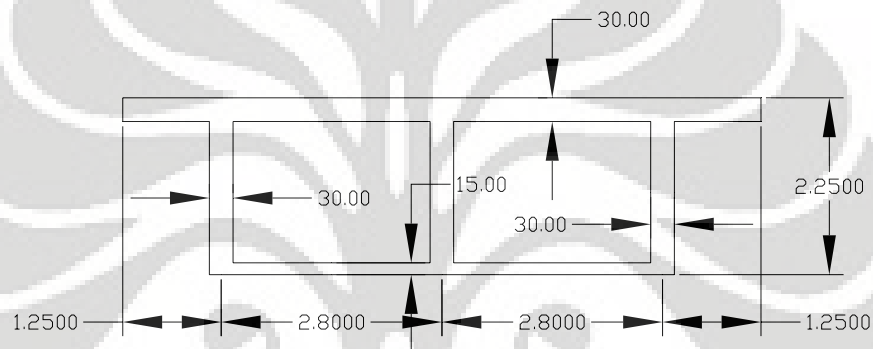
V.5.2 Beban Hidup

Beban T



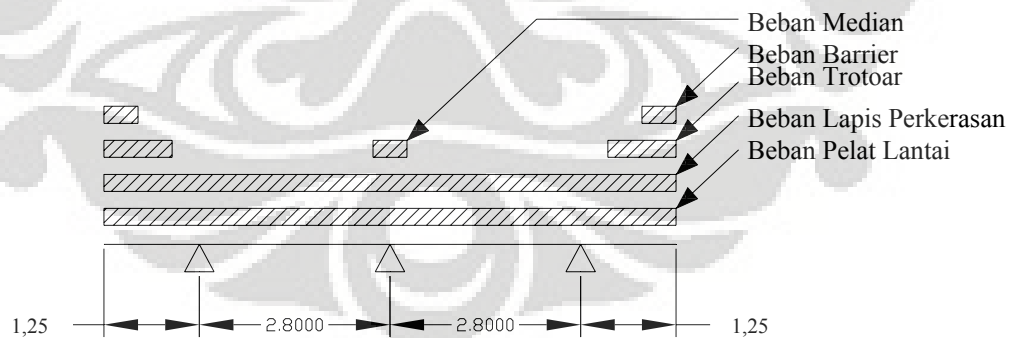
Gambar 44. Beban T

Asumsi : perletakan sendi dan dipakai tulangan $\Phi 19\text{mm}$



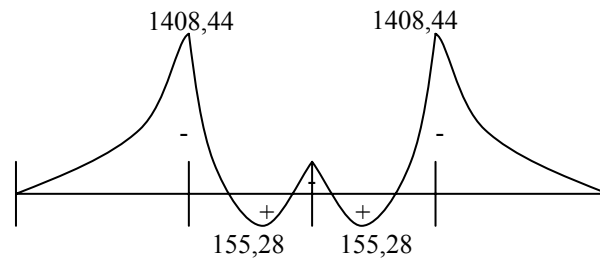
Gambar 45. Penampang Jembatan 2 Lajur 2 Arah

Beban Mati



Gambar 46. Beban Mati Jembatan 2 Lajur 2 Arah

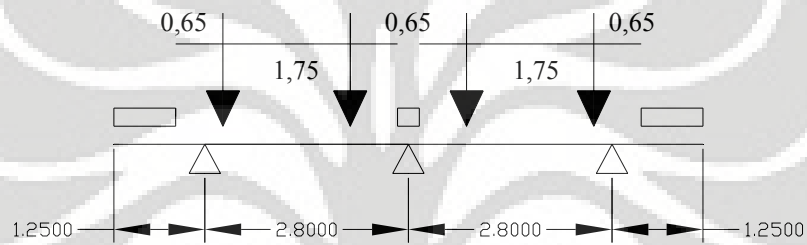
MDL



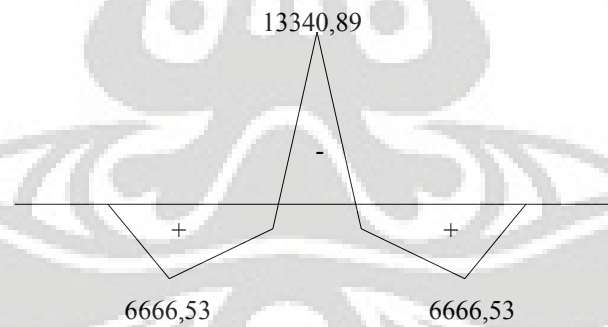
Gambar 47. Distribusi Momen Beban Mati Jembatan 2 Lajur 2 Arah

Beban Hidup (ditiap ruas) \rightarrow MLL₁

Beban T

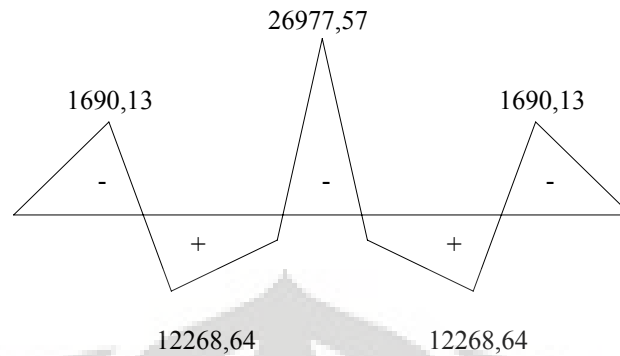


Gambar 48. Beban Hidup (Beban T) Jembatan 2 Lajur 2 Arah



Gambar 49. Diagram Momen Beban Hidup (Beban T) Jembatan 2 Lajur 2 Arah

Kombinasi 1 (1,2MDL+2MLL₁)



Gambar 50. Diagram Momen Kombinasi 1 Jembatan 2 Lajur 2 Arah

V.5.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

Momen Tumpuan 1

$$M_u = -1690.13 \text{ kgm} = -1.69013 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u / 0.8 = 21126625 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1.7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$21126625 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1.7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2,689A_s^2 - 10^5 A_s + 21126625 = 0$$

$$A_s = 212,48 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{1/4 \pi \cdot D^2} = \frac{875}{1000 \cdot 250} = 8,4992 \cdot 10^{-4} \rightarrow \text{pakai } \rho \text{ min}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{b \cdot d} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

$$A_s \text{ min} = \rho \text{ min} \cdot b \cdot d = 875 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{1/4 \pi \cdot D^2} = \frac{875}{1/4 \pi \cdot 19^2} = 3,086 \approx 4 \text{ buah}$$

$$s = 1000/4 = 250 \text{ mm}$$

- Pakai Tulangan $\Phi 19$ -250mm

Momen Tumpun 2

$$M_u = -26977,57 \text{ kgm} = -2,7 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 3,375 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$3,375 \cdot 10^8 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1,7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2,689 A_s^2 - 10^5 A_s + 3,375 \cdot 10^8 = 0$$

$$A_s = 3753,93 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{1/4\pi \cdot D^2} = \frac{3753,93}{1000 \cdot 250} = 0,015 \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}, \text{jadipakai}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{b \cdot d} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \cdot 35 \cdot 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$n = \frac{A_s}{1/4\pi \cdot D^2} = \frac{3753,93}{1/4\pi \cdot 19^2} = 13,24 \approx 14 \text{ buah}$$

$$s = 1000/14 = 71 \text{ mm}$$

- Pakai Tulangan $\Phi 19-75\text{mm}$

Momen Lapangan

$$M_u = 12268,69 \text{ kgm} = 1,23 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 1,5375 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$1,5375 \cdot 10^8 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1,7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2,689 A_s^2 - 10^5 A_s + 1,5375 \cdot 10^8 = 0$$

$$A_s = 1606,94 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{1/4\pi.D^2} = \frac{1606,94}{1000 \times 250} = 6,427 \times 10^{-3} \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}, \text{jadipakai } \rho$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{b.d} = 3,5 \times 10^{-3}$$

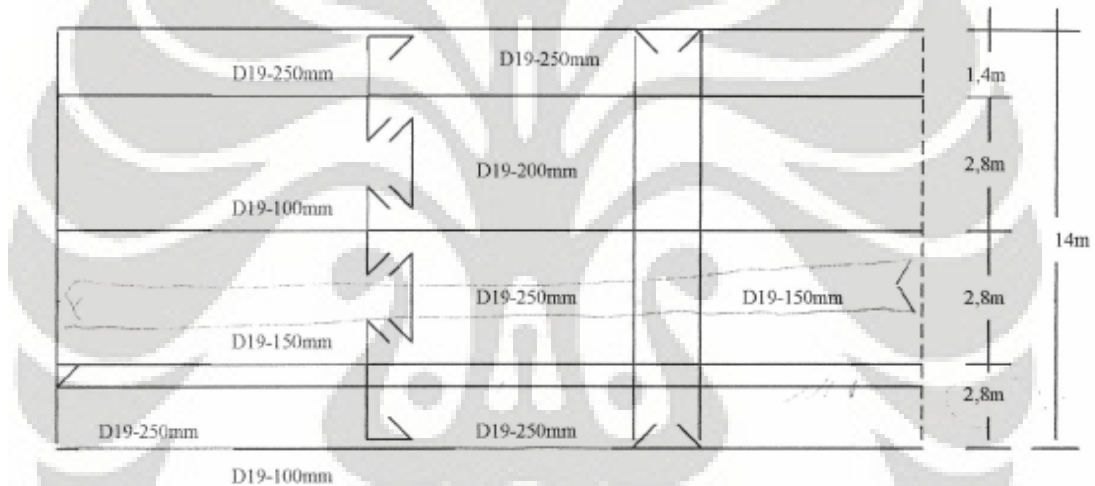
$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \times 35 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$n = \frac{A_s}{1/4\pi.D^2} = \frac{1606,94}{1/4\pi.19^2} = 5,67 \approx 6 \text{ buah}$$

$$s = 1000/6 = 166,67 \text{ mm}$$

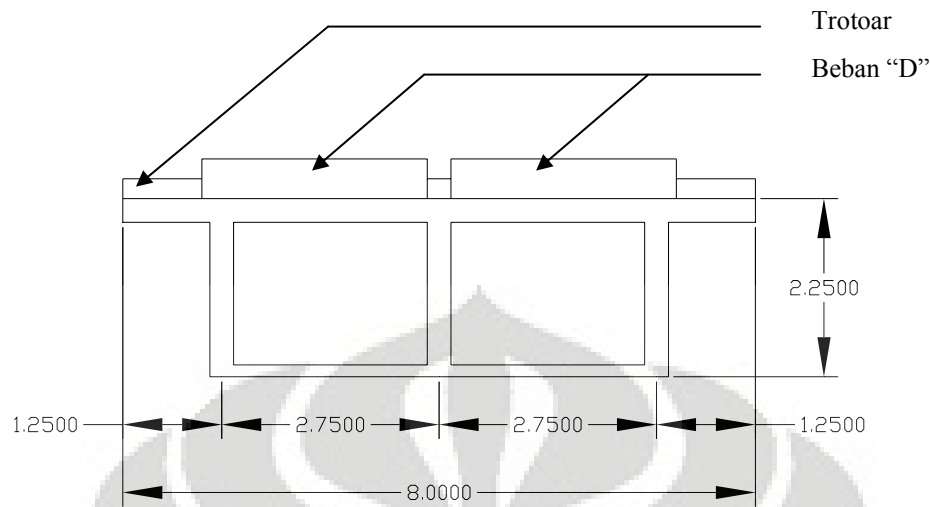
- Pakai Tulangan $\Phi 19-166,67\text{mm}$

V.5.4 Detail Tulangan Deck Jembatan Tampak Atas



Gambar 51. Penulangan Pelat Lantai Jembatan 2 Lajur 2 Arah

V.6 Pembebanan Girder Jembatan



Gambar 52. Pembebanan girder Jembatan 2 Lajur 2 Arah

V.6.1 Beban Mati

Beban Lapis Perkerasan	: $0,1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 224 \text{ kg/m}^2$
Beban Deck Jembatan	: $0,3 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 750 \text{ kg/m}^2$
Beban Trotoar	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$
Beban Penghalang	: $0,5 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 1250 \text{ kg/m}^2$
Beban Median	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

V.6.2 Beban Hidup

Beban "D"

Untuk panjang jembatan > 30 meter

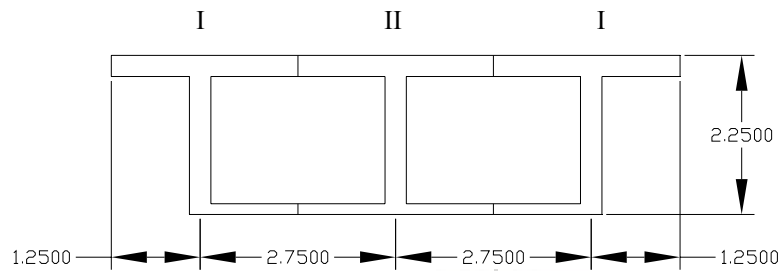
$$q = 8,0 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{kPa} \rightarrow L = 50 \text{m}$$

$$q = 8,0 \left(0,5 + \frac{15}{50} \right) \text{kPa} = 6,4 \text{kPa}$$

$$q_{total} = (5,5 \times 6,4) + (0,5 \times 22) = 242 + 11 = 253 \text{KN}$$

Beban Rem = 250 KN

V.6.3 Detail Girder Jembatan 2 Lajur 2 Arah

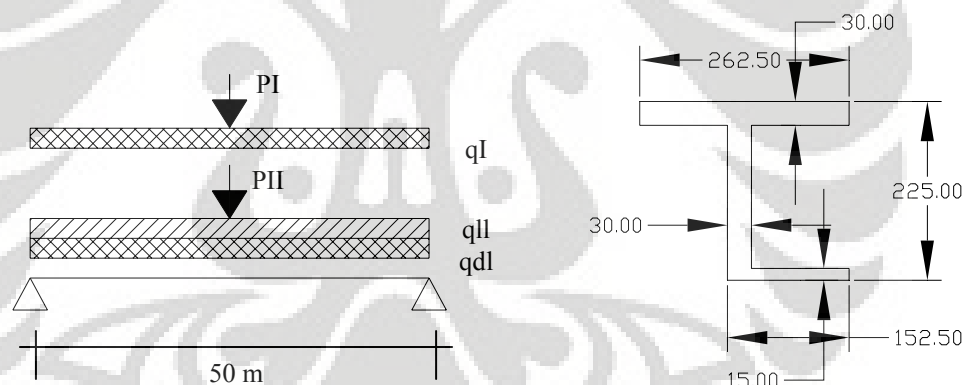


Gambar 53. Penampang Girder Tipe I Jembatan 2 Lajur 2 Arah

Girder	Luas Permukaan
I	$(2,625 \times 0,3) + (1,8 \times 0,3) + (1,525 \times 0,15) = 1,6125 \text{ m}^2$
II	$(2,75 \times 0,3) + (1,8 \times 0,3) + (2,75 \times 0,15) = 1,7775 \text{ m}^2$

V.6.4. Pembebanan Tiap Girder Jembatan

V.6.4.1. Pembebanan Girder Tipe I



Gambar 54. Pembebanan pada Girder Tipe I Jembatan 2 Lajur 2 Arah

Beban Mati (qdl)

Beban Perkerasan Jalan	$224 \text{ kg/m}^2 \times 1,625 \text{ m} = 364$
Beban Girder Jembatan	$1,55625 \text{ m}^2 \times 2600 \text{ kg/m}^2 = 4046,25$
Beban Trotoar	$(0,2 \times 1) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480$
Beban Penghalang	$(0,5 \times 0,2) \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 250$
• Beban Total	5140,25 kg/m

Beban Hidup

Beban D

$$\text{Beban } q \quad (1,625 \times 6,4) = 10,4$$

$$\text{Beban } p \quad (1,625 \times 44) = 71,5$$

Beban Kejut (I)

$$I = \frac{50}{164 + 125} = 0,173$$

$$\text{beban "q" } (q_I) \quad 10,4 \times 0,173 = 1,799 \text{ KN/m}$$

$$\text{beban "p" } (P_I) \quad 71,5 \times 0,173 = 12,37 \text{ KN}$$

Momen yang terjadi :

$$M_{dl} = 16063,28 \text{ KNm}$$

$$M_{ll} = 3250 \text{ KNm}$$

$$M_{DH} = 893,75 \text{ KNm}$$

$$M_{qI} = 562,19 \text{ KNm}$$

$$M_{pI} = 154,63 \text{ KNm}$$

$$M_T = 20923,85 \text{ KNm}$$

Momen Inersia penampang :

$$A = (262,5 \times 30) + (180 \times 30) + (152,5 \times 15) = 15562,5 \text{ cm}^2$$

$$y_b = \frac{(7875 \times 210) + (5400 \times 105) + (2287,5 \times 7,5)}{15562,5}$$

$$y_b = \frac{1653750 + 567000 + 17156,25}{15562,5}$$

$$y_b = 143,8 \text{ cm}$$

$$y_a = 225 - 143,8 = 81,2 \text{ cm}$$

$$I_t = I_0 + I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = 1/12 \times 262,5 \times 30^3 + 7876 \times 66,2^2 = 35102340 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 1/12 \times 30 \times 180^3 + 5400 \times 38,8^2 = 227109376 \text{ cm}^4$$

$$I_3 = 1/12 \times 152,5 \times 15^3 + 2287,5 \times 136,3^2 = 42539356,5 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 100351072,5 \text{ cm}^4$$

$$S_a = I_t / y_a = 100351072,5 \text{ cm}^4 / 81,2 \text{ cm} = 1235850647 \text{ mm}^3$$

$$S_b = I_t / y_b = 100351072,5 \text{ cm}^4 / 143,8 \text{ cm} = 697851690 \text{ mm}^3$$

Keadaan awal

$$F = \frac{M_T}{0,65h} = \frac{20923,85 \times 10^6}{0,65 \times 2,25} = 14306905,98 \text{ KN}$$

$$F_o = \frac{14306905,98 \text{ KN} \times 6351,2 \text{ KN}}{0,8} = 20439 \text{ KN}$$

Tegangan ijin beton

$$f_t = 0,45 \times f_c' = 0,45 \times 42 = 18,9 \text{ Mpa}$$

$$f_b = 0,6 \times f_c' = 0,6 \times 31 = 18,6 \text{ Mpa}$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b} = \frac{17883632,48 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 812} = 2664215,072 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_a} = \frac{14206905,98 \times 2,25 \times 10^6}{18,9 \times 1438} = 1184424,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ambil } A_c = 1184424,96 \text{ mm}^2$$

$$r^2 = \frac{I}{A_c} = \frac{100351072,5 \times 10^4}{1184424,96} = 847255,64 \text{ mm}^2$$

$$k_b = k_t = r^2 / y_a = 847255,64 / 812 = 1043,42 \text{ mm}$$

$$e - k_b = M d l / F_o = 16063,28 \cdot 10^6 / 17883632,48 = 898,21 \text{ mm}$$

$$e = 898,21 \text{ mm} + 1043,42 \text{ mm} = 1941,64 \text{ mm}$$

$$F = \frac{M_T}{e + k_t} = \frac{20923,85 \times 10^6}{1941,64 + 1043,42} = 7009542,097 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{F}{0,8} = \frac{7009542,097}{0,8} = 8761905,121 \text{ KN}$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_a} = \frac{7009542,097}{18,9 \times 812} = 1027668,909 < 1556250 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b}$$

$$10027668,909 = \frac{F_o \cdot 2250}{18,9 \times 812}$$

$$F_o = 6898261,807N$$

$$n = \frac{6898261,807}{130 \times 10^3} = 53,06 \Rightarrow 54 \text{ buah}$$

Cek Tegangan

$$F_b = -\frac{6898261,807}{1027668,909} - \frac{6898261,807 \times 1941,64}{1235850647} + \frac{16063,28 \times 10^6}{1235850647 \times 10^3}$$

$$= -6,71 - 10,84 + 13$$

$$= -4,55 < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_a = -6,71 + 10,84 - 13$$

$$= -8,87 < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

Keadaan Service

$$P_e = (100 - \text{kehilangan})\% \times F_o \rightarrow \text{asumsi kehilangan } 20\%$$

$$= (100 - 20)\% \times 6898261,807$$

$$= 80\% \times 6898261,807$$

$$= 5518609,446N$$

$$M_t = 20923,85KN = 20923,85 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$F_t = -\frac{5518609,446}{1027668,909} + \frac{5518609,446 \times 1941,64}{1235850647} - \frac{20923,85 \times 10^6}{1235850647}$$

$$= -5,37 + 8,67 - 16,93$$

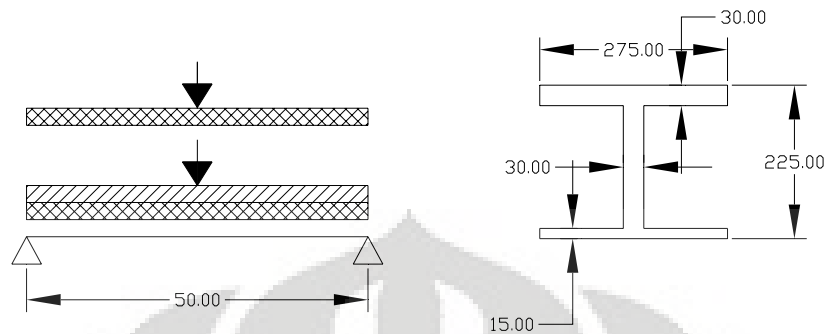
$$= -13,63 \text{ Mpa} < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_b = -5,37 - 8,67 + 16,93$$

$$= 2,89 \text{ Mpa} < 3,24 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

V.6.4.2. Pembebanan Girder Tipe II

Pembebanan Tiap Girder Jembatan



Gambar 55. Pembebanan Girder Tipe II Jembatan 2 Lajur 2 Arah

Pembebanan Girder tipe II

Beban Mati (qdl)

Beban Perkerasan Jalan $224 \text{ kg/m}^2 \times 2,75 \text{ m} = 616$

Beban Girder Jembatan $1,7775 \text{ m}^2 \times 2600 \text{ kg/m}^2 = 4621,5$

Beban Median $0,2 \times 0,2 \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 96$

Beban Total $5333,5 \text{ kg/m}$

Beban Hidup

Beban D

Beban q $(2,5 \times 6,4) = 16,32$

Beban p $(2,55 \times 44) = 112,2$

Beban Kejut (I)

$$I = \frac{50}{164 + 125} = 0,173$$

beban "q" (q_I) $16,32 \times 0,173 = 2,82 \text{ KN/m}$

beban "p" (P_I) $112,2 \times 0,173 = 19,41 \text{ KN}$

Momen yang terjadi :

Mdl = 16667,1875 KNm

Mll = 5100 KNm

$$M_{DH} = 1402,5 \text{ KNm}$$

$$M_{qI} = 8881,25 \text{ KNm}$$

$$M_{PI} = 242,625 \text{ KNm}$$

$$M_T = 24293,56 \text{ KNm}$$

Momen Inersia penampang :

$$A = (275 \times 15) + (180 \times 30) + (275 \times 30) = 17775 \text{ cm}^2$$

$$yb = \frac{(4125 \times 7,5) + (5400 \times 105) + (8250 \times 210)}{17775}$$

$$yb = \frac{3093750 + 567000 + 1732500}{17775}$$

$$yb = 131,108 \text{ cm}$$

$$ya = 225 - 131,108 = 93,892 \text{ cm}$$

$$I_t = I_0 + I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_1 = 1/12 \times 275 \times 15^3 + 4125 \times 123,608^2 = 63029055 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 1/12 \times 30 \times 180^3 + 5400 \times 26,108^2 = 18260789 \text{ cm}^4$$

$$I_3 = 1/12 \times 275 \times 30^3 + 8250 \times 78,892^2 = 51966318 \text{ cm}^4$$

$$I_t = 133256163 \text{ cm}^4$$

$$S_a = I_t / y_a = 133256163 \text{ cm}^4 / 93,892 \text{ cm} = 1419249382 \text{ mm}^3$$

$$S_b = I_t / y_b = 133256163 \text{ cm}^4 / 131,108 \text{ cm} = 1016384683 \text{ mm}^3$$

Keadaan awal

$$F = \frac{M_T}{0,65h} = \frac{24293,56 \times 10^6}{0,65 \times 2250} = 16616981,2 \text{ KN}$$

$$F_o = \frac{16616981,2 \text{ KN}}{0,8} = 20763726,5 \text{ N}$$

Tegangan ijin beton

$$f_t = 0,45 \times f_c' = 0,45 \times 42 = 18,9 \text{ Mpa}$$

$$f_b = 0,6 \times f_c' = 0,6 \times 31 = 18,6 \text{ Mpa}$$

$$A_c = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b} = \frac{20763726,5 \times 2,25 \times 10^6}{18,6 \times 938,92} = 2675138,573 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{F \cdot h}{f_t \cdot y_a} = \frac{16610981,2 \times 2,25 \times 10^6}{18,9 \times 1311,08} = 1508296,795 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ambil } A_c = 1508296,795 \text{ mm}^2$$

$$r^2 = \frac{I}{Ac} = \frac{133256163 \times 10^4}{1508296,795} = 883487,68 \text{ mm}^2$$

$$k_b = k_t = r^2 / y_a = 883487,68 / 938,92 = 940,96 \text{ mm}$$

$$e - k_b = M d l / F_o = 16667,1875 \cdot 10^6 / 20763726,5 = 802,71 \text{ mm}$$

$$e = 940,96 \text{ mm} + 802,71 \text{ mm} = 1743,67 \text{ mm}$$

$$F = \frac{M_T}{e + k_t} = \frac{24293,56 \times 10^6}{1743,67 + 940,96} = 9049127,813 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{F}{0,8} = \frac{9049127,813}{0,8} = 11311409,77 \text{ N}$$

$$Ac = \frac{Fh}{f_t \cdot y_a} = \frac{9049127,813}{18,9 \times 938,92} = 1147357,731 < 1777500 \text{ mm}^2$$

$$Ac = \frac{F_o \cdot h}{f_b \cdot y_b}$$

$$1147357,731 = \frac{F_o \cdot 2250}{18,9 \times 938,92}$$

$$F_o = 8905490,865 \text{ N}$$

$$n = \frac{8905490,865}{130 \times 10^3} = 68,50 \Rightarrow 69 \text{ buah}$$

Cek Tegangan

$$F_b = -\frac{8905490,865}{1147357,731} - \frac{8905490,865 \times 1743,67}{1419249382} + \frac{16667,1875 \times 10^6}{1419249382}$$

$$= -7,762 - 10,94 + 11,74$$

$$= -6,962 < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_a = -7,762 + 10,94 - 11,74$$

$$= -8,562 < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

Keadaan Service

$$P_e = (100 - \text{kehilangan})\% \times F_o \rightarrow \text{asumsi kehilangan } 20\%$$

$$= (100 - 20)\% \times 8905490,865$$

$$= 80\% \times 8905490,865$$

$$= 7124392,692 \text{ N}$$

$$M_t = 24293,56 \text{ KN}$$

$$= 24293,56 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$F_t = -\frac{7124392,692}{1147357,731} + \frac{7124392,692 \times 1743,67}{1419249382} - \frac{24293,56 \times 10^6}{1419249382}$$

$$= -6,21 + 6,96 - 17,12$$

$$= -16,46 \text{ Mpa} < -18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_b = -6,21 - 6,96 + 17,12$$

$$= 3,15 \text{ Mpa} < 3,24 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$



V.7 Spesifikasi Struktur Jembatan 1 Lajur 1 Arah

1. Bentang Jembatan : 50 m
2. Lebar : 5 m
3. Tebal Deck : 30 cm
4. Tipe Jembatan : Prestressed Box Girder
5. Lapis Perkerasan : Aspal 10 cm

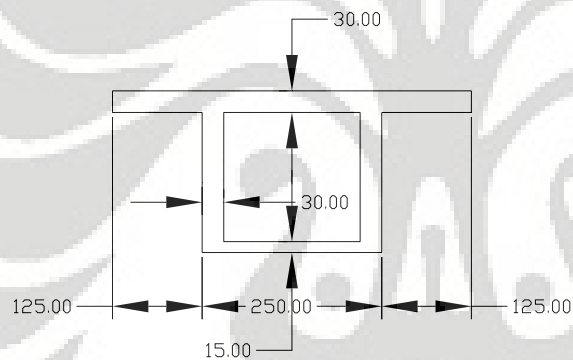
V.7.1 Spesifikasi Material

Beton : $f_c' = 42 \text{ MPa}$

Kabel Strand $f_{pu} = 1860 \text{ Mpa}$, $A_{ps} = 100 \text{ mm}^2$

Tegangan saat peralihan 130 KN/strand

V.7.2 Detail Jembatan 1 lajur 1 arah



Gambar 56. Penampang Jembatan 1 Lajur 1 Arah

V.8 Pembebanan Deck (Pelat Lantai) Jembatan

V.8.1 Beban Mati

Beban Lapis Perkerasan : $0,1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 224 \text{ kg/m}^2$

Beban Deck Jembatan : $0,3 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 750 \text{ kg/m}^2$

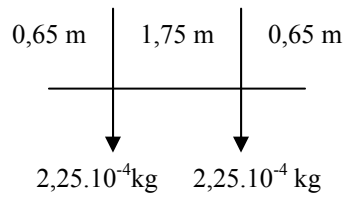
Beban Trotoar : $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

Beban Penghalang : $0,5 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 1250 \text{ kg/m}^2$

Beban Median : $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

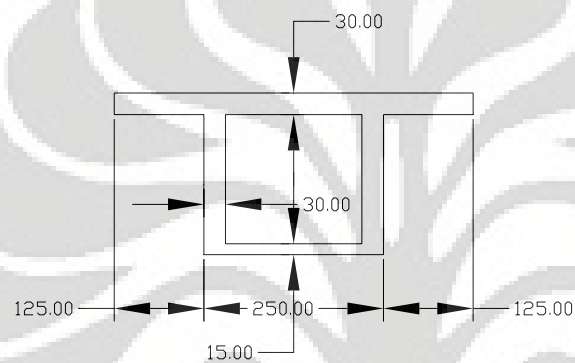
V.8.2. Beban Hidup

Beban T



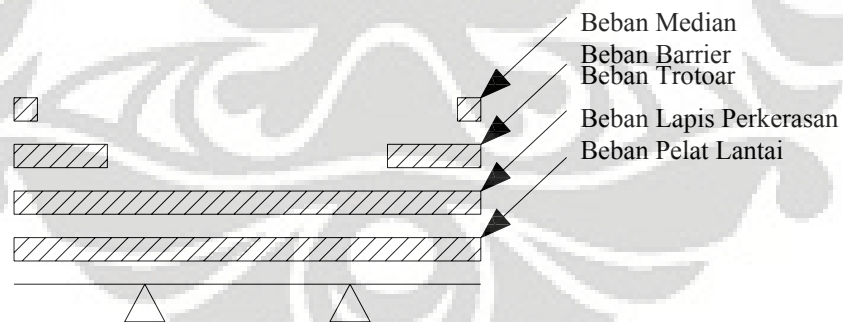
Gambar 57. Beban T

Asumsi: perletakan sendi dan dipakai tulangan Φ 19mm



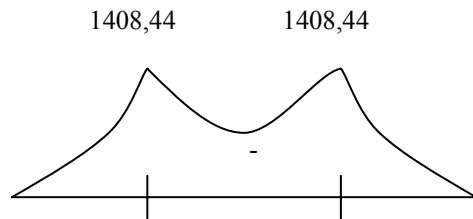
Gambar 58. Penampang Jembatan 1 Lajur 1 Arah

Beban Mati



Gambar 59. Beban Mati Jembatan 1 Lajur 1 Arah

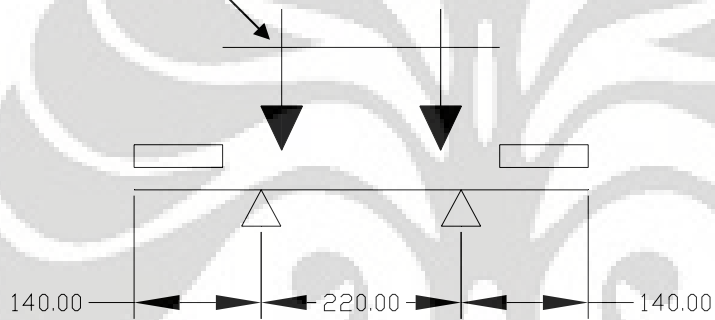
MDL



Gambar 60. Diagram Momen Beban Mati Jembatan 1 Lajur 1 Arah

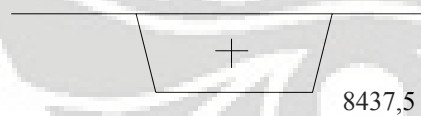
Beban Hidup (ditiap ruas) \rightarrow MLL_1

Beban T



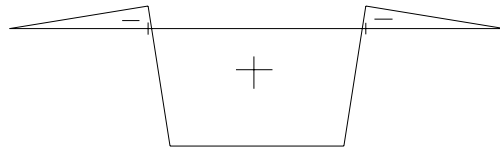
Gambar 61. Beban Hidup (Beban T) pada Jembatan 1 Lajur 1 Arah

MLL_1



Gambar 62. Diagram Momen Beban Hidup (Beban T) Jembatan 1 Lajur 1 Arah

Kombinasi 1 (1,2MDL+2 MLL₁)



Gambar 63. Diagram Momen Kombinasi 1 Jembatan 1 Lajur 1 Arah

V.8.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

Momen Tumpuan

$$M_u = -1690,13 \text{ kgm} = -1,69 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 2,1125 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$2,1125 \cdot 10^7 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1,7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2,689A_s^2 - 10^5 A_s + 2,1125 \cdot 10^7 = 0$$

$$A_s = 212,46 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{1/4\pi \cdot D^2} = \frac{212,46}{1000 \cdot 200} = 8,498 \cdot 10^{-4} \rightarrow \text{pakai } \rho \text{ min}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{b \cdot d} = 3,5 \cdot 10^{-3}$$

$$A_s \text{ min} = \rho \text{ min} \cdot b \cdot d = 875 \text{ mm}$$

$$n = \frac{A_s}{1/4\pi \cdot D^2} = \frac{875}{1/4\pi \cdot 19^2} = 3,086 \approx 4 \text{ buah}$$

$$s = 1000/4 = 250 \text{ mm}$$

- Pakai Tulangan $\Phi 19$ -250mm

Momen Lapangan

$$M_u = 16098 \text{ kgm} = 1,61 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_u/0.8 = 2,0125 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c' \cdot b} \right)$$

$$2,0125 \cdot 10^8 = A_s \cdot 400 \left(250 - \frac{A_s \cdot 400}{1,7 \cdot 35 \cdot 1000} \right)$$

$$2,689As^2 - 10^5As + 2,0125 \cdot 10^8 = 0$$

$$As = 2135,079 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{As}{1/4\pi.D^2} = \frac{2135,079}{1000 \times 200} = 8,54 \times 10^{-3} \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}, \text{jadipakai } \rho$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{b.d} = 3,5 \times 10^{-3}$$

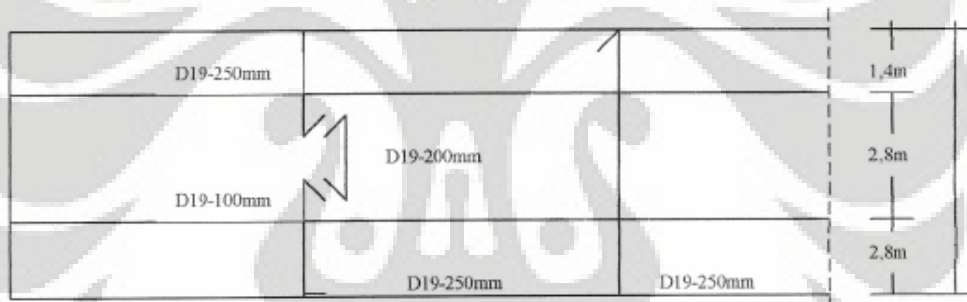
$$\rho_{\max} = 0,75 \frac{0,85 \times 35 \times 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right)}{400} = 0,0271$$

$$n = \frac{As}{1/4\pi.D^2} = \frac{2135,079}{1/4\pi.19^2} = 7,53 \approx 8 \text{ buah}$$

$$s = 1000/8 = 125 \text{ mm}$$

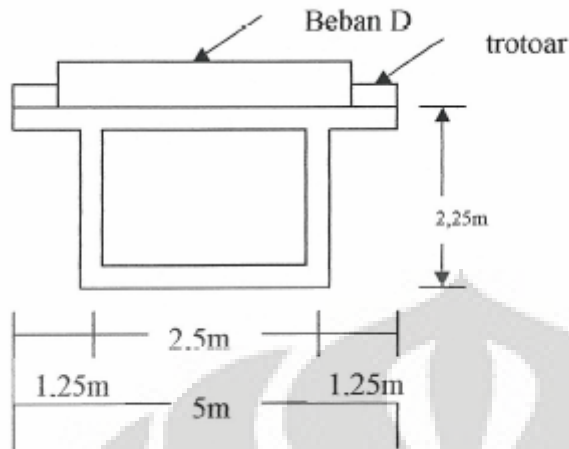
- **Pakai Tulangan $\Phi 19$ -125mm**

V.8.4 Detail Tulangan Deck Jembatan Tampak Atas



Gambar 64. Penulangan Pelat Lantai Jembatan 1 Lajur 1 Arah

V.9 Pembebanan Girder Jembatan 1 Lajur 1 Arah



Gambar 65. Pembebanan Girder pada Jembatan 1 Lajur 1 Arah

V.9.1. Beban Mati

Beban Lapis Perkerasan	: $0,1 \text{ m} \times 2240 \text{ kg/m}^3 = 224 \text{ kg/m}^2$
Beban Deck Jembatan	: $0,3 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 750 \text{ kg/m}^2$
Beban Trotoar	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$
Beban Penghalang	: $0,5 \text{ m} \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 1250 \text{ kg/m}^2$
Beban Median	: $0,2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}^2$

V.9.2. Beban Hidup

Beban "D"

Untuk panjang jembatan > 30 meter

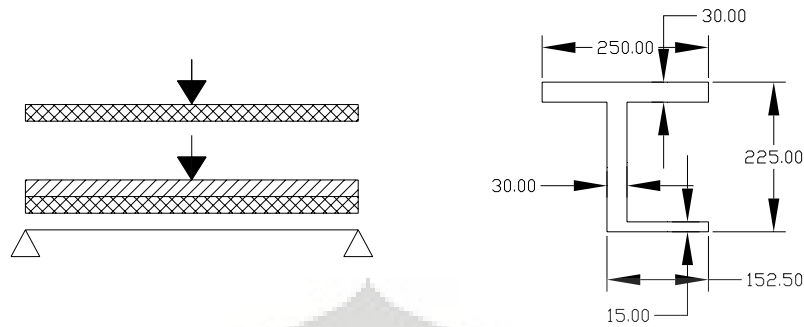
$$q = 8,0 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right) \text{kPa} \rightarrow L = 50\text{m}$$

$$q = 8,0 \left(0,5 + \frac{15}{50} \right) \text{kPa} = 6,4 \text{kPa}$$

$$q_{total} = (5,5 \times 6,4) + (0,5 \times 22) = 242 + 11 = 253 \text{KN}$$

Beban Rem = 250 KN

V.9.3 Detail Girder Jembatan 1 Lajur 1 arah



Gambar 66. Pembebanan pada Girder Jembatan 1 Lajur 1 Arah

Girder	Luas Permukaan
I	$(2,5 \times 0,3) + (1,8 \times 0,3) + (1,4 \times 0,15) = 1,5 \text{ m}^2$

V.9.4 Pembebanan tiap girder jembatan

Beban Mati (q_{DL})

Beban Perkerasan Jalan	$224 \text{ kg/m}^2 * 1,5 \text{ m}$	$= 336 \text{ kg/m}$
Beban Girder Jembatan	$1,5 \text{ m}^2 * 2600 \text{ kg/m}^3$	$= 3900 \text{ kg/m}$
Beban Trotoar	$(0,2 * 0,1) * 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 480 \text{ kg/m}$
Beban Penghalang	$(0,2 * 0,2) * 2500 \text{ kg/m}^3$	$= 250 \text{ kg/m}$
		4966 kg/m

Beban Hidup

Beban D	
Beban "q"	$(1,5 * 6,4) = 9,4 \text{ kN/m}$
Beban "p"	$(1,5 * 44) = 66 \text{ kN/m}$

Beban Kejut (I)

$$I = \frac{50}{164 + 125} = 0,173$$

Beban "q" (q_1)	$9,6 * 0,173 = 1,6608 \text{ kN/m}$
Beban "p" (P_1)	$66 * 0,173 = 11,418 \text{ kN/m}$

Detail Pembebanan Girder

$$\begin{aligned}q_{DL} &= 4966 \text{ kg/m} = 49,66 \text{ kN/m} & M_{DL} &= 1/8 * 49,66 * 502 = 15.518,75 \text{ kNm} \\q_{LL} &= 9,6 \text{ kg/m} & M_{LL} &= 1/8 * 9,6 * 502 = 3.000 \text{ kNm} \\P_{LL} &= 66 \text{ kg/m} & M_{pLL} &= 66 * 25 * 25 / 50 = 825 \text{ kNm} \\q_l &= 1,6608 \text{ kg/m} & M_{q_l} &= 1/8 * 1,6608 * 502 = 519 \text{ kNm} \\p_l &= 11,418 \text{ kg/m} & M_{p_l} &= 11,418 * 25 * 25 / 50 = 143,5 \text{ kNm} + \\ & & M_T &= 20.006,25 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma A &= (250 * 30) + (180 * 30) + (140 * 15) = 7500 + 5400 + 2100 = 15.000 \text{ cm}^2 \\ &= 15 * 105 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$Y_B = \frac{(700 * 210) + (5400 * 105) + (2100 * 7,5)}{15.000} = 143,85 \text{ cm}$$

$$Y_A = 225 - 143,85 = 81,15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}I_1 &= 1/12 * 250 * 30^3 + 7500 (66,15)^2 = 562.500 + 32.818.668,75 \\ &= 33.381.168,75 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_2 &= 1/12 * 30 * 180^3 + 5400 (38,85)^2 = 14.580.000 + 8.150.341,5 \\ &= 22.730.341,5 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_3 &= 1/12 * 140 * 15^3 + 2100 (136,35)^2 = 39.375 + 39.041.777,25 \\ &= 39.081.152,25 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

$$I_T = 95.192.662,5 \text{ cm}^4$$

$$S_A = I_T / Y_A = 95.192.662,5 / 81,15 = 1.173.045,749 \text{ cm}^3$$

$$S_B = I_T / Y_B = 95.192.662,5 / 143,85 = 705.915,184 \text{ cm}^3$$

Keadaan Awal

$$F = \frac{M_T}{0,65h} = \frac{20006,25 * 10^6}{0,65 * 2250} = 13679487,18 \text{ N}$$

$$F_o = \frac{13679487,18 \text{ N}}{0,8} = 17099358,97 \text{ N}$$

$$f_c' = 42 \text{ Mpa}$$

Kehilangan quota prategang 20%

$$f_t = 0,45 * f_c' = 0,45 * 42 = 18,9 \text{ Mpa}$$

$$f_b = 0,6 * f_c' = 0,6 * 31 = 18,6 \text{ Mpa}$$

$$Ac = \frac{Fo.h}{fb.Y_A} = \frac{17099358,97 \times 2250}{18,6 \times 81,15 \times 10} = 2548947,435 \text{ mm}^2$$

$$Ac = \frac{F.h}{ft.Y_B} = \frac{13679487,18 \times 2250}{18,9 \times 143,85 \times 10} = 1150348,749 \text{ mm}^2$$

Ambil $Ac = 1150348,749 \text{ mm}^2$

$$r^2 = \frac{I}{Ac} = \frac{95192662,5 \times 10^4 \text{ mm}^4}{1150348,749 \text{ mm}^2} = 827511,3315 \text{ mm}^2$$

$$kb = kt = r^2/Y_A = \frac{827511,3315 \text{ mm}^2}{81,15 \times 10} = 1019,73 \text{ mm}$$

$$e-kb = Mdl / Fo = 15518,75 \cdot 10^6 / 17099358,97 = 907,56 \text{ mm}$$

$$e = 907,56 + 1019,73 = 1927,29 \text{ mm}$$

$$F = \frac{M_T}{e + kt} = \frac{20006,25 \times 10^6}{1927,29 + 1019,73} = 6788637,335 \text{ N}$$

$$Fo = \frac{F}{0,8} = 8485796,67 \text{ N}$$

$$Ac = \frac{Fh}{ft.Y_A} = \frac{8485796,67 \times 2250}{18,9 \times 81,15} = 1244872,322 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{1244872322}{130 \times 10^3} = 9,57$$

Cek Tegangan

$$Fb = -\frac{8485796,67}{1244872,322} - \frac{8485796,67 \times 1927,29}{1173045,799 \times 10^3} + \frac{15518,75 \times 10^6}{1173045,799 \times 10^3}$$

$$= -6,82 - 13,94 + 13,23$$

$$= -7,53 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$Fa = -6,82 + 13,94 - 13,23$$

$$= -6,11 < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

Keadaan Service

$$Pe = (100 - \text{kehilangan})\% \times Fo \rightarrow \text{asumsi kehilangan } 20\%$$

$$= (100 - 20)\% \times 8485796,67$$

$$= 80\% \times 8485796,67$$

$$= 6788637,336 \text{ N}$$

$$M_T = 20006,25 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$F_t = -\frac{Pe}{Ac} + \frac{Pe \cdot e}{S_T} - \frac{M_T}{S_T}$$

$$F_t = -\frac{6788637,336}{1244872,322} + \frac{6788637,336 \times 1927,29}{1173045,799 \times 10^3} - \frac{20006,25 \times 10^6}{1173045,799 \times 10^3}$$

$$= -5,45 + 11,15 - 17,05$$

$$= -11,35 \text{ Mpa} < 18,9 \text{ Mpa} \dots \text{OK!}$$

$$F_b = -5,45 - 11,15 + 17,05$$

$$= 0,45 < \frac{1}{2} \sqrt{f_c'} = 3,25 \text{ MPa} \dots \text{OK!}$$

V.10. ANALISA PERHITUNGAN

V.10.1. ASUMSI PERMODELAN

Asumsi yang dipakai sebagai masukan 3 D adalah:

- Bangunan atas jembatan merupakan struktur menyatu (frame), dimana balok girder dan pelat dimodelkan sebagai elemen cangkang (shell).
- Hubungan antara pelat dengan balok girder adalah kaku (monolit) sehingga perlu adanya batang / pendel maya penghubung (link beam).
- Diafragma diasumsikan memberi sumbangan kekuatan pada jembatan dimana sambungan dengan balok girder berupa sendi.
- Mutu beton beton pada pelat jembatan akan direduksi dalam analisa perhitungan.
- Kondisi jepit = U1, U2, U3, R1, R2, R3
- Kondisi sendi = U1, U2, U3, R2, R3
atau U1, U2, U3, R1, R3
- Kondisi rol = U1, U3, R2, R3
atau U2, U3, R1, R3

V.10.2. PEMBEBANAN

Beban Aktual :

- Beban aktual didefinisikan sebagai beban truk trailer + beban peralatan/komponen beserta konfigurasinya
- Aktual load diklasifikasikan sebagai transient load
- Moderate Dynamic Load diterapkan dalam perhitungan

V.10.3.PARAMETER

Pelat:

- Mutu K340
- Poisson's ratio = 0,2
- $F_y = 39.000 \text{ t/m}^2$

Girder

- Mutu K340
- Poisson's ratio = 0,2
- $F_y = 39.000 \text{ t/m}^2$

V.10.4.STANDAR

Bridge Management System, 1992

Peraturan Muatan Jembatan Jalan Raya , 1987

V.10.5. Variasi Skewed Bridged.

Untuk mengetahui tingkah laku dari jembatan miring, pada penelitian ini dilakukan beberapa modelisasi jembatan yang mempunyai beberapa derajat kemiringan. Adapun beberapa derajat kemiringan yang akan di teliti yaitu 10° , 20° , 30° , 45° dan 60° .

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan SAP 2000 V.8 terhadap jembatan dengan tipe Prestressed Box Girder dengan bentang 50 meter dan pembebanan untuk 1 lajur, dapat diketahui bahwa terdapat perbandingan besarnya momen maksimum antara jembatan yang tidak mempunyai skewness dengan yang mempunyai skewness. Misalnya momen maksimum shell 1 pada jembatan yang lurus adalah sebesar $7,26 \times 10^{-7}$ KNm, sedangkan untuk jembatan yang mempunyai kemiringan 10° , 20° , 30° , 45° dan 60° secara berturut-turut momen maksimumnya adalah $7,22 \cdot 10^{-5}$ KNm, 0,000266 KNm, 0,000526 KNm , 0,000594 KNm , 0,001 KNm. Dari hasil analisa perhitungan ini terlihat bahwa momen maksimum jembatan yang mempunyai skewness mempunyai momen yang lebih besar daripada jembatan lurus. Dan semakin besar skewness suatu jembatan maka semakin besar pula momen yang terjadi pada jembatan tersebut.

Hal ini berpengaruh terhadap pendesainan tulangan pada jembatan tersebut, dimana jika semakin besar momen suatu jembatan maka dimensi dan jumlah tulangan yang diperlukan akan semakin besar pula.

V.10.6. Variasi Distribusi Pembebanan

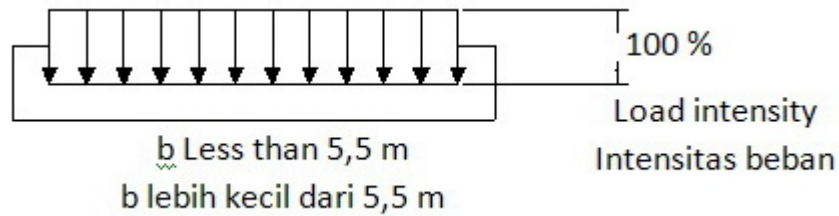
Memvariasikan jumlah lajur pada jembatan skew sesuai dengan ketentuan yang ada dalam Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan.

Tipe Jembatan	Lebar lajur Kendaraan (dalam meter)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana
Satu lajur	4.0 - 5.0	1
Dua Arah Tanpa Median	5.5 - 8.25	2
	11.3 - 15.0	3
Banyak Arah	8.25-11.25	4
	11.3-15.0	5
	15.1-18.75	6
	18.8-22.5	7

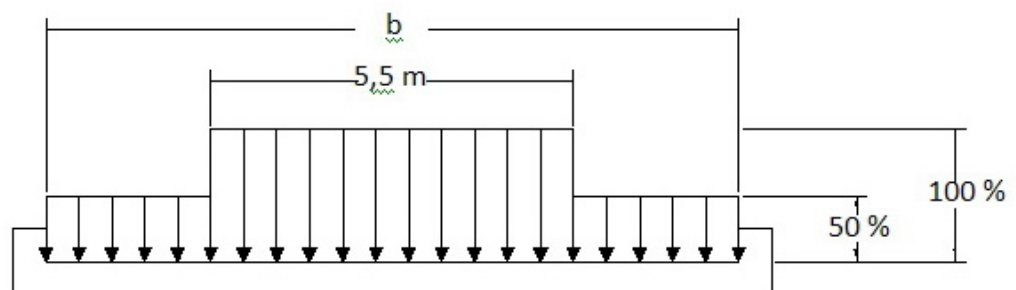
Tabel 6. Lebar lajur kendaraan

Variasi Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana akan berpengaruh terhadap pendistribusian beban pada jembatan. Karena menurut Peraturan Teknik Jembatan, untuk jembatan yang mempunyai jumlah lajur satu dengan yang lebih dari satu sangatlah berbeda. Oleh karena itu pada penulisan skripsi ini, penulis ingin mengetahui perbedaan yang terjadi pada jembatan skew yang mempunyai berbagai macam jumlah lajur lalu lintas.

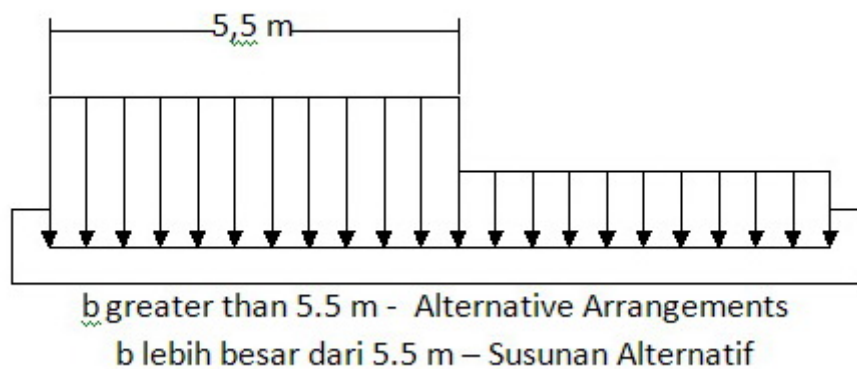
Adapun variasi Beban "D" pada arah melintang pada jembatan skew dapat dijabarkan sebagai berikut:



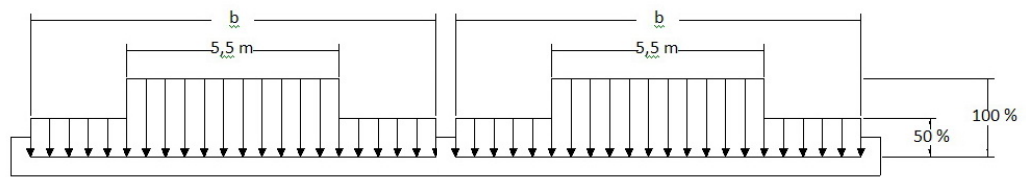
Gambar 67. Lebar lajur kurang dari 5.5 m dan tanpa median



Gambar 68. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m tanpa median



Gambar 69. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m dan tanpa median dengan volume kendaraan tiap lajur yang berbeda



Gambar 70. Lebar lajur lebih besar dari 5.5 m dan menggunakan median

Memvariasikan beban yang terjadi dimana hal ini dapat dimungkinkan pada saat rush hour atau jam-jam sibuk, dimana pada saat-saat tertentu hanya 1 lajur saja yang penuh dan lajur lainnya tidak begitu penuh, sehingga akan terjadi pembebanan yang tidak seimbang.

Dengan variasi pembebanan dan dimodelkan di program SAP 2000 pada jembatan Prestressed Box Girder dengan bentang 50 meter dan pembebanan 1 lajur didapatkan hasil momen maksimum pada shell 1 dengan kemiringan 0° (lurus), 10° , 20° , 30° , 45° dan 60° secara berturut-turut adalah $6,29 \cdot 10^{-7}$ KNm, $7,33 \cdot 10^{-5}$ KNm, $0,000259$ KNm, $0,00046$ KNm, $0,000672$ KNm dan $0,0041$ KNm sedangkan jika dibandingkan dengan momen maksimum pada jembatan standar yang mempunyai kemiringan 0° , 10° , 20° , 30° , 45° dan 60° secara berturut-turut adalah $7,26 \cdot 10^{-7}$ KNm, $7,22 \cdot 10^{-5}$ KNm, $0,000266$ KNm, $0,000526$ KNm, $0,000594$ KNm, $0,001$ KNm. Dari hasil tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa momen yang terjadi pada jembatan yang divariasikan pembebanannya akan lebih kecil daripada momen pada jembatan standar yang mempunyai beban yang seimbang. Tetapi perbedaan hasil momen yang terjadi tidak begitu signifikan, sehingga disarankan momen yang digunakan dalam perencanaan adalah momen maksimum pada jembatan standar dengan pembebanan yang seimbang, Hal ini dilakukan sebagai salah satu pertimbangan terhadap faktor keamanan.

V.10.7. Pengaruh Diafragma Jembatan Prestressed Concrete Box

Girder yang berbentuk Skew.

Pada jembatan yang menggunakan tipe box girder sebenarnya dapat tanpa diafragma didalam boxnya, tetapi walupun demikian diafragma tetap dipasang di dekat perletakan jembatan. Dalam penelitian pada skripsi ini dianalisa tentang berapa besar pengaruh adanya diafragma jika dipasang pada perletakan jembatan skew terhadap besarnya momen maksimum yang timbul.

Pada penelitian jembatan tanpa diafragma, setelah di aplikasikan ke dalam program SAP 2000 didapatkan hasil momen maksimum untuk jembatan Prestressed Box Girder dengan bentang 50 meter dan dengan pembebanan 1 lajur yang standar dengan kemiringan 0° , 10° , 20° , 30° , 45° dan 60° secara berturut-turut adalah

-0,0013KNm , 0,000263 KNm , 0,0012 KNm , 0,0025 KNm , 0,0041 KNm dan 0,0038 KNm, sedangkan untuk jembatan yang diberi diafragma pada perletakan yang mempunyai kemiringan 0° , 10° , 20° , 30° , 45° dan 60° secara berturut-turut adalah

-0,0011 KNm , -0,000104 KNm , 0,000339 KNm , 0,001 KNm , 0,0021 KNm , 0,0032 KNm. Dari sebagian data diatas dapat dikatakan bahwa pemasangan diafragma pada perletakan jembatan dapat mengurangi besarnya momen maksimum yang terjadi jika dibandingkan dengan jembatan yang tidak menggunakan diafragma, hal ini dapat membuat kapasitas desain yang lebih efektif dimana dimensi dan jumlah tulangan yang diperlukan akan dapat semakin kecil.

BAB VI

KESIMPULAN

Dalam merencanakan konstruksi jembatan pada dasarnya harus mengikuti kondisi geometrik yang ada, kadang-kadang ditemui kebutuhan jembatan yang memaksa jembatan yang dirancang sebagai jembatan miring (*Skew Bridge*).

Dari hasil perhitungan dan analisa yang dilakukan secara manual dan dengan cara menggunakan program SAP 2000 V8 terhadap shell-shell struktur jembatan lurus maupun jembatan yang mempunyai kemiringan 10, 20, 30, 45 dan 60 derajat dan dengan beberapa variasi pembebanan, didapatkan kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Momen maksimum pada jembatan standar, dimana jembatan mempunyai beban yang normal dan jembatan tidak diberi diafragma, akan semakin besar mengikuti semakin besarnya *skewness* dari jembatan tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jembatan yang mempunyai *skewness* yang lebih besar akan mempunyai kapasitas desain yang lebih boros jika dibandingkan dengan jembatan lurus, dalam arti lain, dimensi dan jumlah tulangan yang diperlukan akan semakin besar.
2. Penambahan diafragma dipasang pada perletakan dapat mengurangi besarnya momen maksimum yang terjadi jika dibandingkan dengan jembatan yang tidak menggunakan diafragma, hal ini dapat membuat kapasitas desain yang lebih efektif dimana dimensi dan jumlah tulangan yang diperlukan akan dapat semakin kecil jika dibandingkan dengan jembatan yang tidak memakai diafragma.
3. Pada jembatan yang mendapat pembebanan kendaraan yang berbeda pada tiap lajunya menghasilkan besaran momen yang tidak begitu berbeda secara signifikan jika dibandingkan dengan jembatan yang mendapat pembebanan kendaraan yang sama pada tiap lajunya, sehingga sebaiknya dalam mendesain jembatan dipakai pembebanan kendaraan yang sama pada setiap lajunya.

LAMPIRAN



SKRIPSI
STUDI TENTANG TINGKAH LAKU
JEMBATAN SKEW PRESTRESSED GIRDER
DENGAN PROGRAM SAP (STRUCTURE
ANALYSIS PROGRAM) 2000

AFFIF SUSETIAWAN
0498010023

JEMBATAN STANDAR

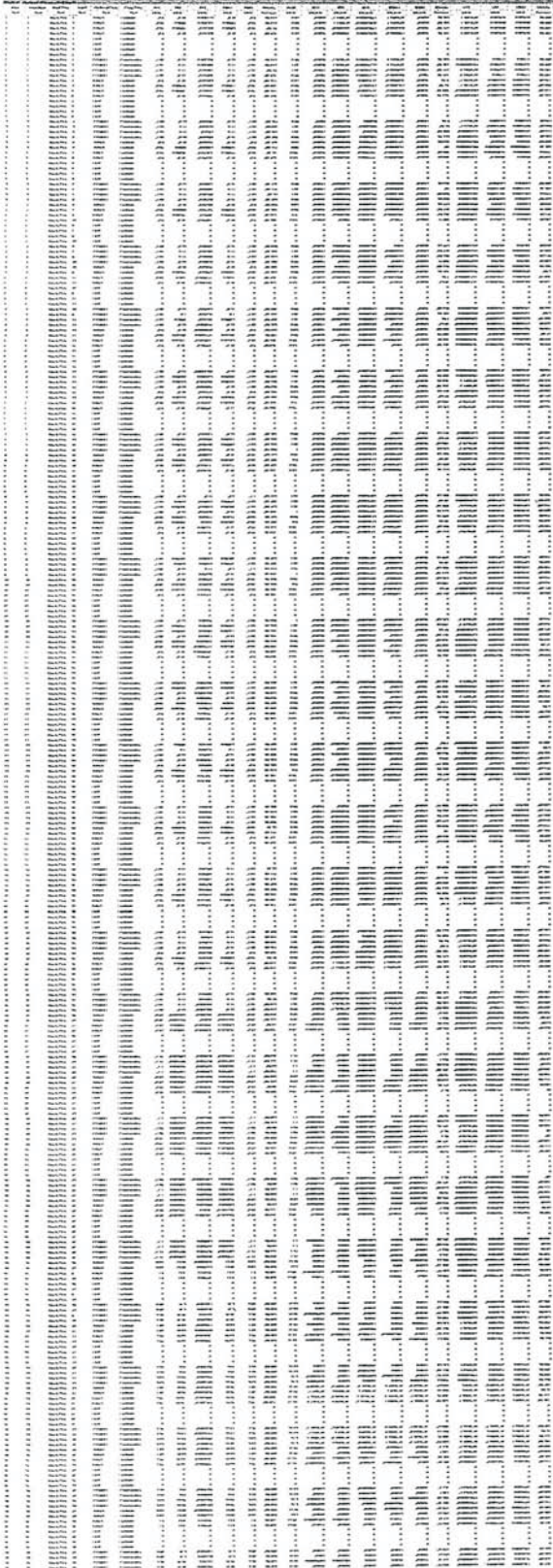
STB

JEMBATAN 1 LAJUR DAN 1 ARAH

SKEWNESS						0	10	20	30	45	60
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	CaseType	MMax	MMax	MMax	MMax	MMax	MMax
Text	Text	Text	Text	Text	Text	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	1	Shell-Thin	1	COMB1	Combination	7.26E-07	7.22E-05	0.000266	0.000526	0.000594	0.001
1	1	Shell-Thin	2	COMB1	Combination	7.26E-07	0.000149	0.000393	0.000681	0.000759	0.0015
1	1	Shell-Thin	3	COMB1	Combination	-0.0012	-0.000224	-0.000589	-0.0013	-0.0013	0.0024
1	1	Shell-Thin	4	COMB1	Combination	-0.0013	0.000263	0.0012	0.0025	0.0041	0.0038
2	2	Shell-Thin	4	COMB1	Combination	-0.0012	0.000295	0.0012	-0.0011	0.0042	0.0045
2	2	Shell-Thin	3	COMB1	Combination	-0.0012	-0.000246	-0.000594	0.0052	-0.0016	0.000629
2	2	Shell-Thin	5	COMB1	Combination	-0.000802	0.0014	0.003	-0.004	0.0082	0.0099
2	2	Shell-Thin	6	COMB1	Combination	-0.0006	-0.0017	-0.0025	0.0024	-0.0019	0.004
3	3	Shell-Thin	6	COMB1	Combination	-0.000525	-0.0015	-0.0017	-0.0018	-0.0024	-0.002
3	3	Shell-Thin	5	COMB1	Combination	-0.000725	0.0015	0.0032	0.0062	0.0116	0.0162
3	3	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	-0.0019	-0.006	-0.0062	-0.0047	0.0023	0.0181
3	3	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.0033	0.0077	0.0162	0.0274	0.0441	0.0618
4	4	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.000874	-0.0016	-0.0029	-0.0042	-0.0032	0.0011
4	4	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	-0.000964	0.0016	0.0035	0.0061	0.0102	0.0138
4	4	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-0.000964	-0.0016	-0.0029	-0.0043	-0.0022	0.0037
4	4	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.000874	0.0017	0.0034	0.0056	0.0086	0.01
5	5	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.0033	-0.0062	-0.0063	-0.0047	0.0018	0.0164
5	5	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-0.0019	0.0087	0.0162	0.0262	0.0413	0.0567
5	5	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	-0.000725	-0.0016	-0.0017	-0.0017	-0.0023	-0.002
5	5	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	-0.000525	0.0016	0.0032	0.006	0.0108	0.0148
6	6	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	-0.0006	0.0015	0.003	0.005	0.0077	0.0092
6	6	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	-0.000802	-0.0019	-0.0025	-0.0038	-0.0021	0.0034
6	6	Shell-Thin	13	COMB1	Combination	-0.0012	0.000343	0.0012	0.0024	0.004	0.0042
6	6	Shell-Thin	14	COMB1	Combination	-0.0012	-0.000303	-0.000594	-0.0011	-0.0016	0.000464
7	7	Shell-Thin	14	COMB1	Combination	-0.0013	-0.000282	-0.000589	-0.0012	-0.0014	0.002
7	7	Shell-Thin	13	COMB1	Combination	-0.0012	0.000312	0.0012	0.0024	0.0039	0.0036
7	7	Shell-Thin	15	COMB1	Combination	7.26E-07	7.26E-05	0.000267	0.000533	0.000621	0.000711
7	7	Shell-Thin	16	COMB1	Combination	7.26E-07	0.000147	0.000394	0.000695	0.000811	0.0012
8	8	Shell-Thin	17	COMB1	Combination	0.000149	-0.0013	-0.0019	-0.0025	-0.0015	0.0044
8	8	Shell-Thin	18	COMB1	Combination	2.58E-06	0.0032	0.0069	0.0134	0.0247	0.0366
8	8	Shell-Thin	19	COMB1	Combination	2.58E-06	-0.0013	-0.0019	-0.0024	-0.0014	0.0047
8	8	Shell-Thin	20	COMB1	Combination	0.000149	0.0033	0.0069	0.0132	0.024	0.0349
10	9	Shell-Thin	17	COMB1	Combination	-4.23E-05	0.0031	0.0064	0.0109	0.0155	0.0168
10	9	Shell-Thin	18	COMB1	Combination	3.89E-06	-0.000464	-0.000984	-0.0018	-0.0024	-0.0026
10	9	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	0.0011	0.0095	0.0172	0.0254	0.0323	0.0328
10	9	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	0.0026	-0.0014	-0.0032	-0.0046	-0.0034	0.0031
11	10	Shell-Thin	20	COMB1	Combination	0.000163	0.0032	0.0063	0.0104	0.0139	0.0136
11	10	Shell-Thin	19	COMB1	Combination	8.48E-06	-0.000476	-0.000965	-0.0017	-0.0024	-0.0017
11	10	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	0.000277	0.0098	0.0169	0.024	0.0287	0.0264
11	10	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.000982	-0.0023	-0.0033	-0.0048	-0.0079	-0.012

JEMBATAN 2 LAJUR DAN 2 ARAH

SKEWNESS						0	10	20	30	45	60
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	CaseType	MMax	MMax	MMax	MMax	MMax	MMax
Text	Text	Text	Text	Text	Text	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	1	Shell-Thin	1	COMB1	Combination	6.29E-07	7.33E-05	0.000259	0.00046	0.000672	0.0041
1	1	Shell-Thin	2	COMB1	Combination	6.29E-07	9.98E-05	0.000292	0.000411	0.000277	0.0012
1	1	Shell-Thin	3	COMB1	Combination	-0.00089	-0.0002	-0.00079	-0.0011	0.000746	0.0042
1	1	Shell-Thin	4	COMB1	Combination	-0.0011	0.000291	0.0014	0.0026	0.0041	0.0033
2	2	Shell-Thin	4	COMB1	Combination	-0.00099	0.000315	0.0014	0.0026	0.0043	0.0042
2	2	Shell-Thin	3	COMB1	Combination	0.000947	-0.00023	-0.00074	-0.00096	-0.0003	0.0019
2	2	Shell-Thin	5	COMB1	Combination	-0.0022	0.0014	0.0036	0.0058	0.0089	0.0109
2	2	Shell-Thin	6	COMB1	Combination	-0.00056	-0.0017	-0.0032	-0.0028	0.000635	0.0078
3	3	Shell-Thin	6	COMB1	Combination	-0.0006	-0.0013	-0.0016	-0.0014	-0.0016	0.000521
3	3	Shell-Thin	5	COMB1	Combination	-0.00096	0.0015	0.004	0.0072	0.0131	0.0178
3	3	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	-0.00062	-0.0048	-0.0048	-0.003	0.0048	0.0214
3	3	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.00079	0.0097	0.0214	0.0331	0.0506	0.0679
4	4	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.0022	-0.0022	-0.0043	-0.0045	-0.0016	0.0039
4	4	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	0.000947	0.000161	0.000568	0.000984	0.0019	0.002
4	4	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-0.00099	-0.00027	0.000923	0.0016	0.0011	0.000758
4	4	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.00056	0.000641	0.0032	0.005	0.0062	0.0056
4	4	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.0011	0.000677	0.0036	0.006	0.0074	0.0055
5	5	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-0.00089	-0.00054	0.000913	0.0032	0.008	0.0121
5	5	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	6.29E-07	-0.0055	-0.0055	-0.0036	0.0038	0.0184
5	5	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	6.29E-07	0.0064	0.0126	0.0198	0.0336	0.0449
6	6	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	-0.0023	-0.0055	-0.0058	-0.0044	0.0013	0.0124
6	6	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	-0.0024	0.0064	0.0142	0.0225	0.0356	0.0505
6	6	Shell-Thin	13	COMB1	Combination	0.0095	0.000853	0.0037	0.0061	0.0078	0.008
6	6	Shell-Thin	14	COMB1	Combination	0.0092	-0.00066	0.000886	0.0026	0.0047	0.0052
7	7	Shell-Thin	14	COMB1	Combination	0.0095	-0.0004	0.000986	0.0018	0.0014	0.000409
7	7	Shell-Thin	13	COMB1	Combination	-0.0024	0.0008	0.0033	0.0055	0.0088	0.0143
7	7	Shell-Thin	15	COMB1	Combination	-0.0023	-0.0025	-0.0041	-0.0037	0.000543	0.0088
7	7	Shell-Thin	16	COMB1	Combination	0.0092	0.000441	0.000603	0.000677	0.00058	-0.0008
8	8	Shell-Thin	16	COMB1	Combination	0.0031	-0.0052	-0.0048	-0.003	0.0035	0.0164
8	8	Shell-Thin	15	COMB1	Combination	0.009	0.0119	0.0214	0.0303	0.0431	0.0544
8	8	Shell-Thin	17	COMB1	Combination	0.0095	-0.0016	-0.0017	-0.0015	-0.0018	-0.00085
8	8	Shell-Thin	18	COMB1	Combination	0.000856	0.0019	0.004	0.0066	0.0111	0.0142
9	9	Shell-Thin	18	COMB1	Combination	2.49E-15	0.0017	0.0036	0.0053	0.0076	0.0088
9	9	Shell-Thin	17	COMB1	Combination	1.29E-15	-0.0021	-0.0033	-0.0032	-0.00056	0.0047
9	9	Shell-Thin	19	COMB1	Combination	1.9E-15	0.000463	0.0014	0.0025	0.0038	0.0037
9	9	Shell-Thin	20	COMB1	Combination	1.49E-15	-0.00038	-0.00073	-0.00092	-0.00063	0.000875
10	10	Shell-Thin	20	COMB1	Combination	-0.0016	-0.00036	-0.00079	-0.0012	6.53E-05	0.0025
10	10	Shell-Thin	19	COMB1	Combination	-0.0018	0.000442	0.0014	0.0025	0.0037	0.0031
10	10	Shell-Thin	21	COMB1	Combination	0.0033	7.37E-05	0.000254	0.000449	0.000522	0.0019
10	10	Shell-Thin	22	COMB1	Combination	0.000983	9.83E-05	0.000307	0.000477	0.000433	0.000959
11	11	Shell-Thin	23	COMB1	Combination	-0.00093	-0.0027	-0.003	-0.003	-0.0011	0.0057
11	11	Shell-Thin	24	COMB1	Combination	-0.00075	-0.0018	5.75E-05	0.0068	0.0187	0.0303
11	11	Shell-Thin	25	COMB1	Combination	-0.0009	0.0058	0.00055	-0.0015	-0.0013	0.0035
11	11	Shell-Thin	26	COMB1	Combination	-0.00082	0.0123	0.0158	0.0205	0.0292	0.0383
12	12	Shell-Thin	26	COMB1	Combination	-0.0009	0.0055	0.00053	-0.0015	-0.0014	0.0027
12	12	Shell-Thin	25	COMB1	Combination	-0.00075	0.0125	0.0159	0.0202	0.0279	0.0359
12	12	Shell-Thin	27	COMB1	Combination	-0.00093	-0.0028	-0.003	-0.0029	-0.0009	0.0053
12	12	Shell-Thin	28	COMB1	Combination	-0.00082	-0.0017	9.36E-05	0.006	0.016	0.0246
13	13	Shell-Thin	23	COMB1	Combination	-0.00079	0.0118	0.0145	0.017	0.0183	0.0157
13	13	Shell-Thin	24	COMB1	Combination	-0.00062	0.006	0.0023	0.000723	6.41E-05	0.002
13	13	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	-0.00096	0.0095	0.0186	0.0256	0.0311	0.0304
13	13	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.0006	-0.0014	-0.0039	-0.0054	-0.0049	-0.0014
14	14	Shell-Thin	26	COMB1	Combination	-0.00062	0.0067	0.0142	0.0217	0.0288	0.0283
14	14	Shell-Thin	25	COMB1	Combination	-0.0011	-0.0013	-0.0027	-0.0042	-0.0056	-0.0054
14	14	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	-0.00086	0.0149	0.0279	0.0385	0.0488	0.0514
14	14	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	-0.001	-0.0029	-0.0054	-0.0074	-0.0091	-0.0096
15	15	Shell-Thin	28	COMB1	Combination	-0.001	-0.00075	0.0015	0.0055	0.0099	0.0109
15	15	Shell-Thin	27	COMB1	Combination	-0.00086	-0.0022	-0.0025	-0.0026	-0.0024	-0.001
15	15	Shell-Thin	15	COMB1	Combination	-0.0011	0.0142	0.023	0.028	0.0279	0.0198
15	15	Shell-Thin	16	COMB1	Combination	-0.00062	-0.0021	-0.0033	-0.004	-0.0045	-0.0033



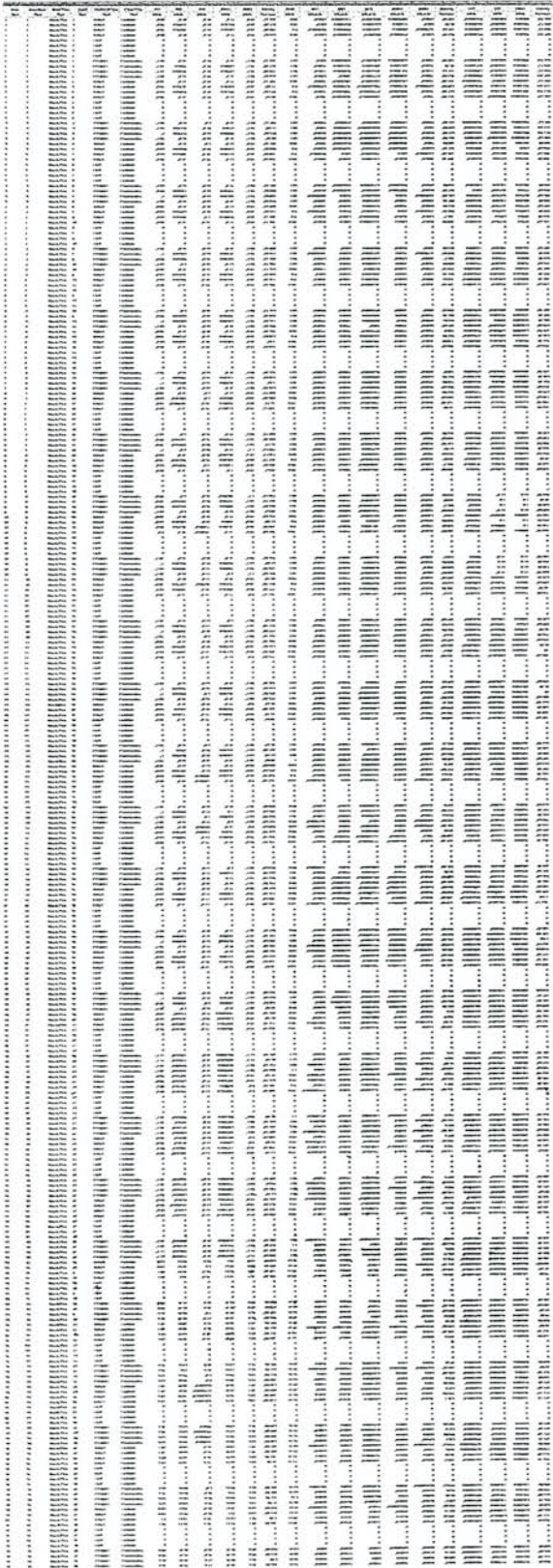
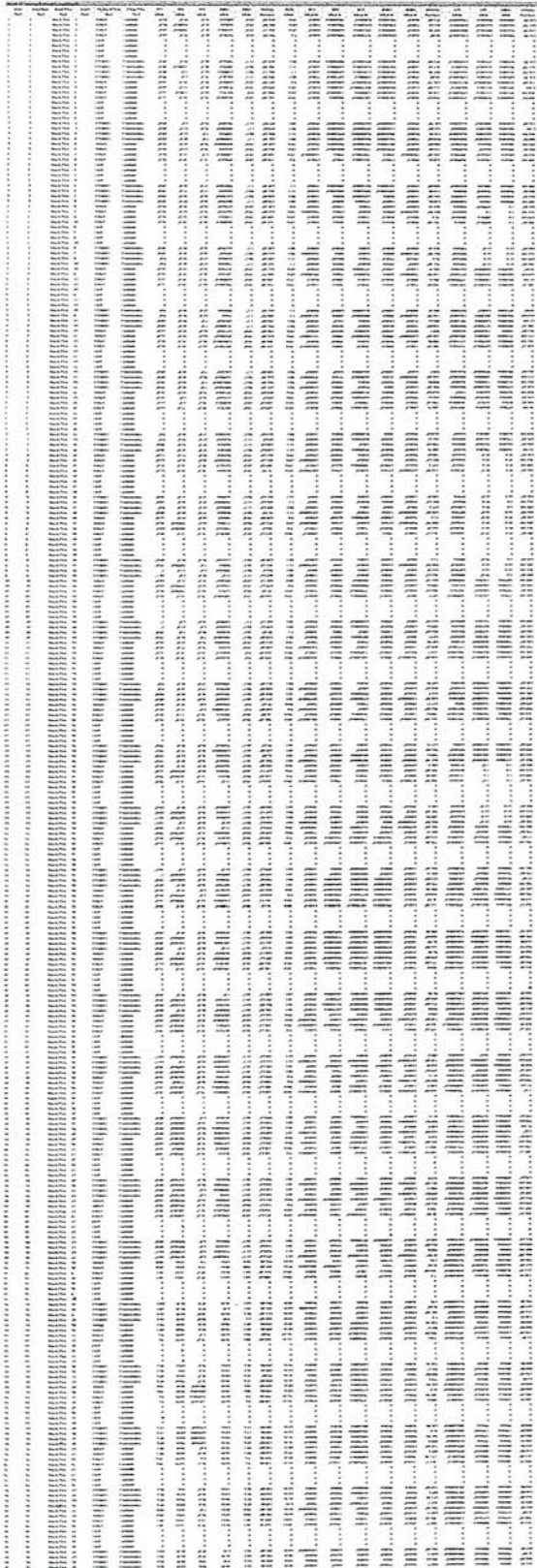
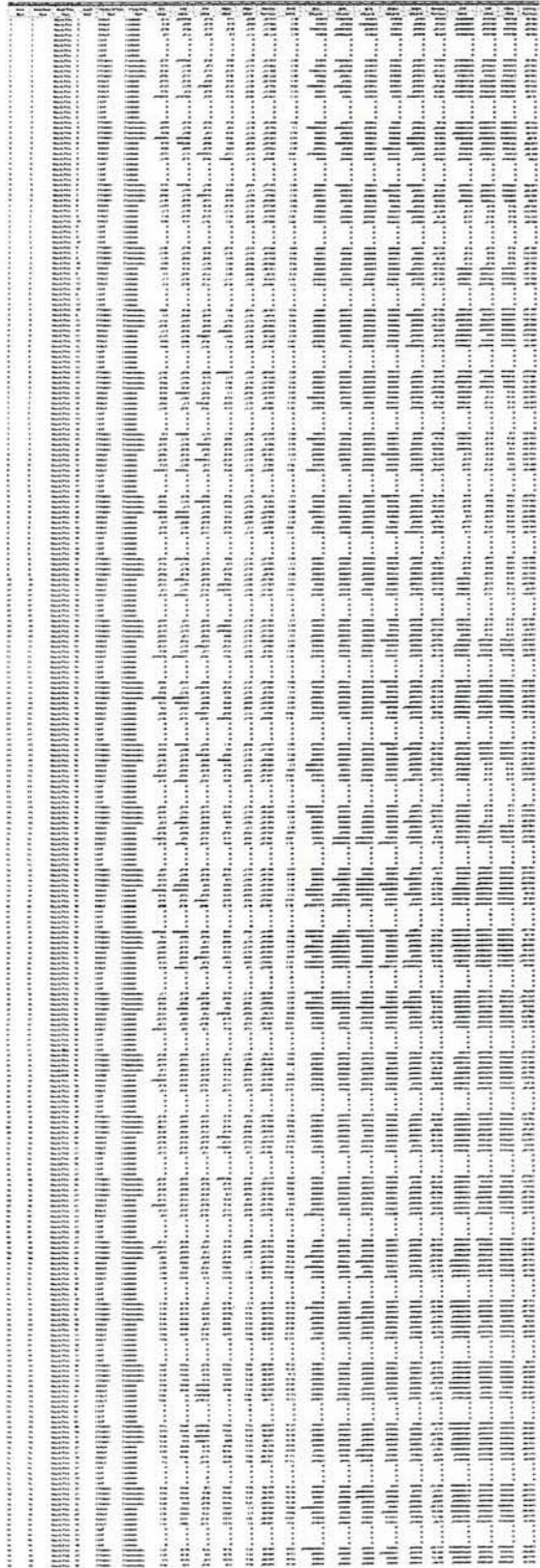
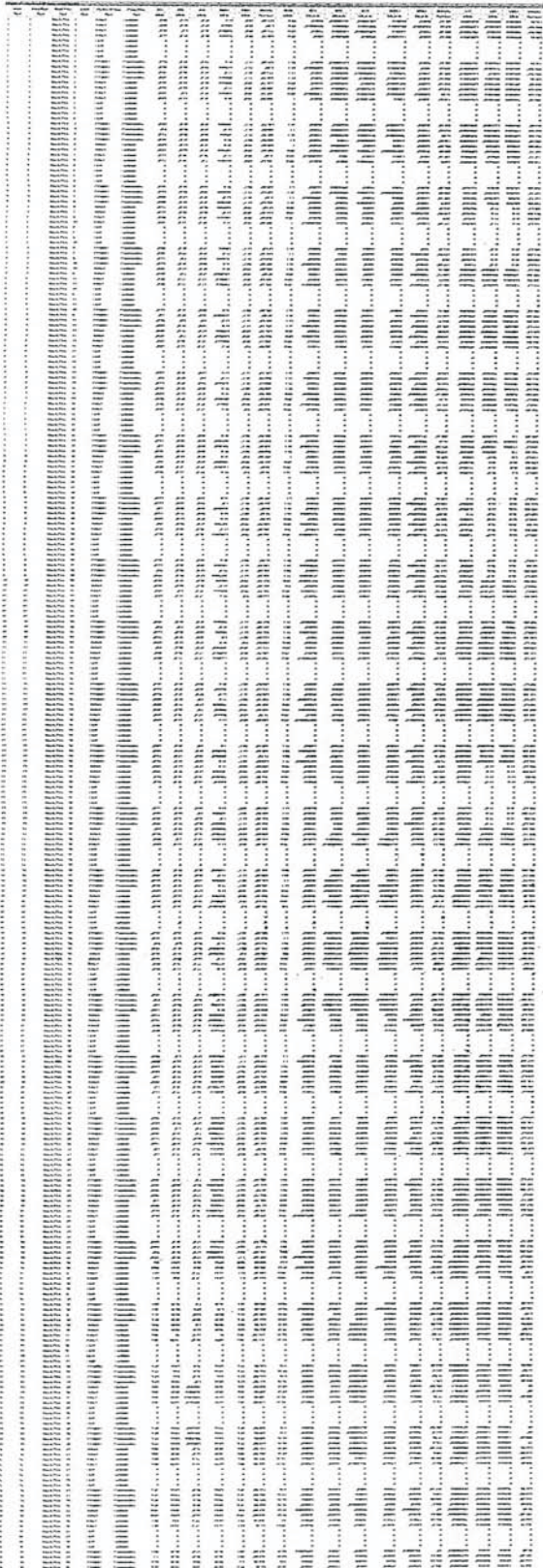


Table with 26 columns: Area, AreaNm, ShearType, Joint, Shear, Subcategory, CaseType, FIT, FIT2, FIT3, FIT4, FIT5, FIT6, FIT7, FIT8, FIT9, FIT10, FIT11, FIT12, FIT13, FIT14, FIT15, FIT16, FIT17, FIT18, FIT19, FIT20, FIT21, FIT22, FIT23, FIT24, FIT25, FIT26, FIT27, FIT28, FIT29, FIT30, FIT31, FIT32, FIT33, FIT34, FIT35, FIT36, FIT37, FIT38, FIT39, FIT40, FIT41, FIT42, FIT43, FIT44, FIT45, FIT46, FIT47, FIT48, FIT49, FIT50, FIT51, FIT52, FIT53, FIT54, FIT55, FIT56, FIT57, FIT58, FIT59, FIT60, FIT61, FIT62, FIT63, FIT64, FIT65, FIT66, FIT67, FIT68, FIT69, FIT70, FIT71, FIT72, FIT73, FIT74, FIT75, FIT76, FIT77, FIT78, FIT79, FIT80, FIT81, FIT82, FIT83, FIT84, FIT85, FIT86, FIT87, FIT88, FIT89, FIT90, FIT91, FIT92, FIT93, FIT94, FIT95, FIT96, FIT97, FIT98, FIT99, FIT100.





a
 b
 c
 d
 e
 f
 g
 h
 i
 j
 k
 l
 m
 n
 o
 p
 q
 r
 s
 t
 u
 v
 w
 x
 y
 z
 aa
 ab
 ac
 ad
 ae
 af
 ag
 ah
 ai
 aj
 ak
 al
 am
 an
 ao
 ap
 aq
 ar
 as
 at
 au
 av
 aw
 ax
 ay
 az
 ba
 bb
 bc
 bd
 be
 bf
 bg
 bh
 bi
 bj
 bk
 bl
 bm
 bn
 bo
 bp
 bq
 br
 bs
 bt
 bu
 bv
 bw
 bx
 by
 bz
 ca
 cb
 cc
 cd
 ce
 cf
 cg
 ch
 ci
 cj
 ck
 cl
 cm
 cn
 co
 cp
 cq
 cr
 cs
 ct
 cu
 cv
 cw
 cx
 cy
 cz
 da
 db
 dc
 dd
 de
 df
 dg
 dh
 di
 dj
 dk
 dl
 dm
 dn
 do
 dp
 dq
 dr
 ds
 dt
 du
 dv
 dw
 dx
 dy
 dz
 ea
 eb
 ec
 ed
 ee
 ef
 eg
 eh
 ei
 ej
 ek
 el
 em
 en
 eo
 ep
 eq
 er
 es
 et
 eu
 ev
 ew
 ex
 ey
 ez
 fa
 fb
 fc
 fd
 fe
 ff
 fg
 fh
 fi
 fj
 fk
 fl
 fm
 fn
 fo
 fp
 fq
 fr
 fs
 ft
 fu
 fv
 fw
 fx
 fy
 fz
 ga
 gb
 gc
 gd
 ge
 gf
 gg
 gh
 gi
 gj
 gk
 gl
 gm
 gn
 go
 gp
 gq
 gr
 gs
 gt
 gu
 gv
 gw
 gx
 gy
 gz
 ha
 hb
 hc
 hd
 he
 hf
 hg
 hh
 hi
 hj
 hk
 hl
 hm
 hn
 ho
 hp
 hq
 hr
 hs
 ht
 hu
 hv
 hw
 hx
 hy
 hz
 ia
 ib
 ic
 id
 ie
 if
 ig
 ih
 ii
 ij
 ik
 il
 im
 in
 io
 ip
 iq
 ir
 is
 it
 iu
 iv
 iw
 ix
 iy
 iz
 ja
 jb
 jc
 jd
 je
 jf
 jg
 jh
 ji
 jj
 jk
 jl
 jm
 jn
 jo
 jp
 jq
 jr
 js
 jt
 ju
 jv
 jw
 jx
 jy
 jz
 ka
 kb
 kc
 kd
 ke
 kf
 kg
 kh
 ki
 kj
 kk
 kl
 km
 kn
 ko
 kp
 kq
 kr
 ks
 kt
 ku
 kv
 kw
 kx
 ky
 kz
 la
 lb
 lc
 ld
 le
 lf
 lg
 lh
 li
 lj
 lk
 ll
 lm
 ln
 lo
 lp
 lq
 lr
 ls
 lt
 lu
 lv
 lw
 lx
 ly
 lz
 ma
 mb
 mc
 md
 me
 mf
 mg
 mh
 mi
 mj
 mk
 ml
 mn
 mo
 mp
 mq
 mr
 ms
 mt
 mu
 mv
 mw
 mx
 my
 mz
 na
 nb
 nc
 nd
 ne
 nf
 ng
 nh
 ni
 nj
 nk
 nl
 nm
 nn
 no
 np
 nq
 nr
 ns
 nt
 nu
 nv
 nw
 nx
 ny
 nz
 oa
 ob
 oc
 od
 oe
 of
 og
 oh
 oi
 oj
 ok
 ol
 om
 on
 oo
 op
 oq
 or
 os
 ot
 ou
 ov
 ow
 ox
 oy
 oz
 pa
 pb
 pc
 pd
 pe
 pf
 pg
 ph
 pi
 pj
 pk
 pl
 pm
 pn
 po
 pp
 pq
 pr
 ps
 pt
 pu
 pv
 pw
 px
 py
 pz
 qa
 qb
 qc
 qd
 qe
 qf
 qg
 qh
 qi
 qj
 qk
 ql
 qm
 qn
 qo
 qp
 qq
 qr
 qs
 qt
 qu
 qv
 qw
 qx
 qy
 qz
 ra
 rb
 rc
 rd
 re
 rf
 rg
 rh
 ri
 rj
 rk
 rl
 rm
 rn
 ro
 rp
 rq
 rr
 rs
 rt
 ru
 rv
 rw
 rx
 ry
 rz
 sa
 sb
 sc
 sd
 se
 sf
 sg
 sh
 si
 sj
 sk
 sl
 sm
 sn
 so
 sp
 sq
 sr
 ss
 st
 su
 sv
 sw
 sx
 sy
 sz
 ta
 tb
 tc
 td
 te
 tf
 tg
 th
 ti
 tj
 tk
 tl
 tm
 tn
 to
 tp
 tq
 tr
 ts
 tu
 tv
 tw
 tx
 ty
 tz
 ua
 ub
 uc
 ud
 ue
 uf
 ug
 uh
 ui
 uj
 uk
 ul
 um
 un
 uo
 up
 uq
 ur
 us
 ut
 uu
 uv
 uw
 ux
 uy
 uz
 va
 vb
 vc
 vd
 ve
 vf
 vg
 vh
 vi
 vj
 vk
 vl
 vm
 vn
 vo
 vp
 vq
 vr
 vs
 vt
 vu
 vv
 vw
 vx
 vy
 vz
 wa
 wb
 wc
 wd
 we
 wf
 wg
 wh
 wi
 wj
 wk
 wl
 wm
 wn
 wo
 wp
 wq
 wr
 ws
 wt
 wu
 wv
 ww
 wx
 wy
 wz
 xa
 xb
 xc
 xd
 xe
 xf
 xg
 xh
 xi
 xj
 xk
 xl
 xm
 xn
 xo
 xp
 xq
 xr
 xs
 xt
 xu
 xv
 xw
 xx
 xy
 xz
 ya
 yb
 yc
 yd
 ye
 yf
 yg
 yh
 yi
 yj
 yk
 yl
 ym
 yn
 yo
 yp
 yq
 yr
 ys
 yt
 yu
 yv
 yw
 yx
 yy
 yz
 za
 zb
 zc
 zd
 ze
 zf
 zg
 zh
 zi
 zj
 zk
 zl
 zm
 zn
 zo
 zp
 zq
 zr
 zs
 zt
 zu
 zv
 zw
 zx
 zy
 zz



JEMBATAN DENGAN VARIASI DIAFRAHMA

Das.1

KOMBINASI JEMBATAN 1 LAJUR

SKEWNESS						0	10	20	30	45	60
Area	AreaElem	ShellType	Joint	OutputCase	CaseType	MMax	MMax	MMax	MMax	MMax	MMax
Text	Text	Text	Text	Text	Text	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
1	1	Shell-Thin	1	COMB1	Combination	6.81E-07	7.48E-05	0.00028	0.000628	0.0011	0.0013
1	1	Shell-Thin	2	COMB1	Combination	6.81E-07	0.00013	0.000408	0.00087	0.0016	0.0021
1	1	Shell-Thin	3	COMB1	Combination	-0.0011	0.000171	0.000293	0.000459	0.00058	0.000263
1	1	Shell-Thin	4	COMB1	Combination	-0.0011	-0.000104	0.000339	0.001	0.0021	0.0032
2	2	Shell-Thin	4	COMB1	Combination	-0.0011	-6.36E-05	0.000383	0.000425	0.0021	0.0032
2	2	Shell-Thin	3	COMB1	Combination	-0.0011	0.00015	0.000254	0.0019	0.000578	0.000281
2	2	Shell-Thin	5	COMB1	Combination	-0.000795	0.000362	0.000986	-0.000499	0.003	0.0041
2	2	Shell-Thin	6	COMB1	Combination	-0.000767	-0.000602	-0.00049	0.001	-0.000482	-0.000797
3	3	Shell-Thin	6	COMB1	Combination	-0.000694	-0.000497	-0.000301	-0.000164	-0.000145	-0.000774
3	3	Shell-Thin	5	COMB1	Combination	-0.000722	0.000397	0.000987	0.0019	0.0033	0.0051
3	3	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	-0.0015	-0.0015	-0.0028	-0.0041	-0.0025	0.0016
3	3	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.0017	0.0012	0.0033	0.0062	0.0103	0.0164
4	4	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	-0.000912	-0.000626	-0.000685	-0.000845	-0.0011	-0.0018
4	4	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	-0.000924	-4.61E-05	0.000582	0.0015	0.0034	0.0062
4	4	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-0.000924	-0.000607	-0.00057	-0.000463	0.000147	0.0011
4	4	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.000912	-7.18E-05	0.000423	0.000997	0.0016	0.0019
5	5	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.0017	-0.0013	-0.0016	13.99	-0.0029	-0.000727
5	5	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-0.0015	0.000963	0.0021	13.91	0.0056	0.0092
5	5	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	-0.000722	-0.000467	-0.00016	13.88	0.000557	0.000456
5	5	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	-0.000694	0.00036	0.0008	13.95	0.0024	0.0035
6	6	Shell-Thin	12	COMB1	Combination	-0.000767	0.000327	0.000807	-0.0022	0.0023	0.0031
6	6	Shell-Thin	11	COMB1	Combination	-0.000795	-0.000566	-0.00031	0.0037	0.000398	0.000562
6	6	Shell-Thin	13	COMB1	Combination	-0.0011	-8.23E-05	0.000309	0.000134	0.0018	0.0028
6	6	Shell-Thin	14	COMB1	Combination	-0.0011	0.000164	0.000333	0.0014	0.001	0.001
7	7	Shell-Thin	14	COMB1	Combination	-0.0011	0.000184	0.000374	0.0015	0.001	0.000952
7	7	Shell-Thin	13	COMB1	Combination	-0.0011	-0.000124	0.000262	-7.69E-05	0.0018	0.0028
7	7	Shell-Thin	15	COMB1	Combination	6.81E-07	7.51E-05	0.000281	0.000873	0.0012	0.0015
7	7	Shell-Thin	16	COMB1	Combination	6.81E-07	0.00013	0.000412	0.000618	0.0016	0.0023
8	8	Shell-Thin	17	COMB1	Combination	-2.05E-05	-0.000317	-0.000556	0.000663	-0.000671	-0.00035
8	8	Shell-Thin	20	COMB1	Combination	-3.91E-05	0.000205	0.000496	0.000829	0.0015	0.0033
8	8	Shell-Thin	19	COMB1	Combination	-3.91E-05	-0.000287	-0.000409	0.000638	-0.000248	-0.000105
8	8	Shell-Thin	18	COMB1	Combination	-2.05E-05	0.000174	0.00034	0.000892	0.000387	0.00096
9	9	Shell-Thin	17	COMB1	Combination	5.59E-05	13.98	0.0026	-0.000703	0.0041	0.0064
9	9	Shell-Thin	20	COMB1	Combination	5.64E-05	13.96	0.000291	0.000888	0.0016	0.0023
9	9	Shell-Thin	7	COMB1	Combination	0.000683	13.97	0.0027	-0.000435	0.0077	0.0116
9	9	Shell-Thin	8	COMB1	Combination	0.000881	14	0.000203	0.000451	0.0031	0.0096
10	10	Shell-Thin	18	COMB1	Combination	1.46E-05	0.0015	0.0028	0.0036	0.0057	0.0062
10	10	Shell-Thin	19	COMB1	Combination	-1.51E-06	0.000124	0.000538	0.000558	0.0017	0.0032
10	10	Shell-Thin	9	COMB1	Combination	-7.8E-06	0.0012	0.0018	0.0047	0.0061	0.0139
10	10	Shell-Thin	10	COMB1	Combination	-0.000274	0.000293	0.000904	0.000521	-0.000375	-0.0014
11	11	Membrane	8	COMB1	Combination	14.02	0.0015	14.05	0.0043	13.88	0.0034
11	11	Membrane	10	COMB1	Combination	14.02	0.000228	14.01	0.001	13.77	0.0046
11	11	Membrane	18	COMB1	Combination	14	0.001	14.01	0.003	13.68	0.0063
11	11	Membrane	17	COMB1	Combination	14	0.000405	14.05	0.000796	13.78	0.0019
12	12	Membrane	20	COMB1	Combination	14	13.96	14.01	13.92	13.78	-0.000188
12	12	Membrane	7	COMB1	Combination	14.01	13.98	14.05	13.99	13.87	0.0032
12	12	Membrane	9	COMB1	Combination	14.01	14	14.08	14.04	13.98	0.0078
12	12	Membrane	19	COMB1	Combination	14	13.98	14.04	13.97	13.9	0.0037

lewis - 2

Year	Month	Day	Event	Time	Score	Notes
1	1	1	100m	11.59	11.59	
1	1	2	200m	23.18	23.18	
1	1	3	400m	46.36	46.36	
1	1	4	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	5	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	6	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	7	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	8	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	9	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	10	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	11	100m	11.59	11.59	
1	1	12	200m	23.18	23.18	
1	1	13	400m	46.36	46.36	
1	1	14	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	15	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	16	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	17	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	18	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	19	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	20	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	21	100m	11.59	11.59	
1	1	22	200m	23.18	23.18	
1	1	23	400m	46.36	46.36	
1	1	24	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	25	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	26	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	27	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	28	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	29	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	30	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	31	100m	11.59	11.59	
1	1	32	200m	23.18	23.18	
1	1	33	400m	46.36	46.36	
1	1	34	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	35	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	36	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	37	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	38	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	39	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	40	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	41	100m	11.59	11.59	
1	1	42	200m	23.18	23.18	
1	1	43	400m	46.36	46.36	
1	1	44	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	45	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	46	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	47	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	48	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	49	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	50	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	51	100m	11.59	11.59	
1	1	52	200m	23.18	23.18	
1	1	53	400m	46.36	46.36	
1	1	54	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	55	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	56	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	57	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	58	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	59	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	60	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	61	100m	11.59	11.59	
1	1	62	200m	23.18	23.18	
1	1	63	400m	46.36	46.36	
1	1	64	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	65	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	66	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	67	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	68	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	69	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	70	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	71	100m	11.59	11.59	
1	1	72	200m	23.18	23.18	
1	1	73	400m	46.36	46.36	
1	1	74	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	75	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	76	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	77	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	78	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	79	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	80	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	81	100m	11.59	11.59	
1	1	82	200m	23.18	23.18	
1	1	83	400m	46.36	46.36	
1	1	84	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	85	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	86	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	87	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	88	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	89	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	90	51200m	96:46.08	96:46.08	
1	1	91	100m	11.59	11.59	
1	1	92	200m	23.18	23.18	
1	1	93	400m	46.36	46.36	
1	1	94	800m	1:30.72	1:30.72	
1	1	95	1600m	3:01.44	3:01.44	
1	1	96	3200m	6:02.88	6:02.88	
1	1	97	6400m	12:05.76	12:05.76	
1	1	98	12800m	24:11.52	24:11.52	
1	1	99	25600m	48:23.04	48:23.04	
1	1	100	51200m	96:46.08	96:46.08	

luras - 9

Table with columns: Area, Type, Shell, Orientation, and various numerical parameters (F11, F22, F33, etc.). The table contains a dense grid of data points for various structural elements.

No	Nama	Nilai
1	Abdullah	80
2	Abdullah	75
3	Abdullah	85
4	Abdullah	70
5	Abdullah	80
6	Abdullah	75
7	Abdullah	85
8	Abdullah	70
9	Abdullah	80
10	Abdullah	75
11	Abdullah	85
12	Abdullah	70
13	Abdullah	80
14	Abdullah	75
15	Abdullah	85
16	Abdullah	70
17	Abdullah	80
18	Abdullah	75
19	Abdullah	85
20	Abdullah	70
21	Abdullah	80
22	Abdullah	75
23	Abdullah	85
24	Abdullah	70
25	Abdullah	80
26	Abdullah	75
27	Abdullah	85
28	Abdullah	70
29	Abdullah	80
30	Abdullah	75
31	Abdullah	85
32	Abdullah	70
33	Abdullah	80
34	Abdullah	75
35	Abdullah	85
36	Abdullah	70
37	Abdullah	80
38	Abdullah	75
39	Abdullah	85
40	Abdullah	70
41	Abdullah	80
42	Abdullah	75
43	Abdullah	85
44	Abdullah	70
45	Abdullah	80
46	Abdullah	75
47	Abdullah	85
48	Abdullah	70
49	Abdullah	80
50	Abdullah	75
51	Abdullah	85
52	Abdullah	70
53	Abdullah	80
54	Abdullah	75
55	Abdullah	85
56	Abdullah	70
57	Abdullah	80
58	Abdullah	75
59	Abdullah	85
60	Abdullah	70
61	Abdullah	80
62	Abdullah	75
63	Abdullah	85
64	Abdullah	70
65	Abdullah	80
66	Abdullah	75
67	Abdullah	85
68	Abdullah	70
69	Abdullah	80
70	Abdullah	75
71	Abdullah	85
72	Abdullah	70
73	Abdullah	80
74	Abdullah	75
75	Abdullah	85
76	Abdullah	70
77	Abdullah	80
78	Abdullah	75
79	Abdullah	85
80	Abdullah	70
81	Abdullah	80
82	Abdullah	75
83	Abdullah	85
84	Abdullah	70
85	Abdullah	80
86	Abdullah	75
87	Abdullah	85
88	Abdullah	70
89	Abdullah	80
90	Abdullah	75
91	Abdullah	85
92	Abdullah	70
93	Abdullah	80
94	Abdullah	75
95	Abdullah	85
96	Abdullah	70
97	Abdullah	80
98	Abdullah	75
99	Abdullah	85
100	Abdullah	70

No	Nama	Tempat	Tgl. Lahir	Jenis Kelamin	Agama	Pendidikan	Alamat	Telepon	Alamat Email
1	Abdullah	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
2	Adnan	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
3	Ahmad	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
4	Alif	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
5	Amir	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
6	Andi	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
7	Angga	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
8	Arif	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
9	Azzam	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
10	Badr	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
11	Bahar	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
12	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
13	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
14	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
15	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
16	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
17	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
18	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
19	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
20	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
21	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
22	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
23	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
24	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
25	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
26	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
27	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
28	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
29	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
30	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
31	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
32	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
33	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
34	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
35	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
36	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
37	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
38	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
39	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
40	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
41	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
42	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
43	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
44	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
45	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
46	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
47	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
48	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
49	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
50	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...

Area	Section	ShellType	Joint	OutCn	CnType	F11	F22	F12	Mx1	Mx2	Mx3	M11	M22	M33	M12	M13	M23	V11	V22	V33	V12	V13	V23	Angle	Deviation	
1	1	Shell-Thin	1	DEAD	LimitState	-0.61	-0.12	-0.22	-0.0892	-6.7	-89.107	0.69	-0.048	0.0001746	-0.0005351	-0.0002157	-0.0049	-0.00278	0.0004019	0.0002530	0.000512	0.0002530	0.000512	0.0002530	0.000512	24.24
1	1	Shell-Thin	1	DEAD	LimitState	-0.61	-0.12	-0.22	-0.0892	-6.7	-89.107	0.69	-0.048	0.0001746	-0.0005351	-0.0002157	-0.0049	-0.00278	0.0004019	0.0002530	0.000512	0.0002530	0.000512	0.0002530	0.000512	24.24
10	10	Shell-Thin	10	DEAD	LimitState	1.85	12.64	0.0964	12.64	1.85	89.475	11.82	0.0007123	0.001	0.012	0.001	0.012	0.001	0.0007123	0.001	0.012	0.001	0.012	0.001	0.012	89.475

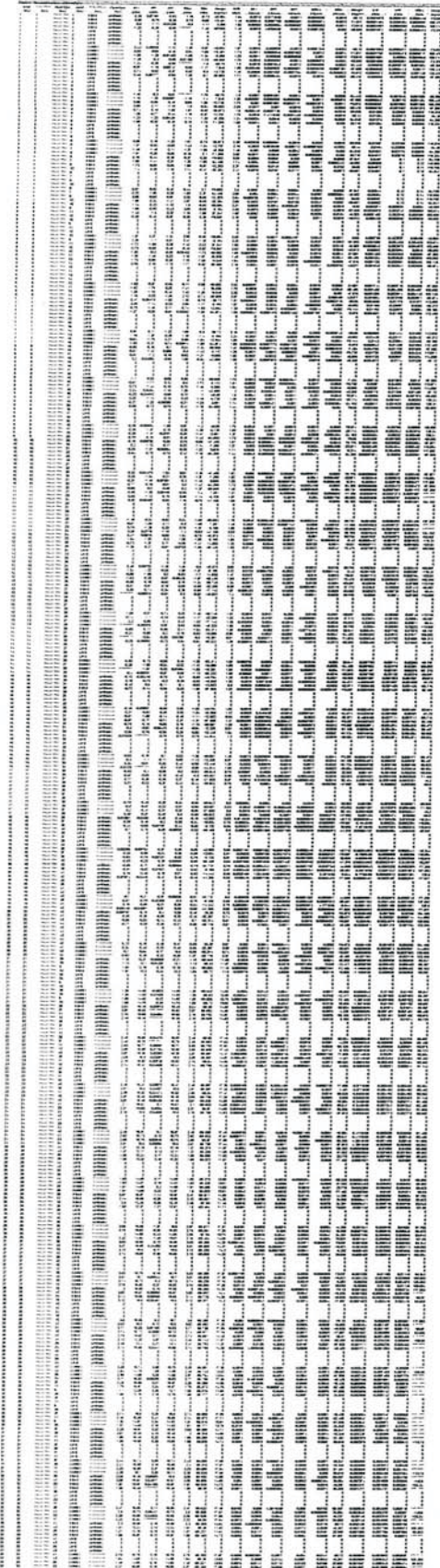
No	Nama	Tempat	Tgl Lahir	Jenis Kelamin	Agama	Pendidikan	Alamat	Telepon	Alamat Email
1	Abdullah	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
2	Adnan	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
3	Ahmad	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
4	Alif	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
5	Alvin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
6	Amir	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
7	Andi	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
8	Angga	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
9	Arif	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
10	Azzam	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
11	Badr	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
12	Bahar	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
13	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
14	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
15	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
16	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
17	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
18	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
19	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
20	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
21	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
22	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
23	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
24	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
25	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
26	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
27	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
28	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
29	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
30	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
31	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
32	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
33	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
34	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
35	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
36	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
37	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
38	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
39	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
40	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
41	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
42	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
43	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
44	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
45	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
46	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
47	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
48	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
49	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...
50	Baharudin	Bandung	1985	P	Islam	S1	Jl. ...	...	...

Table with multiple columns including Year, Semester, and various course metrics. The table contains 120 rows of data, each representing a different course and semester combination.

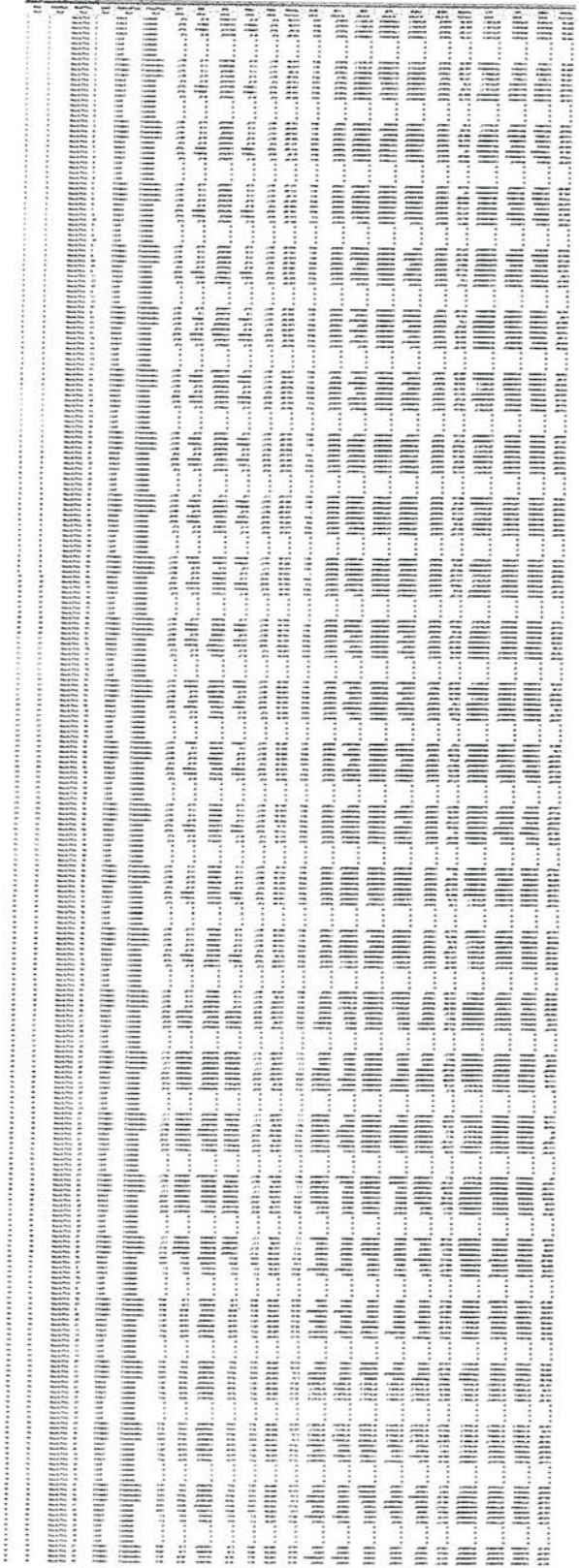
[The text in this block is extremely faint and mostly illegible, appearing to be a long list or table of information.]

Area	AreaID	AreaType	Joint	CaseType	F11	F22	F12	FMax	FMin	Degrees	M11	M22	M12	M13	M23	M33	M32	M21	M31	V21	V22	V31	V32	V33		
1	1	DEAD	COMB1	Combination	-18.15	-3.7	3.44	-2.94	-19.26	77.52	17.47	-0.0027	0.001231	-0.0019	0.0011	-0.0037	-63.217	0.003356	-0.005669	0.00676	-0.2022	-0.00694	0.00722	0.00323	-0.00382	0.000694
1	1	DEAD	LIVE	LIVE	-18.43	-4.59	4.04	-3.5	-19.68	74.827	18.58	-0.0034	-0.0013	-0.0019	0.0018	-0.0039	-62.304	0.003479	-0.00574	0.00684	-0.2013	-0.0071	0.00729	0.00335	-0.00393	0.000703
1	1	DEAD	LIVE	COMB1	17.97	2.7	-4.37	19.13	15.4	-14.893	18.41	-0.0018	0.00000962	-0.000789	-0.000719	-0.0027	-74.335	-0.003447	-0.005292	0.006131	0.200533	0.00752	0.0073	0.00335	-0.00402	0.000713

Table with multiple columns including: No, Nama, Nama Lengkap, Tempat, Tanggal, Agama, Pendidikan, Pekerjaan, and various other personal and academic details. The table lists numerous individuals and their respective information.



JEMBATAN DENGAN KOMBINASI PEMBEBANAN



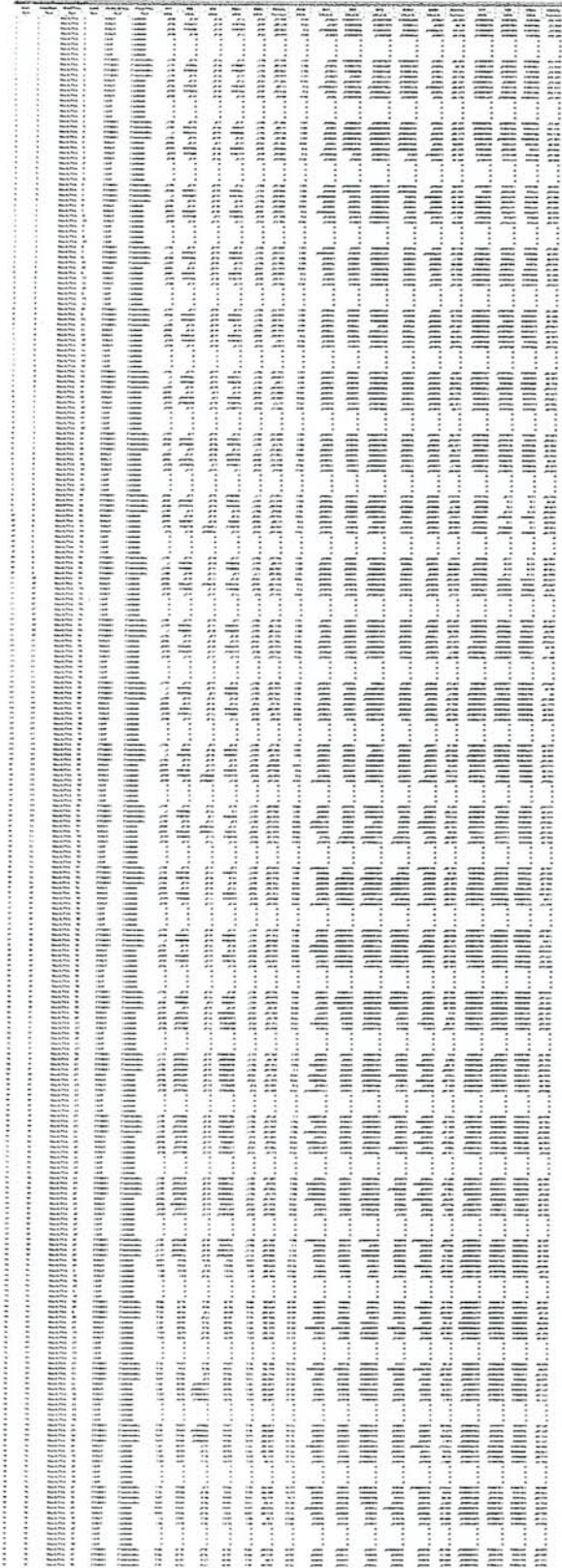


Table with 33 columns (Area, Algorithm, Parameters, etc.) and 150 rows of numerical data.

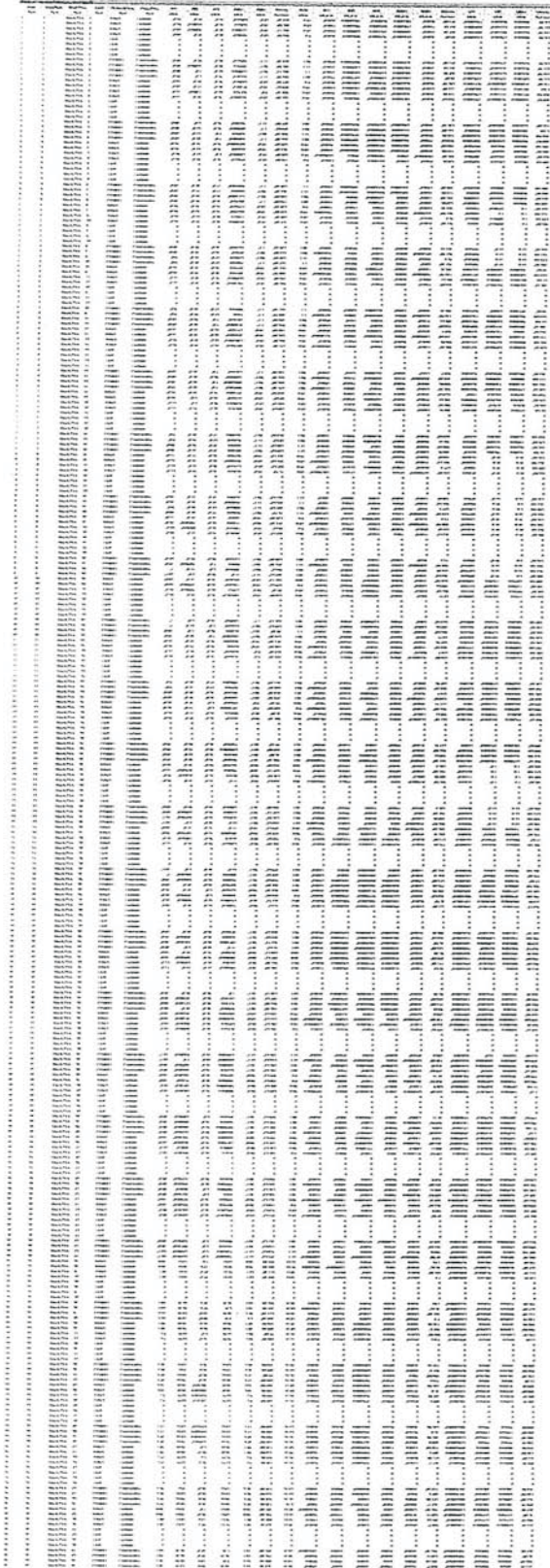


Table: Shear Forces (kN) at Ends

Table with columns: Area, Analysis, Shear, Joint, etc. and rows for various structural members and joints. The table contains numerical values for shear forces at different points.

No	Nama	NPM	Nilai
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

