BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Jembatan

Jembatan adalah jalan yang terletak di atas permukaan air dan/atau di atas permukaan tanah (UU No.38:2004). Jembatan juga disebut suatu struktur yang dibuat untuk menghubungkan dua jaringan jalan yang terputus oleh adanya suatu rintangan. Jembatan terdiri dari empat bagian pokok yaitu:

1. Bangunan atas jembatan yaitu bagian struktur jembatan yang berada pada bagian atas jembatan, yang berfungsi untuk menampung beban-beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas orang dan kendaraan dan juga yang lain kemudian menyalurkannya ke bangunan bawah.
2. Bangunan bawah jembatan yaitu bangunan struktur jembatan yang berada di bawah struktur atas jembatan yang berfungsi untuk menerima/memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas kemudian menyalurkannya ke pondasi.
3. Oprit yaitu timbunan tanah di belakang abutment, timbunan tanah ini harus dibuat sepadat mungkin, untuk menghindari terjadinya penurunan tanah (*settlement*). Oprit bisa disebut juga jalan pendekat menuju jembatan.
4. Bangunan pengaman jembatan yaitu bagian struktur jembatan yang berfungsi untuk pengamanan terhadap pengaruh rintangan yang bersangkutan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Menurut Agus (1995) jembatan dapat di klasifikasikan menjadi 8 (delapan) jenis, yaitu:

1. Klasifikasi menurut tujuan penggunaannya:
   a. Jembatan jalan raya
   b. Jembatan jalan kereta api
   c. Jembatan air / pipa dan saluran
   d. Jembatan militer
   e. Jembatan pejalan kaki / penyeberangan

2. Klasifikasi menurut bahan material yang digunakan:
   a. Jembatan kayu
   b. Jembatan rangka baja
   c. Jembatan beton bertulang
   d. Jembatan beton prategang
   e. Jembatan batu bata
   f. Jembatan komposit
3. Klasifikasi menurut formasi lantai kendaraan:
   a. Jembatan lantai atas
   b. Jembatan lantai tengah
   c. Jembatan lantai bawah
   d. Jembatan lantai atas dan bawah
4. Klasifikasi menurut sruktur / konstruksinya:
   a. Jembatan Gelegar (*Girder Bridge*)
   b. Jembatan rangka (*Truss Bridge*)
   c. Jembatan portal (*Rigid Frame Bridge*)
   d. Jembatan pelengkung (*Arch Bridge*)
   e. Jembatan gantung (*Suspension Bridge*)
   f. Jembatan kabel (*Cable Stayed Bridge*)
5. Klasifikasi menurut bidang yang dipotongkan:
   a. Jembatan tegak lurus
   b. Jembatan lurus (*Straight Bridge*)
   c. Jembatan lengkung (*Curved Bridge*)
6. Klasifikasi menurut lokasi:
   a. Jembatan biasa
   b. Jembatan *Viaduct*
   c. Jembatan layang (*Overbridge / Roadway Crossing*)
   d. Jembatan kereta api
7. Klasifikasi menurut keawetan umur:
   a. Jembatan sementara
   b. Jembatan permanen

8. Klasifikasi menurut tingkat kemampuan / derajat gerak:
   a. Jembatan atap
   b. Jembatan dapat digerakkan

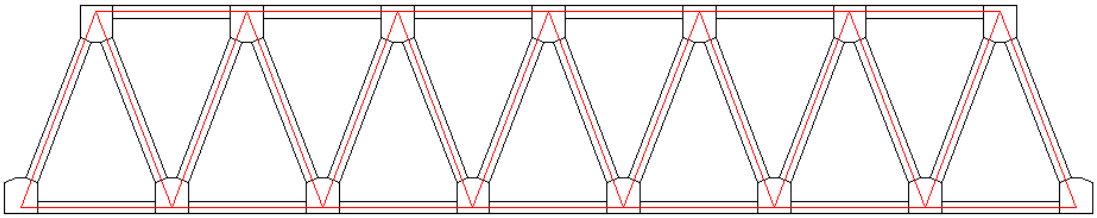
2.2. Jembatan Rangka Baja

Jembatan rangka baja adalah struktur jembatan yang terdiri dari rangkaian batang-batang baja yang dihubungkan satu dengan yang lain.

Beban atau muatan yang dipikul oleh struktur ini akan diuraikan dan disalurkan kepada batang-batang baja struktur tersebut, sebagai gaya-gaya tekan dan tarik melalui titik-titik pertemuan batang (titk buhul). Gaya-gaya eksentrisitas yang dapat menimbulkan momen sekunder selalu diusahakan untuk dihindari. Oleh karena itu garis netral tiap-tiap batang yang bertemu pada titik buhul harus saling berpotongan pada satu titik saja, untuk menghindari timbulnya momen sekunder.

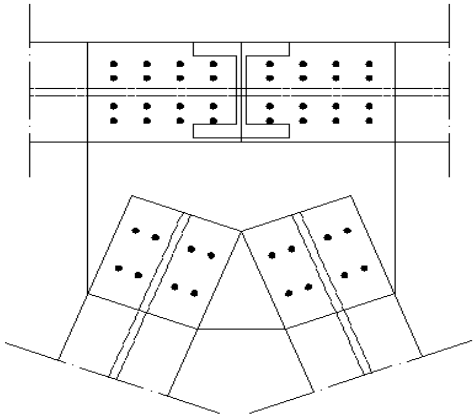
Dengan demikian ada hal-hal penting yang perlu diperhatikan pada konstruksi rangka baja yaitu:

a. Mutu dan dimensi tiap-tiap batang harus kuat menahan gaya yang timbul. Batang-batang rangka dalam keadaan tidak rusak/bengkok dan sebagainya. Oleh karena itu batang-batang rangka jembatan harus dijaga selama masa pengangkutan, penyimpanan, dan pemasangan.
b. Kekuatan pelat penyambung harus lebih besar daripada batang yang disambung (struktur sambungan harus lebih kuat dari batang utuh).
c. Untuk mencegah terjadinya eksentrisitas gaya yang dapat menyebabkan momen sekunder, maka garis netral tiap batang yang bertemu harus berpotongan melalui satu titik (harus merencanakan bentuk pelat buhul yang tepat). Contoh gambar struktur jembatan rangka baja:



Gambar 2.1. Sketsa struktur jembatan rangka baja

Pelat buhul yang paling ujung, baik pelat buhul bawah maupun atas, biasanya panjangnya dilebihi, untuk keperluan penyambung dengan *linking steel* bila diperlukan.



Gambar 2.2. Detail sambungan titik buhul

2.2.1. Macam – Macam Jembatan Rangka Baja

Pada dasarnya jembatan rangka baja memiliki prinsip yang sama, baik cara perhitungan maupun sistem penyambungannya. Hanya saja untuk berbagai keperluan standarisasi, beberapa produsen/pabrik membuat desain standar dengan panjang bentang tertentu (misalkan 30 m, 40 m, 50 m, dan 60 m), profil-profil batang tertentu, dan mutu material tertentu pula.

Ada beberapa macam jembatan rangka baja yang sering kita temui pada saat ini, ditinjau dari negara pembuatnya, yaitu:

a. Jembatan rangka Belanda.
b. Jembatan rangka Australia.
c. Jembatan rangka Jepang.
d. Jembatan rangka Inggris.

Karena adanya standar panjang bentang jembatan seperti diatas, sering kita jumpai jembatan kombinasi, misalnya jembatan masing-masing dengan bentang 40 m dan 50 m atau 30 dan 60 m. Biasanya jembatan-jembatan dengan bentang standar tersebut dapat dihubungkan satu dengan yang lain dengan menggunakan *link set* untuk keperluan tertentu. Bahkan ada juga yang dikombinasikan dengan konstruksi lain, misalnya untuk memperoleh total panjang 62 m, dipasanglah jembatan rangka baja dengan bentang 50 m dan jembatan beton 12 m.

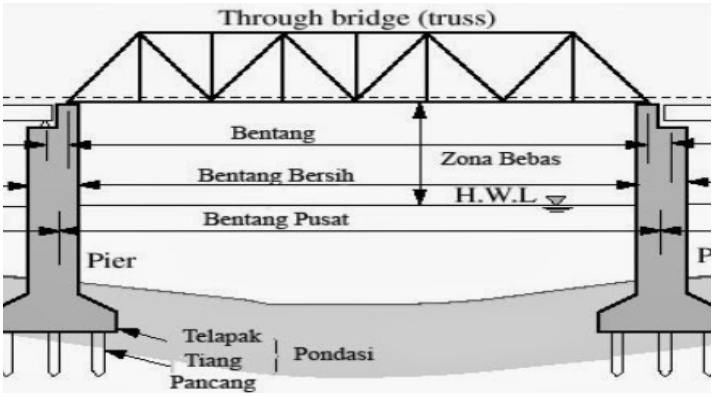
Ada juga jembatan rangka baja yang dibuat khusus untuk jembatan darurat/sementara, seperti yang telah kita kenal sebagai jembatan Bailey.

Disamping jenis-jenis tersebut, tentunya ada juga jembatan rangka baja yang khusus didesain tersendiri (hanya untuk satu jembatan saja).

(Asiyanto, 2008:1-5)

2.2.2 Bagian – Bagian Konstruksi Jembatan Rangka

Secara umum konstruksi jembatan rangka baja memiliki dua bagian yaitu bangunan atas (*superstructure*) dan bangunan bawah (*substructure*). Bangunan atas adalah konstruksi yang berhubungan langsung dengan beban - beban lalu lintas yang bekerja. Sedangkan bangunan bawah adalah konstruksi yang menerima beban – beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke lapisan pendukung (tanah keras) di bawahnya. Gambar 2.3 menunjukkan bagian-bagian konstruksi jembatan rangka baja.



Gambar 2.3 Bagian-bagian Konstruksi Jembatan Rangka Baja dan Beton

2.2.3 Bangunan Atas (S*uperstructure*)

Bangunan atas terletak pada bagian atas konstruksi jembatan yang menampung beban – beban lalu lintas, orang, barang, dan berat sendiri konstruksi kemudian menyalurkan beban tersebut ke bagian bawah.

Bagian bangunan atas suatu jembatan terdiri dari :

1. Sandaran, berfungsi untuk membataasi lebar dari suatu jembatan agar membuat rasa aman bagi lau lintas kendaraan maupun orang yang melewatinya, pada jembatan rangka baja umumnya sandaran dibuat dari pipa galvanis.
2. Rangka utama, terbuat dari baja profil seperti type WF, sehingga lebih baik dalam menerima beban – beban yang bekerja secara lateral (beban yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu batang).
3. Trotoar, merupakan jalur lalu-lintas untuk pejalan kaki yang umumnya sejajar dengan sumbu jalan dan lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan.
4. Lantai kendaraan, merupakan lintasan utama yang di lalui kendaraan, lebar jalur kendaraan yang diperkirakan cukup untuk berpapasan, dimana masing-masing lajur memiliki lebar minimal 2,75 meter (RSNI T-14-2004).
5. Gelagar memanjang, terletak pada jembatan yang letaknya memanjang arah jembatan atau tegak lurus arah aliran sungai . Komponen ini merupakan suatu bagian struktur yang menahan beban langsung dari plat lantai.
6. Gelagar melintang, berfungsi menerima beban lantai kendaraan, trotoar, gelagar memanjang dan beban lainnya serta menyalurkanya ke rangka utama.
7. Ikatan angin atas dan bawah, berfungsi untuk menahan atau melawan gaya yang diakibatkan oleh angin, baik dari bagian atas maupun bagian bawah jembatan agar jembatan dalam keadaan stabil.
8. Perletakan, dibuat untuk menerima gaya-gaya dari konstruksi bangunan atas baik secara horizontal, vertikal, maupun lateral dan menyalurkannya

ke bangunan dibawahnya, serta mengatasi perubahan panjang yang diakibatkan perubahan suhu dan untuk memeriksa kemungkinan rotasi pada perletakkan yang akan menyertai lendutan dari struktur yang dibebani. Terdapat tiga macam perletakan yaitu sendi, rol, dan elastomer.

2.2.4 Bangunan Bawah (*Substructure*)

Bangunan ini terletak pada bagian bawah konstruksi yang berfungsi untuk memikul beban-beban yang diberikan bangunan atas, kemudian disalurkan ke pondasi dan diteruskan ke tanah keras dibawahnya. Dalam perencanaan jembatan masalah bangunan bawah harus mendapatkan perhatian, karena bangunan bawah merupakan salah satu penyangga dan penyalur semua beban yang bekerja pada jembatan termasuk juga gaya akibat gempa. Selain gaya-gaya tersebut, pada bangunan bawah juga bekerja gaya-gaya akibat tekanan tanah oprit dan gaya-gaya pelaksanaan. Bangunan bawah terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut :

1. Abutment atau kepala jembatan yang merupakan salah satu bagian konstruksi yang terdapat pada ujung-ujung jembatan yang berfungsi sebagai pendukung bagi bangunan diatasnya dan sebagai penahan tanah timbunan oprit. Konstruksi abutment juga dilengkapi dengan konstruksi sayap untuk menahan tanah dengan arah tegak lurus dari as jalan. Bentuk umum abutment yang sering dijumpai baik pada jembatan lama maupun jembatan baru pada prinsipnya semuanya sama yaitu sebagai pendukung bangunan atas, tapi yang paling umum ditinjau dari kondisi lapangan seperti daya tanah dasar dan penurunan (*settlement*) yang terjadi. Adapun jenis abutment ini dapat dibuat dari bahan seperti batu atau beton bertulang dengan konstruksi seperti dinding atau tembok.
2. Pondasi, berfungsi untuk memikul beban diatas dan meneruskannya kelapisan tanah pendukung tanpa mengalami konsolidasi atau penurunan yang berlebihan. Adapun hal yang diperlukan dalam perencanaan pondasi diantaranya :

a. Daya dukung tanah terhadap konstruksi.
b. Beban-beban yang bekerja pada tanah baik langsung maupun tidak langsung.

Secara umum jenis pondasi yang digunakan pada jembatan ada 3 (tiga) macam yaitu :

a. Pondasi langsung pangkal.
b. Pondasi sumuran.
c. Pondasi dalam (tiang pancang/bor).

3. Pelat injak,berfungsi untuk menahan hentakan pertama roda kendaraan ketika akan memasuki awal jembatan. Pelat injak ini sangat berpengaruh pada pekerjaan bangunan bawah. Karenabiladalam pelaksanaan pemadatan kurang sempurna maka akan mengakibatkan penurunan dan plat injak akan patah.
4. Pilar, berbeda dengan abutment yang jumlahnya ada 2 (dua) dalam satu jembatan. Bentuk pilar suatu jembatan harus mempertimbangkan pola pergerakan aliran sungai, sehingga dalam perencanaanya selain pertimbangan dari segi kekuatan juga memperhitungkan masalah keamanannya. Dalam segi jumlah pun bermacam-macam tergantung dari jarak bentangan yang tersedia, keadaan sungai dan keadaan tanah.
5. Oprit (jalan pendekat), adalah timbunan tanah pilihan dibelakang abutment yang berfungsi menghubungkan jalan dengan jembatan.

2.2.5 Metode Pemasangan

Ada 4 (empat) metode yang dapat digunakan untuk pekerjaan pemasangan/penyetelan perangkat jembatan rangka baja yaitu:

1. Pemasangan dengan cara memakai perancah.
2. Pemasangan dengan cara kantilever (pemasangan konsol sepotong demi sepotong).
3. Pemasangan dengan cara peluncuran.
   a. Bentang tunggal.
   b. Bentang lebih dari satu.

4. Kombinasi dari ketiga cara diatas.

(Asiyanto, 2008:06)

2.3 Standar Peraturan Perencanaan Jembatan yang Digunakan

Adapun perencanaan jembatan ini mengacu kepada standar peraturan yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum antara lain :

1. RSNI T – 02 – 2005 tentang Standar Pembebanan Untuk Jembatan.
2. RSNI T – 03 – 2005 tentang Peraturan Struktur Baja Untuk Jembatan.
3. RSNI T – 12 – 2004 tentang Standar Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan.

2.4 Dasar-Dasar Perencanaan Pembebanan Jembatan

Dalam suatu perencanaan pembebanan disarankan harus sesuai berdasarkan peraturan yang dikeluarkan dirjen bina marga departemen pekerjaan umum yaitu RSNI T – 02 – 2005 standar pembebanan untuk jembatan. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi-aksi dan metoda penerapannya boleh dimodifikasi dalam kondisi tertentu, dengan seizin pejabat yang berwenang. Butir-butir tersebut di atas harus digunakan untuk perencanaan seluruh jembatan termasuk jembatan bentang panjang dengan bentang utama >200 m. Tabel 2.1 menunjukkan ringkasan aksi-aksi rencana sesuai RSNI T – 02 – 2005.

1. Umum
   a. Masa dari setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan kerapatan masa rata-rata dari bahan yang digunakan.

Tabel 2.1 Ringkasan Aksi-Aksi Rencana

Pasal No	Aksi		Lamanya Waktu	FaktorBaban PadaKeadaan Batas		
	Nama	Simbol		Daya Layan	Ultimate K_u:xx	
					Normal	Terkurangi
5.2	Berat sendiri	P_{MS}	Tetap	1,0	*(3)	*(3)
5.3	Beban mati tambahan	P_{MA}	Tetap	1,0/13 (3)	2.0/1,4 (3)	0,7/0,8 (3)
5.4	Penyusutan dan rangkak	P_{SR}	Tetap	1,0	1,0	N/A
5.5	Prategang	P_{PR}	Tetap	1,0	1,0	N/A
5.6	Tekanan tanah	P_{TA}	Tetap	1,0	*(3)	*(3)
5.7	Bebanpelaksanaan	P_{PL}	Tetap	1,0	1,25	0,8
6.3	Beban lajur “D”	T_{TD}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.4	Beban lajur“L”	T_{TT}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.7	Gayarem	T_{TB}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.8	GayaSentrifugal	T_{TP}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.9	BebanTrotoar	T_{TC}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.10	Beban –beban tumbukan	T_{ES}	Tran	*(3)	*(3)	N/A
7.2	Penurunan	P_{ES}	Tetap	1,0	N/A	N/A
7.3	Temperatur	T_{ET}	Tran	1,0	1,2	0,8
7.4	Aliran/ benda hanyutan	T_{EF}	Tran	1,0	*(3)	N/A
7.5	Hidro/ daya	T_{EU}	Tran	1,0	1,0	1,0
7.6	Angin	T_{EW}	Tran	1,0	1,2	N/A
7.7	Gempa	T_{EO}	Tran	N/A	1,0	N/A
8.1	Gesekan	T_{BF}	Tran	1,0	1,3	0,8
8.2	Getaran	T_{VL}	Tran	1,0	N/A	N/A
8.3	Pelaksanaan	T_{CL}	Tran	*(3)	*(3)	*(3)
Catatan (1) Simbol yang terlihat hanya untuk beban nominal, simbol untuk beban rencana menggunakan tanda bintang, untuk: P*MS=berat sendiri						
Catatan (2) Tran=Transien						
Catatan (3) Untuk penjelasan lihat pasal yang sesuai						

Catatan (4)“N/A” menandakan tidak dapat dipakai. Dalam hal dimana pengaruh beban transien adalah meningkatkan keamanan,

(sumber: RSNI T – 02 – 2005)

b. Berat dari bagian-bagian bangunan tersebut adalah masa dikalikan dengan percepatan gravitasi (g). Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standar ini adalah 9,8 m/dt^2.

c. Pengambilan kerapatan massa yang besar mungkin aman untuk suatu keadaan batas, tetapi tidak untuk keadaan yang dilainnya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan faktor beban terkurangi. Akan tetapi apabila kerapatan massadiambil dari suatu nilai, dan nilI yang sebenarnya tidak bisa ditentukan dengan tepat, maka perencana harus memilih-milih nilai tersebut untuk mendapatkan keadaan yang paling kritis. Faktor beban yang digunakan sesuai dengan yang tercantum dalam standar ini dan tidak boleh diubah.

d. Beban mati jembatan terdiri dari berat masing-masing bagian struktural dan elemen-elemen non struktural. Masing-masing berat elemen ini harus dianggap sebagai aksi yang terintegrasi pada waktu menerapkan faktor beban biasa dan yang terkurangi. Perencana jembatan harus menggunakan kebijaksanaannya didalam menentukan elemen-elemen tersebut.

e. Tipe aksi, dalam hal tertentu aksi bisa meningkatkan respon total(mengurangi keamanan) pada salah satu bagian jembatan, tetapi mengurangi respon total (menambah keamanan) pada bagian lainnya.

2. Berat sendiri, adalah berat dari bagian tersebut dan elemen-elemen struktural lain yang dipikulnya. Adapun yang terdapat di dalamnya adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap. Tabel 2.2 menunjukkan faktor beban untuk berat sendiri.Beban mati jembatan terdiri dari berat masing-masing bagian struktural dan elemen-elemen non struktural. Masing-masing berat elemen ini harus dianggap sebagai aksi yang terintegrasi pada waktu menerapkan faktor beben biasa

dan yang terkurangi. Perencana jembatan menentukan elemen – elemen tersebut. Tabel 2.3 menunjukkan faktor berat isi untuk beban mati.

Tabel 2.2 Faktor Beban untuk Berat Sendiri

Jangka Waktu	FAKTOR BEBAN			
	KS:MS		KU:MS	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, Aluminium	1,0	1,1	0,9
	Beton pracetak	1,0	1,2	0,85
	Beton dicor ditempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

(sumber: RSNI T – 02 – 2005)

Tabel 2.3 Faktor Berat Isi untuk Beban Mati

No.	Bahan	Berat/Satuan isi (KN/m³)	Kerapatan massa (Kg/m³)
1	Campuran Alumunium	26.7	2720
2	Lapisan permukaan beraspal	22.0	2240
3	Besi tuang	71.0	7200
4	Timbuntanah dipadatkan	17.2	2760
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	11400
12	Lempunglepas	12.5	1280
13	Bau pasangan	23.5	2400
14	Neoprin	11.3	1150
15	Pasirkering	15.7-17.2	1600-1760
16	Pasirbasah	18.0-18.8	1840-1920
17	Lumpurlunak	17.2	1760
18	Baja	77.0	7850
19	Kayu (ringan)	7.8	800

20	Kayu (keras)	11.0	1120
22	Airgaram	10.0	1025
23	Besi tempa	75.5	1680

(sumber: RSNI T – 02 – 2005)

3. Beban mati tambahan / utilitas, adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non-struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Tabel 2.4 menunjukkan faktor beban untuk beban mati tambahan / utilitas.

Tabel 2.4 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan

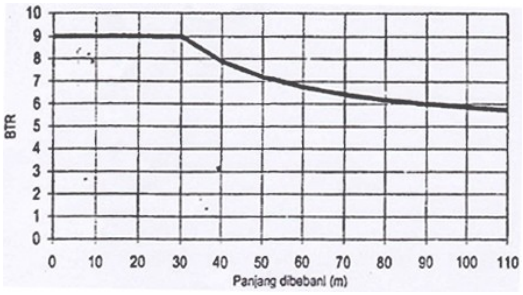
JANGKAWAKTU	FAKTOR BEBAN			
	K		K	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Keadaanumum	1,0	2	0,7
	Keadaan khusus	1,0	1,4	0,8
Catatan: Faktorbeban dayalayan 1,3 digunakan untuk beratutilitas				

(sumber: RSNI T – 02 – 2005)

4. Beban terbagi rata, mempunyai intensitas q kPa, dimana besarnya q tergantung panjang total yang dibebani L, seperti berikut :
   a. $L \leq 30$ m : q = 90 kPa
   b. L > 30 m : q = 90 (0,5 +15/L) kPa

   Dengan pengertian :
   1) q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalamarah memanjang jembatan.
   2) L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter).

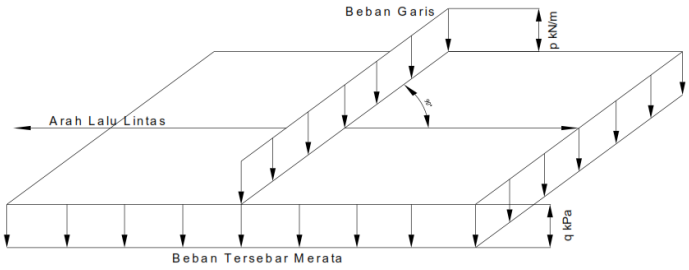
   Hubungan ini bisa dilihat dalam gambar 2.4. Panjang yang dibebani L adalah panjang total BTR yang bekerja pada jembatan. BTR mungkin harus dipecah menjadi panjang-panjang tertentu untuk mendapatkanpengaruh maksimum pada jembatan menerus atau bangunan khusus.



Gambar 2.4 Hubungan Beban Terbagi Rata dengan Panjang yang Dibebani

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

5. Beban Garis Terpusat (BGT), Dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m.Untuk mendapatkan momen lentur negatif maksimum pada jembatan menerus, BGT kedua yang identik harus ditempatkan pada posisi dalam arah melintang jembatan pada bentang lainnya, ini dapat dilihat pada gambar 2.5



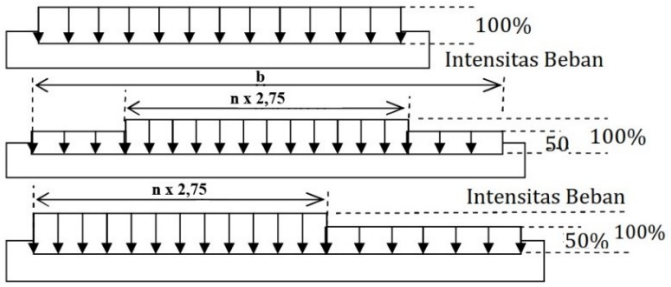
Gambar 2.5 Beban Lajur D

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

6. Penyebaran beban D pada arah melintang, Beban "D" harus disusun pada arah melintang sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum, penyusunan komponen – komponenBTR dan BGT dari beban "D" pada arah melintang harus sama. Penempatan beban ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :
   a. Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5,5 m, maka beban "D" harus ditempatkan pada seluruh pilar denganintensitas 100%.

b. Apabilalebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban "D" harusditempatkan pada jumlah lajur lalu lintas rencana (n_1) yang berdekatan,dengan intensitas 100%. Hasilnya adalah beban garis equivalen sebesar n_1 x 2,75 q kN/m dan beban terpusat ekuivalen n_1 x 2,75 p kN, kedua-duanya bekerja strip pada lajur sebesar n_1 x 2,75 m.

c. Lajur lalu lintas rencana yang membentuk strip ini bisa ditempatkan dimana saja pada lajur jembatan. Beban "D" tambahan harus ditempatkan pada seluruh lebar sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50%. Susunan pembebanan ini bisa dilihat dalam gambar 2.6.



Gambar 2.6 Penyebaran Pembebanan pada Arah Melintang

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

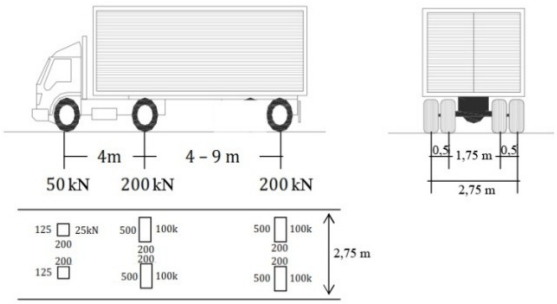
d. Luas lajur yang ditempati median yang dimaksud dalam pasal ini harus dianggap bagian jalur dan dibebani dengan beban yang sesuai, kecuali apabila median tersebut terbuat dari penghalang lalu lintas yang tetap.

7. Beban truk "T",dari kendaraan truk semi trailer yangmempunyai susunan dan berat as seperti terlihat dalam Gambar 2.7. Berat dari masing-masing as disebarkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as tersebut dapat diubah – ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh tersebar pada arah memanjang jembatan. Tabel 2.5 menunjukan faktor beban akibat pembebanan truk.

Tabel 2.5 Faktor Beban Akibat Pembebanan Truk

Jangka waktu	FaktorBeban	
	$K_{S;TT;}$	$K_{U;TT;}$
Transien	1,0	1,8

(sumber: RSNI T – 02 – 2005)

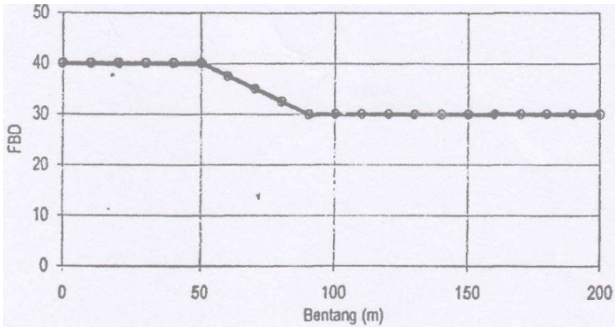


Gambar 2.7 Pembebanan Truk

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

Terlepas dari panjang jembatan atau susunan bentang, hanya ada satu kendaraan truk "T" yang bisa ditempatkan pada satu lajur lalu lintas rencana. Kendaraan truk "T" ini harus ditempatkan ditengah – tengah lajur lalu lintas rencana seperti terlihat dalam gambar 2.7. jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana dapat dilihat dalam pasal 6.2 berikut, akan tetapi jumlah lebih kecil bisadigunakan dalam perencanaan apabila menghasilkan pengaruh yang lebih besar. Hanya jumlah jalur lalu lintas rencana bisa ditempatkan dimana saja pada lajur jembatan.Untuk pembebanan truk "T", faktor beban dinamis diambil 30%. Harga faktor beban dinamis yang dihitung digunakan pada seluruh bagian bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Untuk bagian bangunan bawah dan pondasi yang berada di bawah garis permukaan, harga faktor beban dinamis harus diambil sebagai peralihan linier dari harga pada garis permukaan tanah sampai nol pada kedalaman 2 m.Untuk bangunan yang terkubur, seperti halnya gorong - gorong dan struktur baja tanah. Harga faktor beban dinamis jangan diambil kurang dari 10% untuk kedalaman 2 m. Untuk kedalaman antara bisa di interpolasi linier, harga faktor beban

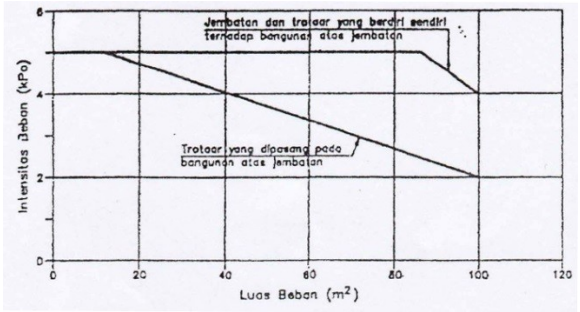
dinamis yang digunakan untuk kedalaman yang dipilih harus ditetapkan untuk bangunan seutuhnya. Gambar 2.8 menunjukkan harga faktor beban dinamis terhadap bentang jembatan.



Gambar 2.8 Faktor Beban Dinamis untuk Pembebanan Lajur

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

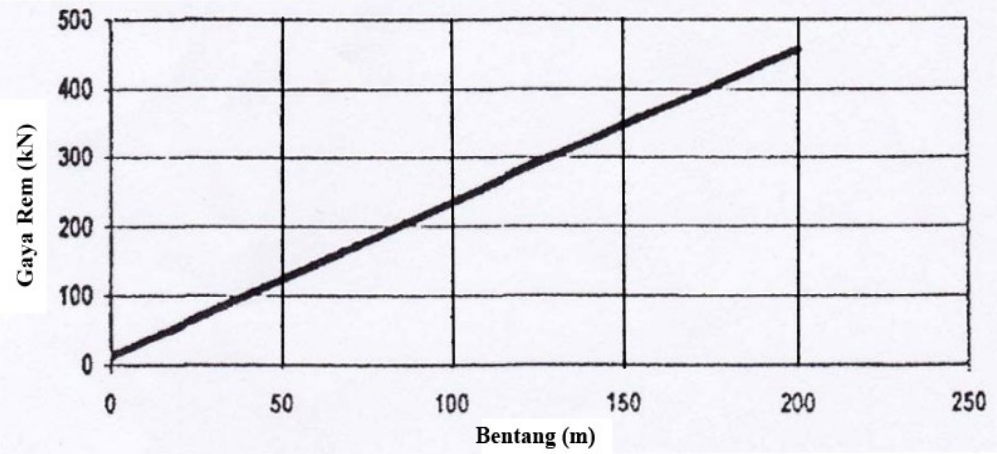
8. Beban pejalan kaki, semua elemen dari trotoar atau jembatan penyeberangan langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk beban nominal 5 kPa. Jembatan pejalan kaki dan trotoar pada jembatan jalan raya harus direncanakan untuk memikul beban per m^2 dari luas yang dibebani seperti gambar 2.9. Luas yang dibebani adalah luas yang terkait dengan elemen bangunan yang ditinjau. Untuk jembatan, pembebanan lalu lintas dan pejalan kaki jangan diambil secara bersamaan pada keadaan batas ultimate. Apabila trotoar memungkinkan digunakan untuk kendaraan ringan atau ternak, maka trotoar harus direncanakan untuk bisa memikul beban hidup terpusat sebesar 20 KN.



Gambar 2.9 Pembebanan untuk Pejalan Kaki

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

9. Gaya rem, 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 denganfaktor beban dinamis dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,8 m diatas permukaan lantai kendaraan. Beban lajur "D" disini jangan direduksi bila panjang bentang melebihi 30 m, digunakan rumus q = 9 kPa. Dalam memperkirakan pengaruh gaya memanjang terhadap perletakan dan bangunan bawah jembatan, maka gesekan atau karakeristik perpindahan geser dari perletakan ekspansi dan kekakuan bangunan bawah harus diperhitungkan. Gaya rem tidak boleh digunakan tanpa memperhitungkan pengaruh beban lalu lintas vertikal. Dalam hal dimana beban lalu lintas vertikal mengurangi pengaruh dari gaya rem (seperti pada stabilitas guling dari pangkal jembatan), maka faktor beban ultimate terkurangi sebesar 40 % boleh digunakan untuk pengaruh beban lalu lintas vertikal. Pembebanan lalu lintas 70 % dan faktor pembesaran di atas 100% BGT dan BTR tidak berlaku untuk gaya rem.



Gambar 2.10 Gaya Rem per Lajur 2,75 m

(sumber : RSNI T – 02 – 2005)

2.5 Metode Perhitungan Jembatan Rangka Baja

Dalam perhitungan jembatan beton bertulang, berikut ini adalah urutan perhitungan jembatan beton betulang, yakni : Perhitungan plat lantai kendaraan, perhitungan lantai trotoar, perhitungan, perhitungan gelagar memanjang dan melintang, perhitungan rangka baja dan ikatan angin, dan perhitungan sambungan.

2.5.1 Plat lantai kendaraan

1. Tebal pelat lantai

   Ts ≥ 200 mm

   Ts ≥ (100 + 40.l).....(2.101)

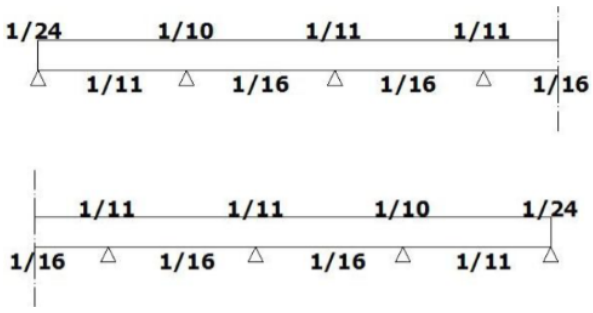
   Keterangan: Ts = Tebal pelat lantai

   l = Panjang antar gelagar melintang

2. Pembebanan

   a. Beban mati terdiri atas berat aspal, berat pelat lantai dan berat air hujan. Dari pembebanan tersebut akan diperoleh q_{Dult} pelat lantai kendaraan dianggap pelat satu arah seperti pada gambar 2.11. Momen lapangan adalah

   $M_x = M_D = \frac{1}{11} \times q_D \times L^2$.....(2.102)



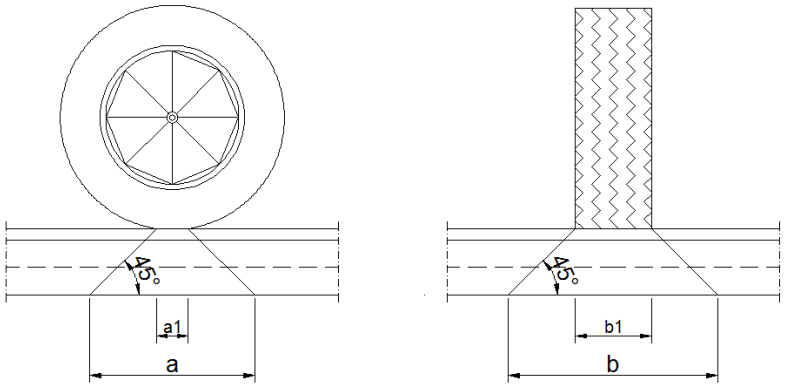
Gambar 2.11 Pelat Satu Arah

   b. Berasal dari kendaraan bergerak (muatan T) beban truck.

   Tu = 1,8 x 1,3 T.....(2.103)

   Jadi pembebanan truck,

   $q = \frac{Tu}{a \times b}$ dan momen dihitung menggunakan tabel Bitner.



Gambar 2.12 Penyaluran Tegangan dari Roda Akibat Bidang Kontak

c. Penulangan, berdasarkan RSNI T – 12 – 2004

$As_{min} = \frac{\sqrt{Fc'}}{4\,Fy} bd$ .....(2.104)

$As_{min} = \frac{1{,}4}{Fy} bd$ .....(2.105)

2.5.2 Trotoar

Pada perencanaannya trotoar dianggap sebagai balok menerus.

1. Pembebanan
   a. Beban mati, terdiri atas berat *finishing* trotoar, berat trotoar dan berat air hujan.
   b. Beban hidup, terdiri atas beban pejalan kaki. Dari pembebanan diatas akan diperoleh Wu.
2. Penulangan, berdasarkan RSNI T – 12 – 2004

   AS_{min} = bd.....(2.106)

2.5.3 Gelagar melintang

Gelagar melintang direncanakan sebagai gelagar komposit memakai baja WF dan dianggap sebagai balok dengan dua tumpuan. Momen yang diperhitungkan adalah pada saat sebelum dan sesudah komposit.

1. Pembebanan
   a. Beban mati, terdiri atas sumbangan dari pelat lantai dan beban trotoar.
   b. Beban hidup, terdiri atas beban terbagi rata (BTR), beban garis terpusat (BGT) dan beban hidup trotoar.
2. Kontrol kekuatan sebelum komposit

   $M_{total} = M_{Dlmax} + M_{profitmax}$ .....(2.107)

   $Mn = Z_x \cdot F_y$ .....(2.108)

   Cek apakah $M_{total} < \emptyset Mn$, jika ya maka dimensi gelagar aman.
3. Kontrol kekuatan sesudah komposit

   $M_{total} = M_{Dlmax} + M_{Llmax} + M_{profitmax}$ .....(2.109)

   $Mn = T \cdot Z = A_s \cdot F_y \cdot Z$ .....(2.110)

   Cek apakah $M_{total} < \emptyset Mn$, jika ya maka dimensi gelagar aman.
4. Geser

   $Vn = 0{,}6 \cdot f_y \cdot Aw$ .....(2.111)

   Cek apakah $V_{total} < \emptyset Vn$, jika ya maka dimensi gelagar aman terhadap geser.
5. Shear konektor

   Karena PNA berada pada pelat lantai kendaraan, maka gaya geser total adalah

   $Tmax = As \cdot fy ; \geq 4$ .....(2.112)

   Kekuatan satu konektur stud

   $Qu = 0{,}0005 \cdot Ast \cdot \sqrt{f c'} \cdot Ec$ .....(2.113)

2.5.4 Ikatan angin

Gaya nominal ultimate dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana, apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan, beban merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus :

$T_{EW} = 0{,}0006\ Cw \cdot (Vw)^2 \cdot Ab$ .....(2.114)

Dengan pengertian :

Vw : kecepatan angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau

Cw : koefisien seret

Ab : luas ekuivalen bagian samping jembatan (m^2)

1. Ha dan Hb

   Ha = $\frac{(T_{EW1} X_1) + (T_{EWn} X_n)}{y}$ .....(2.115)

   Hb = (T_{EW1} . x1) + (T_{EWn} . xn) – Ha.....(2.116)

   Selanjutnya, diambil nilai Ha dan Hb yang terbesar dari dua kondisi, yaitu pada saat kendaraan berada diatas jembatan dan pada saat kendaraan tidak berada diatas jembatan.

2. Gaya batang

   Untuk menghitung gaya batang, digunakan metode Ritter. Angka– angka yang didapat dari Ritter selanjutnya dikali dengan Ha danHb.

3. Dimensi profil

   Setelah gaya batang didapat, dilanjutkan dengan pendimensian profil.

   a. Kontrol terhadap batang tarik

      Dengan rumus :

      ØPn = 0,9 x Ag x Fy.....(2.117)

      ØPn = 0,75 x Ae x Fu.....(2.118)

      Dari persamaan (2.17) dan (2.18) diambil yang terkecil, kemudian di cek apakah Pu_{max}<ØPn.

   b. Kontrol terhadap batang tekan

      Dengan rumus: $\lambda = \frac{Lk}{i_{min}}$ .....(2.119)

      $\lambda c = \frac{1}{\pi} x \frac{Lk}{i_{min}} x \sqrt{\frac{F_y}{E_s}}$ .....(2.120)

      Untuk λ > 1,5 maka ØPn = 0,85 x $\frac{0{,}88}{\lambda_{c^2}}$ x Ag x fy.....(2.121)

      Kemudian dicek apakah Pu_{max}< ØPn.

4. Sambungan
   a. Kekuatan geser baut

      $Vf = 0{,}62 \times f_{uf} \times k_r \times (n_n \times A_c + n_x \times A_0)$.....(2.122)

      $Vf^* \geq \emptyset Vf$

   b. Kekuatan Tarik Baut

      $Ntf = A_s \times F_{uf}$.....(2.123)

      $Ntf^* \geq \emptyset \times N_{tf}$

   c. Kekuatan tumpu pelat lapis

      $Vb = 3{,}2 \times d_f \times t_p \times f_{up}$.....(2.124)

      $Vb = a_e \times t_p \times f_{up}$.....(2.125)

      Dari (2.24) dan (2.25) diambil yang terkecil

      $Vb^* \geq \emptyset \times Vb$

      d. Jumlah Baut

      $n = D_u / R_u$.....(2.126)

   e. Jarak dari tepi pelat ke pusat baut (S1)

      $S1min = 1{,}5\ df$ .....(2.127)

      $S1max = 12 \times tp$.....(2.128)

      $S1max < 150$ mm

   f. Jarak antar Baut (S)

      $S1min = 2{,}5\ df$.....(2.129)

      $Smax = 15 \times tp$.....(2.130)

      $Smax < 200$ mm

2.5.5 Rangka utama

1. Gaya batangrangka utama dihitung dengan menggunakan metode garis pengaruh.
2. Pembebanan ultimate
   a. Beban mati, terdiri atas berat pelat lantai, berat aspal, berat trotoar, berat gelagar melintang, ikatan angin dan berat rangka utama.
   b. Beban hidup, terdiri atas beban terbagi rata (BTR), beban garis terpusat (BGT), beban air hujan dan beban hidup trotoar.

3. Dimensi

   Pendimensian rangka utama dilakukan berdasarkan dari tabel gaya batang akibat kombinasi beban ultimate.

a. Kontrol terhadap batang tarik,

   ØPn = 0,9 x Ag x Fy.....(2.131)

   ØPn = 0,75 x Ae x Fu.....(2.132)

   Dari persamaan (2.31) dan (2.32) diambil yang terkecil, kemudian di cek apakah Pu_{max}<ØPn.

b. Kontrol terhadap batang tekan, $\lambda = \frac{Lk}{i_{min}}$ .....(2.133)

$$\lambda c = \frac{1}{\pi} x \frac{Lk}{i_{min}} x \sqrt{\frac{F_y}{E_s}} \quad \text{.....(2.134)}$$

   Untuk $\lambda > 1,5$ maka ØPn = 0,85 x(0,66 λ_c^2x Ag x fy).....(2.135)

   Kemudian dicek apakah Pu_{max}< ØPn.

4. Pembebanan daya layan

   Pembebanan daya layan ini digunakan untuk menghitung lendutan pada rangka batang. Komposisi beban tetap sama seperti pembebanan ultimate, hanya saja faktor bebannya yang berbeda.

5. Lendutan

   Setelah didapat kombinasi daya layan, maka dihitung lendutan gaya batang.

$$\Delta L = \frac{F.L}{E.A^2} \quad \text{.....(2.136)}$$

$$\Delta = ux\frac{F.L}{E.A} \quad \text{.....(2.137)}$$

   Dimana :

   ΔL = ubahan panjang anggota akibat bebanyang bekerja (cm)

   F = gaya yang bekerja (kg)

   L = Panjang bentang (cm)

   E = modulus elastisitas baja (200000 Mpa)

A = luas profil baja (cm^2)

u = gaya aksial suatu anggota akibat beban satuan

y = komponen satuan dalam arah beban satuan

6. Sambungan

a. Kekuatan geser baut

$Vf = 0{,}62 \times f_{uf} \times k_r \times (n_n \times A_c + n_x \times A_0)$ .....(2.138)

$Vf^* \geq \emptyset\ Vf$

b. Kekuatan Tarik Baut

$Ntf = A_s \times F_{uf}$ .....(2.139)

$Ntf^* \geq \emptyset \times N_{tf}$

c. Kekuatan tumpu pelat lapis

$Vb = 3{,}2 \times d_f \times t_p \times f_{up}$ .....(2.140)

$Vb = a_e \times t_p \times f_{up}$ .....(2.141)

Dari (2.40) dan (2.41) diambil yang terkecil

$Vb^* \geq \emptyset \times Vb$

d. Jumlah Baut

$n = D_u / R_u$ .....(2.142)

e. Jarak dari tepi pelat ke pusat baut (S1)

S1min = 1,5 df .....(2.143)

S1max= 12 x tp .....(2.144)

S1max< 150 mm

f. Jarak antar Baut (S)

S1min = 2,5 df .....(2.145)

Smax = 15 x tp .....(2.146)

Smax < 200 mm

2.5.6 Perletakan

Landasan yang dipakai dalamperencanaan jembatan ini adalah landasan elastomer berupa landasan karet yang dilapisi pelat baja. Elastomer ini terdiri dari elastomer vertikal yang berfungsi menahan gaya horizontal dan elastomer horizontal berfungsi menahan gaya vertikal. Sedangkan untuk

menahan gaya geser yang mungkin terjadi akibat gempa, angin dan rem dipasang lateral stop dan elastomer sebagai bantalannya.

1. Pembebanan

   Pembebanan atau gaya – gaya yang bekerja pada perletakan adalah beban mati bangunan atas, beban hidup bangunan atas, beban hidup garis, gaya remdan beban angin. Selanjutnya dicek apakah gaya yang bekerja lebih besar dari kapasitas beban per unit elastomer.

2. Lateral stop, dianggap sebagai konsol pendek.

3. Penulangan lateral stop

   Tulangan A_{vf} yang dibulatkan untuk menahan gaya geser

   $V_u = \emptyset V_n$ .....(2.147)

   $V_n = \frac{V_u}{\emptyset}$ .....(2.148)

   Beton dicor monolit, $\mu = 1,4$

   $A_{vf} = \frac{V_n}{F_y \mu}$ .....(2.149)

   Tulangan A_f yang dibutuhkan untuk menahan momen M_u adalah :

   $M_u = 0,2 \times V_u + N_{uc} \times (h-d)$ .....(2.150)

   $k = \frac{M_u}{\emptyset b d^2}$ .....(2.151)

   $\rho = \frac{0,85 f c'}{fy} ¿ 1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 fc'}}$).....(2.152)

   $A_f = \rho b d$ .....(2.153)

   Tulangan yang dibutuhkan menahan gaya tarik N_{uc}, adalah:

   $N_{uc} = \emptyset A_n . F_y$ .....(2.154)

   $N_{uc} = 0,2 . V_u$ .....(2.155)

   $A_n = \frac{N_u}{\emptyset F_y}$ .....(2.156)

   Tulangan utama adalah total A_g, nilai terbesar dari:

   $A_g = A_f + A_n$ .....(2.157)

$$A_g = \left(\frac{2 A_{vf}}{3} + A_n \right) \quad \text{.....(2.158)}$$

$$A_{gmin} = \rho_{min}\, b\, d \quad \text{.....(2.159)}$$

Tulangan sengkang, Ah = $\frac{2 A_{vf}}{3}$ .....(2.160)

2.5.7 Pelat injak

Pelat injak ini berfungsi untuk mencegah defleksi yang terjadi pada permukaan jalan akibat desakan tanah. Beban yang bekerja pada pelat injak (dihitung per meter lebar). Untuk berat kendaraan dibelakang bangunan penahan tanah diasumsikan sama dengan berat tanah setinggi60 cm.

1. Pembebanan plat injak, pembebanan pelat injak terdiri atas berat lapisan aspal, berat tanah isian, berat sendiri pelat injak, berat lapisan perkerasan dan berat kendaraan. Dari pembebanan akan didapat q_{Utotal}
2. Penulangan plat injak

   $M_{umax} = 1/8 \,.\, q_{Utotal} \,.\, L_2$.....(2.161)

   $A_{smin} = \frac{\sqrt{Fc'}}{4 F_y}$ b d.....(2.162)

   $A_{smin} = \frac{1{,}4}{F_y} b\, d$ .....(2.163)

2.5.8 Dinding sayap

Dinding sayap merupakan suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan timbunan atau bahan lepas lainnya dan mencegah terjadinya kelongsoran pada permukaan tanah.

1. Pembebanan dinding sayap

   Pembebanan terdiri atas berat lapisan tanah, berat lapisan perkerasan, berat sendiri dinding sayap dan berat beban kendaraan.
2. Penulangan dinding sayap

$A_{smin} = \frac{\sqrt{Fc'}}{4 F_y}$ b d.....(2.164)

$A_{smin} = \frac{1,4}{F_y} b d$ .....(2.165)

2.5.9 Abutment

1. Pembebanan abutment, terdiri dari
   a. Beban mati (Pm)
   b. Beban hidup (H + DLA)
   c. Tekanan Tanah (PTA)
   d. Beban Angin (Wn)
   e. Gaya rem (Rm)
   f. Gesekan pada perletakan (Gs)
   g. Gaya gempa (Gm)
   h. Beban pelaksanaan (pel)

Kombinasi pembebanan adalah sebagai berikut:

a. Kombinasi I (AT) = Pm + PTA + Gs
b. Kombinasi II (LL) = (H + DLA) + Rm
c. Kombinasi III (AG) = Wn
d. Kombinasi IV (GP) = Gm
e. Kombinasi V (PL) = pel

Kemudian dikombinasikan lagi seperti berikut:

a. Kombinasi I = AT + LL (100%)
b. Kombinasi II = AT + LL (120%)
c. Kombinasi III = AT + LL (120%)
d. Kombinasi IV = AT + LL (140%)
e. Kombinasi V = AT + GL (150%)
f. Kombinasi VI = AT + PL (130%)
g. Kombinasi VII = AT + LL (150%)

2. Kontrol stabilitas pembebanan

a. Kontrol terhadap bahaya guling

$$F_{GL} = \frac{MT}{M_{GL}} < 1{,}5 \quad \text{.....(2.166)}$$

b. Kontrol terhadap bahaya geser

$$F_{Gs} = \frac{\mu V}{M} < 1{,}5 \quad \text{.....(2.167)}$$

c. Kontrol terhadap kelongsoran daya dukung

$$F_{GL} = \frac{q_{ult}}{q_{ada}} > 2{,}0 \quad \text{.....(2.168)}$$

Bila abutment tidak aman terhadap stabilitas, maka abutment tersebut memerlukan pondasi atau bangunan pendukung lainnya.

2.5.10 Pondasi tiang pancang

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang tebuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah (Joseph, 1983).

Pondasi tiang pancang dapat dibedakan menjadi :

1. Tiang pancang yang dipancang masuk sampai lapisan tanah keras, sehingga daya dukung tanah untuk pondasi ini lebih ditekankan tahanan ujungnya. Tiang pancang tipe ini disebut *end bearing pile point bearing pile*. Untuk tiang pancang tipe ini ujung tiang pancang harus terletak pada lapisan tanah keras.
2. Apabila tiang pancang tidak mencapai lapisan tanah keras, maka untuk menahan beban yang diterima tiang pancang, mobilisasi tahanan sebagian besar ditimbulkan oleh gesekan antara tiang pancang dengan tanah (*skin friction*). Tiang pancang ini disebut *friction pile*.

Perhitungan pondasi tiang pancang didasarkan daya dukung tanah, terdapat 2 (dua) metode untuk menentukan daya dukung tanah, yaitu :

1. Daya dukung berdasarkan sondir, menggunakan metode Meyerhof.

   $Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHP \times Kel.O)$ .....(2.169)

   Dimana:

Q_{ult} = kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal

q_c = tahanan ujung sondir

A_p = luas penampang tiang

JHP = jumlah hambatan pelekat

Kel.O= keliling tiang pancang

Daya dukung ijin pondasi tiang dinyatakan dengan rumus:

$$Q_{ijin} = \frac{q_c x A_p}{3} + \frac{JHP x Kel.O}{5} \quad \text{.....(2.170)}$$

Dimana:

Q_{ijin} = kapasitas daya dukung ijin pondasi

q_c = tahanan ujung sondir

A_p = luas penampang tiang

JHP = jumlah hambatan pelekat

Kel.O= keliling tiang pancang

2. Daya dukung aksial

$$Q_{ult} = Q_c + Q_s \text{.....(2.171)}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad \text{.....(2.172)}$$

Dimana:

Q_{ult} = daya dukung tiang pancang maksimum

Q_c = daya dukung ujung

Q_s = daya dukung gesekan

Q_{all} = daya dukung ijin

SF = faktor keamanan

2.6 Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek adalah manajemen proyek yang mengatur jalannya item-item pekerjaan proyek. Manajemen proyek biasanya terdiri atas : Rencana kerja dan syarat, estimasi biaya dan manajemen, rekapitulasi biaya dan durasi, network planning, barchart dan kurva s.

2.6.1 Rencana Kerja dan Syarat

Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS) adalah dokumen yang berisikan keterangan proyek berikut penjelasannya berupa nama, jenis, lokasi, waktu, tata cara pelaksanaan, syarat-syarat pekerjaan, syarat mutu pekerjaan dan keterangan-keterangan lain yang dapat dijelaskan dalam bentuk tulisan. RKS biasanya diberikan bersamaan dengan gambar yang kesemuanya menjelaskan mengenai proyek yang akan dilaksanakan.

2.6.2 Estimasi Biaya dan Manajemen

a. Daftar harga satuan bahan dan upah

Daftar satuan bahan dan upah adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, tempat proyek ini berada karena tidak setiap daerah memiliki standar yang sama. Penggunaan daftar upah ini juga merupakan pedoman untuk menghitung rancangan anggaran biaya pekerjaan dan upah yang dipakai kontraktor. Adapun harga satuan bahan dan upah adalah satuan harga yang termasuk pajak-pajak.

b. Analisa satuan harga pekerjaan

Adalah perhitungan-perhitunganbiayayang berhubungan dengan pekerjaan-pekerjaan yang ada dalam satu proyek (Asiyanto, 2008). Guna dari satuan harga ini agar kita dapat mengetahui harga-harga satuan dari tiap – tiap pekerjaan yang ada. Dari harga-harga yang terdapat di dalam analisa satuan harga ini nantinya akan didapat harga keseluruhan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan rencana anggaran biaya. Adapun yang termasuk didalam analisa satuan harga ini adalah:

1. Analisa harga satuan pekerjaan, adalah perhitungan – perhitungan biaya pada setiap pekerjaan yang ada pada suatu proyek. Dalam menghitung analisa satuan pekerjaan, sangatlah erat hubungan dengan daftar harga satuan bahan dan upah.

2. Analisa satuan alat berat, perhitungan analisa satuan alat berat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu:
   a. Pendekatan *on the job*, yaitu pendekatan yang dimaksudkan untuk mendapatkan hasil perhitungan produksi berdasarkan data yang diperoleh dari data hasil lapangan dan data ini biasanya didapat dari pengamatan observasi lapangan.
   b. Pendekatan *off the job*, yaitu pendekatan yang dipakai untuk memperoleh hasil perhitungan berdasarkan standar yang biasanya ditetapkan oleh pabrik pembuat.

c. Perhitungan volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukan banyak suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada di dalam suatu proyek.

d. Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Dalam menyusun anggaran biaya dapat dilakukan dengan 2 cara sebagai berikut :

1. Anggaran biaya kasar (taksiran), sebagai pedoman dalam menyusun anggaran biaya kasar digunakan harga satuan tiap meter persegi (m^2) luas lantai. Anggaran biaya kasar dipakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti.

2. Anggaran biaya teliti, ialah anggaran biaya bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Pada anggaran biaya kasar sebagaimana diuraikan terdahulu, harga satuan dihitung berdasarkan harga taksiran setiap luas lantai m^2. Taksiran tersebut haruslah berdasarkan harga yang wajar, dan tidak terlalu jauh berbeda dengan harga yang dihitung secara teliti.

Sedangkan penyusunan anggaran biaya yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh :

1. Bestek, untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat
2. Gambar Bestek, untuk menentukan/menghitung besarnya masing-masing volume pekerjaan.
3. Harga Satuan Pekerjaan, didapat dari harga satuan bahan dan harga satuan upah berdasarkan perhitungan analisa.

e. Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah biaya total yang diperlukan setelah menghitung dan mengalikannya dengan harga satuan yang ada. Dalam rekapitulasi terlampir pokok-pokok pekerjaan beserta biayanya.

f. Manajemen proyek

Manajemen proyek adalah suatu proses dari perencanaan, pengaturan, kepemimpinan, dan pengendalian dari suatu proyek oleh para anggotanya dengan memanfaatkan sumber daya seoptimal mungkin untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan. Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan dalam penyelenggaraan suatu proyek.

g. *Barchart*

Barchart, mempunyai hubungan yang erat dengan *network planning*. *Barchart* ditunjukan dengan diagram batang yang dapat menunjukan

lamanya waktu pelaksanaan. Di samping itu juga dapat menunjukan lamanya pemakaian alat dan bahan-bahan yang diperlukan serta pengaturan hal-hal tersebut tidak saling mengganggu pelaksanaan pekerjaan. Barchart juga menjadi acuan dalam jalannya suatu proyek, yang mengatur arah pengeluaran biaya proyek berdasarkan pengeluaran dilapangan dan pengeluaran yang direncanakan sebagai perbandingannya terhadap waktu proyek.

h. Kurva S

Merupakan grafik yang menggambarkan perkembangan suatu proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang di representasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh proses pelaksanaan kegiatan proyek. Kurva S sama seperti Barchart, juga berfungsi sebagai acuan pengeluaran biaya pada proyek dengan biaya perencanaan terhadap waktu proyek.

i. *Network Planing*

Network planing, adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (*variables*) yang digambarkan / divisualisasikan dalam *diagram network*. Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan orang dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi.