

Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Layang Jalan Tol Semarang-Demak

Hanida Isna Reza P.¹, Hesti Winarni², Lisa Fitriyana³, Gatot Rusbintardjo⁴

^{1,2,3,4} Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

^{1, 2, 3,4}Jl.Raya Kaligawe KM.4 Semarang

¹Hestiwnr27@gmail.com

Abstrak – Pembangunan Jl. Tol Semarang-Demak dilatar belakangi beberapa masalah yaitu tumbuh industri-industri, pemukiman-pemukiman yang menjadi bangkitan lalu lintas sehingga mengakibatkan bertambahnya volume lalu lintas, sehingga mengakibatkan terjadinya kemacetan. Untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di jalan tersebut, Pemerintah saat ini sedang membangun jalan Tol Semarang-Demak yang terletak di Jl. Semarang – Demak KM 3 Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Perencanaan dan perhitungan struktur jembatan ini dimulai dengan preliminary design yaitu penentuan desain awal yang meliputi penentuan bentang jembatan, lebar jembatan, dimensi gelagar kemudian diberikan beban dan dilanjutkan dengan desain dan perhitungan balok T-Bulp, pelat lantai dan pendukung struktur atas. Perencanaan dilanjutkan dengan analisa struktur jembatan yang meliputi gaya dalam penampang, gaya geser, dan lendutan, dari analisa perhitungan momen peretakan penampang diperoleh momen yang dapat meretakan penampang adalah sebesar 10918,18 kN.m, dan diperiksa rasio kapasitas momen terhadap momen retak diperoleh SF 1,87, yang mana SF yang diperoleh lebih besar dari SF ketentuan pada Bina Marga yang sebesar 1,2 dengan demikian berdasarkan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa struktur atas jembatan tersebut aman.

Kata kunci: Jembatan layang, Jalan tol, Balok prategang, Girder T-bulp

Abstract – Construction of Jl. The Semarang-Demak Toll Road is motivated by several problems, namely the growth of industries, settlements that become traffic generators, resulting in an increase in traffic volume, resulting in congestion. To overcome traffic congestion on the road, the Government is currently building the Semarang-Demak Toll Road, which is located on Jl. Semarang – Demak KM 3 Sayung District, Demak Regency. Planning and calculation of this bridge structure begins with preliminary design, namely determining the initial design which includes determining the bridge span, bridge width, girder dimensions and then given the load and continued with the design and calculation of T-Bulp beams, floor plates and superstructure supports. The planning is continued with the analysis of the bridge structure which includes the internal forces, shear forces, and deflections. From the analysis of the calculation of the moment of cracking in the cross section, the moment that can crack the cross section is obtained at 10918.18 kN.m, and the ratio of the moment capacity to the crack moment is obtained. ,87, where the SF obtained is greater than the SF provision in Bina Marga which is 1.2, thus based on the analysis that has been done, it can be concluded that the structure of the bridge is safe.

Key words: Flyover, Toll road, Prestressed beam, Girder T-bulp

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia pada umumnya dan di Provinsi Jawa Tengah pada khususnya telah berdampak pada meningkatnya jumlah kendaraan di ruas jalan Semarang-Demak. Hal tersebut dikarenakan ruas jalan Semarang-Demak termasuk salah satu ruas jalan Pantura di mana kendaraan-kendaraan dari Provinsi Jawa Timur menuju ke Provinsi Jawa Barat dan sebaliknya selalu akan melalui ruas jalan Semarang-Demak. Di samping itu di sekitar jalan Semarang-Demak sendiri tumbuh industri-industri, perumahan-perumahan yang menjadi bangkitan lalu lintas telah mengakibatkan bertambahnya volume lalu lintas di jalan tersebut, dan menyebabkan sering terjadi kemacetan lalu lintas. Untuk mengatasi kemacetan lalu lintas di jalan tersebut, Pemerintah saat ini sedang membangun jalan Tol Semarang-Demak.

Pada trase jalan Tol Semarang-Demak seperti terlihat pada Gambar 1.1, terdapat jalan tol yang memotong jalan arteri Pantura Semarang-Demak di daerah Sayung tepatnya di Sta 11 + 180 sampai dengan Sta 11 + 360 rencana jalan tol tersebut. Karena jalan tol merupakan jalan bebas hambatan yang tidak boleh ada halangan apapun, maka pada daerah tersebut akan dibangun jembatan layang (over-pass).



Gambar 1. Peta trase Jalan Tol Semarang-Demak dan lokasi jembatan

II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

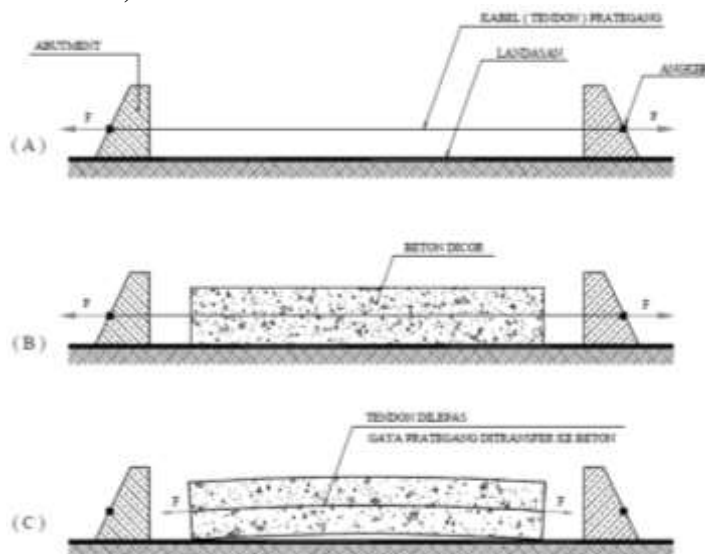
A. Jembatan Balok Prategang

Lin, T.Y. dan Burns (1982), dalam bukunya yang berjudul *Design Of Prestressed Concrete Structures* [1] menyebutkan bahwa ada tiga konsep yang berbeda yang dapat dipakai untuk menjelaskan dan menganalisa sifat-sifat dasar dari beton yaitu sistem prategang dengan menjadikan beton sebagai bahan elastis, sistem prategang yang merupakan kombinasi baja mutu tinggi dengan beton mutu tinggi, dan sistem prategang untuk mencapai keseimbangan beban.

B. Gaya Prategang pada Beton

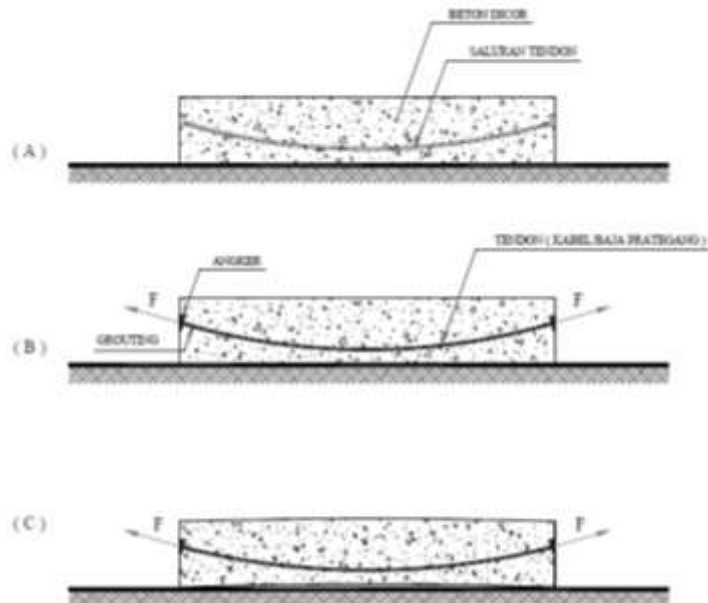
Soetoyo (2011), dalam bukunya yang berjudul *Konstruksi Beton Patekan* [2] menyebutkan bahwa berdasarkan konsepnya, beton diberikan gaya prategang tebentuk tendon atau kabel baja. Pemberian gaya prategang pada beton terdiri dari 2 macam metode, yaitu:

1) Pratarik (Pre-Tension Method)



Gambar 2. Konsep pra tarik

2) Pasca tarik (Post-Tension)



Gambar 3. Konsep pasca tarik

C. PERATURAN PERENCANAAN JEMBATAN JALAN RAYA

Peraturan perencanaan dan pembebanan jembatan jalan raya yang berlaku saat ini dan yang dipergunakan dalam Tugas Akhir ini adalah:

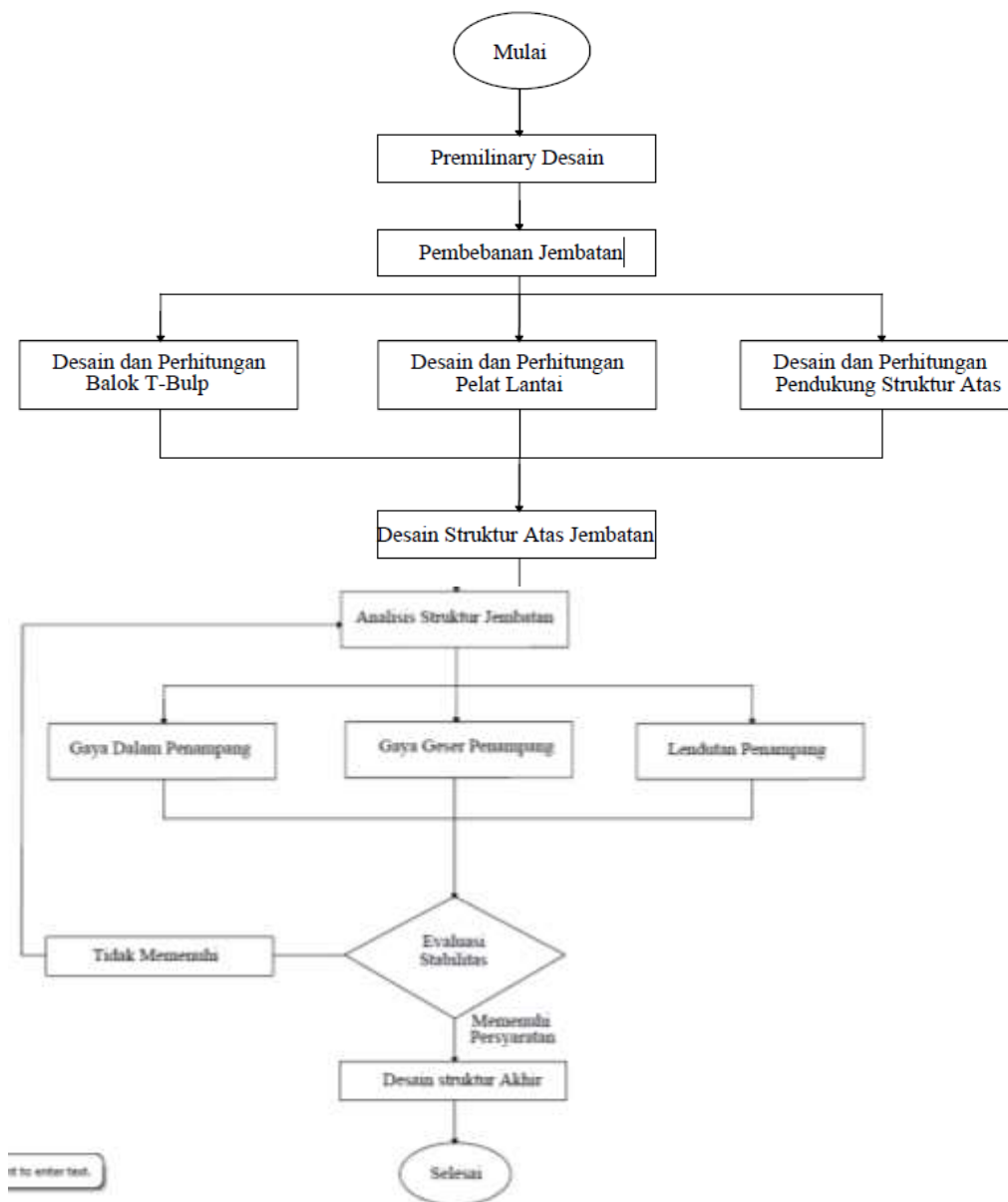
1. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) No. 07/SE/M/2015 tahun 2015 tentang Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan [3], dan
2. Peraturan Perencanaan Jembatan Ditjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum tahun 1992 [4].

D. PERATURAN PEMBEBANAN JEMBATAN JALAN RAYA

Peraturan-peraturan tentang pembebanan jembatan yang akan menjadi acuan dalam perencanaan jembatan beton prategang adalah Peraturan Pembebanan Jembatan dari SNI 1725-2016 [5].

III. METODE PERENCANAAN

Preliminary desain atau desain awal adalah penentuan panjang dan jumlah bentang jembatan, lebar jembatan, penentuan bentuk profil girder, ukuran dan jumlah girder, dan semua bagian-bagian struktur bangunan atas jembatan. Di samping itu ditentukan pula bahan-bahan yang akan dipergunakan dalam perencanaan. Dimensi-dimensi jembatan tersebut kemudian akan di hitung kekuatannya dalam bab perencanaan.



Gambar 4. Bagan Alir Metodologi Perencanaan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. ANALISA PEMBEBANAN

Pada perencanaan beban mati tambahan mengacu pada SNI 1725-2016 [5]. Yang diperhitungkan dalam pembebanan adalah berat sendiri (MS), beban mati tambahan (MA), beban hidup, beban angin, dan beban gempa yang diperlihatkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil Analisa Pembebanan

No.	Jenis Pembebanan	Beban	Momen	Geser
		Q	M	V
		(kN/m)	(kNm)	(kN)
1	Berat Sendiri (MS)	22,40	3628,88	403,21
2	Beban Mati Tambahan(MA)	9,96	1613,42	179,27
3	Beban Hidup	130,93	4103,19	383,33
4	Beban Angin	1,008	18,144	163,296
5	Beban Gempa	1164,96	576,72	64,08
Total		1329,26	9940,36	1193,19

Pengaruh beban momen dan geser yang diperoleh dari analisis struktur dijadikan sebagai kombinasi beban dalam proses desain gelagar. Kombinasi beban diatur dalam pasal 6.1 SNI 1725 tahun 2016. Hasil kombinasi pembebanan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Kombinasi Pembebanan

Keadaan Batas	TA PR PL SH	TB TR TP	EU	EW _s	EW _L	BF	Eu _n	TG	ES	Gunakan salah satu			Hasil Kombinasi
										EQ	TC	TV	
Kuat I	yp		1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	YTG	YES	-	-	-	13040,64
Kuat II	yp		1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	YTG	YES	-	-	-	11307,67
Kuat III	yp		1,00	1,40	-	1,00	0,50/1,20	YTG	YES	-	-	-	5470,91
Kuat IV	yp		1,00	-	-	1,00	0,50/1,20	-	-	-	-	-	5242,30
Kuat V	yp		1,00	0,40	1,00	1,00	0,50/1,20	YTG	YES	-	-	-	5405,60
Ekstrim I	yp		1,00	-	-	1,00	-	-	-	1,0	-	-	7985,225
Ekstrim II	yp		1,00	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-	7408,505
Daya Layan I	1,00		1,00	0,30	1,00	1,00	1,00/1,20	YTG	YES	-	1,0	1,0	9742,911
Daya Layan II	1,00		1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	-	-	-	-	-	10874,433
Daya Layan III	1,00		1,00	-	-	1,00	1,00/1,20	YTG	YES	-	-	-	8713,133
Daya Layan IV	1,00		1,00	0,70	-	1,00	1,00/1,20	-	1,00	-	-	-	5356,6072
Fatig	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

B. PERIKSA KAPASITAS MOMEN

Kapasitas momen dihitung berdasarkan RSNI-T-2004 [6], untuk memeriksa kapasitas monon diperlukan data-data sebagai berikut:

$$\text{Diameter tulangan } (D_s) = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Faktor reduksi lentur } (\phi) = 0.8$$

$$\text{Luas tulangan } (A_{s1}) = 0.25\pi D_s^2$$

$$\text{Lebar tekan balok } (b_e) = b_e$$

$$\text{Periksa Momen Desain Ultimate } M_n = 25522,77 \text{ kN.m}$$

$$M_n > M_u = 15842,01 \text{ kNm "OK"}$$

$$\text{Momen untuk meretakan penampang } M_{cr} = 10918,18 \text{ kN.m}$$

$$\text{Periksa rasio momen kapasitas terhadap momen retak } SF = (\phi \cdot M_n) / M_{cr} = 1,87 > 1,2 \text{ "memenuhi"}$$

C. PERIKSA LENDUTAN

Untuk memeriksa lendutan diperlukan data-data sebagai berikut:

$$f_c = 45,65 \text{ Mpa}$$

$$f_{ci} = 0,65 \cdot f_c = 29,67 \text{ Mpa}$$

$$E_c = 31755,45 \text{ Mpa}$$

$$E_{ci} = 25600,98 \text{ Mpa}$$

$$\text{Beban mati saat layan: } q_{DL} = 22,40 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban hidup saat layan: } q_L = 17,35 \text{ kN/m}$$

$$\Delta t = \Delta 2 - \Delta 1 + \Delta L = 3,63 \text{ mm (kebawah)}$$

$$\text{Kontrol defleksi, } DL < L/800 = 36000/800 = 45 \text{ mm (kebawah) OK!}$$

Keterangan:

$\Delta 2$ = Defleksi jangka panjang total

$\Delta 1$ = Defleksi jangka panjang

ΔL = Defleksi akibat beban hidup

V. SIMPULAN

Dari analisa perhitungan momen peretakan penampang diperoleh momen yang dapat meretakan penampang adalah sebesar 10918,18 kN.m, dan diperiksa rasio kapasitas momen terhadap momen retak diperoleh SF 1,87, yang mana SF yang diperoleh lebih besar dari SF ketentuan pada Bina Marga yang sebesar 1,2 dengan demikian berdasarkan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa struktur atas jembatan tersebut aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Lisa Fitriyana, ST., M.Eng dan Bapak Ir. Gatot Rusbintardjo, M.R.Eng, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing, Bapak Dair dan Ibu Hanik Agustina selaku orang tua penulis Hanida Isna Reza Pahlevi, Ibu Bapak Subkhan dan Ibu Zuriyah selaku orang tua penulis Hesti Winarni, dan seluruh teman-teman Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lin, T.Y, & Burns, N.H., 1982, *Design of Prestressed Concrete Structures*, 3rd ed., John Wiley & Sons Inc., New York, USA.
- [2] Soetoyo, 2011, *Konstruksi Beton Pratekan*. Jakarta. Diakses pada 2011
<https://dokumen.tips/documents/konstruksi-beton-pratekan-ir-soetoyo-1-pondahuluan-seperti-.html>
- [3] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. No. 07/SE/M/2015 tentang Pedoman *Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan*.
- [4] Ditjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. 1992. *Perencanaan Jembatan*.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. 2016. *Pembebanan untuk Jembatan*. SNI 1725:2016. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*. RSNI T-12-2004. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.