

Vol. III	No. 1	Maret 2014
-------------	----------	---------------



9 772339 266006

ISSN : 2339 - 2665

# JURNAL KURVA S

B.8

**TUKIMUN**

*Pemanfaatan Material Batu Lokal Ex Maratua Sebagai Perkerasan Sub Base Coarse Landasan Pacu Bandara Maratua*

**HENDRIK SULISTIO**

*Studi Perbandingan Sistem Perlelangan Jasa Konsultansi Antara LPSE Dan Manual Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2012*

**ROSA AGUSTANIAH**

*Analisa Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan (Level Of Service/LOS) Persimpangan Jalan P. Suryanata - Jalan Kadrie Oening Di Kota Samarinda*

**MEGAWATY**

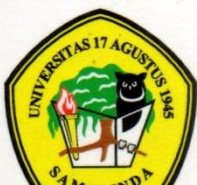
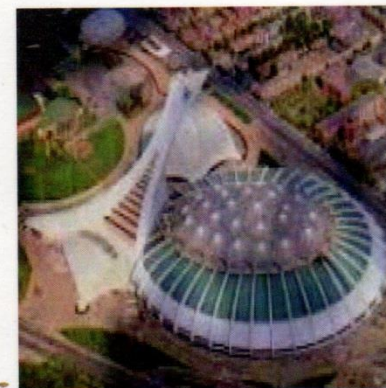
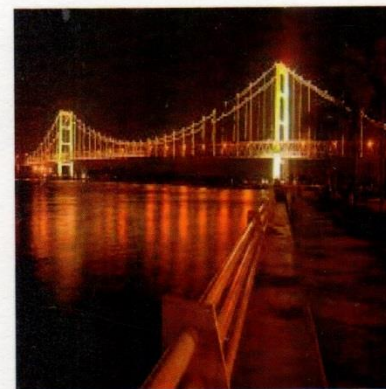
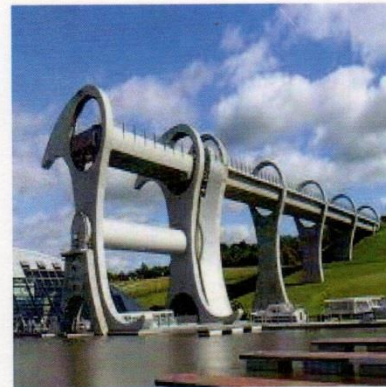
*Perhitungan Struktur Jembatan Beton Bertulang Sungai Muara Tersan Di Desa Jongkang Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara*

**YAYUK SRI SUNDARI**

*Kajian Debit Banjir Maksimum Pada Sub Das Karangmumus Di Wilayah Kota Samarinda*

**HENCE MICHAEL WUATEN**

*Pengaruh Beban Tarik Pada Retak Beton (Influence Of Tensile Force In Cracking Concrete)*



**FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945**



# JURNAL KURVA S

Jurnal Keilmuan dan Penerapan Teknik Sipil

Vol. III No. I, Maret 2014

ISSN : 2339 – 2665

## **Penanggung Jawab :**

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

## **Mitra Bestari :**

Dr. Ir. Hariyanto, M.Sc  
Dr.Ir. Sriyana, M.Sc

## **Ketua :**

Megawaty

## **Penyunting Pelaksana :**

Syahrul  
Hence Michael Wuaten  
Yayuk Sri Sundari  
Zulfan Syahputra

## **Penerbit:**

Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

## **Alamat Redaksi :**

Jl. Ir. Juanda Kode Pos 1052 Samarinda 75123  
Telp. (0541) 743390 – 761206  
Faks. (0541) 741997 – 761244  
E-mail : [tekniksipil@untag-smd.ac.id](mailto:tekniksipil@untag-smd.ac.id)

Jurnal Kurva S ini memuat tulisan – tulisan berupa hasil penelitian, bedah buku dan karya ilmiah yang belum pernah atau tidak sedang dalam proses dipublikasikan. Tulisan ini bertujuan untuk menyampaikan informasi tentang permasalahan yang terkait dengan disiplin Ilmu Teknik Sipil. Redaksi berhak melakukan proses penyuntingan naskah sejauh tidak merubah isi dan pengertiannya.

# DAFTAR ISI

## TUKIMUN

*Pemanfaatan Material Batu Lokal Ex Maratua Sebagai Perkerasan Sub Base Coarse Landasan Pacu Bandara Maratua*

## HENDRIK SULISTIO

*Studi Perbandingan Sistem Perlelangan Jasa Konsultansi Antara LPSE Dan Manual Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2012*

## ROSA AGUSTANIAH

*Analisa Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan (Level Of Service/LOS) Persimpangan Jalan P. Suryanata - Jalan Kadrie Oening Di Kota Samarinda*

## MEGAWATY

*Perhitungan Struktur Jembatan Beton Bertulang Sungai Muara Tersan Di Desa Jongkang Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara*

## YAYUK SRI SUNDARI

*Kajian Debit Banjir Maksimum Pada Sub Das Karangmumus Di Wilayah Kota Samarinda*

## HENCE MICHAEL WUATEN

*Pengaruh Beban Tarik Pada Retak Beton (Influence Of Tensile Force In Cracking Concrete)*

PERHITUNGAN STRUKTUR JEMBATAN BETON BERTULANG SUNGAI MUARA  
TERSAN DI DESA JONGKANG KECAMATAN LOA KULU  
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

MEGAWATY

*Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda*

ABSTRACT

*Bridge River estuary lies the village protruding stumble Loa Kulu District of Kutai regency, the bridge is made with reinforced concrete construction that is an integral part of the vehicle floor. The purpose of the calculation is to determine the needs of the dimensions and reinforcement structures above and below the bridge. The analysis in this calculation using the T-SNI 02-2005 (Standard Charging For Bridge). From the calculations, the bridge 25m long 6m wide bridge, conclusions dimension and form the main structural reinforcement beams rumble is 150xm x 60 cm with the main reinforcement and shear reinforcement 20D32 Ø 12-150, 30cm x 50cm aperture beam with reinforcement and shear reinforcement 2D19 D 12 -200, and 20cm thick slab of vehicles with the main reinforcement and reinforcement for D 16-150 12-150 Ø. The dimensions of the calculation results with the abutment width 3:30 m, length 9:00., And height 5:10 m.*

*Keywords: Calculation of the dimensions and reinforcement structures above and below the bridge*

PENDAHULUAN

Jembatan sebagai sarana transportasi mempunyai peranan yang sangat penting bagi pergerakan lalu lintas dan mendorong peningkatan serta perekonomian penduduk suatu daerah. Dimana fungsi jembatan adalah menghubungkan rute atau lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api, dan perlintasan lainnya.

Melihat pentingnya fungsi dari suatu jembatan maka pembuatan jembatan harus memenuhi persyaratan jembatan yang ada. salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembuatan jembatan adalah ketahanan jembatan tersebut dalam menahan beban yang bekerja baik yang di sebabkan oleh manusia atau pun kendaraan yang melintas di atas jembatan.

Jembatan yang dijadikan objek dalam penelitian ini terletak dan dibangun di atas Sungai Tersan di wilayah Desa Jongkang Kecamatan Loa Kulu Tenggarong, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Desa Jongkang adalah desa yang penduduknya bermata pencarian di sektor pertanian dan perkebunan, selain itu terdapat juga perusahaan pengelola sumber daya alam yang digunakan sebagai pendapatan daerah.

Kondisi jembatan di Desa Jongkang ini sudah tidak layak di lalui, selain membahayakan, komposisi struktur jembatan juga tidak sangat mendukung karena jembatan ini hanya menggunakan batang-batang pohon yang di susun dan disejajarkan dan itupun sudah terlihat kering dan sebagian batang pohon sudah lapuk.

Mengingat banyak sekali kendaraan perusahaan pengelola sumber daya alam dan kendaraan pengangkut hasil pertanian dan



perkebunan yang melewati jembatan ini, maka berdasarkan latar belakang kondisi jembatan di Desa Jongkang maka akan dilakukan penelitian yaitu merencanakan struktur jembatan beton bertulang, agar dapat memenuhi persyaratan kelayakan konstruksi jembatan dan keamanan serta kenyamanan pengguna jembatan di Desa Jongkang Kecamatan Loa Kulu.

### JEMBATAN BETON BERTULANG

Jembatan beton bertulang adalah jembatan yang strukturnya menggunakan material beton bertulang khususnya pada bangunan atas (*upper structure*). Beton bertulang adalah suatu kombinasi antara beton dengan baja dimana tulangan baja berfungsi menyediakan kuat tarik pada beton.

Beton bertulang boleh jadi adalah bahan konstruksi yang paling penting. Beton bertulang digunakan dalam berbagai bentuk untuk hampir semua struktur, besar maupun kecil bangunan, perkerasan jalan, bendungan, dinding penahan tanah, terowongan, drainase, maupun jembatan.

Sukses besar beton sebagai bahan konstruksi yang universal cukup mudah dipahami jika dilihat dari banyaknya kelebihan yang dimilikinya. Kelebihan tersebut antara lain :

- Beton bertulang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap api dan air, bahkan merupakan bahan struktur terbaik untuk bangunan yang banyak bersentuhan dengan air. Pada peristiwa kebakaran dengan intensitas rata-rata, batang-batang struktur dengan ketebalan penutup beton yang memadai sebagai pelindung tulangan hanya mengalami kerusakan pada permukaannya saja tanpa mengalami keruntuhan.
- Struktur beton bertulang sangat kokoh
- Salah satu ciri khas beton adalah kemampuannya untuk dicetak menjadi bentuk yang sangat beragam, mulai dari

pelat, balok, dan kolom yang sederhana sampai atap kubah dan cangkang besar, dan lain-lain.

Untuk dapat mengoptimalkan penggunaan beton, perencana harus mengenal dengan baik kelemahan-kelemahan beton bertulang disamping kelebihan-kelebihannya. Kelemahan-kelemahan tersebut antara lain :

- Beton mempunyai kuat tarik yang sangat rendah, sehingga memerlukan penggunaan tulangan tarik.
- Beton bertulang memerlukan bekisting untuk menahan beton tetap di tempatnya sampai beton tersebut mengeras. Selain itu, penopang atau penyangga sementara mungkin diperlukan untuk menjaga agar bekisting tetap berada pada tempatnya, misalnya pada plat lantai dan struktur-struktur sejenis, sampai bagian-bagian beton ini cukup kuat untuk menahan beratnya sendiri.
- Sifat-sifat beton sangat bervariasi karena variasinya proporsi campuran dan pengadukannya. Selain itu, perawatan beton tidak bisa ditangani setelah seperti yang dilakukan pada proses produksi material ini seperti struktur baja dan kayu.

### JENIS PEMBEBANAN PADA STRUKTUR JEMBATAN

Dalam perencanaan struktur jembatan harus diketahui aksi-aksi dan beban-beban yang akan bekerja pada jembatan tersebut dan menyesuaikan dengan standart pembebanan untuk jembatan yang berlaku, pada perencanaan jembatan ini yang digunakan adalah SNI T-02-2005 standart pembebanan untuk jembatan, aksi-aksi dan beban yang dimaksud diantaranya adalah :

Aksi dan Beban Tetap

#### 1. Umum

Masa dari setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan kerapatan masa rata-rata

dari bahan yang digunakan. berat dari bagian-bagian bangunan tersebut adalah masa dikalikan dengan percepatan gravitasi g. Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standar ini adalah  $9,8 \text{ m/dt}^2$ . Pengambilan kerapatan masa yang besar mungkin aman untuk suatu keadaan batas, akan tetapi tidak untuk keadaan yang lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan faktor beban terkurangi. Akan tetapi apabila kerapatan masa diambil dari suatu jajaran harga, dan harga yang sebenarnya tidak bisa ditentukan dengan tepat, maka perencana harus memilih-milih harga tersebut untuk mendapatkan keadaan yang paling kritis. Faktor beban yang digunakan sesuai dengan yang tercantum dalam standar ini dan tidak boleh diubah. Beban mati jembatan terdiri dari berat masing-masing bagian structural dan elemen-elemen non structural. Masing-masing berat elemen ini harus dianggap sebagai aksi yang terintegrasi pada waktu menerapkan faktor beban biasa dan yang terkurangi. Perencana jembatan harus menggunakan kebijaksanaan di dalam menentukan elemen-elemen tersebut.

**2. Berat Sendiri**

Tabel Faktor Beban Untuk Berat Sendiri

Jangka Waktu	FAKTOR		
	K	Biasa	K Terkurangi
Tetapan	Baja, aluminium	1,0	0,9
	Beton pra cetak	1,0	0,85
	Beton dicor di tempat	1,0	0,75
	Kayu	1,0	0,7

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemen-elemen structural lain yang dipikulnya. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen structural, ditambah dengan elemen non structural yang dianggap tetap.

Tabel 2.2 Berat isi untuk beban mati ( $\text{kN/m}^3$ )

No.	Bahan	Berat/Satuan Isi ( $\text{kN/m}^3$ )	Kerapatan Masa ( $\text{Kg/m}^3$ )
1	Campuran aluminium	26.7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
3	Besi tuang	71.0	7200
4	Timbunan tanah dipadatkan	17.2	1760
5	Kerikil dipadatkan	18.8-22.7	1920-2320
6	Aspal beton	22.0	2240
7	Beton Ringan	12.25-19.6	1250-2000
8	Beton	22.0-25.0	2240-2560
9	Beton prategang	25.0-26.0	2560-2640
10	Beton bertulang	23.5-25.5	2400-2600
11	Timbal	111	11 400
12	Lempung lepas	12.5	1280
13	Batu pasangan	23.5	2400
14	Neoprin	11.3	1150
15	Pasir kering	15.7-17.2	1600-1760
16	Pasir basah	18.0-18.8	1840-1920
17	Lumpur lunak	17.2	1760
18	Baja	77.0	7850
19	Kayu (ringan)	7.8	800
20	Kayu (keras)	11.0	1120
21	Air murni	9.8	1000
22	Air garam	10.0	1025
23	Besi tempa	75.5	7680

**3. Beban Mati Tambahan / Utilitas**

Tabel Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan

Jangka Waktu	FAKTOR			
	K		K Terkurangi	
Tetapan	Keadaan Umum	1,0 (1)	Biasa 2,0	0,7
	Keadaan Khusus	1,0	1,4	0,8

Catatan (1) Faktor beban daya layan 1,3 digunakan untuk utilitas

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non structural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Ketebalan yang diinginkan untuk bisa memikul beban tambahan yang berupa aspal beton setebal 50 mm untuk pelapisan kembali dikudian hari. Pengaruh dari alat pelengkap dan sarana umum yang ditempatkan pada jembatan harus dihitung setepat mungkin.

**4. Tekanan tanah**

Tabel Faktor Beban Akibat Tekanan Tanah



Jangka Waktu	Deskripsi	Faktor Beban		
		$K_{TA}^S$	Biasa	$K_{TA}^U$ Turkurangi
Tetap	Tekanan Tanah Vertikal	1,0	1,25	0,80 (1)
	Tekanan Tanah Lateral	1,0	1,25	0,80
	- Aktif	1,0	1,40	0,70
	- Pasif			
	- Keadaan Pasif	1,0	Lihat Penjelasan	

Kofisien tekanan tanah nominal harus dihitung dari sifat-sifat tanah (Kepadatan, kadar kelembaban, kohesi sudut geser dalam dan lain sebagainya) bisa diperoleh dari hasil pengukuran dan pengujian tanah.

Tabel Sifat-Sifat Untuk Tekanan Tanah

Sifat-Sifat bahan untuk Menghitung Tekanan Tanah	Keadaan Batas Ultimit	
	Biasa	Turkurangi
$W_s^*$	$W_s$	$W_s$
Aktif:		
(1) $\phi^* =$ $C^* =$	$\tan^{-1} \left( \frac{K_{\phi}^R \tan \phi}{K^R c (3)} \right)$	$\tan^{-1} \left[ \frac{(\tan \phi) K_{\phi}^R}{c / K_c^R} \right]$
$W_s^* =$	$\frac{c_w}{W_s}$	$W_s$
Aktif		
(1) $\phi^* =$ $C^* =$	$\tan^{-1} \left[ \frac{(\tan \phi) K_{\phi}^R}{c / K_c^R} \right]$	$\tan^{-1} \left( \frac{K_{\phi}^R \tan \phi}{K^R c (3)} \right)$
Vertical: $W_s^* =$	$W_s$	$W_s$
Catatan (1) Harga rencana untuk geseran dinding $\delta^*$ , harus dihitung dengan cara yang sama seperti $\phi^*$		
Catatan (2) $K_{\phi}^R$ dan $K_c^R$ adalah faktor reduksi kekuatan bahan		
Catatan (3) Nilai $\phi^*$ dan $C^*$ minimum berlaku umum untuk tekanan tanah aktif dan pasif		

### 5. Pengaruh Tetap Pelaksanaan

Tabel Faktor Beban Akibat Pengaruh Pelaksanaan

Jangka Waktu	FAKTOR		
	K	Biasa	Turkurangi
Tetap	1,0	1,25	0,8

Pengaruh tetap pelaksanaan adalah beban muncul disebabkan oleh metoda dan urutan pelaksanaan jembatan beban ini biasanya mempunyai kaitan dengan aksi lainnya, seperti pra-penengangan dan berat sendiri. Dalam hal ini, pengaruh faktor ini harus dikombinasikan dengan aksi dengan faktor beban yang sesuai. Bila pengaruh tetap yang terjadi tidak begitu terkait dengan aksi rencana lainnya, maka

pengaruh tersebut harus dimaksudkan dalam batas daya layan dn batas ultimit dengan menggunakan faktor beban yang tercantum dalam pasal.

### BEBAN LALU LINTAS

Beban lalu lintas untuk perencanaan jembatan terdiri atas beban jalur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Jumlah total beban jalur "D" yang bekerja tergantung pada lebar jalur kendaraan itu sendiri. Beban truk "T" adalah salah satu kendaraan berat dengan 3 as yang ditempatkan pada beberapa posisi dalam lajur lalu lintas rencana. Tiap as terdiri dari dua bidang kontak pembebanan yang dimaksud sebagai simulasi pengaruh roda kendaraan berat. hanya satu truk "T" diterapkan per lajur lalu lintas rencana. secara umum, beban "D" akan menjadi beban penentu dalam perhitungan jembatan yang mempunyai bentang sedang sampai panjang, sedangkan beban "T" digunakan untuk beban pendek dan lantai kendaraan.

lajur lalu lintas Rencana harus mempunyai lebar 2,75 m. Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lebar jembatan bisa dilihat dalam Tabel 1.8 Lajur lalu lintas rencana harus disusun sejajar dengan sumbu memanjang jembatan.

Tabel Faktor Beban Akibat beban lajur "D"

Jangka Waktu	FAKTOR	
	K	K
Tetap	1,0	1,8

Tabel 2.8 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana

Tipe Jembatan (1)	Lebar Lajur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n <sub>l</sub> )
Satu Lajur	4,0 - 5,0	1
Dua arah, tanpa medium	5,5 - 8,25 1,3 - 15,0	2 (3) 4
Banyak arah	8,25 - 11,25 11,3 15,0	3 4

	15,1 – 18,75	5
	18,8 – 22,5	6
Catatan (1) Untuk jembatan tipe lain, jumlah lajur lalu lintas rencana harus ditentukan oleh instansi yang berwenang		
Catatan (2) Lebar jalur kendaraan adalah jarak minimum antara kerb atau rintangan untuk satu arah atau jarak antara kerv/rintangan/median dengan median untuk banyak arah		
Catatan (3) Lebar minimum yang aman untuk dua jalur kendaraan adalah 6,0 m. Lebar jembatan antara 5,0 m sampai 6,0 m harus dihindari oleh karena hal ini akan memberikan kesan kepada pengemudi seolah-olah memungkinkan untuk menyiap		

Tabel Faktor Beban Akibat beban lajur "T"

Jangka Waktu	FAKTOR	
	K S;; TT;	K U;; TT;
Tetap	1,0	1,8

Tabel Faktor Distribusi Untuk Pembebanan "T"

Jenis Bangunan Atas	Jembatan Jalur Tunggal	Jembatan Jalur Majemuk
Pelat Lantai Beton : • Balok baja I atau balok beton pratekan • Balok beton bertulang T • Balok kayu	S/4,2 (bila S > 3,0 m lihat catatan 1) S/4,0 (bila S > 1,8m lihat Catatan 1) S/4,8 (bila S > 2,7m lihat catatan 1)	S/3,4 (bila S > 4,3m lihat Catatan 1) S/3,6 (bila S > 3,0m lihat catatan 1) S/4,2 (bila S > 4,9m lihat catatan 1)
Lantai papan kayu	S/2,4	S/2,2
Lantai baja	S/3,3	S/2,7
Gelombang tebal 50 mm atau lebih Kisi - Kisi baja : * • Kurang dari tebal 100 mm • Tebal 100 mm atau lebih	S/2,6 S/3,6 (bila S > 3,6m lihat catatan 1)	S/2,4 S/3,0 (bila S > 3,2m lihat catatan 1)
Catatan 1 : Dalam hal ini, beban pada tiap balok memanjang adalah reaksi beban roda dengan menganggap lantai antara gelagar sebagai balok sederhana Catatan 2 : Geser balok dihitung untuk beban roda dengan reaksi 2S yang disebarkan oleh S/faktor $\geq 0,5$ Catatan 3 : Sadalah jarak rata-rata antara balok memanjang (m)		

**Gaya Rem**

Tabel 2.11 Faktor Beban Akibat Gaya Rem

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	K S;;TB;	K U;;TB;
Transien	1,0	1,8

Bekerjanya gaya-gaya di arah memanjang jembatan, akibat gaya rem dan traksi, harus ditinjau untuk kedua jurusan lalu lintas. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan gaya rem sebesar 5% dari beban lajur D yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas, tanpa dikalikan dengan faktor beban dinamis dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,8m di atas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur D disini jangan direduksi bila panjang bentang melebihi 30 m, digunakan rumus  $1 : q = 9 \text{ kPa}$ .

**Pembebanan Untuk Pejalan Kaki**

Tabel 2.12 Faktor Beban Akibat Pejalan Kaki

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	K S;;TB;	K U;;TB;
Transien	1,0	1,8

Semua elemen dari trotoar atau jembatan penyebrangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk beban nominal 5 kPa. Jembatan Pejalan kaki dan trotoar pada jembatan jalan raya harus direncanakan untuk memikul beban per  $\text{m}^2$  dari luas yang dibeban. Luas yang dibebani adalah luas yang terkait dengan elemen bangunan yang ditinjau. Untuk jembatan, pembebanan lalu lintas dan pejalan kaki jangan di ambil secara bersamaan pada keadaan batas ultimit. Apabila trotoar memungkinkan digunakan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus direncanakan untuk bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 kN.

**Aksi Lingkungan**

Aksi lingkungan memasukan pengaruh temperature, angin, banjir, gempa, dan penyebab-penyebab alamiah lainnya.

Tabel Beban Akibat Pengaruh/Suhu

Jangka Waktu	FAKTOR		
	K S;;ET;	K U;;ET;	
Transien	1,0	Biasa	Terkurangi
		1,2	0,8



Tabel Temperatur Jembatan Rata-Rata Normal

Tipe Bangunan Atas	Temperatur Jembatan Rata-Rata Minimum (1)	Temperatur Jembatan Rata-Rata Maksimum
Lantai beton di atas gelagar	15 C	40 C
Lantai beton di atas gelagar, boks atau rangka baja	15 C	10 C
Lantai pelat baja di atas gelagar, boks, atau rangka baja	15 C	45 C

Catatan (1) Temperatur jembatan rata-rata minimum bisa dikurangi 5°C untuk lokasi yang terletak pada ketinggian lebih besar dari 500, di atas permukaan laut.

Tabel Sifat Bahan Rata-Rata Akibat Pengaruh Temperatur

Bahan	Koefisien Perpanjangan	Modulus Elastisitas
Baja	$12 \times 10^{-6}$ per C	200.000
Beton :		
Kuat tekan < 30 Mpa	$10 \times 10^{-6}$ per C	25.000
Kuat Tekan > 30 Mpa	$11 \times 10^{-6}$ per C	34.000
Aluminium	$24 \times 10^{-6}$ per C	70.000

Variasi temperature di dalam bangunan atas jembatan atau perbedaan temperature disebabkan oleh pemanasan langsung dari sinar matahari di waktu siang pada bagian atas permukaan lantai dan pelepasan kembali radiasi dari seluruh permukaan jembatan di waktu malam. Pada tipe jembatan yang lebar mungkin diperlukan untuk meninjau gradient perbedaan temperatur dalam arah melintang.

#### Beban Angin

Tabel Faktor Beban Akibat Beban Angin

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	K S;;EW;	K U;;EW;
Transien	1,0	1,8

Pasal ini tidak berlaku untuk jembatan yang besar atau penting, seperti yang ditentukan oleh instansi yang berwenang. Jembatan-jembatan yang demikian harus diselidiki secara khusus akibat pengaruh beban angin, termasuk respon dinamis jembatan, gaya nominal ultimit dan gaya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana sebagai berikut :

$$T_{EW} = 0,0006 C_w (V_w)^2 A_b [kN]$$

Dengan pengertian :

$V_w$  adalah kecepatan angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau

$C_w$  adalah koefisien seret

$A_b$  adalah luas koefisien bagian samping jembatan ( $m^2$ )

Apabila suatu keadaan sedang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus :

$$T_{EW} = 0,0012 C_w (V_w)^2 A_b [kN]$$

Dengan pengertian :

$$C_w = 1.2$$

Tabel Kecepatan Angin Rencana  $V_w$

Keadaan Batas	Lokasi	
	Sampai 5 Km dari Pantai	> 5 Km dari pantai
Daya Layan	30 m/s	25 m/s
Ultimit	35 m/s	30 m/s

Tabel Koefisien Seret  $C_w$

Tipe Jembatan	$C_w$
Bangunan atas massif : (1) (2) b/d = 1.0	2.1 (3)
b/d = 2.0	1.5 (3)
b/d = 6.0	1.25 (3)
Bangunan atas rangka	1.2

Catatan (1) b = lebar keseluruhan dihitung dari sisi luar sandaran  
d = tinggi bangunan atas, termasuk tinggi bagian sandaran yang massif  
Catatan (2) Untuk harga antara dari b/d bisa di interpolasi linier  
Catatan (3) Apabila bangunan atas mempunyai superelevasi.  
 $C_w$  harus dinaikkan sebesar 3% untuk setiap derajat superelevasi, dengan kenaikan maksimum 2,5%

#### Pengaruh Gempa

Tabel Faktor Beban Akibat Pengaruh Gempa

Jangka Waktu	Faktor Beban	
	K S;;EQ;	K U;;EQ;
Transien	Tak dapat digunakan	1,8

Beban rencana gempa minimum diperoleh dari rumus berikut :

$$T_{EQ}^* = K_h l W_T$$

Dimana :

$$K_h = C S$$

Dengan Pengertian

$T_{EQ}^*$  adalah gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (kN)

$K_h$  adalah koefisien beban gempa horizontal

$C$  adalah koefisien geser dasar untuk daerah, waktu dan kondisi setempat yang sesuai

$I$  adalah faktor kepentingan

$S$  adalah faktor tipe bangunan

$WT$  adalah berat total nominal bangunan yang mempengaruhi percepatan gempa, diambil sebagai beban mati ditambah bebabn mati tambahan (kN)

Tabel 2.21 Faktor Kepentingan

1. Jembatan memuat lebih dari 2000 kendaraan/hari, jembatan pada jalan raya utama atau arteri dan jembatan dimana tidak ada rute alternative.	1,2
2. Seluruh jembatan permanen lainnya dimana rute alternative tersedia, tidak termasuk jembatan yang direncanakan untuk pembebanan lalu lintas yang dikurangi	1,0
3. Jembatan sementara (missal: Bailey) dan jembatan yang direncanakan untuk pembebanan lalu lintas yang dikurangi sesuai dengan pasal 6.5	0,8

Aksi-Aksi Lainnya

Tabel Kondisi tanah koefien geser dasar

Jenis Tanah	Tanah Teguh	Tanah Sedang	Tanah Lunak
Untuk seluruh jenis tanah	3 m	> 3m - 25m	> 25m
Untuk tanah kohesif dengan kekuatan geser undrained rata-rata tidak melebihi 50kPa	6 m	> 6m - 25m	> 25 m
Pada tempat dimana hamparan tanah salah satunya mempunyai sifat kohensif dengan kekuatan geser undrained rata-rata lebih besar dari 100 kPa, atau tanah berbutir yang sangat padat	9 m	> 9m - 25m	> 25m
Untuk tanah kohesif dengan kekuatan geser undrained rata-rata tidak melebihi 200 kPa	12m	> 12m -30m	> 30m
Untuk tanah berbutir dengan ikatan matrik padat	20m	> 20m -40m	> 40m

Catatan (1) Ketentuan ini harus digunakan dengan mengabaikan apakah tiang pancang diperpanjang sampai lapisan tanah keras yang lebih dalam

Gaya gempa arah lateral akibat tekanan tanah dihitung dengan menggunakan faktor harga dari sifat bahan dan faktor kepentingan  $I$  diberikan dalam dan faktor kepentingan  $I$  diberikan tabel di bawah ini :

Tabel Faktor Beban Akibat Gesekan Pada Perletakan

Jangka Waktu	FAKTOR		
	K S;:FB;	K U;:FB;	
Transien	1,0	Biasa	1,3
		Terkurangi	0,8

Catatan (1) Gaya akibat gesekan pada perletakkan terjadi selama adanya pergerakan pada bangunan atas tetapi gaya sisa mungkin terjadi setelah pergerakan berhenti. Dalam hal ini gesekan pada perletakkan harus memperhitungkan adanya pengaruh tetap yang cukup besar

Gesekan pada perletakkan termasuk kekakuan geser dari perletakkan elastomer. Gaya akibat gesekan pada perletakkan dihitung dengan menggunakan hanya beban tetap, dan harga rata-rata dari koefisien gesekan.

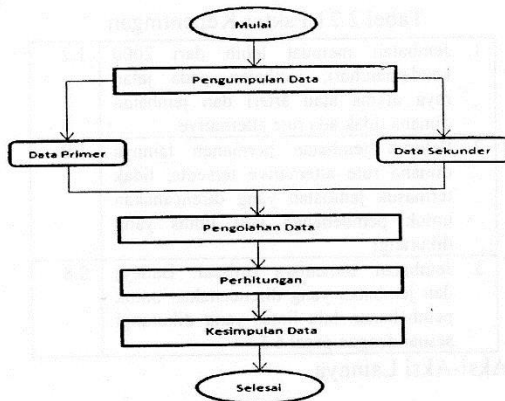
Aksi rencana ditentukan dari aksi nominal yaitu mengalihkan aksi nominal dengan faktor beban yang memadai. seluruh pengaruh aksi rencana harus mengambil faktor beban yang sama, apakah itu biasa atau terkurangi. Disini keadaan paling berbahaya harus diambil.

Tabel Tipe Aksi Rencana

Aksi Tetap		Aksi Transien	
Nama	Simbol	Nama	Simbol
Berat Sendiri	$P_{MS}$	Beban lajur "D"	$T_{TD}$
Beban Mati Tambahan	$P_{MA}$	Beban Truk "T"	$T_{TT}$
Penyusunan/rangkak	$P_{SR}$	Gaya Rem	$T_{TB}$
Prategang	$P_{PR}$	Gaya Sentrifugal	$T_{TR}$
Pengaruh Pelaksanaan Tetap	$P_{PL}$	Beban Pejalan Kaki	$T_{TP}$
Tekanan Tanah	$P_{TA}$	Beban Tumbukan	$T_{TC}$
Penurunan	$P_{ES}$	Beban Angin	$T_{EW}$
		Gempa	$T_{EQ}$
		Getaran	$T_{VI}$
		Gesekan pada Perletakan	$T_{BF}$
		Pengaruh temperatur	$T_{ET}$
		Arus/hanyutan/tumbukan	$T_{EF}$
		Hidro/daya apung	$T_{EU}$
		Beban pelaksanaan	$T_{CL}$



**METODOLOGI PENELITIAN**



Data yang diambil adalah data primer dan data sekunder, pengambilan data primer terdiri dari pengambilan data-data yang diperoleh langsung di lapangan seperti data eksisting sungai dan dokumentasi dilokasi proyek tersebut. Sedangkan, data sekunder terdiri dari pengambilan data yang di dapat dari data yang ada untuk menunjang perhitungannya seperti data sondir, data

Digunakan tulangan geser  $\emptyset$  = 8 mm  
 Luas tulangan  $A_s = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2$  = 50,29 mm<sup>2</sup>  
 Luas tul. geser total  $A_v = 2 \cdot A_s$  = 100,57 mm<sup>2</sup>  
 Jarak antar tulangan  $S = (3 \cdot A_v \cdot f_y) / b$  = 784,46 mm  
 Jarak antar tulangan dipakai S = 200 mm

curah hujan, dan buku-buku referensi.

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**1. Perhitungan Struktur Atas Tiang Ralling**

**a. Berat Tiang Ralling**

Jarak antara tiang ralling = 2,5 m  
 Beban horizontal pada railing ( $H_1$ ) = 0,75 kN/m  
 Gaya Horizontal  $H_{TP} = H_{1,L}$  = 1,88 kN  
 Lengan Terhadap Sisi bawah ralling y = 0,50 m  
 Momen pada railing  $M_{TP} = H_{TP} \cdot Y$  = 0,75 kNm  
 Faktor beban ultimit = 2,00  
 Momen Ultimit  $M_u = M_{TP} \cdot K_{TP}$  = 1,50 kNm  
 Gaya geser ultimit  $V_u = H_{TP} \cdot K_{TP}$  = 3,75 kN

**b. Penulangan Tiang Ralling**

**1) Penulangan lentur**

Momen tumpuan ultimit rencana  $M_u$  = 1,87 kNm  
 Kuat karakteristik beton  $f_c$  = 24,5 Mpa  
 Kuat leleh baja  $f_y$  = 390 Mpa  
 Lebar tiang reling b = 150 mm  
 Jarak tulangan terhadap sisi luar d' = 35 mm  
 Modulus elastisitas baja  $E_s$  = 200000 Mpa  
 Faktor bentuk distribusi tegangan beton  $\beta_1$  = 0,85

Rasio penulangan kondisi seimbang  $p_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c / f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$  = 0,02751  
 Faktor tahanan momen maksimum  $R_{max} = 0,75 \cdot p_b \cdot f_y \cdot [1 - 0,5 \cdot 0,75 \cdot p_b \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c)]$  = 6,4917  
 Faktor reduksi kekuatan lentur  $\Phi$  = 0,80  
 Lebar efektif tiang d = h - d' = 115 mm  
 Momen nominal  $M_n = M_u / \Phi$  = 2,344 kNm  
 Faktor tahanan  $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$  = 1,1815 <  $R_{max} (Ok)$

Rasio tulangan yang diperlukan :

**Rasio Penulangan**

$\rho = 0,85 \cdot (f_c / f_y) \cdot \{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f_c)}\}$  = 0,00312  
 Rasio Penulangan minimum  $\rho_{min} = 1,4 / f_y$  = 0,00359  
 Rasio penulangan terpakai = 0,00312  
 Luasan tul. perlu  $A_s = \rho \cdot b \cdot d$  = 53,83 mm<sup>2</sup>  
 Diameter tulangan yang digunakan D = 10 mm

Jarak tulangan  $n = A_s / (0,25 \cdot \pi \cdot D^2)$  = 1,117 mm<sup>2</sup>  
 = 2  $\emptyset$  10 mm

Digunakan tulangan

**2) Penulangan Geser**

Gaya geser rencana  $V_u = 3,75$  kN = 3750 N  
 Kuat geser beton  $V_c = (1/6) \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$  = 14231 N  
 Luas tul. geser perlu = 11384 N  
 Kontrol  $\phi \cdot V_c > V_u$  11384 > 3750 (oke)

Secara teori kemampuan beton menahan geser lebih besar dari gaya geser yang bekerja sehingga tidak perlu tulangan geser atau cukup diberi tulangan geser minimum sebagai berikut:

**2. Perhitungan Trotoar**

**Penulangan Lentur**

Momen tumpuan ultimit rencana  $M_u$  = 31,756 kNm  
 Kuat karakteristik beton  $f_c$  = 24,5 Mpa  
 Kuat leleh baja  $f_y$  = 390 Mpa  
 h = 250 mm  
 Tebal slab d' = 35 mm  
 Jarak tulangan terhadap sisi luar b = 1000 mm  
 Modulus elastisitas baja  $E_s$  = 200000 MPa  
 Faktor bentuk distribusi tegangan beton  $\beta_1$  = 0,85  
 Rasio penulangan kondisi seimbang  $p_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c / f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$  = 0,0275  
 Faktor tahanan momen maksimum  $R_{max} = 0,75 \cdot p_b \cdot f_y \cdot [1 - 0,5 \cdot 0,75 \cdot p_b \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c)]$  = 6,4917  
 Faktor reduksi kekuatan lentur  $\Phi$  = 0,80  
 Lebar efektif tiang d = h - d' = 215 mm  
 Tinjauan slab b = 1000 mm  
 Momen nominal  $M_n = M_u / \Phi$  = 39,69 kNm  
 Faktor tahanan  $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$  = 0,8587 <  $R_{max} (Ok)$

Rasio tulangan yang diperlukan :

**Rasio penulangan**

$\rho = 0,85 \cdot (f_c/f_y) \cdot \{1 - \sqrt{[1 - 2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f_c)]}\}$	= 0.00225
Rasio Penulangan minimum $\rho_{min} = 14/f_y$	= 0.00359
Rasio penulangan terpakai	= 0.00225
Luasan tul. perlu $A_s = \rho \cdot b \cdot d$	= 771.79 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan D	= 16 mm
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 260.617 mm <sup>2</sup>
Digunakan tulangan	= D 16-200 D
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 1005.71 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan $\emptyset$	= 12 mm
Tulangan Susut $A_s' = 0.5 \cdot A_s$	= 385.987 mm <sup>2</sup>
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 293.10 mm
Digunakan jarak tulangan $\emptyset$	= 12 - 200
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 565.71 mm <sup>2</sup>

$\rho = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c/f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$	
Faktor tahanan momen maksimum	$R_{max} = 8.6839$
$R_{max} = 0,75 \cdot \rho \cdot f_y \cdot [1 - 0,5 \cdot 0,75 \cdot \rho \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c)]$	
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\Phi = 0.80$
Tebal efektif slab $d = h - d'$	$d = 170$ mm
Tinjauan slab	$b = 1000$ mm
Momen nominal ultimit rencana	$M_u = 45.453$
Momen nominal $M_n = M_u / \Phi$	$M_n = 80.954$ kNm
Faktor tahanan $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$	$R_n = 2.801 < R_{max}$ (Ok)

### 3. Perhitungan Plat Injak

#### a. Perhitungan penulangan plat injak arah melintang jembatan

Momen ultimit rencana  $M_u = 45.453$  kNm

Kuat karakteristik beton	$f_c = 29.05$ MPa
Kuat leleh baja	$f_y = 240$ Mpa
Tebal slab	$h = 200$ mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar	$d' = 30$ mm
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000$ MPa
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1 = 0.85$
Rasio penulangan kondisi seimbang	$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c/f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$
$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c/f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$	$\rho_b = 0.062466$
Faktor tahanan momen maksimum	$R_{max} = 8.6839$
$R_{max} = 0,75 \cdot \rho \cdot f_y \cdot [1 - 0,5 \cdot 0,75 \cdot \rho \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c)]$	
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\Phi = 0.80$
Tebal efektif slab $d = h - d'$	$d = 170$ mm
Tinjauan slab	$b = 1000$ mm
Momen nominal ultimit rencana	$M_u = 45.453$
Momen nominal $M_n = M_u / \Phi$	$M_n = 56.813$
Faktor tahanan $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$	$R_n = 1.966 < R_{max}$ (Ok)

Rasio tulangan yang diperlukan :

Rasio penulangan terpakai

$\rho = 0,85 \cdot (f_c/f_y) \cdot \{1 - \sqrt{[1 - 2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f_c)]}\}$	= 0.00855
Rasio Penulangan minimum $\rho_{min} = 1.4/f_y$	= 0.005833
Rasio penulangan terpakai	= 0.00855
Luasan tul. perlu $A_s = \rho \cdot b \cdot d$	= 1452.90 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan D	= 19 mm
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 147.374 mm <sup>2</sup>
Digunakan tulangan D	= 19 - 100 mm
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 2011 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan D	= 12 mm
Tulangan susut $A_s' = 0.5 \cdot A_s$	= 682.425 mm <sup>2</sup>
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 168.80 mm
Digunakan jarak tulangan D	= 12 - 100
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 1131.43 mm <sup>2</sup>

#### b. Plat Injak Arah Memanjang Jembatan

Momen ultimit rencana	$M_u = 64.763$ kNm
Kuat karakteristik beton	$f_c = 29.05$ MPa
Kuat leleh baja	$f_y = 240$ Mpa
Tebal slab	$h = 200$ mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar	$d' = 30$ mm
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000$ MPa
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1 = 0.85$
Rasio penulangan kondisi seimbang	$\rho_b = 0.062466$

Rasio tulangan yang diperlukan :

Rasio penulangan

$\rho = 0,85 \cdot (f_c/f_y) \cdot \{1 - \sqrt{[1 - 2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f_c)]}\}$	= 0.01242
Rasio Penulangan minimum $\rho_{min} = 1.4/f_y$	= 0.005833
Rasio penulangan terpakai	= 0.01242
Luasan tul. perlu $A_s = \rho \cdot b \cdot d$	= 2111.63 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan D	= 19 mm
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 112.287 mm <sup>2</sup>
Digunakan tulangan D	= 19 - 100 mm
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 2011 mm <sup>2</sup>

Diameter tulangan yang digunakan D	= 12 mm
Tulangan susut $A_s' = 0.5 \cdot A_s$	= 895.667 kN/m <sup>2</sup>
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 126.32 mm
Digunakan jarak tulangan $\emptyset$	= 12 - 100
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 1131.43 mm <sup>2</sup>

### 4. Perhitungan Lantai Kendaraan

#### a. Perhitungan Tulangan Lentur Negatif

Momen ultimit rencana	$M_u = 57.257$ kNm
Kuat karakteristik beton	$f_c = 29.05$ MPa
Kuat leleh baja	$f_y = 390$ Mpa
Tebal slab	$h = 200$ mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar	$d' = 35$ mm
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000$ MPa
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1 = 0.85$
Rasio penulangan kondisi seimbang	$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c/f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$
$\rho_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c/f_y) \cdot (600 / (600 + f_y))$	$\rho_b = 0.0326164$
Faktor tahanan momen maksimum	$R_{max} = 7.6973$
$R_{max} = 0,75 \cdot \rho \cdot f_y \cdot [1 - 0,5 \cdot 0,75 \cdot \rho \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c)]$	
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\Phi = 0.80$
Tebal efektif slab $d = h - d'$	$d = 165$ mm
Tinjauan slab	$b = 1000$ mm
Momen nominal ultimit rencana	$M_u = 71.572$ kNm
Momen nominal $M_n = M_u / \Phi$	$M_n = 80.954$ kNm
Faktor tahanan $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$	$R_n = 2.801 < R_{max}$ (Ok)

Rasio tulangan yang diperlukan :

Rasio penulangan

$\rho = 0,85 \cdot (f_c/f_y) \cdot \{1 - \sqrt{[1 - 2 \cdot R_n / (0,85 \cdot f_c)]}\}$	= 0.00714
Rasio Penulangan minimum $\rho_{min} = 1.4/f_y$	= 0.00359
Rasio penulangan terpakai	= 0.00714
Luasan tul. perlu $A_s = \rho \cdot b \cdot d$	= 1178.73 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan D	= 16 mm
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 170.644 mm <sup>2</sup>
Digunakan tulangan D	= 16 - 150 mm
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 2011.43 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan D	= 12 mm
Tulangan susut $A_s' = 0.5 \cdot A_s$	= 589.363 kN/m <sup>2</sup>
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	= 191.97 mm
Digunakan jarak tulangan $\emptyset$	= 12 - 150
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	= 754.29 kN/m <sup>2</sup>

**b. Perhitungan Tulangan Lentur Positif**

Momen ultimit rencana	$M_u = 57.257 \text{ kNm}$
Kuat karakteristik beton	$f'_c = 29.05 \text{ MPa}$
Kuat leleh baja	$f_y = 390 \text{ Mpa}$
Tebal slab	$h = 200 \text{ mm}$
Jarak tulangan terhadap sisi luar	$d' = 35 \text{ mm}$
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000 \text{ MPa}$
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1 = 0.85$
Rasio penulangan kondisi seimbang $\rho_b = 0.85 \cdot \beta_1 \cdot (f'_c / f'_y) \cdot (600 / (600 + f'_y))$	$\rho_b = 0.03262$
Faktor tahanan momen maksimum $R_{max} = 0.75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot [1 - 0.5 \cdot 0.75 \cdot \rho_b \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c)]$	$R_{max} = 7.6973$
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\Phi = 0.80$
Tebal efektif slab $d = h - d'$	$d = 165 \text{ mm}$
Tinjauan slab	$b = 1000 \text{ mm}$
Momen nominal $M_n = M_u / \Phi$	$M_n = 71.572 \text{ kNm}$
Faktor tahanan $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$	$R_n = 2.628 < R_{max} \text{ (Ok)}$

**Rasio tulangan yang diperlukan :**

$\rho = 0.85 \cdot (f'_c / f'_y) \cdot \{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f'_c)}\}$	$= 0.007933$
Rasio Penulangan minimum $\rho_{min} = 1.4 / f_y$	$= 0.00359$
Rasio penulangan terpakai $\rho$	$= 0.007933$
Luasan tul. perlu $A_s = \rho \cdot b_{eff} \cdot d$	$= 16063.93 \text{ mm}^2$
Diameter tulangan yang digunakan D	$= 32 \text{ mm}^2$
$A_{s1} = \pi/4 \cdot D^2$	$= 804.571 \text{ mm}^2$
Jumlah tulangan yang diperlukan $n = A_s / A_{s1}$	$= 170.644 \text{ mm}^2$
Digunakan tulangan	$= 16 - 150 \text{ mm}$
$A_s = A_{s1} \cdot n$	$= 2011.43 \text{ mm}^2$
Tebal selimut beton	$= 12 \text{ mm}$
Diameter sengkang yang digunakan	$= 589.363 \text{ kN/m}^2$
Jumlah tulangan tiap baris,	$= 191.97 \text{ mm}$
Jarak bersih antar tulangan	$= 64.80 \text{ mm} > 35 \text{ mm (ok)}$
$X = (b - n_1 \cdot D - 2 \cdot d_s - 2 \cdot d_s) / (n_1 - 1)$	

Untuk menjamin agar girder bersifat daktail, maka tulangan tekan di ambil 30% tulangan tarik sehingga :  $A_s' = 30\% \cdot A_s = 4819.18 \text{ mm}^2$

**Rasio tulangan yang diperlukan :**

**Rasio penulangan**

$\rho = 0.85 \cdot (f'_c / f'_y) \cdot \{1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f'_c)}\}$	$= 0.00714$
Rasio Penulangan minimum $\rho_{min} = 1.4 / f_y$	$= 0.00359$
Rasio penulangan terpakai	$= 0.00714$
Luasan tul. perlu $A_s = \rho \cdot b \cdot d$	$= 1178 \text{ mm}^2$
Diameter tulangan yang digunakan D	$= 16 \text{ mm}$
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	$= 170.644 \text{ mm}^2$
Digunakan tulangan D	$= 16 - 150 \text{ mm}$
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	$= 1340.95 \text{ mm}^2$
Diameter tulangan yang digunakan D	$= 12 \text{ mm}$
Tulangan susut $A_s' = 0.5 \cdot A_s$	$= 589.36 \text{ kN/m}^2$
Jarak tulangan $s = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / A_s$	$= 191.97 \text{ mm}$
Digunakan jarak tulangan $\emptyset$	$= 12 - 150$
Kontrol luas tulangan $A_s' = (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b) / s$	$= 754.3 \text{ kN/m}^2$

**Jumlah tulangan tekan yang diperlukan :**

$n' = A_s' / A_{s1} = 5.9990$   
Digunakan tulangan : 6 D 32

**b. Tulangan Geser**

Gaya geser ultimit rencana	$V_u = 901.308 \text{ kN}$
Mutu beton : K - 300 Kuat tekan beton	$f'_c = 24.9 \text{ Mpa}$
Mutu baja tulangan : U - 39 tegangan leleh baja	$f_y = 390 \text{ Mpa}$
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi = 0.75$
Lebar badan Girder	$b = 600 \text{ mm}$
Tinggi efektif Girder	$d = 1350 \text{ mm}$
Kuat geser nominal beton :	$\Phi \cdot V_c = 505.236 \text{ kN}$
$V_c = (\sqrt{f'_c}) / 6 \cdot b \cdot d \cdot 10^{-3} = 673.649 \text{ Kn}$	
Perlu tulangan geser $\Phi \cdot V_s = V_u - \phi \cdot V_c$	$= 396.071 \text{ kN}$
Gaya geser yang dipikul tulangan geser $V_s$	$= 528.0947$
Kontrol dimensi Girder terhadap kuat geser maksimum : $V_{smax} = 2/3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot [b \cdot d] \cdot 10^{-3}$	$= 2694.595$
$(V_s < V_{smax}) \approx$ Dimensi balok memenuhi persyaratan kuat geser (OK) digunakan sengkang berpenampang	$= 2 \emptyset 12$
Luas tulangan geser sengkang $A_v = \pi/4 \cdot D^2 \cdot n$	$= 226.286$
Jarak tulangan geser (Sengkang) yang diperlukan :	$= 176.857$
$S = 2 \cdot A_v \cdot f_y / [1/3 \sqrt{f'_c}] \cdot b$	
Digunakan sengkang : 2 $\emptyset 12 - 150 \text{ mm}$	
Pada bagian girder di pasang tulangan susut minimal dengan rasio tulangan $\rho_{sh}$	$= 0.001$
Luas tulangan susut $A_{sh} = \rho_{sh} \cdot b \cdot d$	$= 550 \text{ mm}^2$
Diameter tulangan yang digunakan $\emptyset$	$= 12 \text{ mm}$
Jumlah tulangan susut yang diperlukan	
$n = A_{sh} / (\pi/4 \cdot D^2)$	$= 7.1591$
Digunakan tulangan	$= 8 \text{ D } 12$

**5. Perhitungan Balok "T" Girder**

**a. Tulangan lentur**

Momen ultimit rencana Girder	$M_u = 6271.609 \text{ kNm}$
Mutu beton	$f'_c = 24.9 \text{ MPa}$
Mutu Baja tulangan	$f_y = 390 \text{ Mpa}$
Tebal slab beton	$t_s = 200 \text{ mm}$
Lebar badan Girder	$b = 600 \text{ mm}$
Tinggi Girder	$h = 1500 \text{ mm}$
Lebar sayap T-Girder diambil nilai terkecil dari :	
$L/4$	$= 6250 \text{ mm}$
$S$	$= 1500 \text{ mm}$
$12$	$= 2400 \text{ mm}$
$x \cdot t_s$	
$b_{eff}$	$= 1500 \text{ mm}$
$d'$	$= 150 \text{ mm}$
$E_s$	$= 200000 \text{ Mpa}$
$\beta_1$	$= 0.85$
$\rho_b = 0.85 \cdot \beta_1 \cdot (f'_c / f'_y) \cdot (600 / (600 + f'_y))$	$= 0.027957$
$R_{max} = 0.75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot [1 - 0.5 \cdot 0.75 \cdot \rho_b \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c)]$	$= 6.597664$
Faktor reduksi kekuatan lentur $\Phi$	$= 0.80$
Tinggi efektif T-Girder $d = h - d'$	$= 1350 \text{ mm}$
Momen nominal rencana, $M_n = M_u / \Phi$	$= 7839.512 \text{ kNm}$
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b_{eff} \cdot d^2)$	$= 2.86677 < R_{max} \text{ (Ok)}$

**6. Balok Diafragma**

**a. Tulangan Lentur**

Momen rencana ultimit balok diafragma	$M_u = 51.149 \text{ kN}$
Mutu beton : K-300 kuat tekan beton	$f'_c = 24.90 \text{ Mpa}$
Mutu baja tulangan : U - 39 kuat leleh beton	$f_y = 390 \text{ Mpa}$
Lebar balok (b)	$b_d = 300 \text{ mm}$
Tinggi balok (h)	$h_d = 500 \text{ mm}$
Jarak pusat tulangan terhadap sisi luar beton	$d' = 50 \text{ mm}$
Modulus elastisitas baja	$E_s = 200000 \text{ N}$



Faktor bentuk distribusi tegangan beton  
 $\beta_1 = 0.85$   
 $\rho_b = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot 600 / (600 + f_y) = 0.027957$   
 $R_{n,max} = 0.75 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot [1 - 1/2 \cdot 0.75 \cdot \rho_b \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c)] = 6.597664$   
 Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0.8$   
 Tinggi efektif balok  $d = h - d'$   
 $d = 450 \text{ mm}$   
 $d = 63.936$   
 Momen nominal rancangan  $M_n = M_u / \phi = 1.052 R_n < R_{n,max} \text{ (OK)}$   
 Faktor tahanan momen  $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2)$

Data dinding beton bertulang :

Mutu beton	= K - 300
Mutu Baja Tulangan	= U - 39
Kuat tekan beton, $f'_c$	= 24.9 Mpa
Tegangan leleh baja, $f_y$	= 390 MPa
Modulus elastic baja, $E_s$	= 200000 MPa
$\beta_1$	= 0.85
Ditinjau dinding selebar $b$	= 1000 mm
Tebal dinding $h$	= 1000 mm
Jarak tul. tepi beton $d'$	= 100 mm
Tinggi efektif $d = h - d'$	= 900 mm
Baja tulangan tarik ( $A_s$ ) : 2 Lapis D 36 jarak 100 mm	
Baja tulangan tekan ( $A_s'$ ) : 2 Lapis D 36 Jarak 100 mm	
Luas tulangan tarik $A_s$	= 4910.7 mm <sup>2</sup>
Luas tulangan tekan $A_s'$	= 4910.7 mm <sup>2</sup>
Rasio tulangan tarik $\rho_s$	= 0.491 %
Rasio tulangan tekan $\rho_s'$	= 0.491 %
Faktor reduksi kekuatan $\phi$	= 0.65

**b. Tulangan Geser**

Gaya geser ultimit rencana  $V_u = 141.596 \text{ kN}$   
 Mutu beton K-300, Kuat tekan beton  $f'_c = 24.900 \text{ MPa}$   
 Mutu baja tulangan : U - 39, Kuat leleh baja  $f_y = 390.000 \text{ MPa}$   
 Faktor reduksi kekuatan geser  $\Phi = 0.75$   
 Lebar balok diafragma  $b = 300 \text{ mm}$   
 Tinggi efektif balok diafragma  $d = 450 \text{ mm}$   
 Kuat geser nominal beton :  $V_c = (\sqrt{f'_c}) / 6 \cdot b \cdot d \cdot 10^{-3} = 112.275 \text{ kN}$   
 $\Phi \cdot V_c = 84.206 \text{ kN}$   
 $V_u = 141.596 \text{ kN}$   
 $V_s = 57.390 \text{ kN}$   
 Perlu tulangan geser :  $\phi \cdot V_s = V_u - \phi \cdot V_c = 76.5202 \text{ kN}$   
 Gaya geser yang dipikul tulangan geser  $V_s = 76.5202 \text{ kN}$   
 Kontrol dimensi balok terhadap kuat geser maksimum :  $V_{maks} = 2/3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot [b \cdot d] \cdot 10^{-3} = 449.099 \text{ kN}$   
 $V_s < V_{maks}$   
 Dimensi balok memenuhi persyaratan kuat geser

Digunakan sengkang berpenampang :  $= 2 \text{ } \emptyset 12$   
 Luas tulangan geser sengkang  $A_v = \pi/4 \cdot D^2 = 226.286$   
 Luas tulangan geser (sengkang) yang diperlukan :  $= 353.714$   
 $S = A_v \cdot f_y / [1/3 \sqrt{f'_c}] \cdot b$   
 Digunakan sekarang  $= D 12 - 200$

Pada kondisi tekan aksial sentris :

$P_{no} = 0.80 \cdot [0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot h + (A_s + A_s') \cdot (f_y - 0.85 \cdot f'_c)] \cdot 10^{-3} = 19829.98 \text{ kN}$

Pada kondisi balance :

$C_b = 600 \cdot d / (600 + f_y) = 545.4545 \text{ mm}$   
 $a_b = \beta_1 \cdot c_b = 463.6364 \text{ mm}$   
 $\epsilon'_s = 0.003 \cdot (c_b - d') / c_b = 0.00245$   
 Untuk,  $\epsilon'_s \geq f_y / E_s = 0.00195$   $f'_s = f_y = 390$   
 Untuk,  $\epsilon'_s \leq f_y / E_s = 0.00195$   $f'_s = \epsilon'_s \cdot E_s = 490$   
 Gaya-gaya internal beton dan baja :  
 $C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b \cdot 10^{-3} = 981.864 \text{ kN}$   
 $C_s = A_s \cdot f_y \cdot 10^{-3} = 1915.173 \text{ kN}$

Gaya aksial tekan nominal kondisi balance  
 $P_{nb} = C_c + C_s = 9708.93 \text{ kN} \leq 19829.98$  harus  $\leq P_{no}$  (oke)  
 Momen nominal kondisi balance :  
 $M_{nb} = [C_c \cdot h/2 - a_b/2] + C_s \cdot (d - h/2) + C_s' \cdot (h/2 - d') \cdot 10^{-3} = 4313.713 \text{ kNm}$   
 Pada kondisi garis netral terletak pada jarak  $c$  dari sisi beton tekan terluar :

Jarak antara garis netral dan serat terluar ( $c$ ) =  $c_b = 545.4545 \text{ mm}$   
 $\epsilon'_s = 0.003 \cdot (c - d) / c = 0.00195$   $f'_s / E_s = 0.00195$   
 $\epsilon'_s = 0.003 \cdot (c - d') / c = 0.00245$   $f'_s / E_s = 0.00195$   
 Untuk,  $[\epsilon'_s] \geq f_y / E_s$  maka  $f'_s = [c_b] / \epsilon'_s \cdot f_y = 390$   
 Untuk,  $[\epsilon'_s] \leq f_y / E_s$  maka  $f'_s = \epsilon'_s \cdot E_s \cdot f_y = -390$   
 Untuk,  $\epsilon'_s \geq f_y / E_s$  maka  $f'_s = f_y = 390$   
 Untuk,  $[\epsilon'_s] \leq f_y / E_s$  maka  $f'_s = \epsilon'_s \cdot E_s = 490$

Kondisi yang terjadi

$C_b = 600 \cdot d / (600 + f_y) = 545.4545 \text{ mm}$   
 $a_b = \beta_1 \cdot C_b = 463.6364 \text{ mm}$   
 $a = 0.75 \cdot a_b = 347.7273 \text{ mm}$

Gaya-gaya internal beton dan baja :

$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \cdot 10^{-3} = 7359.648 \text{ kN}$   
 $C_s = A_s \cdot f_y \cdot 10^{-3} = -1915.173 \text{ kN}$   
 $C_s' = A_s' \cdot (f_y - 0.85 \cdot f'_c) \cdot 10^{-3} = 1811.238 \text{ kN}$

Gaya aksial tekan nominal :

**Perhitungan Struktur Bawah**

**1. Breast Wall**

**a. Pembesian Breast Wall**

Mutu beton = K - 300  
 Kuat tekan beton  $f'_c = 24.9 \text{ Mpa}$   
 Mutu baja = U - 39  
 Tegangan leleh baja  $f_y = 390 \text{ MPa}$   
 Dimensi Breast Wall  $B_y = 9 \text{ m}$   
 $B_z = 1 \text{ m}$   
 Ditinjau Breast Wall Selebar 1 m :  
 Lebar Breast Wall  $b = 1000 \text{ mm}$   
 Tebal Breast Wall  $h = 1000 \text{ mm}$

Luas penampang breast wall yang ditinjau,

$P_u =$  Gaya aksial ultimit pada breast wall (kN)  $A_g = b \cdot h = 1000000 \text{ mm}^2$   
 $M_u =$  Momen ultimit pada breast wall (kNm)  
 $\Phi \cdot P_n = P_u$   $\alpha = \Phi \cdot P_u / (f'_c \cdot A_g) = P_u \cdot 10^4 / f'_c \cdot A_g$   
 $\Phi \cdot M_n = M_u$   $\beta = \Phi \cdot M_u / (f'_c \cdot A_g \cdot h) = M_u \cdot 10^7 / (f'_c \cdot A_g \cdot h)$

Jarak tulangan terhadap sis luar beton,  $d' = 100 \text{ mm}$   
 $h' = h - 2 \cdot d' = 800 \text{ mm}$   
 $h'/h = 0.8$

Nilai  $\alpha = \Phi \cdot P_n / (f'_c \cdot A_g)$  dan  $\beta = \Phi \cdot M_n / (f'_c \cdot A_g \cdot h)$  diplot ke dalam diagram interaksi diperoleh, Rasio tulangan yang diperlukan,  $\rho = 0.9\%$

Luas tulangan yang diperlukan  $A_s = \rho \cdot b \cdot h = 9000 \text{ mm}^2$   
 Diameter tulangan yang digunakan  $D = 36 \text{ mm}$   
 Tulangan tekan dibuat sama dengan tulangan tarik :

$A_s \text{ (tekan)} = A_s \text{ (tarik)} = 1/2 \cdot A_s = 4500 \text{ mm}^2$   
 Jarak tulangan yang diperlukan,  $s = 181 \text{ mm}$   
 $s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b \cdot (1/2 \cdot A_s)$

Tulangan tekan, jumlah lapis 2 D 36 - 100 mm = 0.4911 %

Tulangan tekan, jumlah lapis 2 D 36 - 100 mm = 0.4911 %

$\rho = 0.9821 \%$

$P_n = C_c + C_s - C_s = 11086.059 \leq 19829.98 \text{ kN}$  harus  $\leq P_{no}$  oke  
 $h/2 = -1915.173 \text{ kN}$   
 $a/2 = 1811.238 \text{ kN}$

**Momen Nominal :**

$M_n = [C_c \cdot (h/2 - a/2) + C_s \cdot (d - h/2) + C_s' \cdot (h/2 - d')] \cdot 10^{-3} = 2358.675 \text{ kNm}$

**Faktor reduksi kekuatan**

$\phi = 0.65$  Untuk  $P_n \geq 0.10 \cdot f_c' \cdot b \cdot h$   
 $\phi = 0.80 - 1.5 \cdot P_n / (f_c' \cdot b \cdot h)$  Untuk  $0.10 < P_n < 0.10 \cdot f_c' \cdot b \cdot h$   
 $0.10 \cdot f_c' \cdot b \cdot h = 2490 \text{ kN} < P_n$  Oke  
 Momen Ultimit =  $M_u$   
 $M_u = M_n / \phi = 3628.7304 \text{ kNm}$

**Tulangan Geser Breast Wall**

Gaya aksial ultimit rencana	$P_u$	= 730.99 kN
Momen ultimit rencana,	$M_u$	= 586.31 kNm
Mutu beton K-300	$f_c'$	= 24.9 MPa
Mtu Baja U-39	$f_y$	= 390 MPa
Ditinjau dinding abutment sebar	$b$	= 1000 mm

Gaya aksial ultimit rencana,	$P_u$	= 730995 N
Momen ultimit rencana,	$M_u$	= 586313197 N/mm
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi$	= 0.6
Tinggi dinding abutment	$L$	= 3800 mm
Tebal dinding abutment	$h$	= 1000 mm
Luas tul. longitudinal abutment	$A_s$	= 9821.4 mm <sup>2</sup>
Jarak tul. terhadap sisi luar beton	$d'$	= 100 mm
$V_u = M_u / L$		= 154297 N
$d = h - d'$		= 900 mm
$V_{cmax} = 0.2 \cdot f_c' \cdot b \cdot d$		= 4482000 N
$\phi \cdot V_{cmax}$		= 2689200 N > $V_u$
$\beta_1 = 1.4 - d/2000 = 0.95 < \text{maka diambil}$	$\beta_1$	= 0.95
$\beta_2 = 1 + P_u / (14 \cdot f_c' \cdot b \cdot h)$		= 1.0021
$\beta_3$		= 1
$V_{uc} = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{A_s \cdot f_c' / (b \cdot d)}$		= 446623 N
$V_c = V_{uc} + 0.6 \cdot b \cdot d$		= 986622.9 N
$\phi \cdot V_c$		= 591974 N

$\phi \cdot V_c > V_u$  (hanya perlu tul. Geser)  
 Geser pada beton sepenuhnya dipikul oleh tulangan geser sehingga:  
 $V_s = V_u / \phi = 257155 \text{ N}$   
 Untuk tulangan geser digunakan besi beton :  
 D Jarak arah y,  $S_y = 400 \text{ mm}$

**2. Back Wall**

**a. Back wall bawah Tulangan lentur**

Momen rencana ultimit,	$M_u$	= 42.290 kNm
Mutu beton	$f_c'$	= 24.9 MPa
Mutu baja	$f_y$	= 390 MPa
Tebal beton	$h$	= 500 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton	$d'$	= 50 mm
Modulus elastis baja	$E_s$	= 200000
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1$	= 0.85
$pb = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot f_c' / f_y \cdot 600 / (600 + f_c')$		= 0.02796
$R_{nmax} = 0.75 \cdot pb \cdot f_y \cdot [1 - 1/2 \cdot 0.75 \cdot pb \cdot f_y / (0.85 \cdot f_c')]$		= 6.59766
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\phi$	= 0.8
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi$	= 0.6
Tebal efektif $d = h - d'$		= 450 mm
Lebar yang ditinjau	$b$	= 1000 mm
Momen nominal rencana $M_n = M_u / \phi$		= 52.863 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^{-6} / (b \cdot d^2)$		= 0.261051

Rasio tulangan yang diperlukan :

$\rho = 0.85 \cdot f_c' / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f_c')}] = 0.000674$   
 Rasio tulangan minimum,  $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00359$   
 Rasio tulangan yang digunakan  $\rho = 0.000674$   
 Luas tulangan yang diperlukan,  $A_s = \rho \cdot b \cdot d = 124.52 \text{ mm}^2$   
 Diameter tulangan yang digunakan  $D = 16 \text{ mm}$   
 Jarak tulangan yang diperlukan,  $s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s = 124.52$   
 Digunakan tulangan D 16 Jarak 100 mm  
 $A_s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s = 2011.429 \text{ mm}^2$   
 Untuk tulangan bagi diambil dari 50 % tulangan pokok  
 $A_s' = 50 \% \cdot A_s = 807.69 \text{ mm}^2$   
 Diameter tulangan yang digunakan  $\phi 12 \text{ mm}$   
 Jarak tulangan diperlukan  $s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s' = 140.0816 \text{ mm}$   
 Digunakan tulangan  $\phi 12 - 100 \text{ mm}$   
 $A_s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s' = 1131.43 \text{ mm}^2$

**Tulangan geser**

Gaya geser ultimit,  $V_u = 20635$   
 $V_c = 1/6 \cdot (\sqrt{f_c'}) \cdot b \cdot d = 374249$   
 $\phi \cdot V_c = 224550 > V_u$  tidak perlu tulangan geser

**b. Back Wall Atas**

**Tulangan lentur**

Momen rencana ultimit,	$M_u$	= 8.592 kNm
Mutu beton K-300 Kuat tekan beton	$f_c'$	= 24.9 MPa
Mutu baja, U-39 Tegangan leleh baja	$f_y$	= 390 MPa
Tebal beton	$h$	= 300 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton	$d'$	= 50 mm
Modulus elastis baja	$E_s$	= 200000
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1$	= 0.85
$pb = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot f_c' / f_y \cdot 600 / (600 + f_c')$		= 0.02796
$R_{nmax} = 0.75 \cdot pb \cdot f_y \cdot [1 - 1/2 \cdot 0.75 \cdot pb \cdot f_y / (0.85 \cdot f_c')]$		= 6.59766
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\phi$	= 0.8
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi$	= 0.6
Tebal efektif $d = h - d'$		= 250 mm
Lebar yang ditinjau	$b$	= 1000 mm
Momen nominal rencana $M_n = M_u / \phi$		= 10.741 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^{-6} / (b \cdot d^2)$		= 0.171984
$R_n < R_{nmax}$		(OK)

Rasio tulangan yang diperlukan :

$\rho = 0.85 \cdot f_c' / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f_c')}] = 0.000442$   
 Rasio tulangan minimum,  $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00359$   
 Rasio tulangan yang digunakan  $\rho = 0.00359$   
 Luas tulangan yang diperlukan,  $A_s = \rho \cdot b \cdot d = 897.44 \text{ mm}^2$   
 Diameter tulangan yang digunakan  $\phi = 12 \text{ mm}$

Jarak tulangan yang diperlukan, $s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s$		= 126.07 mm
Digunakan tulangan $\phi 12$ jarak 100 mm		
$A_s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s = 1131.429 \text{ mm}^2$		
Untuk tulangan bagi diambil dari 50 % tulangan pokok		
$A_s' = 50 \% \cdot A_s = 448.72 \text{ mm}^2$		
Diameter tulangan yang digunakan $\phi 8 \text{ mm}$		
Jarak tulangan diperlukan $s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s'$		= 112.0653 mm
Digunakan tulangan $\phi 8 - 100 \text{ mm}$		
$A_s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s' = 502.86 \text{ mm}^2$		

**Tulangan geser**

Gaya geser ultimit,  $V_u = 34579$   
 $V_c = 1/6 \cdot (\sqrt{f_c'}) \cdot b \cdot d = 207916$   
 $\phi \cdot V_c = 124750 > V_u$  tidak perlu tulangan geser

**3. File Cap**

**Tulangan Lentur**

Momen rencana ultimit,	$M_u$	= 430.628 kNm
Mutu beton K-250 Kuat tekan beton	$f'_c$	= 20.75 MPa
Mutu baja, U-24 Tegangan leleh baja	$f_y$	= 240 MPa
Tebal beton	$h$	= 1050 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton	$d'$	= 100 mm
Modulus elastis baja	$E_s'$	= 200000 MPa
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1$	= 0.85
$pb = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot 600 / (600 + f'_c)$		= 0.0446187
$R_{max} = 0.75 \cdot pb \cdot f_y \cdot [1 - 1/2 \cdot 0.75 \cdot pb \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c)]$		= 6.2028
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\phi$	= 0.8
Tebal efektif $d = h - d'$		= 950 mm
Lebar yang ditinjau	$b$	= 1000 mm
Momen nominal rencana $M_n = M_u / \phi$		= 349.891 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^{-6} / (b \cdot d^2)$		= 0.3877 $R_n < R_{max}$ (OK)

Faktor reduksi kekuatan lentur	$\phi$	= 0.8
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi$	= 0.6
Tebal efektif $d = h - d'$		= 450 mm
Lebar yang ditinjau	$b$	= 1000 mm
Momen nominal rencana $M_n = M_u / \phi$		= 357.500 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^{-6} / (b \cdot d^2)$		= 1.765432 $R_n <$

**Rasio tulangan yang diperlukan :**

$\rho = 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f'_c)}]$		= 0.004733
Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y$		= 0.00359
Rasio tulangan yang digunakan	$\rho$	= 0.00359
Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho \cdot b \cdot d$		= 1615.38 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan	$D$	= 19 mm
Jarak tulangan yang diperlukan, $s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s$		= 175.59 mm
Digunakan tulangan D 19 Jarak 150 mm		
$A_s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s$		= 1890.952 mm <sup>2</sup>
Untuk tulangan bagi diambil dari 50 % tulangan pokok		
$A_s' = 50 \% \cdot A_s$		= 807.69 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan $\phi$ 16 mm		
Jarak tulangan diperlukan $s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s'$		= 249.034 mm
Digunakan tulangan	$D$	= 16-200 mm
$A_s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s'$		= 1005.71 mm <sup>2</sup>

**Rasio tulangan yang diperlukan :**

$\rho = 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f'_c)}]$		= 0.00163
Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y$		= 0.00146
Rasio tulangan yang digunakan	$\rho$	= 0.00146
Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho \cdot b \cdot d$		= 1395.42 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan	$D$	= 19 mm
Jarak tulangan yang diperlukan, $s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s$		= 204.735 mm
Digunakan tulangan $\phi$ 19 jarak 150 mm		

$A_s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s$		= 1890.95 mm <sup>2</sup>
Untuk tulangan bagi diambil dari 50 % tulangan pokok		
$A_s' = 50 \% \cdot A_s$		= 875 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan $\phi$ 12 mm		
Jarak tulangan diperlukan $s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s'$		= 129.31 mm
Digunakan tulangan		= $\phi$ 12-100 mm
$A_s' = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / s'$		= 113143 mm <sup>2</sup>

**Tulangan geser**

Gaya geser ultimit, $V_u$	$V_u$	= 166000 N
$V_c = 1/6 \cdot (\sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d$		= 374249
$\phi \cdot V_u$		= 99600 < $V_u$ perlu tul. geser
$\phi \cdot V_s = V_u - \phi \cdot V_c$		= 66400
$V_s = \phi \cdot V_s$		= 110667
Diameter tul digunakan, $\phi$ 12 ambil jarak arah Y 200 mm		
Luas tulangan geser $A_v = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / S_v$	$A_v$	= 226.286 mm <sup>2</sup>
Jarak tulangan geser yang diperlukan	$s$	= 162.9 mm
$S_v = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s = 897.13$ mm Jarak arah X = 200 mm		
Digunakan tulangan $\phi$ 12 jarak arah Y = 200 mm		

**Wing Wall Arah Horizontal**

**Tulangan lentur**

Momen rencana ultimit,	$M_u$	= 48.158 kNm
Mutu beton K-300 Kuat tekan beton	$f'_c$	= 24.9 MPa
Mutu baja, U-39 Tegangan leleh baja	$f_y$	= 390 MPa
Tebal beton	$h$	= 500 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton	$d'$	= 50 mm
Modulus elastis baja	$E_s'$	= 200000
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1$	= 0.85
$pb = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot 600 / (600 + f'_c)$		= 0.02796
$R_{max} = 0.75 \cdot pb \cdot f_y \cdot [1 - 1/2 \cdot 0.75 \cdot pb \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c)]$		= 6.59766
Faktor reduksi kekuatan lentur	$\phi$	= 0.8
Faktor reduksi kekuatan geser	$\phi$	= 0.6
Tebal efektif $d = h - d'$		= 450 mm
Lebar yang ditinjau	$b$	= 1000 mm
Momen nominal rencana $M_n = M_u / \phi$		= 60.197 kNm
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^{-6} / (b \cdot d^2)$		= 0.397271 $R_n <$

**Rasio tulangan yang diperlukan :**

$\rho = 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f'_c)}]$		= 0.004733
Rasio tulangan minimum, $\rho_{min} = 1.4 / f_y$		= 0.00359
Rasio tulangan yang digunakan	$\rho$	= 0.00359
Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho \cdot b \cdot d$		= 1615.38 mm <sup>2</sup>
Diameter tulangan yang digunakan	$D$	= 19 mm
Jarak tulangan yang diperlukan, $s = \pi/4 \cdot D^2 \cdot b / A_s$		= 175.59 mm
Digunakan tulangan D 19 Jarak 150 mm		

**Tulangan geser**

Gaya geser ultimit, $V_u$	$V_u$	= 253026.97 N
Faktor reduksi geser	$\phi$	= 0.65
Kemampuan beton menahan geser ( $V_c$ )		
$V_c = 1/6 \cdot (\sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d$	$V_c$	= 207916
Kontrol : $V_u < V_c$ Tulangan geser minimum		
Digunakan diameter tulangan (D)	$\phi$	= 12 mm
Luas tulangan geser $A_s = 0.25 \cdot \pi \cdot D^2$	$A_s$	= 113.143 mm <sup>2</sup>
Luas tulangan geser $A_s = 2 \cdot A_s$	$A_s$	= 226.286 mm <sup>2</sup>
Jarak antar tulangan $s = (3 \cdot A_s \cdot f_y) / b$	$s$	= 162.9 mm
Digunakan jarak	$s_x$	= 150 mm
Digunakan jarak	$s_y$	= 150 mm
Luas tulangan geser perlu $A_s = b \cdot s_x / (3 \cdot f_y)$		= 208.33 mm <sup>2</sup>

**4. Wing Wall**

**a. Wing Wall Arah Vertikal**

**Tulangan lentur**

Momen rencana ultimit,	$M_u$	= 286 kNm
Mutu beton K-300 Kuat tekan beton	$f'_c$	= 24.9 MPa
Mutu baja, U-39 Tegangan leleh baja	$f_y$	= 390 MPa
Tebal beton	$h$	= 500 mm
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton	$d'$	= 50 mm
Modulus elastis baja	$E_s'$	= 200000
Faktor bentuk distribusi tegangan beton	$\beta_1$	= 0.85
$pb = \beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c / f_y \cdot 600 / (600 + f'_c)$		= 0.02796
$R_{max} = 0.75 \cdot pb \cdot f_y \cdot [1 - 1/2 \cdot 0.75 \cdot pb \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c)]$		= 6.59766



$$A_s = \pi/4 * D^2 * b/s = 1890.952 \text{ mm}^2$$

Untuk tulangan bagi diambil dari 50 % tulangan pokok

$$A_s' = 50 \% * A_s = 807.69 \text{ mm}^2$$

Diameter tulangan yang digunakan  $\phi$  16 mm

$$\text{Jarak tulangan diperlukan } s' = \pi/4 * D^2 * b / A_s' = 249.034 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan  $D = 16-200 \text{ mm}$

$$A_s' = \pi/4 * D^2 * b/s' = 1005.71 \text{ mm}^2$$

1	Breast wall	2 D 36 - 100	$\phi$ 16 - 100	D 16 - 400
2	Back wall atas	$\phi$ 12 - 100	$\phi$ 8 - 100	0
3	Back wall bawah	D 16 - 100	$\phi$ 12 - 100	0
4	Pile Cap	D 19 - 150	$\phi$ 12 - 100	$\phi$ 12 - 150
5	Wing Wall	D 19 - 150	D 19 - 150	$\phi$ 12 - 250

### Tulangan geser

Gaya geser ultimit,  $V_u = 65526 \text{ N}$

$$V_c = 1/6 * (\sqrt{f_c}) * b * d = 374249$$

$$\phi * V_c = 432321 > V_u \text{ tidak perlu tulangan geser}$$

### SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil analisa perhitungan skripsi ini, adalah sebagai berikut :

1. Dalam pekerjaan dimensi struktur sebaiknya mutu serta ketepatan ukuran strukturnya sangat di perhatikan, karena dalam proses perhitungan dimensi struktur ditinjau dari bentuk dimensinya.
2. Dalam pemasangan tulangan struktur, sebelum dilakukan proses pengecoran sebaiknya dipastikan terlebih dahulu jarak antar tulangan yang telah terpasang, karena apabila melebihi batas jarak yang telah di tentukan maka akan berpengaruh terhadap kemampuan tulangan menahan gaya yang bekerja.

### KESIMPULAN

Dari hasil analisis data yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

#### 1. Hasil perhitungan struktur atas

Tabel Dimensi Struktur Atas Jembatan

No	Elemen Struktur	Dimensi Struktur		
		Panjang (Cm)	Lebar (Cm)	Tinggi (Cm)
1	Tiang sandaran	15	15	100
2	Trotoar	2500	100	25
3	Plat injak	900	200	20
4	Lantai kendaraan	2500	600	20
5	Balok "T" Girder	2500	60	150
6	Balok Diafragma	200	30	50

Tabel Dimensi Tulangan Struktur Bawah Jembatan

No	Elemen Struktur	Kebutuhan Tulangan		
		T. Lentur (mm)	T. Bagi (mm)	T. Geser (mm)
1	Tiang sandaran	2 $\phi$ 10	0	$\phi$ 8 - 200
2	Trotoar	D 16 - 200	$\phi$ 12 - 200	0
3	Plat injak	D 19 - 200	$\phi$ 12 - 200	0
4	Lantai kendaraan	D 16 - 150	$\phi$ 12 - 150	0
5	Balok "T" Girder	20 D 32	4 $\phi$ 12	2 $\phi$ 12 - 150
6	Balok Diafragma	2 D 25	0	D 12 - 200

#### 2. Hasil perhitungan Struktur Bawah

Tabel Dimensi Struktur Bawah Jembatan

No	Elemen Struktur	Dimensi Struktur		
		Panjang (Cm)	Lebar (Cm)	Tinggi (Cm)
1	Breast wall	900	100	130
2	Back wall atas	900	30	50
3	Back wall bawah	900	50	100
4	Pile Cap	900	330	80
5	Wing Wall	150	50	380

Tabel Dimensi Tulangan Struktur Bawah

No	Elemen Struktur	Kebutuhan Tulangan		
		T. Lentur (mm)	T. Bagi (mm)	T. Geser (mm)

### DAFTAR PUSTAKA

- SNI T-02-2005, *Standar Pembebanan Untuk Jembatan.*
- SNI T-12-2004, *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan.*
- 1993, BMS. *Panduan Penyelidikan Jembatan.*
- 1992, BMS. *Bridge Design Manual Volum 1.*
- 1992, BMS. *Bridge Design Manual Volum 2.*
- 1992, BMS. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Jilid I.*
- 1992, BMS. *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Jilid II.*
- Supriyadi Bambang, CES., DEA. DR. IR, 2007, *Jembatan*, Penerbit Beta Offset, Yogyakarta
- Nawy Edwar G, Dr. P.E., 1990, *Beton Bertulang*, Penerbit Eresco, Bandung.
- Asroni Ali. 2010, *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta