

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tinjauan Umum

Rencana awal dalam perancangan jembatan beton yang melintasi jalan raya atau disebut dengan *fly over/ overpass* ini memiliki bentang ± 200 meter. Fokus pada perancangan struktur atas, *fly over* yang akan didesain pada Jalan Gejayan menuju Condongcatur ini akan menggunakan beton prategang *box girder*.

Salah satu keuntungan dari jembatan *box girder* yaitu ketahanan torsi yang lebih baik, yang sangat bermanfaat untuk aplikasi jembatan yang melengkung. Tinggi *elemen box girder* dapat dibuat konstan maupun bervariasi.

Dengan bahasan studi mengenai struktur atas *fly over* tentu akan mengacu kepada aturan yang mendasari perencanaan sebuah jembatan dalam hal ini *fly over*. Cara perencanaan yang digunakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia dimana menggunakan PBKT (Perencanaan Beban dan Kekuatan Terfaktor).

3.2. Standar Pembebanan

Standar pembebanan berdasar pada (RSNI T-12-2004) dan (SNI 1725-2016), standar ini menetapkan dan mengatur ketentuan pembebanan dan aksi-aksi lainnya yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya dan bangunan-bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan. Secara singkat aturan ini ditujukan kepada perencanaan seluruh

jembatan termasuk jembatan bentang panjang dengan bentang utama < 100 meter.

3.3. Aksi dan Beban Tetap

1. Beban mati atau berat sendiri struktur atas (MS)

Faktor berat sendiri yang dijadikan acuan pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Faktor Beban Untuk Berat Sendiri

TIPE BAHAN	FAKTOR BEBAN (γ_{MS})			
	KEADAAN BATAS LAYAN (γ_{MS}^S)		KEADAAN BATAS ULTIMIT (γ_{MS}^U)	
	BAHAN		BIASA	TERKURANGI
TETAP	BAJA	1,0	1,10	0,90
	ALUMUNIUM	1,0	1,10	0,90
	BETON PRACETAK	1,0	1,20	0,85
	BETON DICOR DI TEMPAT	1,0	1,30	0,75
	KAYU	1,0	1,40	0,70

Sumber: SNI 1725-2016

Tabel 3.2. Elemen Struktural & Non Struktural

NO	BAHAN	BERAT/SATUAN ISI (kN/m ³)	KERAPATAN MASA (kg/m ³)
1	LAPISAN PERMUKAAN BERASPAL (<i>BITUMINOUS WEARING SURFACES</i>)	22,00	2245
2	BESI TUANG (CAST IRON)	71,00	7200
3	TIMBUNAN TANAH DIPADATKAN (<i>COMPACTED SAND, SILT OR CLAY</i>)	17,20	1760
4	KERIKIL DIPADATKAN (<i>ROLLED GRAVEL, MACADAM OR BALLAST</i>)	18,80 – 22,70	1920 – 2320

Sumber: SNI 1725-2016

Beban mati pada perancangan terdiri dari berat elemen struktural dan non struktural:

Tabel 3.3. Berat Isi Untuk Beban Mati (kN/m³)

5	BETON ASPAL (ASPHALT CONCRETE)	22,0	2240
6	BETON RINGAN (LOW DENSITY)	12,25 – 19,60	1250 – 2000
7	BETON $f'_c < 35$ Mpa	22,00-25,00	2320
	$35 < f'_c < 105$ Mpa	$22,00 + 0,022 f'_c$	$2240 + 2,292 f'_c$
8	BAJA (STEEL)	77,00	7850
9	KAYU (RINGAN)	7,80	800
10	KAYU KERAS (HARD WOOD)	11,00	1120

Sumber : SNI 1725-2016

2. Beban mati tambahan (MA)

Tabel 3.4. Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan (MA)

TIPE BAHAN	FAKTOR BEBAN (γ_{MS})			
	KEADAAN BATAS LAYAN (γ^S_{MS})		KEADAAN BATAS ULTIMIT (γ^U_{MS})	
	KEADAAN		BIASA	TERKURANGI
TETAP	UMUM	1,00 ⁽¹⁾	2,00	0,70
	KHUSUS (TERAWASI)	1,00	1,40	0,80

CATATAN⁽¹⁾:FAKTOR BEBAN LAYAN SEBESAR 1,30 DIGUNAKAN UNTUK BERAT UTILITAS

Sumber : SNI 1725-2016

3. Beban lajur "D" (TD)

Adapun faktor beban yang digunakan untuk beban lajur "D" seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.5. Faktor Beban Untuk Beban Lajur “D”

TIPE BEBAN	JEMBATAN	FAKTOR BEBAN (γ_{TD})	
		KEADAAN BATAS LAYAN (γ_{TD}^S)	KEADAAN BATAS ULTIMIT (γ_{TD}^U)
TRANSIEN	BETON	1,00	1,80
	BOX GIRDER BAJA	1,00	2,00

Sumber : SNI 1725-2016

a. Intensitas beban “D”

Beban terbagi rata (BTR) mempunyai intensitas q kPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu seperti berikut:

Jika $L \leq 30$ m : $q = 9,0$ kPa..... (3-1)

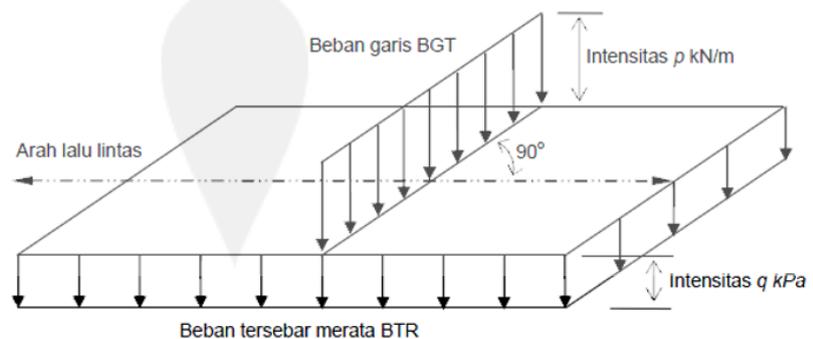
Jika $L > 30$ m : $q = 9,0 \left(0,5 + \frac{15}{L} \right)$ kPa..... (3-2)

Keterangan:

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

L : adalah panjang total jembatan yang dibebani (meter)

$1 \text{ kPa} = 0,001 \text{ MPa} = 0,01 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 3.1. Beban Lajur “D”

Sumber : SNI 1725-2016

b. Distribusi beban “D”

Beban “D” harus disusun sedemikian rupa sehingga menimbulkan momen maksimum. Penyusunan komponen-komponen BTR dan BGT dari beban “D” secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1.

c. Respons terhadap beban lajur “D”

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

4. Beban truk “T” (TT)

Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai.

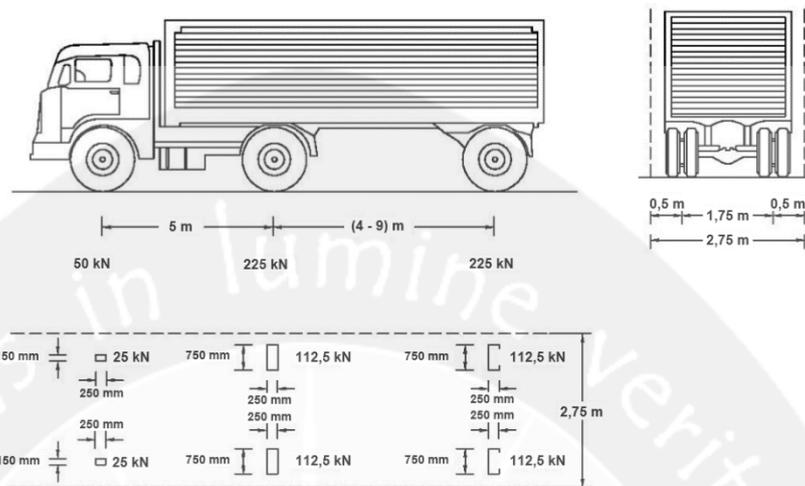
Adapun faktor beban untuk beban “T” seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.6. Faktor Beban Untuk Beban “T”

TIPE BEBAN	JEMBATAN	FAKTOR BEBAN	
		KEADAAN BATAS LAYAN (γ^s_{TT})	KEADAAN BATAS ULTIMIT (γ^u_{TT})
TRANSIEN	BETON	1,00	1,80
	BOX GIRDER BAJA	1,00	2,00

Sumber : SNI 1725-2016

a. Besarnya pembebanan truk "T"



Gambar 3.2. Pembebanan Truk "T" (500 kN)

Sumber : SNI 1725-2016

Pembebanan truk "T" terdiri atas kendaraan truk *semi-trailer* yang mempunyai susunan dan berat gandar seperti yang ada pada Gambar 3.2. Berat dari tiap-tiap gandar disebarakan menjadi 2 beban merata sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Jarak antara 2 gandar tersebut bias diubah-ubah dari 4,0 meter sampai dengan 9,0 meter 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, umumnya hanya ada satu kendaraan truk "T" yang bisa di tempatkan pada satu lajur lalu lintas rencana. Untuk jembatan

sangat panjang dapat ditempatkan lebih dari satu truk pada satu lajur lalu lintas rencana.

Kendaraan truk "T" ini harus ditempatkan di tengah-tengah lajur lalu lintas rencana seperti terlihat pada Gambar 3.2. Jumlah maksimum lajur lalu lintas rencana dapat dilihat dalam Tabel 3.6. tetapi jumlah lebih kecil 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 di mana saja pada lajur jembatan.

Tabel 3.7. Jumlah Lalu Lintas Rencana

TIPE JEMBATAN (1)	LEBAR BERSIH JEMBATAN (2) (MM)	JUMLAH LAJUR LALU LINTAS RENCANA (n)
SATU LAJUR	$3000 \leq W \leq 5250$	1
	$5250 \leq W \leq 7500$	2
DUA ARAH, TANPA MEDIAN	$7500 \leq W \leq 10.000$	3
	$10.000 \leq W \leq 12.500$	4
	$12.500 \leq W \leq 15.250$	5
	$W \geq 15.250$	6
	DUA ARAH, DENGAN MEDIAN	$5500 \leq W \leq 8000$
$8200 \leq W \leq 10.750$		3
$11.000 \leq W \leq 13.500$		4
$13.750 \leq W \leq 16.250$		5
$W \geq 16.500$		6

Lanjutan Tabel 3.7. Jumlah Lalu Lintas Rencana

CATATAN (1) : UNTUK JEMBATAN TIPE LAIN, JUMLAH LAJUR LALU LINTAS RENCANA HARUS DITENTUKAN OLEH INSTANSI YANG BERWENANG.
CATATAN (2) : LEBAR LAJUR KENDARAAN ADALAH JARAK MINIMUM ANTARA KERB ATAU RINTANGAN UNTUK SATU ARAH ATAU JARAK ANTARA KERB/RINTANGAN/MEDIAN DAN MEDIAN UNTUK BANYAK ARAH.

Sumber : SNI 1725-2016

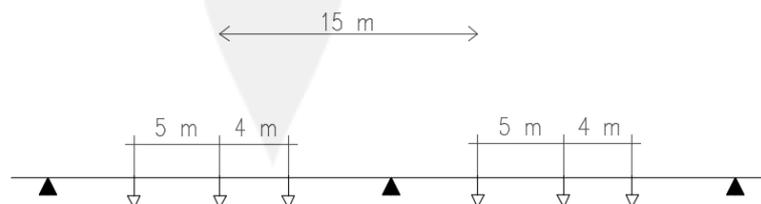
c. Penerapan beban hidup kendaraan

Pengaruh beban hidup pada waktu menentukan momen positif harus diambil nilai yang terbesar dari:

- 1) Pengaruh beban truk dikalikan dengan faktor beban dinamis (FBD), atau
- 2) Pengaruh beban terdistribusi "D" dan beban garis KEL dikalikan FBD.

Untuk momen negatif, beban truk dikerjakan pada dua bentang yang berdampingan dengan jarak gandar tengah truk terhadap gandar depan truk dibelakangnya adalah 15 meter seperti Gambar 3.3. dengan jarak antara gandar tengah dan gandar belakang adalah 4 meter.

Gambar 3.3. Penempatan Beban Truk Untuk Kondisi Momen Negatif Maksimum



Sumber : SNI 1725-2016

5. Faktor beban dinamis

Faktor beban dinamis (FBD) merupakan hasil interaksi antara kendaraan yang bergerak dan jembatan. Besarnya FBD tergantung pada frekuensi dasar dari suspensi kendaraan. Untuk bentang menerus panjang bentang ekuivalen L_E diberikan dengan rumus:

$$L_E = \sqrt{L_{AV} \times L_{MAKS}} \dots \dots \dots (3-3)$$

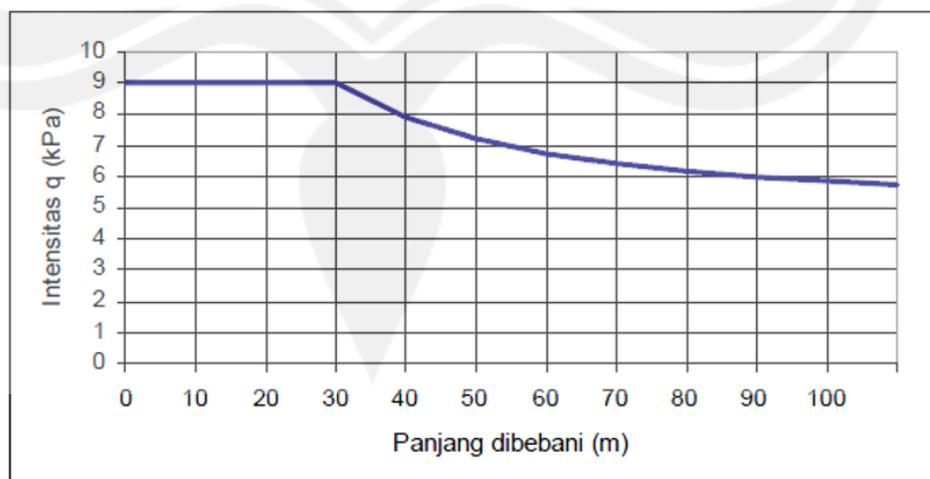
Keterangan:

L_{AV} adalah panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus.

L_{MAKS} adalah panjang bentang maksimum dalam kelompok bentang yang disambungkan secara menerus.

Berikut faktor beban dinamis yang digunakan untuk beban truk "T" untuk pembebanan lajur "D"

Gambar 3.4. Faktor Beban Dinamis Untuk Beban "T" untuk Pembebanan lajur "D"



Sumber: SNI 1725-2016

6. Gaya rem (TB)

Gaya rem harus diambil yang terbesar dari:

- 25% dari berat gandar truk desain atau,
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata BTR

Gaya rem harus ditempatkan di semua lajur rencana yang berisi lalu lintas dengan arah yang sama. Pengaruh pengereman dari lalu lintas diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang dan dianggap bekerja pada permukaan lantai jembatan. Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung panjang total jembatan (L_t) sebagai berikut:

Tabel 3.8. Besar Gaya Rem Arah Memanjang Jembatan

GAYA REM	$T_{TB} = 250 \text{ kN}$	UNTUK $L_t \leq 80 \text{ M}$
	$T_{TB} = 250 + 2,5*(L_t-80) \text{ kN}$	UNTUK $80 < L_t < 180 \text{ M}$
	$T_{TB} = 500 \text{ kN}$	UNTUK $L_t \geq 180 \text{ M}$

Sumber : SNI 1725-2016

7. Pembebanan untuk pejalan kaki (TP)

Berikut beban hidup merata untuk pejalan kaki "TP":

Tabel 3.9. Beban Hidup Merata Berdasarkan Luasan Trotoar

UNTUK LUAS TROTOAR	$A \leq 10 \text{ m}^2$	$q = 5 \text{ kPa}$
	$10 \text{ m}^2 < A \leq 100 \text{ m}^2$	$q = 5 - 0,033*(A-10) \text{ kPa}$
	$A \geq 100 \text{ m}^2$	$q = 2 \text{ kPa}$

Sumber : SNI 1725-2016

A = luas bidang trotoar yang dibebani pejalan kaki (m^2)

q = beban hidup merata

8. Beban angin (EW)

- Tekanan angin horizontal

Tekanan angin yang ditentukan kali ini diasumsikan disebabkan oleh angin rencana dengan kecepatan dasar (V_E) sebesar 90 hingga 126 km/jam.

Beban angin diasumsikan terdistribusi secara merata pada permukaan yang terekspos oleh angin. Luas are yang diperhitungkan adalah luas area dari semua komponen, termasuk sistem lantai dan railing yang diambil tegak lurus terhadap arah angin. Arah ini harus divariasikan untuk mendapatkan pengaruh yang paling berbahaya terhadap struktur jembatan atau komponen-komponennya. Luasan yang tidak memberikan kontribusi dapat diabaikan dalam perencanaan.

Untuk jembatan atau bagian jembatan dengan elevasi lebih tinggi dari 10000 mm di atas permukaan tanah atau permukaan air, kecepatan angin rencana, V_{DZ} , harus dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{DZ} = 2,5V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \dots\dots\dots (3-4)$$

Keterangan:

V_{DZ} adalah kecepatan angin rencana pada elevasi rencana, Z (km/jam)

V_{10} adalah kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah atau di atas permukaan air rencana (km/jam)

V_B adalah kecepatan angin rencana yaitu 90 hingga 126 km/jam pada elevasi 1000 mm, yang akan menghasilkan tekanan.

Z adalah elevasi struktur dari permukaan tanah atau dari permukaan air dimana beban angin dihitung ($Z > 1000$ mm)

V_0 adalah kecepatan gesekan angin, yang merupakan karakteristik meteorologi, seperti pada Tabel 3.9., untuk berbagai macam tipe permukaan di hulu jembatan (km/jam)

Z_0 adalah panjang gesekan di hulu jembatan (mm), yang merupakan karakteristik meteorologi, ditentukan pada Tabel 3.9.

V_{10} dapat diperoleh dari:

- 1) Grafik kecepatan angin dasar untuk berbagai periode ulang,
- 2) Survei angin pada lokasi jembatan, dan
- 3) Jika tidak ada data yang lebih baik, perencana dapat mengasumsikan bahwa $V_{10} = V_B = 90$ hingga 126 km/jam.

Tabel 3.10. Nilai V_0 dan Z_0 Untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu

KONDISI	LAHAN TERBUKA	SUB URBAN	KOTA
V_0 (km/jam)	13,2	17,6	19,3
Z_0 (mm)	70	1000	2500

Sumber : SNI 1725-2016

b. Beban angin pada struktur (EW_s)

Untuk perencanaan dapat menggunakan kecepatan angin rencana dasar yang berbeda untuk kombinasi pembebanan yang tidak melibatkan kondisi beban angin yang bekerja pada

kendaraan. Arah angin rencana harus diasumsikan horizontal. Jika tidak adanya data yang lebih tepat, tekanan angin rencana dalam MPa dapat ditetapkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PD = PB \left(\frac{v_{Dz}}{v_B} \right)^2 \dots \dots \dots (3-5)$$

Keterangan:

P_B adalah tekanan angin dasar seperti yang ditentukan dalam tabel tekanan angin dasar.

Tabel 3.11. Tekanan Angin Dasar

KOMPONEN BANGUNAN ATAS	ANGIN TEKAN (Mpa)	ANGIN HISAP (Mpa)
RANGKA, KOLOM, DAN PELENGKUNG	0,0024	0,0012
BALOK	0,0024	N/A
PERMUKAAN DATAR	0,0019	N/A

Sumber : SNI 1725-2016

Gaya total beban tidak boleh diambil kurang dari 4,4 kN/mm pada bidang tekan dan 2,2 kN/mm pada bidang hisap pada struktur rangka dan pelengkung, serta tidak kurang dari 4,4 kN/mm pada balok atau gelagar.

- 1) Kecuali jika angin yang bekerja tidak tegak lurus struktur, maka tekanan angin dasar P_E untuk berbagai sudut serang dapat diambil seperti yang ditentukan dalam Tabel 3.11. dan harus dikerjakan pada titik berat dari area yang terkena beban angin. Arah sudut serang ditentukan tegak lurus

terhadap arah *longitudinal*. Arah angin. Untuk perencanaan harus yang menghasilkan pengaruh yang terburuk pada komponen jembatan yang ditinjau. Tekanan angin melintang dan memanjang harus diterapkan secara bersamaan dalam perencanaan.

Tabel 3.12. Tekanan Angin Dasar (P_B) Untuk Berbagai Sudut Serang

SUDUT SERANG	RANGKA, KOLOM, DAN PELENGKUNG		GELAGAR	
	BEBAN LATERAL	BEBAN LONGITUDINAL	BEBAN LATERAL	BEBAN LONGITUDINAL
	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
0	0,0036	0,0000	0,0024	0,0000
15	0,0034	0,0006	0,0021	0,0003
30	0,0031	0,0013	0,0020	0,0006
45	0,0023	0,0020	0,0016	0,0008
60	0,0011	0,0024	0,0008	0,0009

Sumber : SNI 1725-2016

2) Gaya angin pada kendaraan (EW_i)

Tekanan angin rencana harus dikerjakan baik pada stuktur jembatan maupun pada kendaraan yang melintasi jembatan. Jembatan harus direncanakan memikul gaya akibat tekanan angin pada kendaraan, dimana tekanan diasumsikan sebagai tekanan menerus sebesar 1,46 N/mm, tegak lurus dan bekerja 1800 mm di atas permukaan jalan. kecuali jika angin yang bekerja tidak tegak lurus struktur, maka komponen yang bekerja tegak lurus maupun parallel

terhadap kendaraan untuk berbagai sudut serang dapat diambil seperti berikut:

Tabel 3.13. Komponen Beban Angin yang Bekerja Pada Kendaraan

SUDUT	KOMPONEN TEGAK LURUS	KOMPONEN SEJAJAR
DERAJAT	N/mm	N/mm
0	1,46	0,00
15	1,28	0,18
30	1,20	0,35
45	0,96	0,47
60	0,50	0,55

Sumber : SNI 1725-2016

9. Pengaruh temperatur (ET)

Pengaruh yang didapatkan dari lingkungan salah satunya adalah pengaruh temperatur. Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi akibat perubahan temperatur yang merata dapat dihitung dengan menggunakan prosedur temperatur jembatan rata-rata nominal. Perbedaan temperatur minimum atau maksimum dengan temperature nominal yang diasumsikan dalam perencanaan harus digunakan untuk menghitung pengaruh akibat deformasi yang terjadi akibat perbedaan suhu tersebut. Temperatur minimum dan maksimum yang ditentukan pada Tabel 3.13. harus digunakan sebagai $T_{mindesain}$ dan $T_{maksdesain}$.

a. Simpangan akibat beban temperatur

Besaran rentang simpang akibat beban temperatur (Δ_T) harus berdasarkan temperatur maksimum dan minimum yang didefinisikan dalam desain sebagai berikut:

$$\Delta_T = \alpha L (T_{maksdesain} - T_{mindesain})$$

Keterangan:

L : adalah panjang komponen jembatan (mm)

α : adalah koefisien muai temperatur (mm/mm/ °C)

Tabel 3.14. Temperatur Jembatan Rata-rata Nominal

TIPE BANGUNAN ATAS	TEMPERATUR JEMBATAN RATA- RATA MINIMUM (1)	TEMPERATUR JEMBATAN RATA- RATA MAKSIMUM
LANTAI BETON DI ATAS GELAGAR ATU BOKS BETON	15°C	40°C
LANTAI BETON DI ATAS GELAGAR ATU BOKS ATAU RANGKA BAJA	15°C	40°C
LANTAI PELAT BAJA DI ATAS GELAGAR, BOKS ATAU RANGKA BAJA	15°C	40°C
CATATAN (1) TEMPERATUR JEMBATAN RATA-RATA MINIMUM BISA DIKURANGI 5°C UNTUK LOKASI YANG TERLETAK PADA KETINGGIAN LEBIH BESAR DARI 500 M DI ATAS PERMUKAAN LAUT		

Sumber : SNI 1725-2016

Tabel 3.15. Sifat Bahan Rata-rata Akibat Pengaruh Temperatur

BAHAN	KOEFISIEN PERPANJANGAN AKIBAT SUHU (α)	MODULUS ELASTISITAS (Mpa)
BAJA	12 X 10 ⁻⁶ per °C	200.000
BETON: KUAT TEKAN <30 Mpa	10 X 10 ⁻⁶ per °C	4700√ f_c'

KUAT TEKAN >30 Mpa	11 X 10 ⁻⁶ per °C	4700√f _c '
--------------------	------------------------------	-----------------------

Sumber : SNI 1725-2016

b. Pengaruh prategang (PR)

Prategang akan menyebabkan pengaruh sekunder pada komponen-komponen yang terkekang pada bangunan statis tidak tentu. Pengaruh sekunder tersebut harus diperhitungkan baik pada batas daya layan ataupun batas ultimit.

Prategang harus diperhitungkan sebelum (selama pelaksanaan) dan sesudah kehilangan tegangan dalam kombinasinya dengan beban-beban lainnya.

Tabel 3.16. Faktor Beban Akibat Pengaruh Prategang

TIPE BEBAN	FAKTOR BEBAN (γ_{PR})	
	KEADAAN BATAS LAYAN (γ_{PR}^s)	KEADAAN BATAS ULTIMIT (γ_{PR}^u)
TETAP	1,00	1,00

Sumber : SNI 1725-2016

Pengaruh utama prategang adalah sebagai berikut:

- a) Pada keadaan batas daya layan, gaya prategang dapat dianggap bekerja sebagai suatu sistem beban pada unsur. Nilai rencana dari beban prategang tersebut harus dihitung menggunakan faktor beban daya layan sebesar 1,0.
- b) Pada keadaan batas ultimit, pengaruh sekunder akibat gaya prategang harus dianggap sebagai beban yang bekerja.

10. Beban gempa (EQ)

Jembatan harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan

gangguan terhadap pelayanan akibat gempa. Penggantian secara parsial atau lengkap pada struktur diperlukan untuk beberapa kasus. Kinerja yang lebih tinggi seperti kinerja operasional dapat ditetapkan oleh pihak yang berwenang.

Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respons elastic (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respons (R_d) dengan perumusan sebagai berikut:

$$EQ = \frac{C_{sm}}{R_d} \times W_t \dots \dots \dots (3-6)$$

Keterangan:

E_Q adalah gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} adalah koefisien respons gempa elastis

R_d adalah faktor modifikasi respons

W_t adalah berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup sesuai (kN)