

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	15
1.1. Latar Belakang.....	15
1.2. Rumusan Masalah.....	18
1.3. Tujuan Penelitian .....	18
1.4. Batasan Masalah .....	18
1.5. Manfaat Penelitian .....	18
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	20
2.1. Studi Terdahulu .....	20
2.2. Keaslian Penelitian .....	23
BAB 3 LANDASAN TEORI .....	25
3.1. Sifat Mekanika Material .....	25
3.2. Sifat Mekanis Baja Struktur.....	26
3.3. Nilai Faktor Keamanan.....	28
3.4. Teori Kegagalan .....	28
3.5. Analisis Perilaku Girder Menggunakan Software Solidworks .....	31
3.6. Pengujian Beban Pelat .....	32
3.7. Desain Landasan Crane (Crane pad) .....	34
3.8. Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko Pekerjaan di Lapangan .....	36
BAB 4 METODE PENELITIAN .....	41
4.1. Lokasi Jembatan .....	41

4.2.	Data Teknis Jembatan.....	41
4.3.	Tahapan Penelitian .....	44
4.3.1.	Pengumpulan data .....	45
4.3.2.	Spesifikasi Material <i>Girder Steel Box Arch</i> .....	45
4.3.3.	Perhitungan berat sendiri <i>girder</i> .....	47
4.3.4.	Pemodelan <i>girder</i> .....	49
4.3.5.	Pengecekan <i>Mesh Quality</i> pada <i>Girder Steel Box Arch</i> .....	61
4.3.6.	Pengecekan performa <i>girder SB Arch</i> .....	63
4.3.7.	Analisis daya dukung tanah lapangan berdasarkan hasil uji <i>Plate Bearing Test (PBT)</i> .....	63
4.3.8.	Perhitungan beban <i>crane</i> maksimum saat pelaksanaan <i>erection girder</i> .....	66
4.3.9.	Cek kapasitas dukung tanah.....	73
4.3.10.	Perhitungan nilai modulus elastisitas tanah .....	73
4.3.11.	Cek penurunan segera yang terjadi pada fondasi persegi panjang fleksibel .....	73
4.3.12.	Penentuan dimensi <i>rampdoor / crane pad</i> .....	74
4.3.13.	Proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan bentuk pengendaliannya.....	74
4.3.14.	Evaluasi hasil analisis .....	75
BAB 5	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	76
5.1.	Hasil <i>Running Simulasi Girder Steel Box Arch</i> .....	76
5.1.1.	Nilai <i>Von Misses Stress Girder Steel Box Arch</i> .....	76
5.1.2.	Nilai <i>Displacement Girder Steel Box Arch</i> .....	77
5.1.3.	Nilai <i>Safety Factor Girder Steel Box Arch</i> .....	79
5.2.	Analisis Perhitungan Dimensi <i>Rampdoor</i> Sebagai Landasan <i>Crane</i> .....	80
5.2.1.	Rekapitulasi Hasil Uji <i>Plate Bearing Test</i> Lapangan .....	81
5.2.2.	Perhitungan Dimensi <i>Rampdoor Crane</i> .....	81
5.3.	Analisis <i>HIRADC</i> Sebagai Upaya Pengendalian Risiko Pekerjaan .....	87
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN .....	100
6.1.	Kesimpulan .....	100
6.2.	Saran .....	101
DAFTAR PUSTAKA	.....	102
LAMPIRAN	.....	104

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Penetapan tingkat risiko pekerjaan berdasarkan tingkat kekerapan risiko menurut Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 .....	37
Tabel 3.2	Penetapan tingkat risiko pekerjaan berdasarkan tingkat keparahan risiko menurut Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 .....	37
Tabel 3.3	Matriks penilaian risiko pekerjaan menurut Permen PUPR No. 10 Tahun 2021 ...	39
Tabel 4.1	Material baja yang digunakan pada <i>Steel Box Arch Girder</i> Ahmad Yani .....	45
Tabel 4.2	Perhitungan Berat <i>Girder SB Arch</i> Ahmad Yani Upline.....	47
Tabel 4.3	Perhitungan Berat <i>Girder SB Arch</i> Ahmad Yani Downline .....	48
Tabel 4.4	Detail pengaturan <i>mesh</i> pada <i>software Solidworks</i> .....	61
Tabel 4.5	Data beban dan penurunan hasil uji beban pelat pada titik PBT 1 .....	64
Tabel 4.6	Perhitungan berat sendiri <i>crane</i> kapasitas 800 ton .....	66
Tabel 4.7	Perhitungan nilai modulus elastisitas tanah berdasarkan hasil uji beban pelat pada titik PBT 1 .....	73
Tabel 4.8	Nilai indeks pengaruh geometri berdasarkan bentuk fondasi .....	74
Tabel 4.9	Potensi bahaya yang muncul pada pekerjaan <i>adjust girder</i> dan <i>erection girder</i> ....	75
Tabel 5.1	Rekapitulasi nilai tegangan <i>Von Misses</i> berdasarkan komponen <i>girder</i> .....	77
Tabel 5.2	Rekapitulasi nilai <i>safety factor</i> untuk setiap komponen <i>girder</i> .....	80
Tabel 5.3	Rekapitulasi nilai modulus elastisitas tanah hasil uji beban pelat untuk setiap titik PBT.....	81
Tabel 5.4	Rekapitulasi nilai <i>safety factor</i> untuk beban operasional <i>crane</i> terhadap kuat dukung tanah dasar .....	82
Tabel 5.5	Rekapitulasi nilai <i>safety factor</i> beban operasional <i>crane</i> terhadap tanah dasar dengan menggunakan <i>crane pad</i> ukuran 2500 mm x 13250 mm.....	83
Tabel 5.6	Rekapitulasi nilai modulus elastisitas tanah dengan penurunan segera yang terjadi pada pengujian beban pelat dengan kondisi <i>working load</i> .....	84
Tabel 5.7	Rekapitulasi nilai penurunan pada uji beban pelat kondisi <i>working load</i> dan nilai penurunan segera pada <i>crane pad</i> dimensi 2500 mm x 13250 mm.....	85
Tabel 5.8	Rekapitulasi nilai modulus elastisitas tanah dengan penurunan segera yang terjadi pada <i>crane pad</i> ukuran 6000 mm x 18000 mm akibat beban operasional <i>crane</i> ...	85
Tabel 5.9	Rekapitulasi penurunan <i>crane pad</i> 6000 mm x 18000 mm akibat beban operasional <i>crane</i> dengan penurunan pada uji beban pelat dalam kondisi <i>working load</i> .....	85
Tabel 5.10	Rekapitulasi nilai <i>safety factor</i> beban operasional <i>crane</i> terhadap tanah dasar dengan menggunakan <i>crane pad</i> ukuran 6000 mm x 18000 mm.....	86
Tabel 5.11	Penilaian risiko pekerjaan beserta bentuk upaya pengendalian risiko untuk pekerjaan <i>adjust girder</i> dan pekerjaan <i>erection girder SB Arch</i> fase 2 .....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Foto udara <i>girder Steel Box Arch</i> Proyek Tol Becakayu Seksi 2A Ujung.....	15
Gambar 1.2	Visualisasi <i>Girder SB Arch</i> Fase 1, Fase 2, dan Fase 3 .....	16
Gambar 1.3	Ilustrasi pergeseran <i>Girder SB Arch</i> Fase 1 .....	16
Gambar 3.1	(a) Batang prismatis diberi gaya tarik P di kedua ujungnya; (b) Batang prismatis sebelum diberi gaya; (c) Batang prismatis setelah diberi gaya; (d) Tegangan yang terjadi pada batang .....	25
Gambar 3.2	Diagram interaksi tegangan regangan baja .....	26
Gambar 3.3	Diagram tegangan regangan untuk masing-masing jenis baja struktural (Hibbeler, 2011).....	27
Gambar 3.4	Keadaan umum tegangan pada suatu benda .....	29
Gambar 3.5	Skema pengujian beban pelat (Hardiyatmo, 2018) .....	33
Gambar 3.6	Kurva hubungan beban pelat dengan penurunan yang terjadi (Hardiyatmo, 2018) .....	33
Gambar 3.7	Kurva hubungan antara beban per satuan luas dengan penurunan yang terjadi pada tanah menurut SNI 8460 Tahun 2017.....	35
Gambar 4.1	Denah lokasi Jembatan <i>Girder SB Arch</i> Ahmad Yani .....	41
Gambar 4.2	<i>Erection plan SB Arch girder</i> .....	42
Gambar 4.3	Pembagian fase <i>erection Girder SB Arch</i> Ahmad Yani beserta penjelasan mengenai bentang utama dan bentang penghubung.....	42
Gambar 4.4	Bagan alir penelitian .....	44
Gambar 4.5	<i>Material editor</i> pada <i>software Solidworks</i> .....	46
Gambar 4.6	Penggunaan material baja pada <i>girder SB Arch</i> Ahmad Yani .....	47
Gambar 4.7	Contoh garis-garis yang tidak diperlukan yang terdapat pada <i>shopdrawing assembly girder SB Arch</i> Ahmad Yani .....	49
Gambar 4.8	Sketsa penampang <i>bottom flange girder SB Arch</i> .....	50
Gambar 4.9	Hasil import file .DFX ke dalam <i>software Solidworks</i> .....	50
Gambar 4.10	Hasil proses <i>extrude</i> sketsa penampang <i>bottom flange girder SB Arch</i> .....	50
Gambar 4.11	Gambar sketsa tampak atas <i>bottom flange girder SB Arch</i> Ahmad Yani (satuan dalam meter) .....	51
Gambar 4.12	Pengaturan tools <i>cut extrude</i> beserta implementasinya (bagian highlight warna kuning akan terpotong) .....	51
Gambar 4.13	Hasil akhir bentuk <i>bottom flange girder SB Arch</i> .....	52
Gambar 4.14	Contoh <i>mates Solidworks</i> 1, pertemuan <i>face</i> dengan <i>face</i> .....	52
Gambar 4.15	Contoh <i>mates Solidworks</i> 2, pertemuan <i>edge</i> dengan <i>edge</i> .....	53

Gambar 4.16	Contoh <i>mates Solidworks</i> 3, pertemuan point dengan point .....	53
Gambar 4.17	Hasil akhir pemodelan <i>girder SB Arch</i> Ahmad Yani G5 UL.....	53
Gambar 4.18	PEB 346 dan PEB 347 sebagai acuan elevasi <i>Girder SB Arch</i> Fase 1.....	54
Gambar 4.19	<i>Temporary bearing girder</i> PEB 346 (kiri) dan PEB 347 (kanan).....	54
Gambar 4.20	Model kepala <i>hand pump hydraulic jack</i> kapasitas 50 ton .....	55
Gambar 4.21	Jendela pengaturan interaksi antar komponen <i>girder</i> .....	55
Gambar 4.22	Jendela pengaturan interaksi antara <i>girder</i> dengan tumpuan sementara dengan nilai koefisien friksi sebesar 0,04.....	56
Gambar 4.23	Model interaksi antara <i>girder</i> dengan tumpuan sementara .....	56
Gambar 4.24	Notasi <i>fixture fixed</i> pada model <i>temporary support</i> PEB 346 (kiri) dan PEB 347 (kanan) .....	57
Gambar 4.25	Pengaturan on <i>flat faces</i> simulasi <i>adjust girder</i> .....	58
Gambar 4.26	Notasi pergeseran on <i>flat faces</i> pada model kepala <i>hydraulic jack</i> .....	58
Gambar 4.27	Jendela pengaturan tumpuan <i>roll</i> pada bagian terluar <i>crossbeam</i> .....	59
Gambar 4.28	Model tumpuan <i>roll</i> pada bagian terluar <i>crossbeam</i> .....	59
Gambar 4.29	Pengaturan <i>meshing</i> model pada <i>software Solidworks</i> .....	60
Gambar 4.30	Pengaturan <i>output</i> hasil analisis pada <i>software Solidworks</i> .....	61
Gambar 4.31	Hasil <i>meshing</i> pada <i>girder</i> dengan menggunakan <i>software Solidworks</i> .....	62
Gambar 4.32	Lokasi titik pengujian <i>plate bearing test</i> (PBT).....	64
Gambar 4.33	Grafik penurunan tanah hasil uji PBT titik 1 .....	65
Gambar 4.34	Grafik penurunan tanah hasil uji PBT titik 1 dalam skala logaritma .....	65
Gambar 4.35	Penentuan nilai daya dukung tanah pada titik uji PBT 1 yang ditunjukkan dengan garis merah putus-putus .....	66
Gambar 4.36	<i>Basic machine</i> (Sany Crane, 2020).....	67
Gambar 4.37	<i>Carbody with quick connector ring</i> (Sany Crane, 2020).....	67
Gambar 4.38	<i>Crawler assembly</i> (Sany Crane, 2020).....	68
Gambar 4.39	<i>Boom base</i> (H2) (Sany Crane, 2020).....	68
Gambar 4.40	<i>12m transition section</i> (H4) (Sany Crane, 2020).....	68
Gambar 4.41	<i>3m boom insert</i> (Sany Crane, 2020).....	69
Gambar 4.42	<i>6m boom insert</i> (H6) (Sany Crane, 2020) .....	69
Gambar 4.43	<i>12m boom insert B</i> (H8B) (Sany Crane, 2020) .....	69
Gambar 4.44	<i>Boom hoist mast</i> (Sany Crane, 2020) .....	70
Gambar 4.45	<i>Luffing jib top</i> (LJ1) (Sany Crane, 2020) .....	70
Gambar 4.46	<i>Fixed jib assembly</i> (Sany Crane, 2020) .....	70

Gambar 4.47	<i>Superlift counterweight frame</i> (Sany Crane, 2020) .....	70
Gambar 4.48	<i>Superlift counterweight strut</i> (Sany Crane, 2020) .....	71
Gambar 4.49	<i>Connecting tip</i> (H9A) (Sany Crane, 2020) .....	71
Gambar 4.50	<i>Connecting tip</i> (H9B) (Sany Crane, 2020) .....	71
Gambar 4.51	Pulley block (800t) (Sany Crane, 2020) .....	71
Gambar 4.52	10t <i>counterweight</i> (Sany Crane, 2020) .....	72
Gambar 4.53	800t hook (Sany Crane, 2020) .....	72
Gambar 4.54	18t hook (Sany Crane, 2020) .....	72
Gambar 5.1	<i>Von Misses stress</i> maksimum dan minimum pada <i>girder</i> akibat proses <i>jacking</i> .	76
Gambar 5.2	Tegangan <i>Von Misses</i> maksimum pada bidang kontak antara kepala <i>hydraulic jack</i> dengan <i>girder</i> .....	77
Gambar 5.3	Nilai pergeseran maksimum dan minimum arah sumbu x pada <i>girder</i> .....	78
Gambar 5.4	Nilai pergeseran maksimum dan minimum arah sumbu y pada <i>girder</i> .....	78
Gambar 5.5	Nilai pergeseran maksimum dan minimum arah sumbu z pada <i>girder</i> .....	79
Gambar 5.6	Nilai total pergeseran maksimum dan minimum pada <i>girder</i> .....	79
Gambar 5.7	Nilai <i>safety factor</i> minimum dan maksimum pada <i>girder</i> .....	80
Gambar 5.8	Dimensi roda dan main body <i>crane</i> kapasitas 800 ton (satuan dalam mm) .....	82
Gambar 5.9	Dimensi <i>crane pad</i> ukuran 2500 mm x 13250 mm (satuan dalam mm) .....	83
Gambar 5.10	Dimensi <i>crane pad</i> ukuran 6000 mm x 18000 mm (satuan dalam mm) .....	86