

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum

Suatu jaringan jalan raya kadang kala mengalami hambatan terhadap kelancaran arus lalu lintas. Hambatan tersebut dapat berupa rintangan alam maupun lalu lintas itu sendiri seperti sungai, jalan kereta api, jalan lalu lintas biasa. Untuk mengatasi rintangan tersebut dapat dengan membangun konstruksi misalnya gorong-gorong jika rintangan tersebut jaraknya tidak terlalu besar. Jika hambatan tersebut terlalu besar seperti sungai atau danau maka alternatif yang dipilih adalah penggunaan transportasi air, tetapi hal ini sangat tidak menguntungkan karena tergantung dari cuaca. Dari hal tersebut maka di carilah alternatif lain yaitu menggunakan jembatan sebagai alat bantu penghubung dari jaringan jalan raya tersebut.

Jembatan merupakan sarana transportasi jalan raya yang sangat penting untuk menghubungkan suatu daerah yang sulit dijangkau karena adanya rintangan misalnya laut, danau, sungai, rawa, lembah ataupun jurang. Menurut Ir. H.J. Struyk dalam bukunya “Jembatan”, jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada pada kontur yang lebih rendah. Rintangan ini biasanya merupakan jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa).

2.2 Bagian – Bagian Konstruksi Jembatan

Konstruksi jembatan rangka baja pada umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu bangunan atas dan bangunan bawah.

2.2.1 Bangunan Atas Jembatan

Bangunan atas terletak pada bagian atas konstruksi yang menopang beban-beban akibat lalu lintas kendaraan, orang, barang ataupun berat sendiri dari konstruksi. Bagian-bagian yang termasuk bangunan atas jembatan beton bertulang adalah:

a. Pipa Sandaran

Pipa Sandaran berfungsi untuk membatasi lebar dari suatu jembatan agar membuat rasa aman bagi lalu lintas kendaraan maupun orang yang melewatinya, pada jembatan rangka baja dan jembatan beton umumnya sandaran dibuat dari pipa galvanis atau semacamnya. Perencanaan tiang sandaran harus diperhitungkan sehingga beban-beban dapat bekerja secara bersamaan dalam arah melintang dan vertikal pada masing-masing sandaran.

b. Rangka Jembatan

Rangka jembatan terbuat dari baja profil seperti tipe WF, sehingga lebih baik dalam menerima beban-beban yang bekerja secara lateral (beban yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu batang). Didalam perencanaan pada laporan akhir ini penulis menggunakan rangka baja Australia.

c. Trotoar

Trotoar merupakan sarana bagi pejalan kaki, bentuknya lebih tinggi dari lantai kendaraan atau aspal. Lebar trotoar minimum cukup untuk dua orang yang bersimpangan di jalan, biasanya berkisar antara 0,5-1,5 meter dan dipasang pada bagian kanan serta kiri jembatan. Pada ujung tepi trotoar (kerb) dipasang lis dari baja siku untuk penguat trotoar dari pengaruh gesekan dengan roda kendaraan. Pada laporan akhir ini penulis mendesain lebar trotoar 1 meter untuk tipe jembatan kelas A dengan persyaratan Standar Bina Marga.

d. Lantai Kendaraan

Lantai kendaraan merupakan lintasan utama yang dilalui kendaraan, lebar jalur kendaraan yang diperkirakan cukup untuk berpapasan, supaya jalan kendaraan dapat lebih leluasa, Lebar jalur lalu lintas rencana harus mempunyai minimal 2,75 meter.

e. Gelagar Melintang

Gelagar melintang berfungsi untuk menerima beban lantai kendaraan, trotoar dan beban lainnya serta menyalurkannya ke rangka utama.

f. Ikatan Angin Atas/Bawah

Ikatan angin berfungsi untuk menahan atau menerima gaya yang diakibatkan oleh angin, baik pada bagian atas maupun bagian bawah jembatan dalam keadaan stabil.

g. Landasan/Perletakan

Landasan atau 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 perletakan yang akan meyertai lendutan dari struktur yang dibebani. Ada dua macam perletakan yaitu perletakan sendi dan perletakan rol.

e. Perletakan elastomer

Tumpuan elastomer dapat mengikuti perpindahan tempat ke arah vertikal dan horizontal dan rotasi atau kombinasi gerakan-gerakan bangunan atas jembatan. Perletakan elastomer terbuat dari katet alam dan pelat baja yang diikat bersatu selama vulkanisasi. Tersedia dalam bentuk sirkular dan persegi . Perletakan persegi lebih hemat, tetapi bila perletakan memikul simpangan atau perputaran dalam kedua arah secara bersamaan harus dipilih type sirkular. Elastomer merupakan bantalan berlapis yang memikul beban-beban vertikal maupun horizontal dari gelagar jembatan sekaligus berfungsi sebagai penyerap getaran.

2.2.2 Bangunan Bawah Jembatan

a. Kepala Jembatan (*Abutment*)

Kepala Jembatan atau *abutment* adalah tempat perletakan bangunan bagian atas jembatan. *Abutment* disesuaikan dengan hasil penyelidikan tanah dan sedapat mungkin harus diletakan diatas tanah keras supaya dapat tercapai tegang tanah yang diizinkan.

Dengan perencanaan *abutment* selain beban-beban yang bekerja juga diperlihatkan pengaruh kondisi lingkungan seperti angin, aliran air, gempa dan penyebab-penyebab alam lainnya. Selain itu faktor pemilihan bentuk atau jenis *abutment* yang digunakan juga harus diperlihatkan dengan teliti. Dengan memperhitungkan resiko terjadinya erosi maka paling tidak dasar *abutment* harus berada 2 m dibawah muka tanah asli, terutama untuk *abutment* dengan pondasi langsung.

b. Pelat Injak

Pelat Injak adalah bagian dari bangunan bawah suatu jembatan yang berfungsi untuk menyalurkan beban yang diterima diatasnya secara merata menuju tanah dibawahnya dan juga untuk mencegah terjadinya defleksi yang terjadi pada permukaan jalan.

c. Dinding Sayap

Dinding sayap adalah bagian dari bangunan bawah suatu jembatan yang berfungsi untuk menahan tegangan tanah dan memberikan kestabilan pada posisi tanah terhadap jembatan.

d. Pondasi

Pondasi adalah bagian dari bangunan bawah suatu jembatan yang tertanam didalam tanah. Fungsi dari pondasi adalah untuk menahan beban-beban bangunan yang berada diatasnya dan meneruskannya ketanah dasar, baik kearah vertikal maupun kearah horizontal. Dalam perencanaan suatu

konstruksi bangunan yang kuat, stabil dan ekonomis, perlu diperhitungkan hal-hal sebagai berikut:

- Daya dukung tanah serta sifat-sifat tanah
- Jenis serta besar kecilnya bangunan yang akan dibuat
- Keadaan lingkungan lokasi pelaksanaan
- Peralatan yang tersedia
- Waktu pelaksanaan kegiatan pelaksanaan konstruksi

e. Oprit

Oprit berfungsi untuk menahan kestabilan tanah dikiri dan kanan jembatan agar tidak terjadi kelongsoran. Oprit terletak dibelakang *abutment*, oleh karena itu dalam pelaksanaan penimbunan tanah, harus dibuat sepadat mungkin.

2.3 Dasar-Dasar Pembebanan Jembatan Rangka Baja

Seorang perancang jembatan dalam suatu jembatan harus dapat memberikan alternatif sistem struktur jembatan yang akan dipakai, disamping harus mempertimbangkan aspek teknis juga mempertimbangkan aspek biaya pembangunan dan metode pelaksanaan yang dapat dipakai tanpa peralatan khusus yang langka.

2.3.1 Pembebanan

Dalam perencanaan pembebanan sebaiknya 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 lainnya yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk jembatan pejalan kaki dan bangunan-bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan. Beban-beban, aksi-aksi dan metode penerapannya boleh dimodifikasi dalam kondisi tertentu, dengan seizin pejabat yang berwenang.

Butir-butir tersebut diatas harus digunakan untuk perencanaan seluruh jembatan termasuk jembatan bentang panjang dengan bentang utama > 200 m.

A. Umum

1. Masa dari setiap bagian bangunan harus dihitung berdasarkan dimensi yang tertera dalam gambar dan kerapatan masa rata-rata dari bahan yang digunakan.
2. Berat dari bagian-bagian bangunan tersebut adalah masa dikalikan dengan percepatan gravitasi (g). Percepatan gravitasi yang digunakan dalam standar ini adalah $9,8 \text{ m/dt}^2$. Besarnya kerapatan masa dan berat isi untuk berbagai macam bahan diberikan dalam tabel 2.2
3. Pengambilan kerapatan masa yang besar mungkin aman untuk suatu keadaan batas, akan tetapi tidak untuk keadaan yang dinilainya. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan faktor beban berkurang, akan tetapi apabila kerapatan masa diambil dari suatu jajaran harga, dan harga yang sebenarnya tidak bisa ditentukan dengan tepat, maka perencanaan 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.
4. 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 berkurang. Perencana jembatan harus menggunakan kebijaksanaannya didalam menentukan elemen-elemen tersebut.
5. Tipe aksi, dalam hal tertentu aksi bisa meningkatkan respon total jembatan (mengurangi keamanan) pada salah satu bagian jembatan, tetapi mengurangi respon tital (menambah keamanan) pada bagian lainnya. Tak dapat dipisah-pisahkan, artinya aksi tidak dapat

dipisah ke dalam salah satu bagian yang mengurangi keamanan dan bagian lain yang menambah keamanan (misalnya pembebanan “T”)

Standar pembebanan untuk jembatan 2004 memuat beberapa penyesuaian sebagai berikut:

- i. Gaya rem dan gaya sentrifugal yang semula mengikuti *Austroads*, dikembalikan ke peraturan Nr. 12/1970 dan Tata Cara SNI 03-1725-1989 yang sesuai *AASHTO*.
- ii. Faktor beban ultimit dari “Beban Jembatan” BMS-1992 direduksi dari nilai 2 ke 1,8 untuk beban hidup yang sesuai *AASHTO*.
- iii. Kapasitas beban hidup keadaan batas ultimit (KBU) dipertahankan saa sehingga faktor beban 1,8 menimbulkan kenaikan kapasitas beban hidup keadaan batas layan (KBL) sebesar 2/1,8-11,1%.
- iv. Kenaikan beban hidup layan atau nominal (KBL) meliputi:
 - “Beban T” truk desain dari 45 ton menjadi 50 ton
 - Beban roda desain dari 10 ton menjadi 11,25 ton
 - “Beban D” terbagi rata (BTR) dari $q = 8$ kPa menjadi 9 kPa
 - “Beban D” garis terpusat (BGT) dari $p = 44$ kN/m menjadi 49 kN/m.
- v. Beban mati ultimit (KBU) diambil pada tingkat nominal (faktor beban = 1) dalam pengecekan stabilitas geser dan guling dari pondasi langsung.

Sesuai standar ini, beban truk legal adalah 50 ton dengan konfigurasi satu truk setiap jalur sepanjang bentang jembatan.

2.3.2 Aksi dan Beban Tetap

A. Umum

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 berkurang. Perencana jembatan harus menggunakan kebijaksanaannya di dalam menentukan elemen-elemen tersebut.

B. Berat Sendiri

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

Beban mati jembatan terdiri dari berat masing-masing bagian struktual dan elemen-elemen non struktual. Masing-masing berat elemen ini harus dianggap sebagai aksi yang terintegrasi pada waktu menerapkan faktor beban biasa dan yang berkurang. Perencana jembatan menentukan elemen-elemen tersebut.

Tabel 2.1 Faktor beban untuk berat sendiri

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN			
	K		K	
			Biasa	Terkurangi
Tetap	Baja, Alumunium	1,0	1,1	0,9
	Beton pra cetak	1,0	1,2	0,85
	Beton di cor di tempat	1,0	1,3	0,75
	Kayu	1,0	1,4	0,7

Tabel 2.2 Berat isi untuk beban mati (kN/m^3)

NO	BAHAN	Berat/Satuan Isi (kN/m^3)	Kerapatan Masa (kg/m^3)
1	Campuran Alumunium	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	Neopin	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

Tabel 2.3 Ringkasan aksi – aksi rencana

Pasal NO	Aksi		Lamanya Waktu (3)	Faktor Beban pada kendaraan		
	Nama	Simbol (1)		Daya Lakan K	Batas Ultimit K	
					Normal	Terkurangi
5.2	Berat Sendiri	P_{MS}	Tetap	1,0	* (3)	* (3)
5.3	Beban Mati Tersendiri	P_{MA}	Tetap	1,0/1,3 (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	Beban Pelaksanaan Tetap	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 Truk “T”	T_{TT}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.7	Gaya Rem	T_{TB}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.8	Gaya Sentrifugal	T_{TR}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.9	Beban Trotoar	T_{TP}	Tran	1,0	1,8	N/A
6.10	Beban-beban Tumbukan	T_{TC}	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/Daya hanyutan	T_{EF}	Tran	1,0	* (3)	N/A
7.5	Hidro/Daya apung	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_{EQ}	Tran	N/A	1,0	N/A
8.1	Gesekan	T_{BF}	Tran	1,0	1,3	0,8
8.2	Getaran	T_{VI}	Tran	1,0	N/A	N/A
8.3	Pelaksanaan	T_{CL}	Tran	* (3)	* (3)	* (3)

1. CATATAN (1) :

Simbol yang terlihat hanya untuk beban nominal, simbol untuk beban rencana menggunakan tanda bintang, untuk P_{MS} = berat sendiri nominal, $P *_{MS}$ = berat sendiri rencana.

2. CATATAN (2) :

Tran = transien

3. CATATAN (3) :

N/A (menandakan tidak dapat dipakai, Dalam hal ini dimana pengaruh beban transien adalah meningkatkan keamanan, faktor beban yang cocok adalah nol.

C. Beban Mati Tambahan / Ultimit

Tabel 2.4 Faktor beban untuk beban mati tambahan

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN			
	K		K	
			BIASA	TERKURANGI
Tetap	Keadaan Umum	1,0 (1)	2,0	0,7
	Keadaan Khusus	1,0	1,4	0,8

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

1. Pengertian dan persyaratan

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

Dalam hal tertentu harga K_{MA} yang telah berkurang boleh digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang. Hal ini bisa dilakukan apabila instansi tersebut mengawasi beban mati tambahan sehingga tidak dilampui selama umur jembatan.

Pasal ini tidak berlaku untuk tanah yang bekerja pada jembatan. Faktor beban yang digunakan untuk tanah yang bekerja pada jembatan ini diberikan pada Pasal 5.4.2 dan diperhitungkan sebagai tekanan tanah pada arah vertikal.

2. Lajur Lalu Lintas Rencana

Lajur lalu lintas rencana harus mempunyai lebar 2,75m. Jumlah maksimum lajur lalu lintas yang digunakan untuk berbagai lebar jembatan bisa dilihat dalam tabel 6.

Lajur lalu lintas rencana harus disusun sejajar dengan sumbu memanjang jembatan.

3. Beban Lajur "D"

Tabel 2.5 Faktor beban akibat beban lajur "D"

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	K	K
Transien	1,0	1,8

a. Intensitas dari beban “D”

1. Beban lajur “D” terdiri dari beban tersebar merata (BTR) yang digabung dengan beban garis (BGT).

Tabel 2.6 Jumlah lajur lalu lintas rencana

Tipe Jembatan	Lebar Jalur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana (n_1)
Satu Lajur	4,0 – 5,0	1
Dua arah tanpa median	5,5 – 8,25	2 (3)
	11,3 – 15,0	4
Banyak arah	8,25 – 11,25	3
	11,3 – 15,0	4
	15,1 – 18,75	5
	18,8 – 22,5	6

- 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 kerb/rintangan/median dengan median untuk banyak arah.
 - Catatan (3) :
Lebar minimum yang aman untuk dua lajur 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 memungkinkan untuk menyiap.
2. Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kP_a dimana besarnya q tergantung pada panjang total yang dibebani L seperti berikut:

$L \leq 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa}$

$L > 30 \text{ m} : q = 9,0 \text{ kPa}$ *Error!* kPa

Dengan pengertian :

q adalah intensitas beban terbagi rata (BTR) dalam arah memanjang jembatan.

L adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)

Panjang yang dibebani L adalah panjang total BTR yang bekerja pada jembatan. BTR mungkin harus dipecah menjadi panjang-panjang tertentu untuk mendapatkan pengaruh maksimum pada jembatan menerus atau bangunan khusus. Dalam hal ini L adalah jumlah dari masing-masing panjang beban-beban yang dipecah.

3. Beban garis (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.

b. Penyebaran beban “D” pada arah melintang

Beban “D” harus disusun pada arah melintang rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusutan komponen-komponen BTR dan BGT dari beban “D” pada arah melintang harus sama. Penempatan beban ini dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Bila lebar jalur kendaraan jembatan kurang atau sama dengan 5,5 m, maka beban “D” harus ditempatkan pada seluruh jalur dengan intensitas 100% seperti tercantum dalam Pasal 6.3.1.
2. Apabila lebar jalur lebih besar dari 5,5 m, beban “D” harus ditempatkan pada jumlah jalur lalu lintas rencana (n_1) yang berdekatan dengan intensitas 100%. Hasilnya adalah beban garis ekuivalen sebesar $n_1 \times 2,75 \text{ qkN /m}$ dan beban terpusat ekuivalen

sebesar $n_1 \times 2,75 \text{ qkN}$, kedua-duanya bekerja berupa *strip* pada jalur selebar $n_1 \times 2,75 \text{ m}$.

3. Lajur lalu lintas rencana yang membentuk *strip* ini bisa ditempatkan dimana saja pada jalur jembatan. Beban “D” tambahan harus ditempatkan pada seluruh sisa dari jalur dengan intensitas sebesar 50%.
4. Luas jalur 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.

c. Respon terhadap beban lalu lintas “D”

Distribusi beban hidup dalam arah melintang digunakan untuk memperoleh momen dan geser dalam arah longitudinal pada gelagar jembatan dengan mempertimbangkan beban lajur “D” tersebar pada seluruh lebar balok (tidak termasuk kerb dan trotoar) dengan intensitas 100% untuk panjang terbebani yang sesuai

4. Pembebanan truk “T”

Tabel 2.7 Faktor beban berat akibat pembebanan truk “T”

JANGKA WAKTU	FAKTOR BEBAN	
	$K S;;TT;$	$K U;;TT;$
Transien	1,0	1,8

a. Besarnya pembebanan truk “T”

Pembebanan truk “T” terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang mempunyai susunan dan berat as. Berat dari masing-masing as disebabkan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 as

tersebut bisa diubah-ubah antara 4,0 m sampai 9,0 m untuk mendapatkan pengaruh terbesar pada arah memanjang jembatan.

b. Posisi dan penyebaran pembebanan truk “T” dalam arah melintang

Terlepas dari panjang jembatan atau susunan bentang, hanya ada satu kendaraan truk “T” yang bisa ditempatkan pada satu lajur lintas rencana.

Kendaraan truk “T” ini harus ditempatkan ditengah-tengah lajur lalu lintas rencana. Jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana dapat dilihat dalam Pasal 6.2, akan tetapi jumlah lebih kecil bisa digunakan dalam perencanaan apabila menghasilkan pengaruh yang lebih besar. Hanya jumlah lajur lalu lintas rencana dalam nilai bulat harus digunakan. Lajur lalu lintas rencana bisa ditempatkan dimana saja pada lajur jembatan.

D. Sifat Baja

1. Sifat mekanis baja

Sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan.

Tabel 2.8 Sifat mekanis baja struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum (Mpa)	Tegangan leleh minimum (Mpa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16

BJ 55	550	410	13
-------	-----	-----	----

Sifat-sifat mekanis baja struktural lainnya untuk maksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut:

Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ MPa}$

Modulus geser : $G = 80.000 \text{ MPa}$

Angka poisson : $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}$

2. Alat Sambung

a. Alat sambung mutu tinggi

Alat sambung mutu tinggi boleh digunakan bila memenuhi ketentuan berikut:

- Komponen kimiawi dan sifat mekanisnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- Diameter batang, luas tumpu kepala baut, dan mur atau penggantinya, harus lebih besar dari nilai nominal yang ditetapkan dalam ketentuan yang berlaku. Ukuran lainnya boleh berbeda.
- Persyaratan gaya tarik minimum alat sambung ditentukan pada tabel 2.9 di bawah ini.

Tabel 2.9 Gaya tarik baut minimum

Diameter nominal baut [mm]	Gaya tarik minimum [Kn]
16	90
20	145
24	210
30	335
36	490

b. Faktor reduksi kekuatan

Tabel 2.10 Faktor reduksi kekuatan untuk keadaan batas ultimate

No	Situasi Rencana	Faktor Reduksi Kekuatan ϕ
A	Lentur	0,90
B	Geser	0,90
C	Aksial Tekan	0,85
D	Aksial Tarik	
	1. terhadap kuat tarik leleh	0,90
	2. terhadap kuat tarik fraktur	0,75
E	Penghubung geser	0,75
F	Sambungan baut	0,75
G	Hubungan las	
	1. las tumpul penetrasi penuh	0,90
	2. las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian	0,75

3. Perencanaan baut

a. Kategori baut dan pembautan

Kategori baut dan pembautan yang disusun harus direncanakan sesuai Pasal 11.3 dan pasal 11.4. Jenis baut yang dapat digunakan pada ketentuan-ketentuan Pasal 11.3 dan 11.4 adalah baut yang jenisnya ditentukan dalam SII (0589-81, 0647-91 dan 0780-83, SII 0781-83) atau SII (0541-89-A, 0571-89-A, dan 0661-89-A) yang sesuai atau penggantinya.

– **Luas baut dan tarikan minimum**

Tabel 2.11 Luas Baut

Diameter NominalBaut d_f (1)	Luas Baut mm ²		
	A_e (2)	A_S (3)	A_0 (4)
M16	144	157	201
M20	225	245	314
M24	324	353	452
M30	519	561	706
M36	759	817	1016

Catatan :

$A_e(2)$ = Luas inti baut, diukur pada diameter lebih kecil dari benang.

$A_S(3)$ = Luas untuk menghitung kekuatan tarik.

$A_0(4)$ = Luas bagian polos nominal baut berdasarkan diameter nominal baut.

E. Beban Mati

1. Pengertian dan persyaratan

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

Dalam tertentu harga KMA yang telah berkurang boleh digunakan dengan persetujuan instansi yang berwenang. Hal ini bila dilakukan apabila instansi tersebut mengawasi beban mati tambahan sehingga tidak dilampaui selama umur jembatan. Pasal ini tidak berlaku untuk tanah yang bekerja pada jembatan.

2. Ketebalan yang diizinkan untuk pelayanan kembali permukaankecuali ditentukan lain oleh instansi yang berwenang,

semua jembatan harus direncanakan untuk bisa memikul beban tambahan yang berupa aspal beton setebal 50 mm untuk pelapisan permukaan yang tercantum dalam gambar. Pelapisan kembali yang dizinkan adalah

2.4 Perencanaan Perhitungan Konstruksi

2.4.1 Bangunan Atas Jembatan

1. Perhitungan Trotoar

Perencanaan trotoar dianggap sebagai balok menerus. Pembebanan terdiri dari beban mati dan beban hidup

1. Beban Mati : Terdiri dari berat sendiri trotoar dan berat air hujan
2. Beban Hidup : Terdiri dari berat pejalan kaki
 - Berat Beton = Tebal Beton x γ_{beton} x Koef. Beton
 - Berat Air Hujan = Tebal air x γ_{air} x Koef. Air

Dari pembebanan diatas akan diperoleh total beban (q_u) = kN/m

$$\text{Penulangan} = A_{S_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 f_y} b d \dots\dots\dots (\text{RSNI T-12-2004 Hal 29})$$

2. Perhitungan Lantai Kendaraan

Dalam perhitungan lantai kendaraan beban-beban yang terjadi adalah beban mati yang terdiri dari berat sendiri plat, berat aspal dan berat air hujan, beban hidup dan beban angin.

Ketetapan beban : (RSNI-T-02-2005 Hal 11)

- Beban Aspal = 22 kN / m³
- Beban sendiri lantai Kendaraan = 24 kN / m³
- Berat air hujan = Beban air hujan = 9,8 kN / m³

1. Akibat Beban Mati

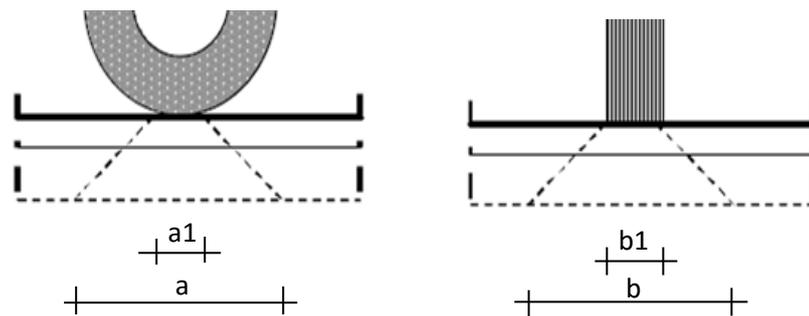
- Berat sendiri pelat beton = Tebal pelat x γ_{beton} x Koef. Beton
- Berat Aspal = Tebal aspal x γ_{aspal} x Koef. Aspal
- Berat Air Hujan = Tebal air x γ_{air} x Koef. Air

Dari pembebanan diatas diperoleh nilai $q_{Dult} = \text{kN/m}$

Pelat lantai kendaraan dianggap pelat satu arah

2. Akibat Beban Hidup

Dalam menghitung beban lantai kendaraan digunakan beban yang berasal dari kendaraan bergerak (Muatan T) :



Gambar 2.1 Distribusi Penyebaran Beban

$$a1 = 20 \text{ cm}$$

$$b1 = 50 \text{ cm}$$

Pembebanan oleh truck(T) = 112,5 kN (RSNI 2005)

$$T_u = 1,8 \times 1,3 T$$

Peninjauan keadaan roda pada saat melewati jembatan :

1. Kondisi 1 (Satu Kendaraan, dua roda belakang dalam satu bentang)

$$\frac{tx}{Lx} = \dots$$

$$\frac{ty}{Lx} = \dots$$

Dari Tabel Bitner didapat :

$$F_{xm} = \dots$$

$$F_{ym} = \dots$$

Maka didapat :

$$M_x = F_{xm} \cdot q_u \cdot t_x \cdot t_y$$

$$M_y = F_{ym} \cdot q_u \cdot t_x \cdot t_y$$

2. Kondisi 2 (Dua kendaraan, roda belakang kendaraan saling berpapasan)

$$\frac{t_x}{L_x} = \dots\dots$$

$$\frac{t_y}{L_x} = \dots\dots$$

Dari Tabel Bitner didapat :

$$F_{xm} = \dots\dots$$

$$F_{ym} = \dots\dots$$

Maka didapat :

$$M_x = F_{xm} \cdot q_u \cdot t_x \cdot t_y$$

$$M_y = F_{ym} \cdot q_u \cdot t_x \cdot t_y$$

Dari ketiga kondisi diatas akan didapat momen ultimate maksimum.

Penentuan Tebal Pelat Minimum :

Pelat lantai berfungsi sebagai Lantai kendaraan harus mempunyai tebal min (t_s) dengan ketentuan sebagai berikut :

$$t_s : 200 \text{ mm}$$

$$t_s : (100 + 40 \cdot L) \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{RSNIT - 12 - 2004 Hal 28})$$

Penulangan arah x dan y

1. Jarak tulangan tekan dengan serat terluar (d')
2. $d' = \text{tebal pelat} - \text{selimut beton} \times (\emptyset \text{ tul pokok arah } x) - (\frac{1}{2} \emptyset \text{ tul pokok arah } y)$

Dimana :

d' = jarak tulangan (mm)

h = tebal pelat (mm)

p = selimut beton (mm)

3. Rasio tulangan (ρ)

$$K_{\text{perlu}} = M_u / \varphi \cdot b \cdot d' \dots\dots\dots (\text{Istimawan Dipohusodo : 1993})$$

Didapat ρ dari tabel Apendiks

Dimana :

ρ = rasio tulangan

M_u = Momen Ultimate (kN.m)

b = Lebar per meter tiang (mm)

d' = Jarak tulangan (mm)

φ = Faktor reduksi (0,8)

Kemudian didapat nilai A_s

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (\text{Istimawan Dipohuhodo : 1993})$$

3. Perhitungan Gelagar Memanjang

Gelagar memanjang direncanakan sebagai gelagar komposit memakai baja WF dan dianggap sebagai balok dengan dua tumpuan serta beban yang ditinjau akibat beban mati dan beban hidup.

Tegangan yang diperhitungkan adalah tegangan baja dan beton sebelum dan sesudah komposit.

Untuk menahan beban geser horizontal yang terjadi antara slab dan balok baja selama pembebanan maka dipasang konektor geser. *Shear*

connector dihitung berdasarkan kekuatan stud *Shear Connector* dengan rumus Pd T-12-2005-B

1. Pembebanan

- a. Beban Mati : Beban dari pelat lantai dan trotoar
- b. Beban Hidup : Beban terbagi rata, beban garis terpusat dan beban hidup trotoar

2. Kontrol Kekuatan Sebelum Komposit

$M_{total} < \phi M_n$, dimensi gelagar aman

$$M_n = Z_x \cdot F_y$$

3. Kontrol Kekuatan Sesudah Komposit

$M_{total} < \phi M_n$, dimensi gelagar aman

$$M_n = T \cdot Z = A_s \cdot F_y \cdot Z$$

4. Geser

$$V_{total} < \phi V_n$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \dots\dots\dots \text{(RSNI T - 03 - 2005 Hal 41)}$$

5. *Shear Connector*

Shear connector dihitung berdasarkan kekuatan stud *Shear Connector* dengan rumus Pd T-12-2005-B.

Tegangan nominal satu *stud shear connector* yang ditanam pada *slab* beton adalah sbb:

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f_c'} E_c \leq A_{sc} \cdot F_u$$

Dimana:

A_{sc} = Luas penampang melintang shear connector (mm^2)

f_c' = Kuat tekan beton (Mpa)

F_u = Tegangan tarik minimum sebuah shear connector (Mpa)

E_c = Modulus elastisitas beton (Mpa)

$$\text{Jumlah konektor (n)} = \frac{A_s \cdot F_y}{Q_n}$$

4. Perhitungan Gelagar Melintang

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

a. Pembebanan

- a. Beban Mati : Beban dari pelat lantai dan trotoar
- b. Beban Hidup : Beban terbagi rata, beban garis terpusat dan beban hidup trotoar

b. Kontrol Kekuatan Sebelum Komposit

$M_{total} < \phi M_n$, dimensi gelagar aman

$$M_n = Z_x \cdot F_y$$

c. Kontrol Kekuatan Sesudah Komposit

$M_{total} < \phi M_n$, dimensi gelagar aman

$$M_n = T \cdot Z = A_s \cdot F_y \cdot Z$$

d. Geser

$$V_{total} < \phi V_n$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \dots\dots\dots (\text{RSNI T - 03 - 2005 Hal 41})$$

e. *Shear Connector*

Shear connector dihitung berdasarkan kekuatan stud *Shear Connector* dengan rumus Pd T-12-2005-B.

Tegangan nominal satu *stud* shear connector yang ditanam pada *slab* beton adalah sbb:

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f_c'} E_c \leq A_{sc} \cdot F_u$$

Dimana:

A_{sc} = Luas penampang melintang shear connector (mm²)

f_c' = Kuat tekan beton (Mpa)

F_u = Tegangan tarik minimum sebuah shear connector (Mpa)

E_c = Modulus elastisitas beton (Mpa)

$$\text{Jumlah konektor (n)} = \frac{A_s \cdot F_y}{Q_u}$$

5. Perhitungan Ikatan Angin

1. Ikatan Angin

Gaya nominal ultimate dan daya layan jembatan akibat angin tergantung pada kecepatan angin rencana dengan rumus :

$$TEW = 0,0006 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \dots\dots\dots (\text{RSNI T} - 02 - 2005 \text{ Hal } 37)$$

Dimana :

V_w = Kec. angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau

C_w = Koef. seret

A_b = Luas koefisien bagian samping jembatan (m^2)

Angin harus dianggap bekerja secara merata pada seluruh bagian atas. Apabila suatu kendaraan sedang berada diatas jembatan, beban garis merata tambahan arah horizontal harus diterapkan pada permukaan lantai seperti diberikan dengan rumus :

$$TEW = 0,0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2 \cdot A_b \dots\dots\dots (\text{RSNI T} - 02 - 2005 \text{ Hal } 37)$$

Dimana :

V_w = Kec. angin rencana (m/s) untuk keadaan batas yang ditinjau

C_w = Koef. seret

A_b = Luas koefisien bagian samping jembatan (m^2)

2. H_A dan H_B

Nilai H_A dan H_B tersebar dalam 2 kondisi yaitu pada saat kendaraan berada diatas jembatan dan pada saat kendaraan tidak berada diatas jembatan.

3. Gaya Batang

Gaya batang dihitung menggunakan metode Analisa. Angka – angka yang didapat dari Cremona selanjutnya dikalikan dengan nilai H_A dan H_B

4. Dimensi Profil

Dimensi Profil didapatkan dari perhitungan gaya batang dan Kontrol gaya batang terhadap batang tarik dan batang tekan.

5. Sambungan

Sambungan terdiri atas 2 jenis, yaitu sambungan baut dan sambungan las.

a. Sambungan Baut

1. Kekuatan geser baut

$$R_n = m \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (Agus Setiawan : 2008)$$

Dimana :

m = Jumlah bidang geser

r_1 = Faktor reduksi

f_u^b = Kuat tarik baut (MPa)

A_b = Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

2. Kekuatan tarik baut

$$R_n = 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (Agus Setiawan : 2008)$$

Dimana :

f_u^b = Kuat tarik baut (MPa)

A_b = Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

3. Kekuatan tumpu pelat lapis

$$R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \dots\dots\dots (Agus Setiawan : 2008)$$

Dimana :

d_b = Diameter baut pada daerah tak berulir

t_p = Tebal pelat

f_u = Kuat tarik putus terendah dari baut atau pelat

4. Jumlah baut

$$n = \frac{T_u}{\phi \cdot R_n} \dots\dots\dots (Agus Setiawan : 2008)$$

Dimana :

T_u = Beban tarik terfaktor

$\phi \cdot R_n$ = Kekuatan baut

5. Jarak dari tepi pelat ke pusat baut (S_1)

$S_{1_{min}}$ = $1,5 d_f$

$S_{1_{max}}$ = $15 t_p$ (RSNI T 03 – 2005 Hal 84)

Dimana :

d_f = Diameter baut

t_p = Tebal pelat

6. Jarak antar baut (S)

S_{min} = $2,5 d_f$

S_{max} = $15 t_p$ (RSNI T 03 – 2005 Hal 84)

Dimana :

d_f = Diameter baut

t_p = Tebal pelat

b. Sambungan Las

ϕR_{nw} = $0,75 \cdot t_e \cdot (0,6 \cdot f_{uw})$ (Agus Setiawan : 2008)

Dimana :

t_p = Tebal pelat

f_u = Kuat tarik putus logam las

6. Perhitungan Rangka Utama

1. Gaya Batang

Gaya batang rangka utama dihitung dengan menggunakan metode garis pengaruh

2. Pembebanan Ultimate

a. Beban Mati

Beban mati terdiri atas berat pelat lantai, berat aspal, berat trotoar, berat gelagar melintang, ikatan angin dan berat rangka utama.

b. Beban Hidup

Beban hidup ini terdiri atas beban terbagi rata, beban garis terpusat, beban air hujan dan beban hidup trotoar.

3. Dimensi

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

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

Lendutan dihitung dari kombinasi beban daya layan.

6. Sambungan

Sambungan terdiri atas 2 jenis, yaitu sambungan baut dan sambungan las.

a. Sambungan Baut

1. Kekuatan geser baut

$$R_n = m \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (Agus Setiawan : 2008)$$

Dimana :

m = Jumlah bidang geser

r_1 = Faktor reduksi

f_u^b = Kuat tarik baut (MPa)

A_b = Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

2. Kekuatan tarik baut

$$R_n = 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots \dots \dots (\text{Agus Setiawan : 2008})$$

Dimana :

f_u^b = Kuat tarik baut (MPa)

A_b = Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

3. Kekuatan tumpu pelat lapis

$$R_n = 2,4 \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u \dots \dots \dots (\text{Agus Setiawan : 2008})$$

Dimana :

d_b = Diameter baut pada daerah tak berulir

t_p = Tebal pelat

f_u = Kuat tarik putus terendah dari baut atau pelat

4. Jumlah baut

$$n = \frac{T_u}{\phi \cdot R_n} \dots \dots \dots (\text{Agus Setiawan : 2008})$$

Dimana :

T_u = Beban tarik terfaktor

$\phi \cdot R_n$ = Kekuatan baut

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

$$S_{1\min} = 1,5 d_f$$

$$S_{1\max} = 15 t_p \dots \dots \dots (\text{RSNI T 03 – 2005 Hal 84})$$

Dimana :

d_f = Diameter baut

t_p = Tebal pelat

6. Jarak antar baut (S)

$$S_{\min} = 2,5 d_f$$

$$S_{\max} = 15 t_p \dots \dots \dots (\text{RSNI T 03 – 2005 Hal 84})$$

Dimana :

d_f = Diameter baut

t_p = Tebal pelat

b. Sambungan Las

$$\phi R_{nw} = 0,75 \cdot t_e \cdot (0,6 \cdot f_{uw}) \dots\dots\dots (Agus Setiawan : 2008)$$

Dimana :

t_p = Tebal pelat

f_u = Kuat tarik putus logam las

7. Perhitungan Perletakan (Elastomer)

Landasan yang dipakai dalam perencanaan jembatan ini adalah landasan elastomer berupa landasan karet yang dilapisi pelat baja. Elastomer ini terdiri dari elastomer vertical yang berfungsi untuk menahan gaya horizontal dan elastomer horizontal berfungsi untuk menahan gaya vertikal. Sedangkan untuk menahan gaya geser yang mungkin terjadi akibat gempa, angin dan rem dipasang lateral stop dan elastomer sebagai bantalannya.

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

2.4.2 Bangunan Bawah Jembatan

1 Perhitungan Pelat Injak

Pelat injak ini berfungsi untuk mencegah defleksi yang terjadi pada permukaan jalan akibat permukaan tanah. Beban yang bekerja pada pelat injak (dihitung per meter lebar).

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}

Penulagan Pelat Injak :

$$M_{umax} = \frac{1}{8} \cdot q_{Utotal} \cdot L^2$$

$$A_{S_{\min}} = \frac{\sqrt{F_c'}}{4 \cdot F_y} bd \dots\dots\dots (\text{RSNI T} - 12 - 2004 \text{ Hal } 29)$$

2. Perhitungan Dinding Sayap (*Wing Wall*)

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

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

Penulangan Dinding Sayap :

$$A_{S_{\min}} = \frac{\sqrt{F_c'}}{4 \cdot F_y} bd \dots\dots\dots (\text{RSNI T} - 12 - 2004 \text{ Hal } 29)$$

3. Perhitungan *Abutment*

Pembebanan *Abutment* terdiri dari :

- Beban Mati (P_m)
- Beban Hidup ($H + DLA$)
- Tekanan Tanah (P_{TA})
- Beban Angin (W_n)
- Gaya Rem (R_m)
- Gesekan Pada Perletakan (G_s)
- Gaya Gempa (G_m)
- Beban Pelaksanaan (pel)

1. Kombinasi pembebanan adalah sebagai berikut :

- a. Kombinasi I (AT) = $P_m + P_{TA} + G_s$
- b. Kombinasi II (LL) = $(H + DLA) + R_m$
- c. Kombinasi III (AG) = W_n
- d. Kombinasi IV (GP) = G_m
- e. Kombinasi V (PL) = pel

2. Kombinasi dikombinasikan lagi sebagai berikut :

- a. Kombinasi I = $AT + LL$ (100%)

- b. Kombinasi II = AT + LL (125%)
- c. Kombinasi III = AT + LL + AG (125%)
- d. Kombinasi IV = AT + LL + AG (140%)
- e. Kombinasi V = AT + GP (150%)
- f. Kombinasi VI = AT + PL (130%)
- g. Kombinasi VII = AT + LL (150%)

Kontrol Stabilitas Pembebanan

- Kontrol terhadap bahaya guling

$$F_{GL} = \frac{m_t}{m_{gl}}$$

- Kontrol terhadap bahaya geser

$$F_{GS} = \frac{\mu \cdot V}{H}$$

- Kontrol terhadap kelongsoran daya dukung

$$F_k = \frac{Q_{ult}}{Q_{ada}}$$

4. Perhitungan Pondasi

Pondasi diperlukan jika konstruksi *abutment* tidak aman terhadap stabilitas. Pemilihan jenis pondasi disesuaikan dengan kondisi dan keadaan tanah, apakah memakai pondasi sumuran atau tiang pancang.

Pembebanan pada pondasi menggunakan kombinasi VII dari perhitungan analisa stabilitas *abutment*.

1. Pembebanan

Untuk pembebanan menggunakan kombinasi VII dari perhitungan analisa stabilitas *abutment*.

$$Q_{ult} = 12,5 N \left(\frac{B+0,3}{B} \right)^2 \text{ kd}$$

Kemudian dicek apakah $Q_{ult} > Q_{ada}$

2. Penulangan Utama

Untuk pemulangan diambil dari kombinasi I penulangan *abutment*

$$A_{st} = P_g \cdot A_g$$

$$P_{nb} = (0,85 \cdot F_c' \cdot a_b \cdot b + a_s' \cdot f_s - A_s \cdot F_y)$$

$$P_{nb} = (0,85 \cdot F_c' \cdot a_b \cdot b \left(\frac{h}{2} - \frac{a_b}{2}\right) + A_s' \cdot F_s \cdot \frac{1}{2} (d-d') - A_s \cdot f_y)$$

$$\text{Dicek apakah } e_b = \frac{m_{nb}}{P_{nb}} > e$$

Jika ya, maka kehancuran ditentukan oleh gaya tekan

$$P_n = \frac{A_s \cdot f_y}{\frac{3e}{D_s} + 1} + \frac{A_g \cdot f_c'}{\frac{9,6 D \cdot e}{(0,8D + 0,67DS)^2} + 1,18}$$

$$\text{Dicek apakah } \phi P_n > P_{ult}$$

3. Penulangan geser

$$A_c = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_c^2$$

$$A_g = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi_s^2$$

$$P_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_y}$$

$$s = \frac{4 A_s (D_c - D_s)}{D_c^2 \cdot P_s}$$

2.5 Pengelolaan Proyek

2.5.1 Definisi

Manajemen proyek adalah penerapan dari pengetahuan, keahlian, peralatan dan cara-cara yang digunakan untuk kegiatan proyek guna memenuhi kebutuhan dan keputusan dari pengguna proyek.

2.5.2 Rencana Kerja

Rencana kerja adalah rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan proyek yang secara keseluruhan adalah rentang waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan sebuah proyek. Untuk dapat menyusun rencana kerja yang baik dibutuhkan :

- A. Gambar kerja proyek
- B. Rencana anggaran biaya pelaksanaan proyek.
- C. *Bill of Quantity* (BQ) atau daftar volume pekerjaan.
- D. Data lokasi proyek.
- E. Data sumbangan yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang harus tersedia disekitar lokasi pekerjaan proyek berlangsung.
- F. Data sumberdaya yang meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang harus didatangkan ke lokasi proyek.
- G. Data kebutuhan tenaga kerja dan ketersediaan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.
- H. Data cuaca atau musim dilokasi pekerjaan proyek.
- I. Data jenis transportasi yang dapat digunakan disekitar lokasi proyek.
- J. Metode kerja yang digunakan untuk melaksanakan masing-masing item pekerjaan.
- K. Data kapasitas produk meliputi peralatan, tenaga kerja, sub kontraktor, material.
- L. Data keuangan proyek meliputi arus kas, cara pembayaran pekerjaan, tenggang waktu pembayaran progress dan lain-lain.

Rencana kerja pada proyek konstruksi dapat dibuat dalam bentuk sebagai berikut :

a. Kurva S

Kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progres pada setiap waktu dalam pelaksanaan pekerjaan.

b. Bar Chart

Bar Chart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan skala waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat secara jelas,

sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang. Proses penyusunan diagram batang dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Daftar item, kegiatan yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
2. Urutan pekerjaan, dari daftar item kegiatan tersebut di atas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap item kegiatan.

(Wulfram I. Ervianto, manajemen proyek konstruksi edisi revisi)

c. Network Planning

Network planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variable) yang di gambarkan/divisualisasikan, bila perlu dilembar (tambah biaya) 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 definisi.

Macam-macam network planning :

1. CMD : Chart Method Diagram
2. NMT : Network Management
3. PEP : Program Evaluation Procedure
4. CPA : Critical Path Analysis
5. CPM : Critical Path Method
6. PERT : Program Evaluation and Review Technique

Bahasa/Symbol-simbol Diagram Network

Pada perkembangannya yang terakhir dikenal 2 simbol :

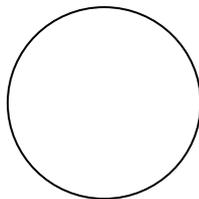
1. Event on the Node, peristiwa digambarkan dalam lingkaran.
2. Activity on the Node, kegiatan digambarkan dalam lingkaran.

Penggunaan bahasa/symbol-simbol

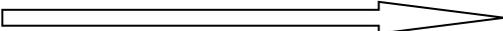
1. 

Arrow, bentuknya merupakan anak panah yang artinya aktivitas/kegiatan adalah suatu pekerjaan atau tugas dimana penyelesaiannya membutuhkan "*duration*" (jangka waktu tertentu) dan "*resources*" (tenaga, *equipment*, material dan biaya) tertentu.

- 2.



Node/event, bentuknya merupakan lingkaran bulat yang artinya saat, peristiwa atau kejadian adalah permulaan atau akhir dari suatu atau lebih kegiatan-kegiatan.

3. 

>*Double arrow*, anak panah sejajar merupakan kegiatan di lintasan kritis (*Critical Path*)

4. 

Dummy, bentuknya merupakan anak panah terputus-putus yang artinya kegiatan semu atau aktivitas semua adalah bukan kegiatan/aktivitas tetapi dianggap kegiatan/aktivitas, hanya saja tidak membutuhkan “*duration*” dan “*resources*” tertentu.

Jalur kritis adalah jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat. Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai kegiatan terakhir. Pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat, akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian keseluruhan proyek.

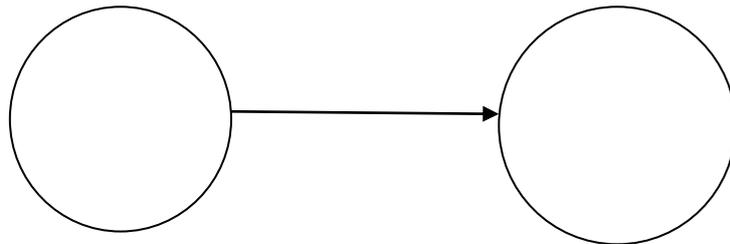
Sebelum menggambarkan diagram Network perlu diingat :

1. Panjang, pendek maupun kemiringan anak panah sama sekali tidak mempunyai arti, dalam pengertian letak pekerjaan, banyaknya “*duration*” maupun “*resource*” yang dibutuhkan.
2. Aktivitas-aktivitas apa yang mendahului dan aktivitas-aktivitas apa yang mengikuti.
3. Aktivitas-aktivitas apa yang dapat bersama-sama.
4. Aktivitas-aktivitas itu dibatasi saat mulai dan saat selesai.
5. Waktu, biaya dan resources yang dibutuhkan dari aktivitas-aktivitas itu.
6. Kepala anak panah menjadi pedoman arah dari tiap kegiatan.\
7. Besar kecilnya juga tidak mempunyai arti, dalam pengertian pentiang tidaknya suatu peristiwa.

Anak panah selalu menghubungkan dua buah *nodes*, arah dari anak panah menunjukkan urutan waktu.

Contoh :

Saat i harus sudah terjadi sebelum aktivitas A dapat dimulai. Demikian pula saat j belum dapat terjadi sebelum aktivitas A selesai dikerjakan.



Disamping notasi-notasi diatas, dalam penyusunan Network diperlukan dua perjanjian, untuk memudahkan penggambarannya, yaitu :

Perjanjian I : diantara dua saat (*Node*) hanya boleh ada satu aktivitas (*panah*) yang menghubungkannya. Sebagai akibat perjanjian 1 diatas, akan dapat timbul kesulitan dalam penggambaran network.

Untuk itu perlu dibuat satu notasi lagi, yaitu :

— — — — — → (panah terputus-putus) aktivitas semu, *dummy*, yang dimaksudkan dengan aktivitas semua adalah aktivitas yang tidak memakan waktu.

Untuk menjamin kesederhaan penyusun *Network*, perlu pula dibuat perjanjian :

Perjanjian II :

Aktivitas semu hanya boleh dipakai bila tidak ada cara lain untuk menggambarkan hubungan-hubungan aktivitas yang ada dalam suatu *Network*.

(DASAR-DASAR NETWORK PLANNING. Drs. Sofwan Badri)