

ANALISIS PERANCANGAN PELAT LANTAI JEMBATAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIMANGGIS - CIBITUNG SEKSI 2

Annihayatul Muna¹, Indartono Rivai²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Jayabaya,
Jakarta, Indonesia

Email¹: nayajatirogo@gmail.com

ABSTRAK

Pelat lantai jembatan merupakan salah satu komponen dari jembatan yang berfungsi untuk mendukung beban-beban yang terjadi ketika kendaraan melintas di atasnya. Masalah utama dalam perencanaan pelat lantai jembatan adalah lendutan, sehingga pada saat perencanaan harus diperhitungkan dengan baik agar lendutan yang dihasilkan tidak melebihi dari batas toleransi, karena pada dasarnya dalam perencanaan pelat lantai jembatan yang baik adalah pelat lantai jembatan cukup kuat untuk menahan beban kerja. Tujuan dalam tugas akhir ini adalah untuk menganalisis pembebanan yang bekerja pada pelat lantai jembatan dan menganalisis nilai lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan pada proyek pembangunan jalan tol Cimanggis – Cibitung seksi 2 apakah sudah memenuhi ketentuan yang berlaku. Analisis perancangan pelat lantai jembatan ini dilakukan dengan menggunakan metode SNI 1725:2016 (pembebanan untuk jembatan) sebagai pedoman. Data yang akan dianalisis meliputi data primer dan data sekunder yang didapatkan dari survei langsung di lapangan maupun dari instansi relevan yang terkait. Dari analisis yang dilakukan menghasilkan nilai beban-beban sebagai berikut: Berat Sendiri (MS) sebesar 5,00 kN/m, Berat Mati Tambahan (MA) sebesar 2,690 kN/m, Beban Truk (TT) sebesar 162,500 kN, Beban Angin (EW) sebesar 3,30 kN, Pengaruh temperatur sebesar 12,5 °C, Nilai lendutan pada pelat lantai jembatan sebesar 4,119 mm < 9,583 mm (nilai $L_x / 240$) yang berarti aman, dan Kontrol kuat geser pondasi sebesar 292.500 N < 474.248,6 N ($\Phi \times P_n$) yang berarti juga aman.

Kata Kunci: Jembatan, Pelat Lantai, Lendutan, Analisis.

PENDAHULUAN

Jembatan adalah struktur yang digunakan untuk menyeberangi jurang atau penghalang seperti sungai, kereta api ataupun jalan raya. Jembatan dibangun untuk memungkinkan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api melintasi rintangan. Jembatan juga merupakan bagian dari prasarana transportasi darat yang sangat penting bagi kelancaran arus lalu lintas. Pelat lantai jembatan adalah salah satu komponen dari jembatan yang mendukung beban hidup dan beban mati

kemudian menyalurkannya kepada girder dan selanjutnya dibawa menuju struktur bawah pada jembatan. Masalah utama dalam perencanaan pelat lantai jembatan adalah lendutan, sehingga pada saat perencanaan harus diperhitungkan dengan baik agar lendutan yang dihasilkan tidak melebihi batas toleransi.

Salah satu kemungkinan penyebab masalah ini adalah kesalahan perencanaan dimensi dan tulangan sehingga kekuatan bawaan tidak mencukupi dalam mengatasi beban kerja. Selain itu, alasan lainnya

adalah penggunaan dari bahan atau material yang kurang baik sehingga pada saat pemasangan tulangan bisa mengurangi kekuatan pelat jembatan yang menggunakan beton bertulang. Pada dasarnya dalam perencanaan pelat lantai jembatan yang baik adalah pelat lantai jembatan cukup kuat untuk menahan beban kerja atau tidak. Karena pada perencanaan tersebut akan menghasilkan besarnya dimensi dan pembebanan yang akan digunakan. Jika perhitungannya mengandung kesalahan, hal ini dapat menyebabkan adanya perbedaan dimensi dan pembebanan dari hasil perhitungan yang seharusnya digunakan saat di lapangan. Dengan mengambil penelitian pada proyek pembangunan jembatan jalan tol Cimanggis – Cibitung seksi 2, maka akan dilakukan analisis perancangan pelat lantai jembatan menggunakan metode SNI 1725:2016 sehingga dapat mengetahui apakah bahan / material beserta pembebanan yang digunakan cukup untuk menahan besarnya lendutan yang terjadi pada pelat lantai jembatan tersebut.

LANDASAN TEORI

Jembatan dan Pelat Lantai

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Jembatan

merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang, celah maupun rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya sehingga dapat terhubung. Jembatan dibangun untuk penyeberangan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api untuk melintasi rintangan. Jembatan juga merupakan salah satu bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat berpengaruh dalam aliran perjalanan (*traffic flows*). Jembatan menjadi salah satu komponen kritis dari suatu ruas jalan, karena sebagai penentu beban maksimum dari berbagai jenis kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.

Pelat lantai jembatan merupakan salah satu bagian dari struktur atas jembatan. Pelat lantai ini memiliki tugas untuk memikul beban akibat dari beban lalu lintas kemudian beban tersebut disalurkan kepada bagian bawah jembatan. Pelat lantai jembatan dilengkapi dengan saluran atau deck drain dengan sedikit kemiringan disepanjang tepi jalan yang berfungsi sebagai pembawa aliran air hujan.

Pembebanan

Unsur utama dalam perancangan struktur adalah pembebanan, baik beban yang bekerja di atasnya, beban gravitasi, maupun beban lateral. Beban mati dan Beban hidup termasuk ke dalam beban gravitasi yang bekerja pada struktur. Untuk beban mati yang bekerja disebabkan oleh bobot struktur tersebut maupun bobot tambahan yang berasal dari luar struktur. Sedangkan yang termasuk dengan beban

3. Angka poisson (ν) = 0,2
4. Modulus geser (G) = 9772 Mpa.
5. Koefisien muai panjang untuk beton (α) = $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$.

Mutu Baja:

1. Untuk tulangan > 12 mm (U) = 39
2. Tegangan leleh baja (f_y) = 390 Mpa.
3. Untuk tulangan < 12 mm (U) = 24
4. Tegangan leleh baja (f_y) = 240 Mpa.

Specific Gravity

1. Berat beton bertulang (W_c) = 25,00 kN/m³.
2. Berat beton tidak bertulang ($W'c$) = 24,00 kN/m³.
3. Berat aspal (W_a) = 22,00 kN/m³.
4. Berat jenis air (W_w) = 9,80 kN/m³.
5. Berat baja (W_s) = 77,00 kN/m³.

Analisis Pembebanan

1. Berat Sendiri (MS)

Faktor beban ultimit (K_{MS}) = 1,3
 Slab lantai jembatan, $b = 1$ m Tebal slab lantai jembatan, $h = t_s = 0,20$ m. Berat beton bertulang $W_c = 25,00$ kN/m³. Berat sendiri

$$Q_{MS} = b \times h \times W_c = 5,00 \text{ kN/m.}$$
2. Berat Mati Tambahan (MA)

Tebal lapisan aspal + overlay = 2,200kN/m
 Air hujan = 0,490 kN/m
 $Q_{MA} = 2,200 + 0,490 = 2,690$ kN/m.
3. Beban Truk (TT)

Beban roda ganda truk, $T = 125$ kN. Beban dinamis truk, $DLA = 0,3$ Beban akibat truk
 $P_{TT} = (1 + DLA) \times T = 162,500$ kN.

4. Beban Angin (EW)

$$V_{DZ} = 2,5 \times V_0 \times (V_{10}/V_B) \ln(Z/Z_0) = 2,5 \times 17,6 \times (150/126) \ln(10000/1000) = 120,61$$

Beban angin pada struktur: P_D

$$= P_B (V_{DZ} / V_B)^2 = 0,0024 (120,61 / 126)^2 = 0,00219 \text{ Mpa} = 2,20 \text{ kN//m.}$$

Beban angin yang didapatkan:

$$Q_{EW} = P_D \times S = 2,20 \times 1,5 \text{ m} = 3,30 \text{ kN/m.}$$

5. Pengaruh Temperatur Temperatur maksimum rata-rata $T_{max} = 40$ °C. Temperatur minimum rata-rata $T_{min} = 15$ °C. Perbedaan temperatur pada slab
 $\Delta T = (T_{max} - T_{min}) / 2 = (40 - 15) / 2 = 12,5$ °C.

Analisis Penulangan

1. Momen Pada Pelat Lantai Jembatan
- Tabel 1. Momen Pada Pelat Lantai Jembatan

$Q_{MS} =$	5	kN/m
$Q_{MA} =$	2,690	kN/m
$P_{TT} =$	162,500	kN
$Q_{EW} =$	3,30	kN
$\Delta T =$	12,5	°C

- Momen akibat berat sendiri (MS)
 Momen tumpuan, $M_{MS} = 2,203$ kNm.
 Momen lapangan, $M_{MS} = 1,103$ kNm.
 Momen beban mati tambahan (MA)

Momen tumpuan, MMA= 1,481 kNm. \

Momen lapangan, MMA= 0,768 kNm.

Momen akibat beban truk (TT)

Momen tumpuan,MTT= 58,380 kNm.

Momen lapangan, MTT= 52,587kNm.

Momen akibat beban angin (EW)

Momen tumpuan, MEW = 1,186 kNm.

Momen lapangan, MEW= 1,068 kNm.

Momen akibat temperature (ET)

Momen tumpuan, MET = 0,02 kNm.

Momen lapangan, MET = 0,100 kNm

2. Kombinasi

Tabel 2. Momen Pelat

Jenis Beban	Faktor Beban	Daya Layan	Keadaan Ultimit	M _{tumpuan} (kNm)	M _{lapangan} (kNm)
Berat sendiri	K _{MS}	1,0	1,3	2,203	1,103
Beban mati tambahan	K _{MA}	1,0	1,3	1,481	0,768
Beban truk ''T''	K _{TT}	1,0	1,8	58,380	52,587
Beban angin	K _{EW}	1,0	1,2	1,186	1,068
Pengaruh temperatur	K _{ET}	1,0	1,2	0,02	0,100

Tabel 3. Kombinasi Kuat III

Jenis Beban	Faktor Beban	M _{tumpuan} (kNm)	M _{lapangan} (kNm)	M _u tumpuan (kNm)	M _u lapangan (kNm)
Berat sendiri	1,3	2,203	1,103	2,864	1,434
Beban mati tambahan	1,3	1,481	0,768	1,926	0,999
Beban truk ''T''	1,8	58,380	52,587	105,084	94,656
Beban angin	1,2	0,362	0,326	1,423	1,281
Pengaruh temperatur	1,2	0,020	0,100	0,024	0,120
Total momen ultimit slab, M _u =				111,320	98,491

3. Pembesian Pelat

Tulangan Lentur Negatif

Momen rencana ultimit slab

$$M_u = 111,320 \text{ kNm.}$$

Momen nominal rencana

$$M_n = M_u / \Phi$$

$$= 139,150 \text{ kNm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = (M_n \times 10^6) / (b \times d^2)$$

$$= 5,1111 \text{ kNm}$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{OK}$$

Digunakan tulangan D19 x 100 dan D16 x 100.

Tulangan Lentur Positif

Momen rencana ultimit slab

$M_u = 98,491 \text{ kNm}$
 Momen nominal rencana
 $M_n = M_u / \Phi$
 $= 123,113 \text{ kNm}$
 Faktor tahanan momen
 $R_n = (M_n \times 10^6) / (b \times d^2)$
 $= 4,52206 \text{ kNm}$
 $R_n < R_{max} \rightarrow \text{OK}$
 Digunakan tulangan D19 x 100 dan D16 x 100.

4. Kontrol Lendutan Pelat

Lendutan total pada plat lantai jembatan

$$Lx/240 = 9,583 \text{ mm.}$$

Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut,

$$\delta_g = 0,264 \text{ mm.}$$

Lendutan elastisitas seketika akibat beban mati dan beban hidup

$$\delta_e = 3,855 \text{ mm.}$$

$$\delta_{\text{total}} = \delta_g + \delta_e = 4,119 \text{ mm.}$$

$$\delta_{\text{total}} < Lx / 240 \rightarrow \text{aman (OK).}$$

5. Kontrol Kuat Geser Ponds

Kuat geser ponds yang disyaratkan,

$$f_v = 0.3 \times \sqrt{24,90}$$

$$= 1,497 \text{ Mpa.}$$

Luas bidang geser ponds

$$A_v = 2 \times (700+900) \times d$$

$$= 528000 \text{ mm}^2$$

Gaya geser ponds nominal

$$P_n = A_v \times f_v \times 10^{-3} \times 1000$$

$$=$$

$$790.414,4$$

$$\text{N.}$$

Kekuatan slab terhadap geser ponds

$$\Phi \times P_n = 474.248,6 \text{ N.}$$

Faktor beban ultimit, $K_{TT} =$

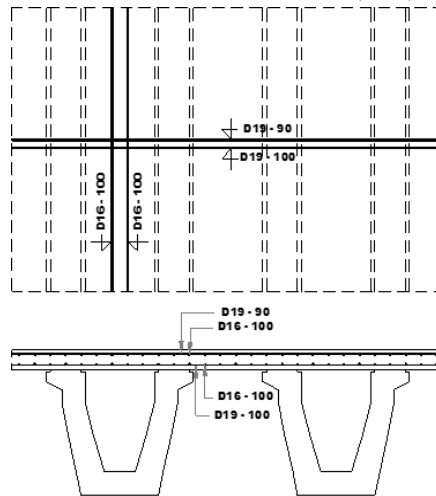
$$1,8$$

Beban ultimit roda truk pada

$$\text{slab } P_u = K_{TT} \times P_{TT}$$

$$= 292.500 \text{ N.}$$

$$< \Phi \times P_n \rightarrow \text{aman (OK).}$$



Gambar 3. Tulangan

KESIMPULAN

1. Pada analisis pembebanan berat sendiri (MS) menghasilkan nilai sebesar 5,00 kN/m, nilai berat mati tambahan (MA) sebesar 2,690 kN/m, beban truk (TT) sebesar 162,500 kN, beban angin sebesar 3,30 kN, pengaruh temperatur sebesar 12,5 °C, Momen slab menghasilkan nilai momen maksimum tumpuan sebesar 111.320 kNm dan momen maksimum lapangan sebesar 98,491 kNm, Pembesian pada slab pada tulangan lentur negatif menghasilkan nilai tahanan momen (R_n) sebesar 5,1111 < 6,5977 (R_{max}) dengan menggunakan tulangan D19-90 dan D16-100 sedangkan pada tulangan lentur positif menghasilkan nilai tahanan momen (R_n) sebesar 4,52206 < 6,5977 (R_{max}) dengan menggunakan tulangan D19-100 dan D16-100. (P_u) sebesar

$292.500 \text{ N} < 474.248,6 \text{ N} (\Phi \times P_n)$
yang berarti juga aman.

2. Kontrol lendutan slab jembatan sebesar $4,119 \text{ mm} < 9,583 \text{ mm} (L_x / 240)$ yang berarti aman dan kontrol kuat geser ponds pada beban ultimit roda truk pada slab

Saran

1. Penelitian ini hanya menganalisis pembebanan pada pelat lantai jembatan, sehingga pada penelitian selanjutnya perlu diperlukan analisis pelat injak dan struktur girder jembatan.
2. Perencanaan yang matang merupakan unsur utama sehingga dalam perencanaan hendaknya dilakukan dengan tempo yang baik tanpa harus tergesa-gesa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Pembebanan Untuk Jembatan. SNI 1725:2016. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Standar Pembebanan Untuk Jembatan. RSNI T-02-2005. Jakarta: BSN.
- Batubara, S., & Simatupang, L. (2018). Perencanaan Jembatan Beton Prategang Dengan Bentang 24 Meter Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 1(2), 45–61. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v1i2.280>
- Dispushodo, I. (1991). *Struktur Beton*

Bertulang SNI T-15-1991-03. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

- Hamzah, A. (2020). Tinjauan Tulangan Plat Beton Pada Jembatan Beton Sei Saraf Datuk Bandar Kota Tanjung Balai. *Jurnal Pionir*, 2(1), 1-12.