

**STUDI PERENCANAAN JEMBATAN GELAGAR MENGGUNAKAN BETON
PRATEKAN DI DESA CURAH MALANG KECAMATAN RAMBIPUJI
KABUPATEN JEMBER**

(Studi Kasus Pada Jembatan Desa Curah Malang Kabupaten Jember Dengan Panjang Bentang 55 meter)

Septian Rulianto

Dosen Pembimbing :

Ir. Pujo Priyono,MT. ; Adhitya Surya Manggala, ST.,MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

ABSTRAK

Untuk menunjang ekonomi masyarakat secara keseluruhan dan berkesinambungan, sangat perlu adanya sarana dan prasarana infrastruktur. Dalam kaitan ini tidak terlepas mengenai pembangunan jembatan, karena jembatan merupakan pelengkap dari kontruksi jalan.

Dengan kondisi lalu lintas yang ada dan profil penampang melintang sungai yang curam dan tinggi muka air banjir yang rendah, maka digunakan tipe jembatan dengan lantai kendaraan di atas yakni tipe jembatan dengan menggunakan gelagar beton pratekan dengan bentuk I yang dilaksanakan secara komposit dengan plat beton bertulang biasa sebagai lantai kendaraan.

Metodologi dari studi ini adalah membuat suatu kajian dan analisa penampang gelagar beton pratekan dengan bentang 55 meter statis tertentu, dengan menggunakan standar pembebanan dan gempa jembatan yang berlaku di Indonesia, yakni SNI 1725-2016 dan SNI 2833-2016.

Hasil menunjukkan bahwa jarak antar gelagar 1,2 m, gelagar yang digunakan adalah tinggi 2,1 m, berbentuk I , dengan luas penampang $0,763 \text{ m}^2$, momen inertia $I_x=0,42381 \text{ m}^4$, mutu beton, $f'_c=70 \text{ MPa}$. Tendon yang digunakan sejumlah 6, tiap tendon ada 22 strand berdiameter 12,7 mm, jenis “strand uncoated 7 wire super strand” ASTM A-416 Grade 270 “Low relaxtation”, plat lantai kendaraan tebal 25 cm dengan mutu beton, $f_c=35 \text{ MPa}$.

Kata Kunci : Beton pratekan, I, Mutu beton, Komposit, Strand, Tendon, SNI 1725 - 2016, SNI 2833-2016.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menunjang ekonomi masyarakat secara keseluruhan dan berkesinambungan, sangat perlu adanya sarana dan prasarana infrastruktur diantaranya meningkatkan layanan jalan guna memperlancar laju pertumbuhan ekonomi di semua sektor.

Dalam kaitan ini tidak terlepas mengenai pembangunan jembatan, karena jembatan merupakan pelengkap dari kontruksi jalan. Jembatan merupakan sarana penghubung suatu daerah yang dibatasi oleh sungai atau rawa. Oleh karena itu demi tercapainya arus lalu lintas yang lancar dan tertib.

Dalam hal ini pertumbuhan kendaran di Indonesia setiap hari mengalami peningkatan, dan peningkatan itu merata sampai ke desa. Salah satu contohnya yang sedang terjadi di Desa Curah Malang Kec. Rambipuji Kab. Jember. Pemerintah Kabupaten Jember melalui Dinas Pekerja Umum (PU) telah membangun sebuah jembatan baru yakni Jembatan Busur yang terletak di daerah Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember.

Pembangunan jembatan ini dengan maksud untuk menggantikan jembatan yang sebelumnya karena jembatan sebelumnya sudah terlihat rusak, miring, dan tidak memenuhi fungsinya. Hal ini dilakukan karena jembatan – jembatan yang sudah lama tidak memadai terhadap meningkatnya arus lalu lintas yang ada saat ini dan sudah dibuatkan jembatan baru yang lebih besar dan lebar agar arus lalu lintas lebih lancar.

1.2 Permasalahan

Dengan kondisi lalu lintas yang ada maka timbul permasalahan di jalur lalu lintas yang melewati sungai ini. Bila diperinci ada beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana tipe penampang profil beton pratekan jembatan yang digunakan?
2. Bagaimana hasil jumlah dan layout kabel pratekan pada penampang beton pratekan komposit dengan bentang yang sesuai dengan jembatan ini?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari studi perencanaan jembatan komposit di Desa Curah Malang Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember ini tidak lain merupakan:

1. Mendapatkan tipe penampang profil beton pratekan jembatan yang digunakan.
2. Mendapatkan hasil jumlah dan layout kabel pratekan pada penampang beton pratekan komposit dengan bentang yang sesuai dengan jembatan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dan asumsi – asumsi yang digunakan dalam studi perencanaan ini meliputi :

1. Jenis Jembatan kelas I.
2. Trotoir, dan plat beton tebal 20 cm.
3. Gelagar memanjang / utama dari profil beton pratekan.
4. Panjang jembatan total 55 meter.

2 METODE PERENCANAAN

2.1 Data-data Perencanaan

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan tipe jembatan dengan

menggunakan gelagar beton pratekan dengan bentuk I yang dilaksanakan secara komposit dengan plat beton bertulang biasa sebagai lantai kendaraan. Sebagai hasil akhir dari tugas akhir ini adalah membuat suatu kajian dan Analisa penampang gelagar beton pratekan dengan bentang 55m statis tertentu dengan menggunakan standart pembebanan dan gempa.

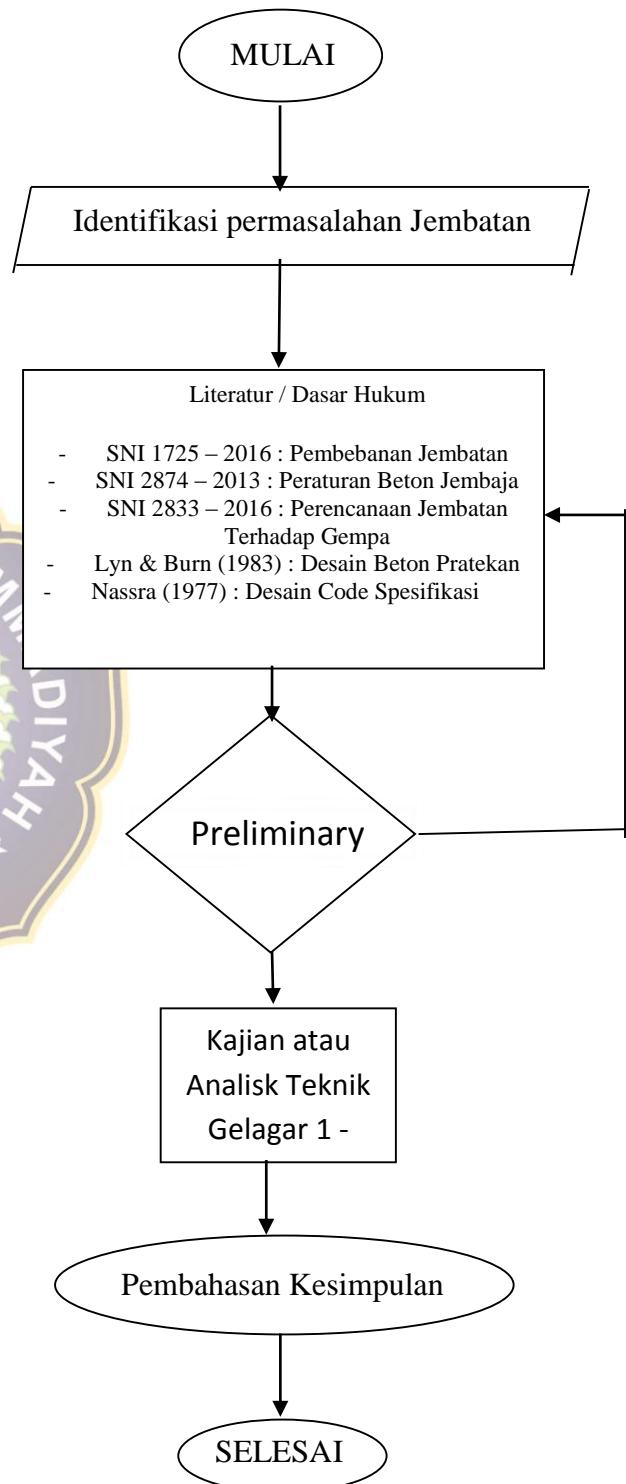
2.2 Perancangan Struktur Atas

Peraturan Beton Jembatan SNI 2874-2013, Diktat Kuliah Stuktur Beton II (SNI 03-2847-2002), Pembebanan untuk Jembatan SNI 1725-2016, Lyn&Burn (1983) Desain Beton Pratekan, Perencanaan Jembatan Terhadap Gempa SNI 2833-2016, Nasution A (2009) Analisa dan Desain Struktur Beton Bertulang, Suryadi Raju Krishna N (1986) Beton Pratekan, dan yang dimana perhitungan pembebanan mengacu pada pengaturan itu.

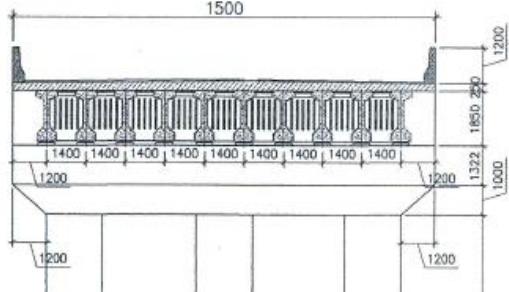
Perencanaan jembatan ini meliputi tipe penampang profil dan mendapatkan jumlah dan hasil layout kabel pratekan pada penampang beton pratekan. Adapun tahapan perencanaan meliputi :

1. Pengumpulan data Jembatan.
2. Penentuan spesifikasi struktur jembatan.
3. Menganalisis struktur dengan menggunakan Microsoft Excel.
4. Menyimpulkan hasil rancangan.

2.3 Flowchart Tahap Perencanaan



3. HASIL DAN PEMBAHASAN



3.1 Data Perencanaan

Data Jembatan

1. Tebal slab lantai jembatan $ts = 0,25\text{m}$
2. Tebal aspal + overlay $ta = 0,10 \text{ m}$
3. Tebal genangan air hujan $th = 0,05 \text{ m}$
4. Jumlah Girder $n = 6 \text{ bh}$
5. Jarak antara Balok utama $s = 1,20 \text{ m}$
6. Lebar jalur lalu lintas $b_1 = 6,00 \text{ m}$
7. Lebar Trotoar $b_2 = 1,50 \text{ m}$
8. Lebar total Jembatan $b = 9,00 \text{ m}$
9. Panjang bentang jembatan $L = 55,0 \text{ m}$

Bahan Struktur

1. Mutu beton $K = 700$
2. Kuat tekan beton $f'c = 70 \text{ Mpa}$
3. Modulus elastis $E_c = 44970,48 \text{ Mpa}$
4. Angka poison $\mu = 0,15$
5. Modulus geser $G = 19552,38 \text{ Mpa}$
6. Koefisien Muai panjang $\alpha = 1,00E-05$
7. Kuat tekan beton pada keadaan awal (saat transfer) $f'ci = 63 \text{ Mpa}$
8. Tegangan ijin beton saat penarikan
Tegangan ijin tekan $0,6f'ci = 37,8 \text{ Mpa}$
Tegangan ijin tarik
 $0,5\sqrt{f'ci} = 4 \text{ Mpa}$

9. Tegangan ijin beton pada keadaan akhir
Tegangan ijin tekan $0,45f'c = 31,5 \text{ Mpa}$
Tegangan ijin tarik

$$0,5\sqrt{f'c} = 4,2 \text{ Mpa}$$

Mutu beton [lat lantai]	$K = 360,82474$
Kuat tekan beton	$f'c = 35 \text{ Mpa}$
Modulus elastisitas	$E_c = 27805,575 \text{ Mpa}$

BAJA PRATEGANG	
DATA STRANDS CABLE-STANDARD VSL	
Jenis strands	uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270
Tegangan leleh strand	$f_{py} = 1674 \text{ kPa}$
Kuat tarik strand	$f_{pu} = 1880 \text{ kPa}$
Diameter nominal strands	12,7 mm
Luas tumpang nominal satu strand	100 mm ²
Beban putus minimal satu strands	$P_{b1} = 187,31 \text{ kN}$
jumlah kawat untai (strand cable)	22 kawat untai tiap tendon
Diamater selubung ideal	84 mm
Luas tumpang strands	2200 m ²
Beban putus satu tendon	$P_{b2} = 4121,04 \text{ kN}$
Modulus elastisitas stands	$E_s = 193000 \text{ kPa}$
Tipe dongkrak	VSL 19

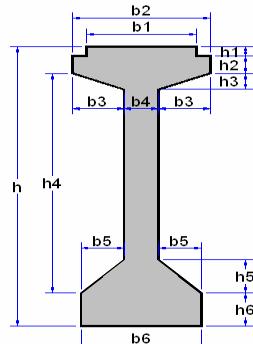
Mutu Baja :

1. Untuk baja tulangan dengan $d > 12 \text{ mm} = \text{U-40}$
Tegangan leleh baja $f_y = 400 \text{ Mpa}$
2. Untuk baja tulangan dengan $d > 12 \text{ mm} = \text{U-24}$
Tegangan leleh baja $f_y = 240 \text{ Mpa}$

Specific Gravity

1. Berat beton prategang $W_c = 25 \text{ kN/m}^3$
2. Berat beton bertulang $W'c = 24 \text{ kN/m}^3$
3. Berat aspal $Wa = 22 \text{ kN/m}^3$
4. Berat jenis air $W_w = 9,8 \text{ kN/m}^3$
5. Berat baja $Ws = 77 \text{ kn/m}^3$

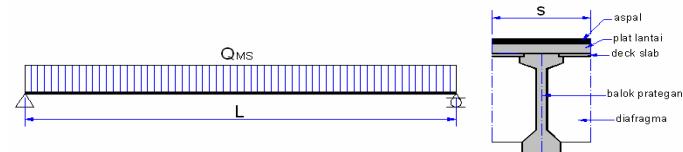
3.2 DIMENSI BALOK PRESTRESS



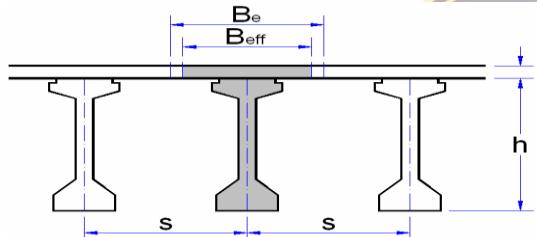
Kode	Lebar(m)	Kode	Tebal(m)
b ₁	0,64	h ₁	0,07
b ₂	0,8	h ₂	0,13
b ₃	0,3	h ₃	0,12
b ₄	0,2	h ₄	1,65
b ₅	0,3	h ₅	0,25
b ₆	0,7	h ₆	0,25
		h	2,1

dengan berat per segmen maksimum 80 kN sehingga dapat diangkut dengan truck kapasitas 80kN, kemudian segmen – segmen balok tersebut disambung di lokasi jembatan.

3.4 Gaya Geser dan Moment Akibat Berat Sendiri



3.3 Penentuan Lebar Efektif Plat Lantai



Gambar 4.3 Detail Balok Prategang
Lebar efektif plat lantai (B_e) ditengah bentang diambil dari nilai tekecil dari

$$\frac{L}{4} = 13,75$$

$$s = 1,20 \text{ m}$$

$$12*ho = 3,00 \text{ m}$$

Diambil lebar efektif plat lantai

$$Be = 1,20 \text{ m}$$

Kuat tekan beton plat $f_c = 35 \text{ MPa}$

Kuat tekan beton balok $f'_c = 70 \text{ MPa}$

Modulus elastik plat beton

$$Ec = 27805,6 \text{ MPa}$$

Modulus elastik balok beton prategang

$$Ec = 44970,5 \text{ MPa}$$

Nilai perbandingan modulus elastik plat dan balok $n = 0,62$

Jadi lebar pengganti beton plat lantai jembatan $B'_{eff} = 0,74 \text{ m}$

Untuk menghindari hambatan dan kesulitan pada saat pengukuran, maka balok prategang dibuat dalam bentuk segmental,

Beban, $Q_{MS} = A * w = \text{kN/m}$

Panjang bentang, $L = 55,00 \text{ m}$

gaya geser, $V_{MS} = 1/2 * Q_{MS} * L$

Momen, $M_{MS} = 1/8 * Q_{MS} * L^2 \text{ kN-m}$

No.	Jenis beban berat sendiri	Lebar,b	Tebal,h	Luas,A	Berat sat.w	Beban QMS	Geser,VMS	Momen,MMS
		m	m	m ²	kN/m ³			
1	Balok prategang					21,032	578,380	7.952,725
2	Plat lantai	1,20	0,25	0,300	24,00	7,200	198,000	2.722,500
3	Deck slab	0,56	0,07	0,039	24,00	0,941	25,872	355,740
4	Diaphragma					0,691	19,008	261,360
					Total		29,864	821,260
								11.292,325

a. Beban Mati Tambahan (MA)

faktor beban ultimit

$$KMA = 2,0$$

No	Jenis	Lebar,b	Tebal	Luas,A	Berat	Beban	Geser,VMS	Momen,MMS
		m	(m)	m ²	(kN/m ³)	kN/m	kN	kNm
1	lapisan aspal +Overlay	1,20	0,10	0,1200	22	2,64	72,60	998,25
2	air hujan	1,20	0,05	0,0600	9,8	0,59	16,17	222,34
					Total		3,23	88,77
								1220,59

b. Beban Lajur "D"

faktor beban ultimit: $KTD = 2,0$

Panjang balok : $L = 55,00 \text{ m}$

Jarak antar balok prategang, $s = 1,20 \text{ m}$

Beban merata :

$$q = 9,0 * (0,5 + 15/L) = 6,9545 \text{ kPa}$$

Beban merata pada gelagar

$$QTD = q * s = 8,35 \text{ kN/m}$$

Beban garis: $p = 49 \text{ kN/m}$

Faktor beban dinamis : $DLA = 0,4$

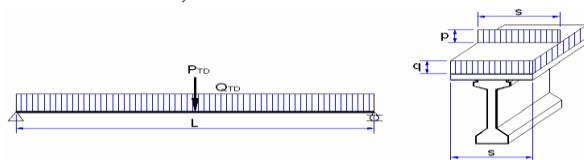
Beban terpusat pada gelagar

$$PTD = (1+DLA)*p*s = 82,32 \text{ kN}$$

Gaya geser dan momen maksimum pada balok akibat beban lajur "D":

$$\begin{aligned} VTD &= 1/2*QTD*L + 1/2*PTD \\ &= 270,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MTD &= 1/8*QTD*L^2 + 1/4*PTD*L \\ &= 4287,53 \text{ kNm} \end{aligned}$$



c. Beban Angin (EW)

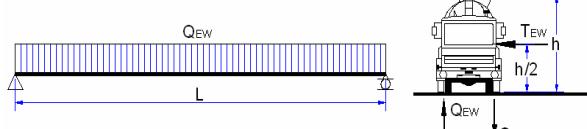
faktor beban ultimit KEW = 1,2

Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan diatas jembatan dihitung dengan

$$TEW = 0,0012*Cw*(Vw)^2$$

dengan

$$TEW = 1,46 \text{ kN/m} \text{ (Tabel 31 SNI 1725-2016)}$$



bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2 meter diatas lantai jembatan $h = 4 \text{ m}$

Jarak antar roda kendaraan $x = 1,75 \text{ m}$

Tranfer beban angin kelantai jembatan

$$PEW = [1/2*h/x*TEW]$$

$$PEW = 1,668571429 \text{ kN}$$

Gaya geser dan momen akibat beban angin:

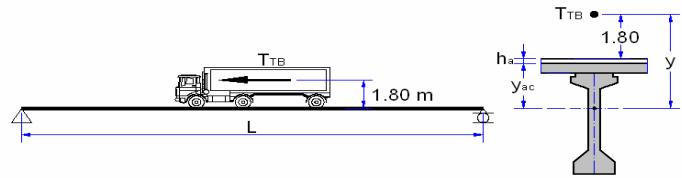
$$\begin{aligned} VEW &= 1/2*PEW*L \\ &= 45,88571429 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$MEW = 1/8*PEW*L^2$$

$$= 630,9285714 \text{ kNm}$$

d. Gaya Rem

faktor beban ultimit KTB = 2,0



Panjang balok, $L = 55,00 \text{ m}$

Jumlah balok prategang untuk jalur selebar b1, nbalok = 6

gaya rem, HTB = 250 kN

jarak antar balok prategang $s = 1,20 \text{ m}$

Gaya rem untuk $L < 80 \text{ m}$:

$$TTB = HTB/nbalok = 41,67 \text{ kN}$$

gaya rem. TTb = 5% beban lajur "D" tanpa faktor kejut

$$QTD = q*s = 8,345 \text{ kN/m}$$

$$PTD = p*s = 58,800 \text{ kN}$$

$$TTB = 0,05*(QTD*L+PTD) = 25,89 \text{ kN}$$

Diambil gaya rem, $TTB = 41,67 \text{ kN}$

Lengan thd titik berat balok

$$Y = 1,80 + h_o + h_a + y_{ac} = 3,24 \text{ m}$$

Beban momen akibat gaya rem,

$$M = TTB*y = 134,90 \text{ kNm}$$

gaya geser dan momen maksimum pada gelagar akibat gaya rem

$$VTB = M/L = 2,45 \text{ kN}$$

$$MTB = 1/2*M = 67,45 \text{ kNm}$$

e. Beban Gempa (EQ)

Berat sendiri, QMS = 29,864

Beban mati tambahan, QMA = 3,23 kN/m

Panjang gelagar, $L = 55,00 \text{ m}$

$$Wt = (QMA+QMS)*L = 1820,06 \text{ kN}$$

Momen inertia balok prategang,

$$Ix_c = 0,64 \text{ m}^4$$

Modulus elastis, $E_c = 44970,47643 \text{ Mpa}$

$$Ec = 44970,48 \text{ Mpa}$$

Kekakuan balok prategang,

$$Kp = 48*Ec*Ix_c/L^3 = 8282,10$$

Waktu getar,

$$T = 2*\sqrt[3]{Wt/(g*Kp)} = 0,94 \text{ detik}$$

Untuk lokasi di wilayah 2 di atas tanah sedang , dari kurva diperoleh koefisien geser dasar, $C = 1,518$

Apabila : $T \geq T_0$ Berdasarkan SNI-2833-2013

untuk struktur jembatan dengan daerah sendi plastis beton prategang penuh, $S=1,3F$

$T \leq T_s$ Mencari nilai C_{sm} untuk $T < T_0$ dengan, $F = 1,25 - 0,025 * n$ dan F harus diambil > 1

$$C = (S_{ds} - PSA) T/T_0 + PSA \\ = 1,518076196$$

F = faktor perangkaan

n = jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral.

untuk, $n = 1$

$$\text{maka, } F = 1,25 - 0,025 * n = 1,225$$

Faktor tipe struktur, $S = 1,3 * F = 1,5925$

Koefisien beban gempa horisontal,

$$Kh = C * S = 2,417536342$$

Koefisien gempa vertical

$$kv = 50\% \quad Kh$$

$$= 1,208768171 < 0,10$$

Diambil Kv = 0,1

$$TEQ = Kv * W_t = 182,006 \text{ kN}$$

gaya gempa vertikal,

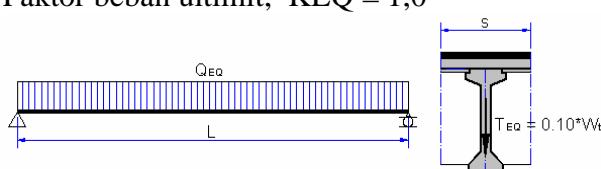
$$QEQ = TEQ/L = 3,3092 \text{ kN/m}$$

Gaya geser dan momen maksimum akibat beban gempa vertikal:

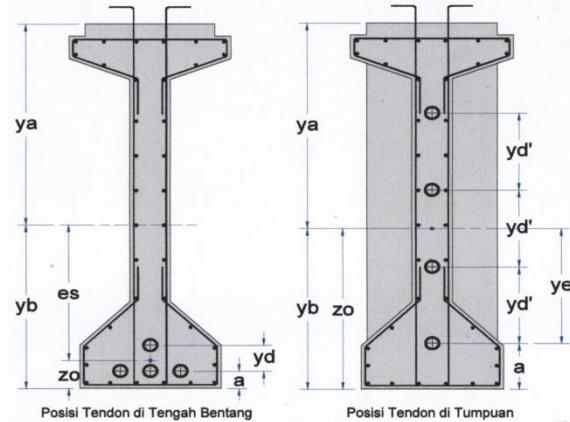
$$VEQ = 1/2 * QEQ * L = 91,003 \text{ kN}$$

$$MEQ = 1/8 * QEQ * L^2 = 1251,29125 \text{ kN-m}$$

Faktor beban ultimit, KEQ = 1,0



3.5 Posisi Tendon



48

a. Posisi Tendon di Tengah Bentang

Diambil jarak dari alas balok ke as baris tendon ke-1, $a = 0,1 \text{ m}$

Jumlah tendon baris ke-1	nt1=	3 tendon	22 strands	=	66 strands
Jumlah tendon baris ke-2	nt2=	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-3	nt3=	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-4	nt4=	1 tendon	22 strands	=	22 strands
nt=		6 tendon	jumlah strands, ns	=	132 strands

Eksentrисitas, $es = 0,858905596 \text{ m}$

$$z_0 = y_b - es = 0,17 \text{ m}$$

y_d = jarak vertikal antara as ke as tendon

Momen statis tendon terhadap alas:

$$ns * z_0 = n1 * a + n2 * (a + y_d)$$

$$y_d = ns * (z_0 - a) / n2 = 0,42 \text{ m}$$

Diambil, $y_d = 0,15 \text{ m}$

Diameter selubung tendon $d_t = 0,084 \text{ m}$

Jarak bersih vertikal antara selubung tendon, $y_d - d_t = 0,066 \text{ m} > 25 \text{ mm (OK)}$

b. Posisi Tendon di Tumpuan

Diambil jarak dari alas balok ke as baris tendon ke-5, $a' = 0,35 \text{ m}$

Jumlah tendon baris ke-1	nt1=	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-2	nt2	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-3	nt3	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-4	nt4	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-5	nt5	1 tendon	22 strands	=	22 strands
Jumlah tendon baris ke-6	nt6	1 tendon	22 strands	=	22 strands
nt=		6 tendon	jumlah strands, ns	=	132 strands

Ye = letak titik berat tendon terhadap pusat tendon terbawah

Letak titik berat penampang balok terhadap alas, $y_b = 1,028905596$ m

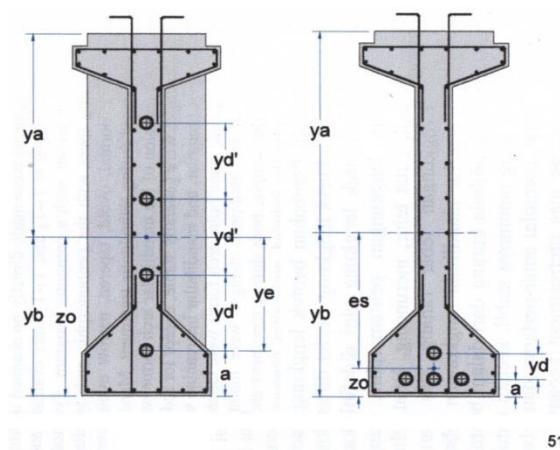
Y_d = jarak vertikal antara as ke as tendon.

Momen statis tendon terhadap pusat tendon terbawah:

n_i	y_d^i	$n_i * y_d^i$	$\sum n_i * y_d^i = ns * ye$	$ye / y_d^i = [\sum n_i * y_d^i / y_d^i] / ns =$	$2,5$
22	0	0	$ye = y_b - a'$	$0,678905596$ m	
22	1	22	$y_d^i = ye / [ye / y_d^i]$	$0,271562238$ m	
22	2	44			
22	3	66			
22	4	88			
22	5	110	$z_0 = a' + ye = y_b =$	$1,028905596$ m	
$\sum n_i * y_d^i / y_d^i =$		330			

c. Eksentrisitas Masing-masing Tendon

Nomor tendon	Posisi Tendon di Tumpuan	z_i^i	Nomor tendon	Posisi tendon di Tengah bentang	z_i	$f_i = z_i^i - z_i$
	$x= 0\text{m}$ (m)			$x= 27,5\text{m}$ (m)		
1	$z_1^i = a' + 5y_d^i$	1,708	1	$z_1 = a + 3y_d$	0,55	1,158
2	$z_2^i = a' + 4y_d^i$	1,436	2	$z_2 = a + 2y_d$	0,4	1,036
3	$z_3^i = a' + 3y_d^i$	1,165	3	$z_3 = a + y_d$	0,25	0,915
4	$z_4^i = a' + 2y_d^i$	0,893	4	$z_4 = a$	0,1	0,793
5	$z_5^i = a' + y_d^i$	0,622	5	$z_5 = a$	0,1	0,522
6	$z_6^i = a'$	0,35	6	$z_6 = a$	0,1	0,25



3.6 Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi Pembebaan

Mutu beton : $K - 700$

Kuat tekan beton : $f'_c = 70000$ kPa

Tegangan ijin tekan beton: $F'_c = -31500$ kPa

Tegangan ijin tarik beton: $F_c = 4183,3$ kPa

a. Kombinasi Pembebaan Untuk Tegangan Ijin

NO.	AKSI/BEBAN	Simbol	Kombinasi Beban				
			Layan 1	Layan 2	Layan 3	Layan 4	Layan 5
A.	Aksi Tetap						
	Berat sendiri MS	1	1	1	1	1	1
	Beban mati tamb MA	1	1	1	1	1	1
	Susut dan rangkal SR	1	1	1	1	1	1
	Prategang PR	1	1	1	1	1	1
B.	Aksi Transient						
	Beban lajur "D" TD	1	1,3	0,8			
	Gaya Rem TB	1	1,3	0,8			
C.	Akksi lingkungan						
	Pengaruh temper ET	1	1	1	1		
	Beban angin EW	1					
	Beban gempa EQ						1

b. Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi – 1

Tegangan ijin beton untuk kombinasi – 1:

➢ Tegangan ijin tekan :

$$F'_c = -31500 \text{ kPa}$$

➢ Tegangan ijin tarik :

$$F_c = 4183,300 \text{ kPa}$$

Tegangan pada beton yang terjadi akibat beban:

Teg	Berat sendiri MS	mati tamb MA	usut-rangka SR	Prategang PR	lajur "D" TD	Rem TB	Temperatur ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegangan KOMB	Ket
f_{ac}	-19080,85398	-2062,4497	-1475,4017	11032,634	-7085,3289	-52,237322	-1356,98	-995,0190845		-21075,638	AMAN
f'_{ac}	-14694,9463	-1588,3769	-695,07428	5197,5677	-5456,7017	-40,230099	-2025,94	-766,3049855		-20070,009	AMAN
f_{bc}	22146,67829	2393,83463	-2007,9037	-43816,99	8223,76715	60,6305758	-899,64	1154,894198		-12744,730	AMAN

c. Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi – 2

Tegangan ijin beton Untuk Kombinasi-2

➢ Tegangan ijin tekan:

- $F'c = -31500 \text{ kPa}$
- Tegangan ijin tarik:
 $F_c = 4183,300 \text{ kPa}$

Tegangan pada beton yang terjadi akibat beban:

Teg.	Berat sendiri MS	mati tamb MA	lusut-rangka SR	Prategang PR	lajur "D" 1,3TD	Rem 1,3TB	Temperatur ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegangan KOMB	Ket
f _{ac}	-19080,85398	-2062,4497	-1475,4017	11032,634	-9210,9276	-57,908519	-1356,98			-22221,9	AMAN
f' _{ac}	-14694,9463	-1588,3769	-695,07428	5197,5677	-7093,7122	-52,299128	-2025,942378			-20952,8	AMAN
f _{bc}	22146,67829	2393,83463	-2007,9037	-43816,99	10690,8973	78,8197486	-899,642238			-11414,3	AMAN

- d. Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi – 3

Tegangan ijin beton untuk Kombinasi-3:

- Tegangan ijin tekan:
 $F'c = -31500 \text{ kPa}$
- Tegangan ijin tarik:
 $F_c = 4183,300 \text{ kPa}$

Tegangan pada beton yang terjadi akibat beban:

Teg.	Berat sendiri MS	mati tamb MA	lusut-rangka SR	Prategang PR	lajur "D" 0,8TD	Rem 0,8TB	Temperatur ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegangan KOMB	Ket
f _{ac}	-19080,85398	-2062,4497	-1475,4017	11032,634	-9210,9276	-57,908519	-1356,98	-995,0	-1973,375007	-21059,9	AMAN
f' _{ac}	-14694,9463	-1588,3769	-695,07428	5197,5677	-7093,7122	-52,299128	-2025,942378	-766,3049055	-1519,776828	-22472,6	AMAN
f _{bc}	22146,67829	2393,83463	-2007,9037	-43816,99	10690,8973	78,8197486	-899,642238	1154,89	2290,447873	-9123,9	AMAN

- e. Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi – 4

Tegangan ijin beton untuk Kombinasi-4

- Tegangan ijin tekan:
 $F'c = -31500 \text{ kPa}$
- Tegangan ijin tarik:
 $F_c = 4183,300 \text{ kPa}$

Tegangan pada beton yang terjadi akibat beban:

Teg.	Berat sendiri MS	mati tamb MA	lusut-rangka SR	Prategang PR	lajur "D" TD	Rem TB	Temperatur ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegangan KOMB	Ket
f _{ac}	-19080,85398	-2062,4497	-1475,4017	11032,634	-9210,9276	-67,908519	-1356,98	-995,0	-1973,375007	-22221,9	AMAN
f' _{ac}	-14694,9463	-1588,3769	-695,07428	5197,5677	-7093,7122	-52,299128	-2025,942378	-766,3049055	-1519,776828	-20952,8	AMAN
f _{bc}	22146,67829	2393,83463	-2007,9037	-43816,99	10690,8973	78,8197486	-899,642238	1154,89	2290,447873	-11414,3	AMAN

f. Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi – 5

Tegangan ijin beton untuk Kombinasi – 5

- Tegangan ijin tekan:

$$F'c = -31500 \text{ kPa}$$

- Tegangan ijin tarik:

$$F_c = 4183,300 \text{ kPa}$$

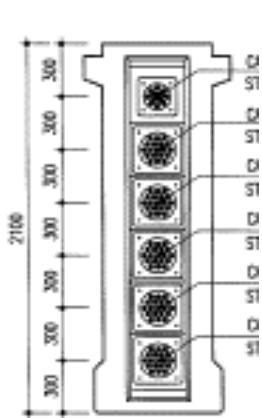
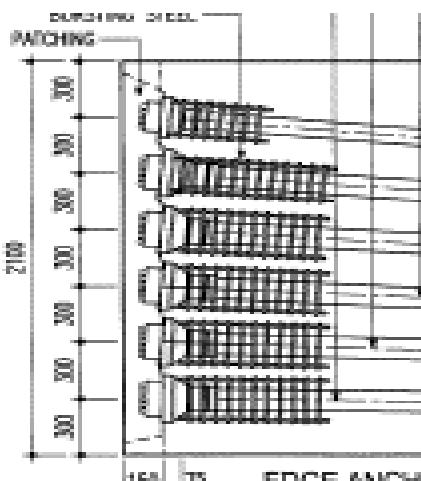
Tegangan pada beton yang terjadi akibat beban:

Teg.	Berat sendiri MS	mati tamb MA	lusut-rangka SR	Prategang PR	lajur "D" TD	Rem TB	Temperatur ET	Angin EW	Gempa EQ	Tegangan KOMB	Ket
f _{ac}	-19080,85398	-2062,4497	-1475,4017	11032,634	-9210,9276	-67,908519	-1356,98	-995,0	-1973,375007	-24195,3	AMAN
f' _{ac}	-14694,9463	-1588,3769	-695,07428	5197,5677	-7093,7122	-52,299128	-2025,942378	-766,3049055	-1519,776828	-22472,6	AMAN
f _{bc}	22146,67829	2393,83463	-2007,9037	-43816,99	10690,8973	78,8197486	-899,642238	1154,89	2290,447873	-9123,9	AMAN

Tegangan beton di serat bawah gelang

: $f_{bc} < 0$ (tekan), maka sistem sambungan segmental aman (OK).

3.7 Pembesian End Block



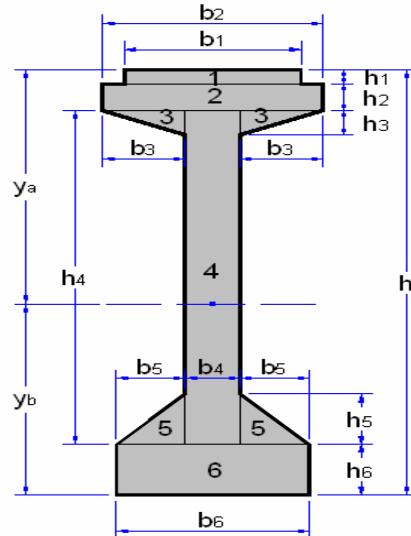
- a. Gaya Prategang Akibat Jacking pada masing – masing cable



Momen statis luasan bagian atas (Sxa)

No.	lebar b (m)	Tebal h (m)	Shape	Luas A (m ²)	Lengan y (m)	Momen A*y (m ³)
1	0,64	0,07		1	0,0448	1,0360944 0,04641703
2	0,8	0,13		1	0,104	1,0060944 0,10463382
3	0,3	0,12		1	0,036	1,0110944 0,0363994

$$Sxa = 0,18745025$$



Momen Statis Luasan Bagian Bawah (Sxb)

$$Pj = p0 * ns * Pbs$$

No	Angkur hidup VSL Sc(ton)	Angkur mati VSL P(ton)	ns	Pbs (strand)	p0 (kN)	Pj kN	Sudut (...)
1	19	265	19	250	22	187,32	74% 3057,699 7,199
2	19	265	19	250	22	187,32	74% 3057,699 6,450
3	19	265	19	250	22	187,32	74% 3057,699 5,698
4	19	265	19	250	22	187,32	74% 3057,699 4,945
5	19	265	19	250	22	187,32	74% 3057,699 3,256
6	19	265	19	250	22	187,32	74% 3057,699 1,562

No.	lebar b (m)	Tebal h (m)	Shape	Luas A (m ²)	Lengan y (m)	Momen A*y (m ³)
4	0,2	1,65		1	0,33	0,2039056 0,06728885
5	0,3	0,25		1	0,075	0,69557226 0,05216792
6	0,7	0,25		1	0,175	0,9039056 0,15818342

$$Sxb = 0,27764025$$

- b. Momen Statis Penampang Balok

Letak titik berat:

$$ya = 1,0710944, \quad yb = 1,0289056$$

4. KESIMPULAN

4.1 Data Dimensi dan Mutu Bahan Yang Di Pakai

Data Jembatan

1. Tebal slab lantai jembatan $ts = 0,25\text{m}$
2. Tebal aspal + overlay $ta = 0,10\text{ m}$
3. Tebal genangan air hujan $th = 0,05\text{ m}$
4. Jumlah Girder $n = 6\text{ bh}$
5. Jarak antara Balok utama $s = 1,20\text{ m}$
6. Lebar jalur lalu lintas $b_1 = 6,00\text{ m}$
7. Lebar Trotoar $b_2 = 1,50\text{ m}$
8. Lebar total Jembatan $b = 9,00\text{ m}$
9. Panjang bentang jembatan $L = 55,0\text{ m}$

➤ Bahan Struktur

1. Mutu beton $K = 700$
2. Kuat tekan beton $f'_c = 70\text{ Mpa}$
3. Modulus elastis $E_c = 44970,48\text{ Mpa}$
4. Angka poison $\mu = 0,15$
5. Modulus geser $G = 19552,38\text{ Mpa}$
6. Koefisiensi Muai panjang $\alpha = 1,00E-05$
7. Kuat tekan beton pada keadaan awal (saat transfer) $f'_{ci} = 63\text{ Mpa}$

➤ Tegangan ijin beton saat penarikan Tegangan ijin tekan

$$0,6f'_{ci} = 37,8\text{ Mpa}$$

Tegangan ijin tarik

$$0,5\sqrt{f'_{ci}} = 4\text{ Mpa}$$

➤ Tegangan ijin beton pada keadaan akhir

Tegangan ijin tekan

$$0,45f'_c = 31,5\text{ Mpa}$$

Tegangan ijin tarik

$$0,5\sqrt{f'_c} = 4,2\text{ Mpa}$$

Mutu beton plat lantai	$K-$	360,82474	
Kuat tekan beton	f'_c	35	Mpa
Modulus elastisitas	E_c	27805,575	Mpa

BAJA PRATEGANG	
DATA STRANDS CABLE-STANDARD VSL	
Jenis strands	uncoated 7 wire super strands ASTM A-416 grade 270
Tegangan leleh strand	$f_{py} = 1674\text{ kPa}$
Kuat tarik strand	$f_{pu} = 1860\text{ kPa}$
Diameter nominal strands	12,7 mm
Luas tampang nominal satu strand	100 mm ²
Beban putus minimal satu strands	$P_{bl} = 187,32\text{ kN}$ (100% UTS)
jumlah kawat untai (strand cable)	22 kawat untai/tiap tondo
Diamater selubung ideal	84 mm
Luas tampang strands	2200 m ²
Beban putus satu tendon	$P_{bt} = 4121,04\text{ kN}$
Modulus elastisitas stands	$E_s = 193000\text{ kPa}$
Tipe dongkrak	VSL19

Mutu baja:

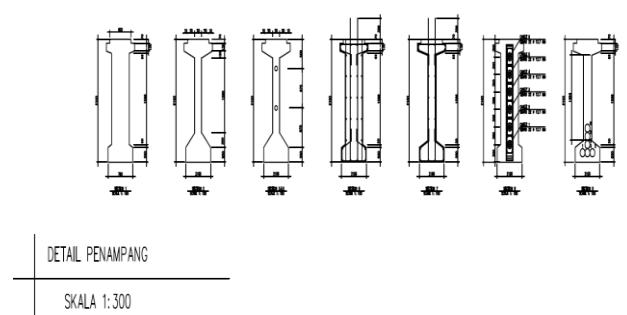
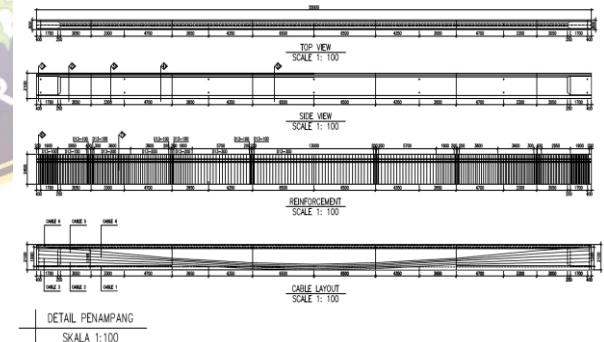
untuk baja tulangan dengan $d > 12\text{ mm}$: U- 40

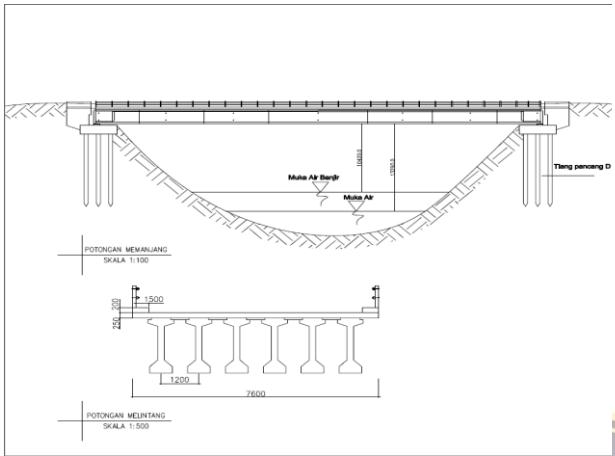
Tegangan leleh baja, $f_y = 400\text{ Mpa}$

untuk baja tulangan dengan $d < 12\text{ mm}$, U- 24

Tegangan leleh baja, $f_y = 240\text{ MPa}$

4.2 Data Penampang Dan Tendon





Hasil menunjukkan bahwa jarak antar gelagar 1,2 m, gelagar yang digunakan adalah tinggi 2,1 m, berbentuk I , dengan luas penampang $0,763 \text{ m}^2$, momen inertia $I_x=0,42381 \text{ m}^4$, mutu beton, $f'_c=70 \text{ MPa}$. Tendon yang digunakan sejumlah 6, tiap tendon ada 22 strand berdiameter 12,7 mm, jenis "strand uncoated 7 wire super strand" ASTM A-416 Grade 270 "Low relaxtation", plat lantai kendaraan tebal 25 cm dengan mutu beton, $f'_c=35 \text{ MPa}$.

DAFTAR PUSTAKA

Priyono P, (2017), *Diktat Kuliah Struktur Beton II* (Berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002). Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2874-2013. Peraturan beton jembatan. Jakarta (ID) : BSN

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1725-2016. Pembebaan untuk jembatan. Jakarta (ID) : BSN

Lyn & Burn, (1983). *Desain Beton Pratekan.*

Nassra, (1977). *Desain Code Spesifikasi.*

Suryadi Raju Krishna N, (1986). *Beton Pratekan (Prestressed Concrete).*

Nasution, A, (2009). *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang.* Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Nilson, Arthur, H, (1978). *Design Of Prestressed Concrete, John Willey & Sons.*

Tata Cara Perhitungan Sturktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03 2847-2002) Di Lengkapi Penjelasan (S-2002).(2007). ITS Pres. Surabaya.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2833-2016. Perencanaan jembatan terhadap beban gempa. Jakarta (ID) : BSN