

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tipikal <i>Viaduct Slab On Pile</i>	6
2.2 Perencanaan Struktur <i>Viaduct Tipe Slab on Pile</i>	6
2.3 Rangka Pemikul Momen sebagai Idealisasi Struktur <i>Viaduct</i> Rencana	7
2.3.1 Rangka pemikul momen biasa	7

2.3.2 Rangka pemikul momen menengah	8
2.3.3 Rangka pemikul momen khusus	8
2.4 Perencanaan Komponen Baja pada Jembatan Terhadap Beban Gempa	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1 Pembebanan Jembatan	10
3.1.1 Beban permanen.....	10
3.1.2 Beban transien.....	13
3.1.3 Kombinasi beban	18
3.2 Analisis Lateral pada Fondasi Tiang.....	19
3.3 Program SAP2000.....	23
3.3.1 Umum	23
3.3.2 <i>Output frame element</i> pada program SAP2000	24
3.3.3 <i>Output shell element</i> pada program SAP2000	25
3.4 Desain Kolom	25
3.4.1 Kolom tidak bergoyang.....	25
3.4.2 Defleksi lateral struktur.....	27
3.4.3 Analisis P- Δ	27
3.5 Analisis Kapasitas Penampang	28
3.5.1 Analisis diagram interaksi komposit.....	28
3.5.2 Klasifikasi penampang komposit.....	32
3.5.3 Analisis kapasitas geser penampang	33
3.5.4 Analisis <i>demand/capacity ratio</i> dalam aksial dan lentur	33
3.6 Analisis Defleksi Vertikal	34
3.7 Analisis Kapasitas Struktur	35
3.7.1 Faktor reduksi	35
3.7.2 Analisis lentur balok beton bertulang	35
3.7.3 Analisis balok tampang T/L.....	37
3.7.4 Analisis geser lentur pada balok	39

3.7.5 Analisis lentur pelat bertulang	40
3.8 Analisis Daya Dukung Tiang	41
3.8.1 Analisis daya dukung tiang dalam tanah kohesif	41
3.8.2 Analisis daya dukung tiang dalam tanah granuler.....	43
BAB IV METODE PENELITIAN.....	45
4.1 Lokasi Penelitian	45
4.2 Tahapan Penelitian	46
4.3 Data Penelitian.....	51
4.4 Instrumen Penelitian	53
4.4.1 Penampang elemen struktur jembatan.....	53
4.4.2 Material penyusun jembatan	54
4.4.3 Beban permanen pada jembatan.....	54
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	57
5.1 Analisis Lateral pada Fondasi Tiang	57
5.1.1 Analisis kekakuan tanah berdasarkan N_{60}	57
5.1.2 Kriteria tiang pendek atau tiang panjang	59
5.1.3 Gaya lateral pada tiang ujung jepit.....	59
5.1.4 Pemodelan kekakuan tanah untuk tinggi penjepitan	60
5.2 Pemodelan Struktur	63
5.2.1 <i>Material properties</i>	64
5.2.2 <i>Frame sections</i> dan <i>area section</i>	64
5.3 Pembebanan pada model struktur.....	65
5.3.1 Beban sendiri struktur jembatan dan aksesoris jembatan.....	65
5.3.2 Beban hidup.....	66
5.3.3 Beban angin.....	68
5.4 Beban Gempa pada Struktur.....	69
5.5 <i>Running</i> Analisis Struktur	71

5.6 Periode Getar Alami Struktur	72
5.7 Rekapitulasi Gaya Geser (<i>Base Shear Reaction</i>)	73
5.8 Analisis Desain Kolom	75
5.8.1 Kolom tidak bergoyang.....	75
5.8.2 Defleksi struktur.....	78
5.8.3 Analisis P- Δ	79
5.9 Analisis Kapasitas Penampang Komposit.....	80
5.9.1 Diagram interaksi P dan M	80
5.9.2 Klasifikasi penampang komposit	82
5.9.3 Analisis kapasitas geser penampang	83
5.9.4 Analisis <i>demand/capacity ratio</i>	84
5.9.5 Perbandingan nilai PMM <i>ratio</i> SAP2000	87
5.10 Rekapitulasi <i>displacement</i> vertikal	89
5.11 Analisis Kapasitas Struktur	90
5.12 Analisis Kapasitas Dukung Aksial Tiang	91
5.13 Pembahasan.....	93
5.13.1 Konfigurasi struktur	93
5.13.2 <i>Demand/capacity ratio</i> maksimum.....	95
5.13.3 Tipe gempa.....	96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	97
6.1 Kesimpulan	97
6.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Berat sendiri (BSN, 2016)	10
Tabel 3.2 Faktor beban berat sendiri (BSN, 2016)	11
Tabel 3.3 Faktor beban mati tambahan. (BSN, 2016)	11
Tabel 3.4 Dimensi penampang R 54. (Kementrian Perhubungan, 2012)	12
Tabel 3.5 Nilai V_o dan Z_o . (BSN, 2016)	16
Tabel 3.6 Kategori zona gempa (BSN, 2016)	17
Tabel 3.7 Kombinasi Beban Gempa. (BSN, 2016)	19
Tabel 3.8 Korelasi N_{60} dengan Q_u . (M.Das, 2014)	20
Tabel 3.9 Batasan D/t aksial tekan. (BSN, 2015)	32
Tabel 3.10 Batasan D/t lentur. (BSN, 2015)	32
Tabel 3.11 Persyaratan tulangan susut dan bagi. (BSN, 2013)	41
Tabel 3.12 Nilai k_d jenis bahan tiang. (Hardiyatmo, 2015)	44
Tabel 4.13 Lokasi rencana zona gempa	45
Tabel 4.14 Data geometrik jembatan	51
Tabel 4.15 Kedalaman dan jenis tanah titik BH-11	53
Tabel 4.16 Material penyusun jembatan	54
Tabel 4.17 Beban rel	54
Tabel 4.18 Beban bantalan beton	54
Tabel 4.19 Beban pelat landas (<i>rubber</i>)	55
Tabel 4.20 Beban <i>railclip</i>	55
Tabel 4.21 Beban <i>ballast</i>	55
Tabel 4.22 Beban area mati tambahan permanen	55
Tabel 4.23 Beban jalan inspeksi dan parapet	55
Tabel 5.24 Tinggi tiang fondasi keseluruhan	63
Tabel 5.25 Daftar elemen pemodelan struktur jembatan	65
Tabel 5.26 Percepatan angin pada struktur	68
Tabel 5.27 Perhitungan klasifikasi situs	70
Tabel 5.28 Gaya ultimit struktur <i>pile head</i>	71
Tabel 5.29 Gaya ultimit struktur <i>slab/pelat</i>	71
Tabel 5.30 Periode getar alami struktur (4 m)	72

Tabel 5.31 Periode getar alami struktur (6 m)	72
Tabel 5.32 Periode getar alami struktur (8 m)	73
Tabel 5.33 Hasil <i>base shear</i> (4 m)	73
Tabel 5.34 Hasil <i>base shear</i> (6 m)	74
Tabel 5.35 Hasil <i>base shear</i> (8 m)	74
Tabel 5.36 Detail kolom struktur konfigurasi 25 tiang (4 m)	76
Tabel 5.37 Perhitungan δns konfigurasi 25 tiang (4 m)	76
Tabel 5.38 Detail kolom struktur konfigurasi 25 tiang (6 m)	76
Tabel 5.39 Perhitungan δns konfigurasi 25 tiang (6 m)	76
Tabel 5.40 Detail kolom struktur konfigurasi 35 tiang (8 m)	77
Tabel 5.41 Perhitungan δns konfigurasi 35 tiang (8 m)	77
Tabel 5.42 Detail kolom struktur konfigurasi 25 (8 m)	77
Tabel 5.43 Perhitungan δns konfigurasi 25 tiang (8 m)	77
Tabel 5.44 Defleksi lateral struktur (4 m)	78
Tabel 5.45 Defleksi lateral struktur (6 m)	78
Tabel 5.46 Defleksi lateral struktur (8 m)	78
Tabel 5.47 Material komposit	82
Tabel 5.48 Perhitungan F_{cr} syarat pertama	83
Tabel 5.49 P-M ultimit (4 m)	85
Tabel 5.50 P-M ultimit (6 m)	85
Tabel 5.51 P-M ultimit (8 m)	85
Tabel 5.52 D/C ratio (4 m)	86
Tabel 5.53 D/C ratio (6 m)	86
Tabel 5.54 D/C ratio (8 m)	86
Tabel 5.55 D/C ratio ACI 318-14	88
Tabel 5.56 Rekapitulasi <i>displacement</i> vertikal	90
Tabel 5.57 Perhitungan tahanan ujung ultimit	91
Tabel 5.58 Perhitungan tahanan gesek ultimit	92
Tabel B.1 Parameter tanah berdasarkan nilai N_{60}	108
Tabel B.2 Parameter tanah kohesif	108
Tabel B.3 Parameter tanah non-kohesif	109

Tabel B.4 Kekakuan tanah pada 0-7 m.....	110
Tabel B.5 Kekakuan tanah pada 7,5 – 14,5 m.....	111
Tabel B.6 Kekakuan tanah pada 15 – 22 m.....	112
Tabel B.7 Kekakuan tanah pada 22,5 – 30 m.....	113
Tabel I.8 Gaya geser tiang (4 m)	136
Tabel I.9 Gaya geser tiang (6 m)	136
Tabel I.10 Gaya geser tiang (8 m)	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Concrete slab bridge</i> . (SWDT, 2019)	6
Gambar 3.1 Penampang R 54. (Kementrian Perhubungan, 2012)	12
Gambar 3.2 Rencana muatan beban kereta. (Kementrian Perhubungan, 2012) ...	14
Gambar 3.3 Faktor beban dinamis. (BSN, 2016)	14
Gambar 3.4 Beban lateral kereta. (Kementrian Perhubungan, 2012)	15
Gambar 3.5 Grafik korelasi L/d. (Hardiyatmo, 2015)	21
Gambar 3.6 Keruntuhan tiang ujung jepit. (Hardiyatmo, 2015)	22
Gambar 3.7 Gaya dalam <i>frame element</i> (CSI, 2011)	24
Gambar 3.8 <i>Shell element</i> bernodal 4. (CSI, 2011)	25
Gambar 3.9 Efek orde elemen. (AISC, 2005)	27
Gambar 3.10 Distribusi tegangan P-M. (AISC, 2016)	29
Gambar 3.11 Diagram interaksi P-M. (AISC, 2016)	30
Gambar 3.12 Balok tulangan rangkap. (Priyosulistyo, 2010)	35
Gambar 3.13 Diagram balok tulangan tarik. (Jaya, 2018)	36
Gambar 3.14 Pelat dicor monolit dengan balok. (Wight, James. K, 2016)	37
Gambar 3.15 Momen pada Balok T. (Wight, James.K, 2016)	37
Gambar 3.16 Tulangan pada Balok T. (Wight, James.K, 2016)	38
Gambar 3.17 Lebar efektif balok tampang T dan L. (Priyosulistyo, 2010)	38
Gambar 3.18 Pengaruh lapisan tanah - faktor adhesi. (Hardiyatmo, 2015)	42
Gambar 3.19 Korelasi antara (ϕ) dengan N-SPT. (Hardiyatmo, 2015)	44
Gambar 4.1 Lokasi SOP <i>area</i> 2. (DJKA, 2018)	45
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian	48
Gambar 4.3 Visualisasi 3D <i>slab on pile</i> rencana	52
Gambar 4.4 Tampak atas pada bidang X-Y	52
Gambar 4.5 Tampak depan bidang Y-Z	52
Gambar 4.6 Geometri parapet jembatan (mm)	56
Gambar 5.1 <i>Frame Section</i>	60
Gambar 5.2 <i>joint restraint</i>	61
Gambar 5.3 <i>Assign joint spring</i>	61
Gambar 5.4 <i>Assign</i> beban eksternal H_u	62

Gambar 5.5 Analisis tinggi penjepitan fondasi tiang	63
Gambar 5.6 Variasi ketinggian tiang pancang total	64
Gambar 5.7 Model struktur jembatan <i>slab pile</i> rencana.....	64
Gambar 5.8 Aplikasi beban jalan inspeksi dan parapet.....	66
Gambar 5. 9 Aplikasi beban komponen rel pada area pelat	66
Gambar 5.10 Aplikasi beban kereta dan beban kejut pada area <i>slab</i>	67
Gambar 5.11 Aplikasi beban rem arah X pada pelat.....	67
Gambar 5.12 Aplikasi lateral kereta pada area pelat	67
Gambar 5.13 <i>Input Wind Load Pattern</i> ASCE 7-16.....	68
Gambar 5.14 Aplikasi beban angin tanpa kereta pada area pelat.....	69
Gambar 5. 15 Aplikasi beban angin dengan kereta pada area pelat	69
Gambar 5.16 Respon spektrum gempa rencana	70
Gambar 5.17 Perbandingan percepatan gempa level zona gempa 4	74
Gambar 5.18 Perbandingan percepatan gempa level zona gempa 3	75
Gambar 5.19 Perbandingan percepatan gempa level zona gempa 2	75
Gambar 5.20 Perbandingan percepatan gempa level zona gempa 1	75
Gambar 5.21 Diagram interaksi P-M AISC 360	80
Gambar 5.22 Perbandingan interaksi P-M AISC 360 dan ACI 318-14	81
Gambar 5.23 <i>D/C ratio</i> kombinasi aksial dan lentur.....	87
Gambar 5.24 Perbandingan PMM <i>Ratio</i> (4 m)	88
Gambar 5.25 Perbandingan PMM <i>Ratio</i> (6 m)	89
Gambar 5.26 Perbandingan PMM <i>Ratio</i> (8 m)	89
Gambar 5.27 Tampak atas konfigurasi 25 tiang (bidang X-Y)	94
Gambar 5.28 Tampak depan konfigurasi 25 tiang (bidang Z-Y)	94
Gambar 5.29 Tampak atas konfigurasi 35 tiang (bidang X-Y)	95
Gambar 5.30 Tampak depan konfigurasi 35 tiang (bidang Z-Y)	95
Gambar 5.31 Percepatan reduksi gempa struktur.....	96
Gambar A.1 Gaya geser 2-2 akibat beban 1 gandar	105
Gambar A.2 Gaya lentur 3-3 akibat beban 1 gandar	105
Gambar A.3 Gaya geser 2-2 akibat beban 2 gandar	105
Gambar A.4 Gaya lentur 3-3 akibat beban 2 gandar	105

Gambar A.5 Gaya geser 2-2 akibat beban 3 gandar.....	105
Gambar A.6 Gaya lentur 3-3 akibat beban 3 gandar.....	106
Gambar A.7 Gaya geser 2-2 akibat beban 5 gandar.....	106
Gambar A.8 Gaya lentur 3-3 akibat beban 5 gandar.....	106
Gambar A.9 Gaya geser 2-2 akibat beban 6-7 gandar	106
Gambar A.10 Gaya lentur 3-3 akibat beban 6-7 gandar	106
Gambar A.11 Gaya geser 2-2 akibat beban kereta gerobak.....	106
Gambar A.12 Gaya lentur 3-3 akibat beban kereta gerobak.....	107
Gambar A.13 Gaya geser 2-2 akibat beban lokomotif tender.....	107
Gambar A.14 Gaya lentur 3-3 akibat beban lokomotif tender.....	107
Gambar D.1 M11 Kuat 1 konfigurasi struktur 25 tiang (8m)	118
Gambar H.2 M22 Kuat 1 konfigurasi struktur 25 tiang (8 m)	118
Gambar D.3 V13 Kuat 1 konfigurasi struktur 35 tiang (8 m).....	119
Gambar D.4 Lentur dan geser ultimit <i>pile head</i> di konfigurasi 25 tiang (8 m)...	119
Gambar F.1 F3 konfigurasi struktur 25 tiang (4,6,dan 8 m)	130
Gambar F.2 F3 konfigurasi struktur 35 tiang (8 m)	130
Gambar F.3 F3 konfigurasi struktur 25 tiang (4 m)	131
Gambar F.4 F3 konfigurasi struktur 25 tiang (6 m)	131
Gambar F.5 F3 konfigurasi struktur 35 tiang (8 m)	132
Gambar F.6 F3 konfigurasi struktur 25 tiang (8 m)	132
Gambar H.1 <i>Define material</i> beton rabat dan baja ASTM A252 <i>Grade 3</i>	133
Gambar H.2 <i>Define material</i> beton K-350	133
Gambar H.3 <i>Define material</i> baja tulangan.....	134
Gambar H.4 <i>Input frame section Pile Head</i>	134
Gambar H.5 <i>Input frame section</i> komposit.....	135
Gambar H.6 <i>Input area section</i> sebagai <i>shell thick</i>	135
Gambar H.7 <i>Input link properties</i>	135