

Studi Pengaruh Terhadap Fungsi Layan Abutmen Jembatan Akibat Perubahan Letak Elevasi Muka Atas Plat Injak

(Studi Kasus Jembatan Pakamban Kab. Sumenep)

Yudi Kurniawan , Ir Pujo Priyono , MT, Arief Alihuiddien, ST.MT

Email : yudikurniawan2326@yahoo.com

ABSTRAK

Begitu pentingnya konstruksi plat injak terhadap kemampuan menjaga deformasi disisi bagian oprit, sangatlah menentukan akan fungsi layan jembatan atas kerataan masuknya kendaraan ke bangunan jembatan. Meski selama ini terlalu sulit dan kompleknya analisa deformasi secara eksak plat injak tersebut, yang disebabkan oleh begitu banyaknya parameter yang mempengaruhi dalam analisa deformasinya tersebut. Semenjak tahun 2017 ini, melalui Satker P2JN Balai Besar Jalan Nasional VIII, telah melakukan modifikasi atau perubahan letak elevasi muka atas plat injak, dengan tujuan permasalahan ketidaktepatan hasil analisa deformasi plat injak yang selama ini jadi keluhan bisa teratasi

Metode penelitian ini menganalisa pembebanan jembatan dengan menganalisa pembebanan primer ,pembebanan sekunder jembatan,menganalisa stabilitas guling, stabilitas geser,dan menganalisa pondasi abutmen jembatan. Dengan menggunakan kombinasi pembebananan. Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diizinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya. Dari hasil perhitungan awal yang menghitung tanpa adanya plat injak, dan untuk hitungan keduanya dengan menggunakan plat injak.

hasil analisa perhitungan maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa , kemampuan layan stabilitas guling arah-x, mengalami peningktana yang signifikan, secara rata-rata naik 91%. Dengan kenaikan yang terbesar ada pada kombinasi-1 dan terendah pada kombiinasi-2, yakni masin-masing saat beban rem tidak ada dan saat beban rem ada.Dari Tabel 4.64, bisa dilihat bahwa kemampuan layan stabilitas geser arax-x, mengalami peningkatan yang tidak signifikan, secara rata-rata hanya 6%.Dengan kenaikan yang terbesar ada pada kombinasi-2 dan terendah pada kombiinasi-1, yakni masin-masing saat beban rem ada dan saat beban rem tidak ada.Dari Tabel 4.67, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan daya dukung tiang yang terjadi sebesar rata-rata 10%, dari saat dimana plat injak tidak ada. Pada Kombinasi-2, peningkatannya yang paling rendah, saat ada beban rem.Dari Tabel 4.70, dapat dilihat bahwa daya dukung lateral yang terjadi mengalami penurunan sebesar rata-rata 5%. Dalam arti tidak terjadi pengaruh yang signifikan.

Kata Kunci : Analisis Pembebanan, Analisa Perhitungan Tanpa Plat Injak Dan Dengan Menggunakan Plat Injak

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan Jembatan adalah suatu langkah yang sedang digalakkan oleh Pemerintah Indonesia, sebagai bentuk usaha meningkatkan kualitas pelayanan transportasi darat yang sekaligus bisa menunjang percepatan pertumbuhan ekonomi.

Bagian dari suatu Jembatan adalah Oprit atau Jalan pendekat dan Bangunan Jembatan itu sendiri. Oprit dan Bangunan Jembatan dihubungkan oleh suatu konstruksi abutment. Disisi oprit sebelum abutment, untuk mengatasi kejutan yang terjadi akibat beban hidup kendaraan, maka dibangun suatu konstruksi yang disebut dengan plat injak.

Begitu pentingnya konstruksi plat injak terhadap kemampuan menjaga deformasi disisi bagian oprit, sangatlah menentukan akan fungsi layan jembatan atas kerataan masuknya kendaraan ke bangunan jembatan. Meski selama ini terlalu sulit dan kompleknya analisa deformasi secara eksak plat injak tersebut, yang disebabkan oleh begitu banyaknya parameter yang mempengaruhi dalam analisa deformasinya tersebut.

Semenjak tahun 2017 ini, melalui Satker P2JN Balai Besar Jalan Nasional VIII, telah melakukan modifikasi atau perubahan letak elevasi muka atas plat injak, dengan tujuan permasalahan ketidaktepatan hasil analisa deformasi plat injak yang selama ini jadi keluhan bisa teratasi.

Plat injak hasil monitoring, dari gambar perencanaan terletak pada elevasi yang sama dengan elevasi muka lantai kendaraan. Sehingga plat injak difungsikan juga sebagai lapis perkerasan rigid pada area oprit. Dugaan ini dikuatkan dengan bahwa lantai plat injak direncanakan dengan kemiringan 3%, sama dengan kemiringan plat lantai kendaraan.

Dari Latar belakang permasalahan ini, maka timbul permasalahan yakni letak plat injak akan mempengaruhi abutmen secara langsung, yang biasanya plat injak tidak berpengaruh langsung ke abutmen.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam studi ini meliputi:

1. Bagaimana membuat format studi yang bisa menggambarkan pengaruh letak plat injak atas fungsi layan abutment?
2. Bagaimana menerapkan metode analisa abutmen dengan plat injak tersebut?

Batasan Masalah

Agar studi ini tidak meluas dan dapat terarah sesuai dengan tujuan studi, maka permasalahan dibatasi pada:

1. Studi terhadap Jembatan Pakamban Kabupaten Sumenep
2. Menggunakan Peraturan Pembebanan Jembatan: Bridge Management System (BMS) 1992 bagian BDC (Bridge Design Code) dengan revisi pada:
 - a) Bagian 2 dengan Pembebanan untuk Jembatan (SK SNI T-02-2005) sesuai Kepmen PU No. 498/KPTS/M/2005
 - b) Bagian 6 dengan Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (SK SNI T-12-2004), sesuai Kepmen PU No. 260/KPTS/M/2004
 - c) Bagian 7 dengan perencanaan struktur baja untuk jembatan (SK SNI T-03-2005), sesuai Kepmen PU No. 498/KPTS/M/2005
3. Menggunakan peraturan beton SNI 03-2847-2002
4. Tidak menghitung RAB

Tujuan Studi

Tujuan dari studi ini adalah :

1. Melakukan studi pengaruh letak plat injak atas fungsi layan abutment
2. Membuat metode analisa abutmen dengan letak plat injak yang dimodifikasi ini

biasanya antara 2 sampai 5 Hz untuk kendaraan berat, dan frekuensi dari getaran lentur jembatan. **DLA** dinyatakan sebagai beban statis ekuivalen. Untuk pembebanan "**D**": **DLA** merupakan fungsi dari panjang bentang ekuivalen seperti tercantum dalam gambar 2.9. Untuk bentang tunggal panjang bentang ekuivalen diambil sama dengan panjang bentang sebenarnya. Untuk bentang menerus panjang bentang ekuivalen

LE, diberikan dengan rumus:

$$LE = L_{av} \times L_{max}$$

Dimana :

L_{av} = Panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambung secara menerus

Beban Truk "T"

Beban truk "**T**" terdiri dari beban traktor, truk dan semi trailer dengan beban sumbu dan konfigurasi beban dari tiap sumbu dibagi merata menjadi dua beban merata antara 4,0 m sampai 9,0 m bertujuan untuk menghasilkan efek maksimum longitudinal. Kendaraan truk "**T**" ini harus ditempatkan ditengah-tengah lajur lalu lintas rencana dan hanya ada satu kendaraan yang biasa di tempatkan lajur lalu lintas rencana tersebut.

Beban Gaya Rem

Peraturan menentukan pengaruh gaya longitudinal sebesar 5% beban "**D**" tanpa factor kejutan untuk seluruh lajur dengan arah lalu lintas sama. Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung panjang total jembatan (**Lt**) sebagai berikut:

$$HTB = 250 \text{ kN untuk } Lt < 80 \text{ m}$$

$$HTB = 250 + 2,5 (Lt - 80) \text{ kN untuk } 80 < Lt < 180 \text{ m}$$

$$HTB = 500 \text{ kN untuk } Lt > 180 \text{ m}$$

Beban Pejalan Kaki

Trotoar pada jembatan jalan raya direncanakan mampu memikul beban sebagai berikut:

Beban hidup merata pada trotoar:

$$A = 10 \text{ m}^2 \quad \text{Untuk } q = 5 \text{ kPa}$$

$$10 \text{ m}^2 < A < 100 \text{ m}^2 \quad \text{Untuk } q = 5 - 0.033 * (A - 10) \text{ kPa}$$

$$A > 100 \text{ m}^2 \quad \text{Untuk } q = 2 \text{ kPa}$$

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

Beban Pengaruh Temperatur

Untuk memperhitungkan tegangan maupun deformasi struktur yang timbul akibat pengaruh temperatur, diambil perbedaan temperatur yang besarnya setengah dari selisih antara temperatur maksimum dan temperatur minimum rata-rata pada lantai jembatan.

Beban Angin

Gaya nominal ultimit dan daya layan jembatan akibat angin tergantung kecepatan angin rencana seperti berikut:

$$T_{EW} = 0.0006 C_w (V_w)^2 A_b K_n$$

Dimana :

C_w = koefisien seret

V_w = kecepatan angin rencana (m/s)

A_b = luas ekuivalen bagian samping jembatan (**m**²)

Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan di atas lantai jembatan juga bisa dihitung dengan rumus:

$$TEW = 0,0012 C_w (V_w)^2 \text{ kN/m.}$$

Dengan **C_w** = 1,2

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2 m di atas lantai kendaraan.

Kombinasi Pembebanan

Konstruksi jembatan beserta bagian – bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan dan gaya yang mungkin bekerja. Sesuai dengan sifat –sifat serta kemungkinan – kemungkinan pada setiap beban, tegangan yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikan terhadap tegangan yang diizinkan sesuai keadaan elastis.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Tegangan yang digunakan dinyatakan dalam prosen terhadap tegangan yang diizinkan sesuai kombinasi pembebanan dan gaya pada tabel berikut :

Kombinasi Pembebanan dan Gaya

Kombinasi Pembebanan dan Gaya		Tegangan yang digunakan dalam prosen terhadap tegangan izin
Kombinasi akibat		
I	$M = (T + K) + Tu + Tg$	100%
II	$M = Tu + Ah + Gg + A + SR + Tu$	120%
III	$Kombinasi (I) + K + Gg + A + SR + Tu + S$	140%
IV	$M = Gg + Ah + Gg + A + SR + Tu$	110%
V	$M = Tg$	130%
VI	$M = (II - K) + Tu + S + Tg$	130%

Dimana :

A	beban angin
Ah	gaya akibat aliran dan benturan
Ahg	gaya akibat aliran dan benturan pada waktu gempa
Gg	gaya gesek pada tumpuan bergerak
Gh	gaya horizontal ekuivalen akibat gempa bumi
(T+K)	beban hidup dengan beban sesuai Tabel III pasal 5
(S)	
M	beban mati
P1	gaya - gaya pada waktu pelaksanaan
Ru	pasangan
S	gaya sembuhtugal
SR	gaya akibat sekat dan rangkai
Tu	gaya akibat perubahan suhu (selain susut dan rangkai)
Tu	gaya tekanan tanah
Tg	gaya tekanan tanah akibat gempa bumi
Tn	gaya tumbuk
TU	gaya angkat (buoyancy)

Data Perencanaan

Urutan Dimensi

Tebal slab lantai jembatan	h_2	0,30 m
tebal ngapal + overlay	h_u	0,10 m
tebal beton jembatan	h_g	0,40 m
tebal penampang air hujan	h_n	0,05 m
jumlah balok utama	k	3
jarak antara balok utama	s	3,05 m
tebal jalur lalu lintas	h_2	0,08 m
lebar bahu	h_u	1,00 m
lebar total jembatan	b	9,00 m
panjang bentang jembatan	L	10,00 m
tinggi gundar penampang	h_g	3,10 m
tinggi bidang sumbu jembatan	h_n	3,30 m

Karakteristik

Mutu beton	f'_c	20
kuat tekan beton	f'_c	24,9 MPa
Modulus elastisitas	E_c	23.52.920,6 N/m ²
Angka poisson	μ	0,2
Mutu baja tulangan	f'_s	477,06 MPa
Kuat tarik maksimum	σ	1,000 05
Mutu baja		
luas tumpuan pada gundar 10-12 mm 12 10		
Tinggi tumpuan pada gundar	f'_s	190 MPa
luas tumpuan pada gundar 10-12 mm 12 10		
Tinggi tumpuan pada gundar	f'_s	140 MPa
Specific Gravity		
Berat beton penampang	w_c	23,0 kN/m ³
Berat beton bertulang	w_{cs}	24,0 kN/m ³
Berat ngapal	w_{ng}	22,0 kN/m ³
Tinggi gundar	w_{gn}	10,0 kN/m ³
Berat baja	w_{bs}	77,0 kN/m ³

Analisa Pembebanan

Setelah mendapatkan semua data – data yang diperlukan selanjutnya dilanjutkan menganalisa pembebanan jembatan sesuai peraturan "Pembebanan untuk Jembatan (SK SNI T-02-2005) sesuai Kepmen PU No. 498/KPTS/M/2005"

Analisa Plat Injak terhadap Kontruksi bawah Jembatan

Membedikan perhitungan antara perhitungan layan abutment tanpa plat injak dengan perhitungan layan abutment dengan plat

injak terhadap kekuatan, geser guling terhadap kontruksi bawah jembatan.

BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Kemampuan Layan Abutmen Tanpa Plat Injak

• Rekap Kombinasi

REKAP BEBAN KERJA		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	M_D	4410,83			-381,24	
2	Beban mati tambahan	M_{D1}	422,00			32,87	
3	Tekanan tanah	E_a		957,43		1443,52	
B	Beban Lalu Lintas						
4	Beban lajur "D"	T_L	1041,88			88,56	
5	Beban pedestrian	P_F	160,40			13,63	
6	Caravan			250,00		1015,00	
C	Aksi Lingkungan						
7	Temperatur	T_T		18,75		28,13	
8	Beban angin	F_W	40,32		99,59	3,43	420,70
D	Aksi Lainnya						
9	Caravan	F_C		6075,12		998,19	

Kombinasi-1		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri		4410,83			-381,24	
2	Beban mati tambahan		422,00			32,87	
3	Tekanan tanah			957,43		1443,52	
B	Beban Lalu Lintas						
4	Beban lajur "D"		1041,88			88,56	
5	Beban pedestrian		160,40			13,63	
6	Caravan						
C	Aksi Lingkungan						
7	Temperatur						
8	Beban angin						
D	Aksi Lainnya						
9	Caravan		6075,12	1822,59		3198,53	0

Kombinasi-2		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri		4410,83			-381,24	
2	Beban mati tambahan		422,00			32,87	
3	Tekanan tanah			957,43		1443,52	
B	Beban Lalu Lintas						
4	Beban lajur "D"		1041,88			88,56	
5	Beban pedestrian		160,40			13,63	
6	Caravan			250,00		1015,00	
C	Aksi Lingkungan						
7	Temperatur						
8	Beban angin		40,32		99,59	3,43	420,70
D	Aksi Lainnya						
9	Caravan		6075,12	1822,59	99,59	3245,06	420,70

Tabel 4.10 Kombinasi 2

Kombinasi-3		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri		4410,83			-381,24	
2	Beban mati tambahan		422,00			32,87	
3	Tekanan tanah			957,43		1443,52	
B	Beban Lalu Lintas						
4	Beban lajur "D"		1041,88			88,56	
5	Beban pedestrian		160,40			13,63	
6	Caravan			250,00		1015,00	
C	Aksi Lingkungan						
7	Temperatur						
8	Beban angin		40,32		99,59	3,43	420,70
D	Aksi Lainnya						
9	Caravan		6075,12	1822,59	99,59	3245,06	420,70

Tabel 4.11 Kombinasi 3

Kombinasi-4		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri		4410,83			-381,24	
2	Beban mati tambahan		422,00			32,87	
3	Tekanan tanah			957,43		1443,52	
B	Beban Lalu Lintas						
4	Beban lajur "D"		1041,88			88,56	
5	Beban pedestrian		160,40			13,63	
6	Caravan			250,00		1015,00	
C	Aksi Lingkungan						
7	Temperatur			18,75		28,13	
8	Beban angin		40,32		99,59	3,43	420,70
D	Aksi Lainnya						
9	Caravan		6075,12	1822,59	99,59	3245,06	420,70

Tabel 4.12 Kombinasi 4

• Rekap kombinasi beban untuk perencanaan

No	KOMBINASI	Tegangan Berlebihan	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
1	KOMBINASI-1	0%	6035,10	1622,10	0,00	2198,53	0,00
2	KOMBINASI-2	125%	6075,42	1837,90	99,59	3245,06	420,70
3	KOMBINASI-3	140%	6075,42	1872,89	99,59	3216,96	420,70
4	KOMBINASI-4	140%	6075,42	1891,64	99,59	3245,06	420,70

Tabel 4.13 Rekap Kombinasi Beban untuk Perencanaan

• Stabilitas Guling Arah X

No	KOMBINASI BEBAN	k	P (kN)	Mx (kNm)	MPx (kNm)	SF	Keterangan
1	KOMBINASI-1	0%	6035,103	2198,532	13473,715	5,76	>1,5 Aman
2	KOMBINASI-2	125%	6075,423	3245,063	115947,984	4,06	>1,5 Aman
3	KOMBINASI-3	140%	6075,423	3216,999	11661,742	5,55	>1,5 Aman
4	KOMBINASI-4	140%	6075,423	3245,084	11661,742	5,50	>1,5 Aman

Tabel 4.14 Stabilitas Guling Arah X

• STABILITAS GULING ARAH Y

No	Kombinasi Beban	k	P (kN)	My (kNm)	Mpy (kNm)	SF	Ket
1	KOMBINASI-1	0%	6035,103	0	30175,5125		
2	KOMBINASI-2	125%	6075,423	420,696	37971,39063	90,26	>1,5 Aman
3	KOMBINASI-3	140%	6075,423	420,696	42527,5575	101,09	>1,5 Aman
4	KOMBINASI-4	140%	6075,423	420,696	42527,5575	101,09	>1,5 Aman

Tabel 4.15 Stabilitas Guling Arah Y

• Stabilitas Geser Arah -X

No	Kombinasi Beban	k	Tx	F	H	SF	Ket
1	KOMBINASI-1	0%	1622,886	6035,1025	2337,092915	1,44	>1,2 Aman
2	KOMBINASI-2	125%	1837,903	6075,4225	2518,555116	1,38	>1,2 Aman
3	KOMBINASI-3	140%	1872,886	6075,4225	2640,46173	1,41	>1,2 Aman
4	KOMBINASI-4	140%	1891,664	6075,4225	2640,46173	1,40	>1,2 Aman

Tabel 4.16 Stabilitas Geser Arah X

• Hasil Analisa Kemampuan Layan Abutmen dengan Plat Injak

REKAP BEBAN KERJA			Vertikal P (kN)	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Arah Kode		1x (kN)	1y (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
A. Aksi tetap							
1	Berat sendiri	MS	4807,28			-690,47	
2	tambahan	MA	554,15			-67,21	
3	Tekanan tanah	TA		957,43		1443,52	
B. Beban lalu lintas							
4	Beban lajur "D"	TD	2171,17			-792,29	
5	Beban pedestrian	TP	160,40			13,63	
6	gaya rem			250,00		1015,00	
C. Aksi lingkungan							
7	Temperatur	TT		18,75		25,17	
8	Beban angin	EW	40,32		99,59	3,43	420,70
D. Aksi lainnya							
9	Gesekan	FE		736,82		1105,23	

Tabel 4.10 Kombinasi Beban Kerja

KOMBINASI 1		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)
A. Aksi tetap							
1	Berat sendiri	MS	4807,28			690,47	
2	Beban mati tambahan	MA	554,15			-67,21	
3	Tekanan tanah	TA		957,43		1443,52	
B. Beban lalu lintas							
4	Beban lajur 'D'	TD	2171,17			792,29	
5	Beban pedestrian	TP	160,40			13,61	
6	Gaya rem						
C. Aksi lingkungan							
7	Temperatur						
8	Beban angin						
D. Aksi lainnya							
9	Gesekan	FL					
KOMBINASI-1			7692,60	1694,15		1012,42	0,00

Tabel 4.11 Kombinasi 1

KOMBINASI 2		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	T _x (kN)	T _y (kN)	M _x (kN.m)	M _y (kN.m)
A. Aksi tetap							
1	Berat sendiri	MS	4807,28			-690,47	
2	Beban mati tambahan	MA	554,15			-67,21	
3	Tekanan tanah	TA		957,43		1443,52	
B. Beban lalu lintas							
4	Beban lajur "D"	TD	2171,17			-792,29	
5	Beban pedestrian	TP	160,40			13,63	
6	gaya rem	TR		250,00		1015,00	
C. Aksi lingkungan							
7	Temperatur						
8	Beban angin	EW	40,32		99,59	3,43	420,70
D. Aksi lainnya							
9	Gesekan						
KOMBINASI-2			7733,31	1837,90	99,59	2632,10	420,70

Tabel 4.12 Kombinasi 2

KOMBINASI 3		Arah	Vertikal	Horizontal				Momen
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
A. Beban sendiri								
1	Beban mati tambahan	MS	480,28			690,47		
2	Tekanan tanah	MA	334,13			67,21		
3	Tekanan tanah	TA		957,43		1443,52		
B. Beban lalu lintas								
4	Beban lajur "D"	TD	2171,17			792,29		
5	Beban pedestrian	TP	160,40			13,63		
6	gaya rem	TR		250,00		1015,00		
C. Aksi lingkungan								
7	Temperatur	TT						
8	Beban angin	EW	40,32		99,59	3,43	420,70	
D. Aksi lainnya								
11	Gesekan	FE						
KOMBINASI-3			7733,31	1844,25	99,59	2630,85	420,70	

Tabel 4.13 Kombinasi 3

KOMBINASI-4		Arah	Vertical	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	1x (kN)	1y (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)
A. Aksi tetap							
1	Berat sendiri	MS	4807,28			-690,47	
2	Beban mati tambahan	MA	554,15			-67,21	
3	Tekanan tanah	TA		957,43		1443,52	
B. Beban lalu lintas							
4	Beban lajur "D"	TD	2171,17			-792,29	
5	Beban pedestrian	TP	160,40			13,63	
6	gaya rem	TR		250,00		1015,00	
C. Aksi lingkungan							
7	Temperatur	TT		18,75		58,13	
8	Beban angin	FW	40,32		99,59	3,43	420,70
D. Aksi lainnya							
9	Gesekan	FR		736,52		1105,26	
KOMBINASI-4			7733,31	1963,00	99,59	2638,07	420,70

Tabel 4.14 Kombinasi 4

• Rekap Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja

No	KOMBINASI	Tegangan berlebih (%)	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
1	KOMBINASI-1	0%	7692,99	1694,25	0,00	1012,42	0,00
2	KOMBINASI-2	13,8%	7733,31	1837,90	99,59	2632,10	420,70
3	KOMBINASI-3	14,0%	7733,31	1844,25	99,59	2630,85	420,70
4	KOMBINASI-4	14,0%	7733,31	1844,25	99,59	2630,85	420,70

Tabel 4.15 Rekap Kombinasi Beban Untuk Perencanaan Tegangan Kerja

• Stabilitas Guling Arah X

No	KOMBINASI	h	P (kN)	Mx (kNm)	MPx (kNm)	SF	Keterangan
1	KOMBINASI-1	0%	7692,99	1012,42	16155,28	15,96	>2,5 Aman
2	KOMBINASI-2	13,8%	7733,31	2632,10	20999,95	17,1	>2,5 Aman
3	KOMBINASI-3	14,0%	7733,31	2630,85	20979,94	17,10	>2,5 Aman
4	KOMBINASI-4	14,0%	7733,31	2630,85	20979,94	17,10	>2,5 Aman

Tabel 4.16 Stabilitas Guling Arah X

• Stabilitas Guling Arah Y

No	KOMBINASI	h	P (kN)	My (kNm)	MPy (kNm)	SF	Keterangan
1	KOMBINASI-1	0%	7692,99	0,00	38454,96		
2	KOMBINASI-2	13,8%	7733,31	420,70	48133,20	114,89	>2,5 Aman
3	KOMBINASI-3	14,0%	7733,31	420,70	54133,19	125,68	>2,5 Aman
4	KOMBINASI-4	14,0%	7733,31	420,70	54133,19	125,68	>2,5 Aman

Tabel 4.17 Stabilitas Guling Arah Y

- Stabilitas Geser Arah -X

No	KOMBINASI BEBAN	k	T _x	P	H	SF	Ket
1	KOMBINASI-1	0%	1694,23	7692,99	2540,68	1,50	>1,2 Aman
2	KOMBINASI-2	125%	1837,00	7733,31	2733,04	1,51	>1,2 Aman
3	KOMBINASI-3	140%	1944,23	7733,31	2925,48	1,50	>1,2 Aman
4	KOMBINASI-4	140%	1963,00	7733,31	2925,48	1,49	>1,2 Aman

Tabel 4.43 Stabilitas Geser Arah X

- Stabilitas Geser Arah -Y

No	KOMBINASI BEBAN	k	T _y	P	H	SF	Ket
1	KOMBINASI-1	0%	0,00	7692,99	2540,68		
2	KOMBINASI-2	125%	99,39	7733,31	2733,04	27,94	>1,2 Aman
3	KOMBINASI-3	140%	99,39	7733,31	2925,48	29,37	>1,2 Aman
4	KOMBINASI-4	140%	99,39	7733,31	2925,48	29,37	>1,2 Aman

Tabel 4.49 Stabilitas Geser Arah Y

Hasil Analisa Pondasi Abutmen Dengan Pelat Injak

- Diagram tekanan tanah pasif efektif

BAG	KEDALAMAN	H (m)	H ² max/K _p (kNm/m ²)	BAG	P (kN/m ²)
OK	L _a - L _d	5,67	576,600	O	0,000
F1	L _a - 3/4 * L _d	4,50	289,063	FN	74,766
F2	L _a - 1/2 * L _d	3,33	221,529	FM	110,765
F3	L _a - 1/4 * L _d	2,17	147,994	FO	107,946
OG	L _a	1,00	66,439	CG	66,439

Tabel 4.31 Daya Dukung Lateral Ijin Tiang

KODIF	p1 kN/m ²	p2 kN/m ²	Panjang bagian Notasi (m)	F (kN)	Lengan Terhadap O (m)	M (kNm)
F1	0,000	74,766	1,00	373,331	5,000	1369,154
F2	74,766	110,765	1,16667	1062,263	4,083	4419,241
F3	110,765	107,996	1,16667	1276,101	2,917	3721,562
F4	107,996	66,439	1,16667	1017,630	1,750	1790,588
F5	66,439	0,000	1,16667	387,676	0,778	301,526
			F=	4137,522	M=	12092,772

Tabel 4.52 Daya Dukung Lateral Ijin Tiang

- Perbandingan momen

Kode	h _g (m)	M _g (kNm)	F ₁ /F ₅					Diagram M _g (kNm)
			F1	F2	F3	F4	F5	
			373,331	1062,263	1276,101	1017,630	387,676	
M1	0,57	1577,165						1577,165
M2	1,38	4456,273	342,673	226				4115,595
M3	2,75	7741,316	773,814	1515	1262,64			5701,361
M4	3,92	11023,36	1214,950	2525,251	1438,784	97		5799,342
M5	4,39	13765,9	1578,2513	3577,451	2729,4191	959,332	19	4891,541

Tabel 4.53 Perbandingan Dengan Cara Berding Momen Diagram

- Gaya maksimum dan minimum yang diderita oleh satu tiang :

No	KOMBINASI BEBAN	P kN	M _x kNm	P _h kN	M _y kNm	P _{max} kN	P _{min} kN
1	KOMBINASI-1	7692,99	1012,419	366,333	48,210	414,543	318,123
2	KOMBINASI-2	7733,31	2631,104	368,253	125,338	493,591	242,915
3	KOMBINASI-3	7733,31	2030,846	368,253	96,707	464,960	271,546
4	KOMBINASI-4	7733,31	2033,971	368,253	98,046	466,299	270,207

Tabel 4.55 Gaya maksimum dan minimum yang diderita oleh satu tiang

- Gaya Maksimum Dan Minimum Yang Diderita Oleh Satu Tiang:

No	KOMBINASI BEBAN	P kN	M _x kNm	P _h kN	M _y kNm	P _{max} kN	P _{min} kN
1	KOMBINASI-1	7692,99	0,000	366,333	0,000	366,333	366,333
2	KOMBINASI-2	7733,31	420,696	368,253	10,244	378,497	353,009
3	KOMBINASI-3	7733,31	420,696	368,253	10,244	378,497	353,009
4	KOMBINASI-4	7733,31	420,696	368,253	10,244	378,497	353,009

Tabel 4.56 Gaya maksimum dan minimum yang diderita oleh satu tiang

- Gaya Lateral Pada Tiang

No	KOMBINASI BEBAN	T _x (kN)	T _y (kN)	h _r (kN)	h _s (kN)	h _{max} (kN)
1	KOMBINASI-1	1694,247	0,000	80,678	0,000	80,678
2	KOMBINASI-2	1837,903	99,591	87,519	4,741	92,260
3	KOMBINASI-3	1944,217	99,599	92,583	4,713	97,296
4	KOMBINASI-4	1963,997	99,599	93,476	4,743	98,219

Tabel 4.57 Gaya Lateral Yang Diderita Satu Tiang : k - T / u

- Daya Dukung Ijin Aksial
- Terhadap beban arah X

No	KOMBINASI BEBAN KERJA	Persentase P _{ijin}	P _{max} kN	Kontrol Terhadap Daya Dukung Ijin	P _{ijin} kN	Ket
1	KOMBINASI-1	100%	414,543	< 107%*P _{ijin}	549,4	Aman
2	KOMBINASI-2	125%	493,591	< 125%*P _{ijin}	511,7	Aman
3	KOMBINASI-3	140%	464,960	< 140%*P _{ijin}	509,1	Aman
4	KOMBINASI-4	140%	466,299	< 140%*P _{ijin}	509,1	Aman

Tabel 4.53 Terhadap Beban Arah X

- Terhadap beban arah Y

No	KOMBINASI BEBAN KERJA	Persentase P _{ijin}	P _{max} kN	Kontrol thd Daya dukung ijin	P _{ijin} kN	Ket
1	KOMBINASI-1	100%	366,333	< 107%*P _{ijin}	549,4	Aman
2	KOMBINASI-2	125%	378,497	< 125%*P _{ijin}	511,7	Aman
3	KOMBINASI-3	140%	378,497	< 140%*P _{ijin}	509,1	Aman
4	KOMBINASI-4	140%	378,497	< 140%*P _{ijin}	509,1	Aman

Tabel 4.59 Terhadap Beban Arah Y

- Daya Dukung Ijin Lateral

No.	KOMBINASI BEBAN KERJA	Persen Pijin	k_{ult}	Kontrol thd Daya dukung ijin	k_{ij} Ker
1	KOMBINASI-1	100%	30,67344	$< 100\% \cdot k_{ult}$	89,4 Aman
2	KOMBINASI-2	125%	37,51921	$< 125\% \cdot k_{ult}$	111,7 Aman
3	KOMBINASI-3	140%	92,5332	$< 140\% \cdot k_{ult}$	125,1 Aman
4	KOMBINASI-4	140%	93,47605	$< 140\% \cdot k_{ult}$	125,1 Aman

Tabel 4.60 Daya Dukung Ijin Lateral

Kemampuan layan badan abutmen

- Stabilitas Guling Arah X (tanpa plat injak)

No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	M _x kNm	M _{Pr} kNm	SF
1	KOMBINASI-1	0%	6095,103	3198,552	17673,715	5,76
2	KOMBINASI-2	125%	6075,423	3925,215	15847,984	4,06
3	KOMBINASI-3	140%	6075,423	3216,639	17861,742	5,55
4	KOMBINASI-4	140%	6075,423	3215,051	17861,742	5,50

Tabel 4.61 Stabilitas guling arah-x, tanpa plat injak

- Stabilitas Guling Arah X (dengan plat injak)

No	KOMBINASI BEBAN	k	P kN	M _x kNm	M _{Pr} kNm	SF
1	KOMBINASI-1	0%	7692,595	1012,419	16155,284	15,96
2	KOMBINASI-2	125%	7733,313	2632,104	20299,945	7,71
3	KOMBINASI-3	140%	7733,313	2037,845	22735,939	11,20
4	KOMBINASI-4	140%	7733,313	2055,971	22735,939	11,04

Tabel 4.62 Stabilitas guling arah-x, dengan plat injak

Memperhatikan Tabel 4.61 dan Tabel 4.62, bisa dibuat Tabel perbandingan sebagai berikut

No.	Kombinasi Beban	SF, terhadap guling sb-x		Ratio peningkatan
(1)	(2)	Tanpa plat injak (3)	Ada plat injak (4)	(5)=[(4)-(3)]/(3)
1	Kombinasi-1	5,76	15,96	1,77
2	Kombinasi-2	4,06	7,71	0,89
3	Kombinasi-3	5,55	11,20	1,01
4	Kombinasi-4	5,50	11,04	1,00
		Rata-rata		0,91

Tabel 4.63 Perbandingan SF stabilitas guling terhadap sumbu-x

Dari Tabel 4.63 bisa dilihat bahwa kemampuan layan stabilitas guling arah-x, mengalami peningkatan yang signifikan, secara rata-rata naik 91%. Dengan kenaikan yang terbesar ada pada kombinasi-1 dan terendah pada kombinasi-2, yakni masing-masing saat beban rem tidak ada dan saat beban rem ada.

- Terhadap control stabilitas geser, bisa dibuat Tabel sebagai berikut:

No.	Kombinasi Beban	SF, terhadap geser sb-x		Ratio peningkatan
(1)	(2)	Tanpa Plat Injak (3)	Ada Plat Injak (4)	(5)=[(4)-(3)]/(3)
1	Kombinasi-1	1,44	1,20	0,04
2	Kombinasi-2	1,38	1,51	0,09
3	Kombinasi-3	1,41	1,50	0,06
4	Kombinasi-4	1,40	1,49	0,06
		Rata-rata		0,06

Tabel 4.64 Terhadap control stabilitas geser

Dari Tabel 4.64, bisa dilihat bahwa kemampuan layan stabilitas geser arah-x, mengalami peningkatan yang tidak signifikan, secara rata-rata hanya 6%. Dengan kenaikan yang terbesar ada pada kombinasi-2 dan terendah pada kombinasi-1, yakni masing-masing saat beban rem ada dan saat beban rem tidak ada.

Kemampuan Layan Pondasi Abutmen

- Rasio deviasi daya dukung tiang terhadap yang diijinkan saat tidak ada plat injak

No	Kombinasi	P ₀	P _{ijin}	Rasio
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=[(4)-(3)]/(3)
1	Kombinasi-1	292,07	649,4	0,65
2	Kombinasi-2	476,22	811,7	0,70
3	Kombinasi-3	442,49	909,1	1,05
4	Kombinasi-4	443,53	909,1	1,05

Tabel 4.65 Rasio deviasi daya dukung tiang terhadap yang diijinkan saat tidak ada plat injak

- Rasio deviasi daya dukung tiang terhadap yang diijinkan saat ada plat injak

No	Kombinasi	P ₀	P _{ijin}	Rasio
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=[(4)-(3)]/(3)
1	Kombinasi-1	414,54	649,4	0,56
2	Kombinasi-2	278,49	811,7	0,64
3	Kombinasi-3	378,49	909,1	0,95
4	Kombinasi-4	278,49	909,1	0,95

Tabel 4.66 Rasio deviasi daya dukung tiang terhadap yang diijinkan saat ada plat injak

- Deviasi rasio peningkatan daya dukung tiang yang terjadi terhadap yang diijinkan

No	Kombinasi	Rasio		Deviasi(%)
		Saat Ada Plat Injak	Saat Tidak Ada Plat Injak	
(1)	(2)	(3)	(4)	$[(4)-(3)] \cdot 100\%$
1	Kombinasi-1	0,16	0,66	10%
2	Kombinasi-2	0,64	0,70	0%
3	Kombinasi-3	0,35	1,05	10%
4	Kombinasi-4	0,35	1,05	10%

Tabel 4.67 Deviasi rasio peningkatan daya dukung tiang yang terjadi terhadap yang diijinkan

Memperhatikan **Tabel 4.67** , dapat dilihat bahwa terjadi penngkatan daya dukung tiang yang terjadi sebesar rata-rata 10%, dari saat dimana plat injak tidak ada. Pada Kombinasi-2, peningkatannya yang paling rendah, saat ada beban rem.

- Rasio deviasi daya dukung lateral tiang terhadap yang diijinkan saat tidak ada plat injak

No	Kombinasi	P_{rak}	P_{in}	Rasio
(1)	(2)	(3)	(4)	$(3)/(4) \cdot 100\%$
1	Kombinasi-1	77,28	89,39	0,16
2	Kombinasi-2	57,52	111,74	0,28
3	Kombinasi-3	59,18	125,14	0,40
4	Kombinasi-4	90,07	125,14	0,40

Tabel 4.68 Rasio deviasi daya dukung lateral tiang terhadap yang diijinkan saat tidak ada plat injak

- Rasio deviasi daya dukung tiang terhadap yang diijinkan saat ada plat injak

No	Kombinasi	P_{rak}	P_{in}	Rasio
(1)	(2)	(3)	(4)	$(3)/(4) \cdot 100\%$
1	Kombinasi-1	80,68	89,39	0,11
2	Kombinasi-2	87,52	111,74	0,28
3	Kombinasi-3	92,58	125,14	0,35
4	Kombinasi-4	93,47	125,14	0,35

Tabel 4.69 Rasio deviasi daya dukung tiang terhadap yang diijinkan saat ada plat injak

- Deviasi rasio penurunan daya dukung lateral tiang yang terjadi terhadap yang diijinkan

No	Kombinasi	Rasio		Deviasi(%)
		Saat ada plat injak	Saat tidak ada plat injak	
(1)	(2)	(3)	(4)	$[(4)-(3)] \cdot 100\%$
1	Kombinasi-1	0,11	0,16	3%
2	Kombinasi-2	0,28	0,28	0%
3	Kombinasi-3	0,35	0,40	3%
4	Kombinasi-4	0,35	0,40	3%

Tabel 4.70 Deviasi rasio penurunan daya dukung lateral tiang yang terjadi terhadap yang diijinkan

Memperhatikan **Tabel 4.70** , dapat dilihat bahwa daya dukung lateral yang terjadi mengalami penurunan sebesar rata-rata 5%. Dalam arti tidak terjadi pengaruh yang signifikan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan maka dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa dari **Tabel 4.63**, bisa dilihat bahwa kemampuan layan stabilitas guling arah-x, mengalami peningktana yang signifikan, secara rata-rata naik 91%. Dengan kenaikan yang terbesar ada pada kombinasi-1 dan terendah pada kombiinasi-2, yakni masin-masing saat beban rem tidak ada dan saat beban rem ada.

Dari **Tabel 4.64**, bisa dilihat bahwa kemampuan layan stabilitas geser arax-x, mengalami pemingkatan yang tidak signifikan, secara rata-rata hanya 6%. Dengan kenaikan yang terbesar ada pada kombinasi-2 dan terendah pada kombiinasi-1, yakni masin-masing saat beban rem ada dan saat beban rem tidak ada.

Dari **Tabel 4.67**, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan daya dukung tiang yang terjadi sebesar rata-rata 10%, dari saat dimana plat injak tidak ada. Pada Kombinasi-2, peningkatannya yang paling rendah, saat ada beban rem.

Dari **Tabel 4.70**, dapat dilihat bahwa daya dukung lateral yang terjadi mengalami penurunan sebesar rata-rata 5%. Dalam arti tidak terjadi pengaruh yang signifikan.

Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan untuk dilaksanakan penelitian selanjutnya. Untuk memperhitungkan beban gempa

Daftar pustaka

Departemen pekerjaan umum

.2005.Pembebanan untuk Jembatan (SK SNI T-02-2005) sesuai Kepmen PU No. 498/KPTS/M/2005

Departemen pekerjaan umum .2004

Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (SK SNI T-12-2004), sesuai Kepmen PU No. 260/KPTS/M/2004

Departemen pekerjaan umum .2005.

Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan (SK SNI T-03-2005), sesuai Kepmen PU No. 498/

Departemen pekerjaan umum, 2006,Pedoman

Perencanaan Pembebanan Jalan Raya (SKBI-1.3.28.2987), jakarta, dokumentasi.

Priyono pujo,.2016 Stuktur Beton Jilid 2, universitasMuhammadiyah Jember.