

## DESAIN ULANG STRUKTUR BAWAH JEMBATAN KARANGGONGSO I STA 6+365 PADA PROYEK JLS LOT 6

Muhammad Fayruz Rizqi<sup>1,\*</sup>, Moch. Sholeh<sup>2</sup>, Wahiddin<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>

Koresponden\*, Email: [faryuzrizqi@gmail.com](mailto:faryuzrizqi@gmail.com)<sup>1</sup>, [moch.sholeh@polinema.ac.id](mailto:moch.sholeh@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [wahiddin@polinema.ac.id](mailto:wahiddin@polinema.ac.id)<sup>3</sup>.

### ABSTRAK

Jembatan Karanggongso I STA 6+365 pada Proyek JLS Lot 6 menghubungkan antara wilayah Kecamatan Prigi dan Kecamatan Nglarap yang menjadi akses penting bagi kelangsungan ekonomi provinsi. Bertujuan untuk mencari alternatif perencanaan yang kondisi *existing* menggunakan fondasi *bored pile* diubah menjadi *spun pile*, dikarenakan pelaksanaan pekerjaan *spun pile* tidak terpengaruh oleh cuaca yang berubah-ubah karena lokasi proyek yang berada didekat pantai. Analisis pembebanan struktur atas dan *abutment* menggunakan perhitungan 3D dengan *software* STAAD.Pro CONNECT Edition. Data yang dibutuhkan antara lain *bore log* N-SPT dan parameter tanah digunakan untuk menghitung analisis daya dukung tiang tunggal, daya dukung tiang kelompok, daya dukung lateral tiang kelompok, dan penurunan tiang. Perubahan dimensi plat lantai struktur atas dikarenakan perubahan jarak as-as *PC-I Girder* menjadi **1.85 mm**, skema pembebanan kendaraan pada plat lantai berubah menjadi 3 lajur, dan dimensi trotoar diperkecil. Perubahan dimensi *abutment* menyesuaikan dimensi struktur atas dan mutu beton *abutment*  $f'_c$  **25 MPa**. Spesifikasi fondasi yang dihasilkan berdimensi **0.6 m** dengan kelas **C** berjumlah 21 buah dengan konfigurasi **3 × 7**. Analisis daya dukung pada *abutment* I, daya dukung tiang tunggal senilai **510.63 kN**, daya dukung tiang kelompok senilai **10723.32 kN**, daya dukung lateral tiang kelompok senilai **15680.25 kN**, dan penurunan tiang senilai **3.50 cm**. Analisis daya dukung pada *abutment* II, daya dukung tiang tunggal senilai **496.46 kN**, daya dukung tiang kelompok senilai **10425.65 kN**, daya dukung lateral tiang kelompok senilai **13394.32 kN**, dan penurunan tiang senilai **3.92 cm**.

**Kata kunci** : Jembatan Karanggongso I; *Spun Pile*; Perhitungan 3D

### ABSTRACT

The Karanggongso I STA 6+365 Bridge in the JLS Lot 6 Project connects the Prigi and Nglarap sub-districts, which are important accesses for the province's economic continuity. Aims to find alternative planning in which the existing conditions using the *bored pile* foundation are converted into *spun pile* foundation, because the implementation of the *spun pile* foundation is not affected by changing weather due to the project location is near the coast. Analysis of the loading of the upper structure and *abutments* using 3D calculations with STAAD.Pro CONNECT Edition software. The data needed include *bore log* N-SPT and soil parameters used to calculate the analysis of single pile bearing capacity, group pile bearing capacity, group pile lateral bearing capacity, and pile settlement. Dimensions changes in floor plate due to the changes of the *PC-I Girder* axle distance to 1.85 mm, the vehicle loading scheme on the floor plate changes to 3 lanes, and the dimensions of the pavement were reduced. Changes in *abutment* dimensions due to changes of the superstructure, the quality of the *abutment* concrete  $f'_c$  25 MPa. The foundation specifications have dimensions of 0.6 m with class C totaling 21 pieces with a 3 × 7 configuration. Analysis of the bearing capacity of *abutment* I, the single pile bearing capacity is 510.63 kN, the group pile bearing capacity is 10723.32 kN, the group pile lateral bearing capacity is 15680.25 kN, and the pile settlement is 3.50 cm. Analysis of the bearing capacity of the *abutment* II, the single pile bearing capacity is 496.46 kN, the group pile bearing capacity is 10425.65 kN, the group pile lateral bearing capacity is 13394.32 kN, and the pile settlement is 3.92 cm.

**Keywords** : Karanggongso I Bridge; *Spun Pile*; 3D Calculation

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di kawasan selatan Jawa Timur adalah melalui pembangunan Jalur Lintas Selatan (JLS) yang dimulai pada tahun 2002, sehingga mampu mengurangi kesenjangan ekonomi antar wilayah serta mampu meningkatkan investasi di kawasan selatan Jawa Timur. Jembatan adalah salah satu jenis struktur bangunan yang direncanakan untuk mempermudah akses dalam hal transportasi yang terputus atau terhalang sungai, jurang, rel kereta api, ataupun jalan raya. Konstruksi jembatan harus direncanakan sesuai dengan standar terbaru yang berlaku di Indonesia.

Bangunan bawah yang akan ditinjau oleh Penulis adalah pekerjaan *abutment* dan pekerjaan *bored pile*. Karena keadaan cuaca yang tidak menentu dan medan yang sulit diakses, dan menyebabkan proses pelaksanaan pekerjaan telat. Selain itu sebagai salah satu alternatif konstruksi terutama pada pekerjaan fondasi, penulis merencanakan ulang dengan perbedaan pada fondasi yaitu yang awalnya menggunakan fondasi bored pile menjadi tiang pancang, dan proses analisis pembebanannya menggunakan software 3D.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis menjadikan masalah tersebut sebagai skripsi yang berjudul "Desain Ulang Struktur Bawah Jembatan Karanggongso I STA 6+365 pada Proyek JLS Lot 6".

## 2. METODE

Peninjauan langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi *existing* dan penentuan titik koordinat. Serta menentukan nilai PGA, tekanan angin, muka air banjir, dan *type abutment* modifikasi dari DED jembatan *existing*. Apakah mampu dilakukan desain ulang sesuai dengan perencanaan jembatan Karanggongso I STA 6+365 pada Proyek JLS Lot 6.

Nilai PGA untuk menghitung pengaruh gempa dan tekanan tanah akibat gempa didapat pada situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>. Ketinggian lokasi konstruksi dari MAL juga diperhitungkan untuk menghitung tekanan angin. Data *bore log* N-SPT dan parameter tanah digunakan dalam perhitungan daya dukung tiang tunggal, daya dukung tiang kelompok, daya dukung lateral tiang kelompok, dan penurunan tiang.

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul, kemudian dilakukan analisa dan pengolahan data yaitu *preliminary design* sesuai dengan Perencanaan Jembatan, dan Perencanaan Pondasi Jembatan yang dikeluarkan oleh NSPK Jembatan PU. Tujuan dilakukannya *preliminary design* ialah untuk menentukan dimensi dan elemen struktur. Selanjutnya dilakukan analisis elemen struktur atas jembatan

dan *abutment* menggunakan *software* STAAD.Pro CONNECT Edition.

Pembebanan jembatan mengacu pada SNI 1725:2016 tentang Pembebanan untuk Jembatan, pembebanan dan kombinasi pembebanan harus sesuai dengan kondisi *existing* pada lapangan. Perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 2833:2016 tentang Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa sebagai acuan untuk menghitung beban gempa pada struktur atas dan tekanan tanah akibat gempa pada *abutment*. Sedangkan untuk perencanaan dan persyaratan beton *structural* mengacu pada RSNi T-12-2004 dan SNI 2847:2019 yang dihitung secara manual, penulangan *abutment* harus memenuhi kuat lentur dan kuat geser.

Beban yang telah dianalisis kemudian disalurkan pada fondasi, perencanaan dimensi dan jumlah fondasi mengacu pada jenis tanah, pengujian tanah yang digunakan, dan spesifikasi pabrik. Persyaratan tentang penurunan fondasi mengacu pada SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Dari acuan tersebut tanah yang berada pada lokasi proyek yaitu lempung, pengujian tanah menggunakan menggunakan *bore log* N-SPT, dan spesifikasi dari PT Wijaya Karya Beton Tbk. Penulis memakai banyak pakar dikarenakan harus dilakukan korelasi nilai  $K$  terhadap nilai  $c_u(p)$ .

Daya dukung tiang tunggal oleh Terzaghi and Peck (1967) :

$$Q_{all} = \frac{(9 \times c_u \times A_p) + \{\sum p \times \Delta L \times \alpha \times c_u\}}{FS} \quad (1)$$

Daya dukung tiang kelompok metode Konfigurasi Kelompok Tiang :

$$Q_{g(all)} = \frac{n_1 \times n_2 \times \{[9 \times A_p \times c_u(p)] + [\sum \alpha \times c_u(s) \times p \times \Delta L]\}}{FS} \quad (2)$$

Daya dukung tiang kelompok metode Dimensi Tiang  $L_g \times B_g \times L$  :

$$Q_{g(all)} = \frac{\{N_c \times c_u(p) \times (L_g \times B_g)\} + [\sum 2 \times (L_g + B_g) \times c_u(s) \times \Delta L]}{FS} \quad (3)$$

Dari persamaan (2) dan (3) diambil nilai terkecil untuk menentukan nilai daya dukung tiang kelompok

**Tabel 1** Jarak Minimum Tiang (Teng 1962)<sup>[1]</sup>

Fungsi Tiang	Jarak minimum as – as
Tiang Dukung Ujung dalam Lapisan Keras	$2d - 2.5d$ atau $75cm$

Jarak minimum antar tiang oleh Fellenius (2006) :

$$s = (2.5 \times d) + (0.02 \times L) \quad (4)$$

Untuk menghitung daya dukung lateral tiang kelompok oleh Broms (1965) dibagi menjadi 4 kriteria, yaitu :

$$\text{Tiang pendek ujung tiang bebas } \beta \times L \leq 15mm \quad (5)$$

$$\text{Tiang pendek ujung tiang jepit } \beta \times L \leq 5mm \quad (6)$$

$$\text{Tiang panjang ujung tiang bebas } \beta \times L \geq 25mm \quad (7)$$

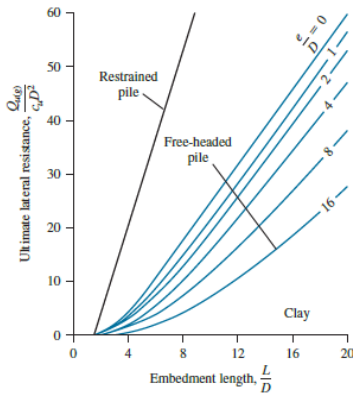
$$\text{Tiang panjang ujung tiang jepit } \beta \times L \geq 15mm \quad (8)$$

Setelah mengetahui kriteria dari tiang, maka dihitunglah nilai  $\frac{L}{D}$  (untuk tiang ujung jepit) dan  $\frac{e}{D}$  (untuk tiang ujung

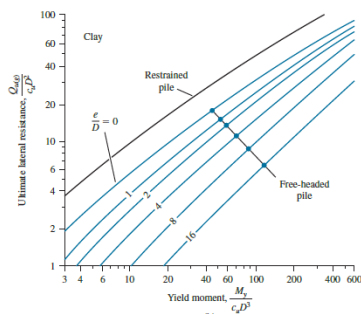
bebas) pada tiang pendek. Atau  $\frac{M_y}{c_u \times D^3}$  (untuk tiang ujung jepit) dan  $\frac{e}{D}$  (untuk tiang ujung bebas) pada tiang panjang.

Daya dukung lateral tiang kelompok oleh Broms (1965) dimana nilai  $Q_{u(g)}$  didapat dari Gambar 1 dan Gambar 2 :

$$Q_g = \frac{Q_{u(g)}}{FS} \quad (9)$$



Gambar 1 Grafik Solusi Metode Broms (1965) untuk Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Pendek<sup>[2]</sup>



Gambar 2 Grafik Solusi Metode Broms (1965) untuk Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Panjang<sup>[2]</sup>

Persyaratan penurunan fondasi yang harus dipenuhi mengacu pada SNI 8460:2017 yaitu  $S_{hitung} < S_{izin}$  :

$$S_{g(e)} < 15 \text{ cm} + \left(\frac{b}{600}\right) \quad (10)$$

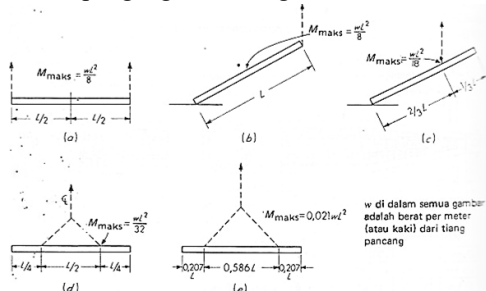
Nilai dari  $S_{g(e)}$  menurut Vesic (1969 dan 1977) pada tanah lempung :

$$S_{g(e)} = \left[ \left\{ \frac{L \times (Q_{wp} + \xi Q_{ws})}{A_p \times E_p} \right\} + \left( \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p} \right) + \left( \frac{Q_{ws} \times C_s}{L \times q_p} \right) \right] \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \quad (11)$$

Distribusi beban pada kelompok tiang :

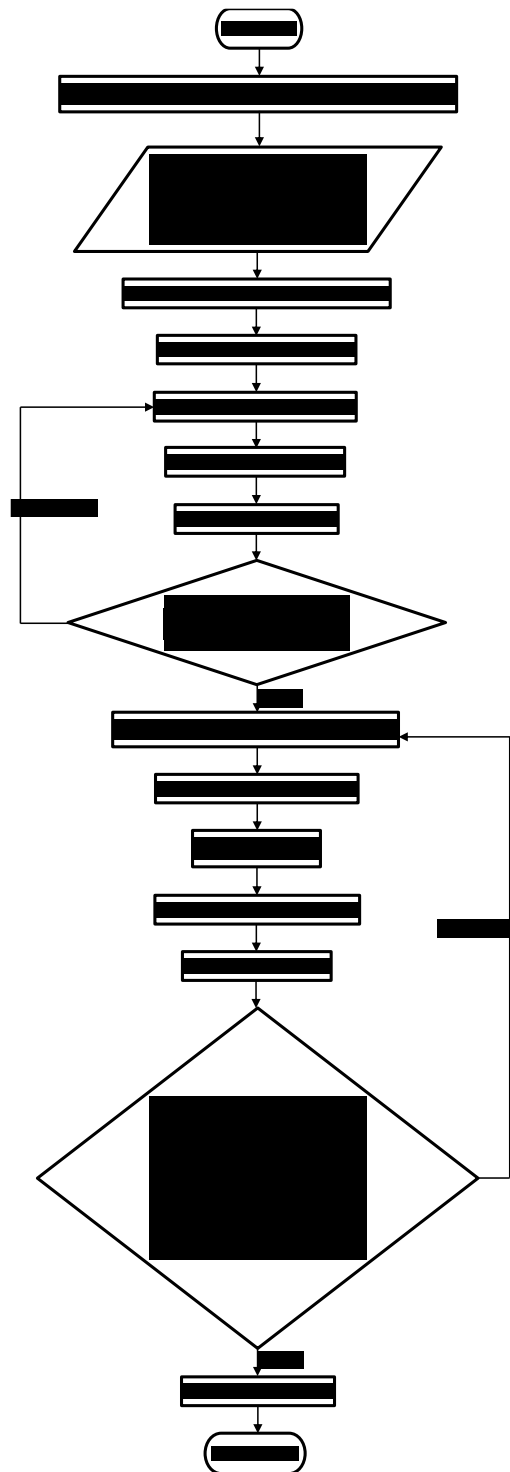
$$Q_i (all) > \frac{P_v}{n} \pm \frac{M_x \times S_y(i)}{\sum y^2} \pm \frac{M_y \times S_x(i)}{\sum x^2} \quad (12)$$

Titik berat pengangkatan tiang :



Gambar 3 Momen Lentur Pengangkatan Tiang Precast<sup>[1]</sup>

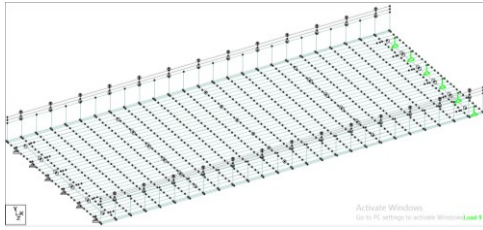
Selain detail penulangan, juga direncanakan pula metode pelaksanaan yang praktis, efisien, dan aman apabila digunakan dalam kondisi yang tepat, dapat membantu penyelesaian proses pekerjaan konstruksi, bahkan dapat mempercepat pembangunan konstruksinya. Sehingga diterapkan prinsip tepat mutu, tepat waktu, tepat biaya, dan tepat K3.



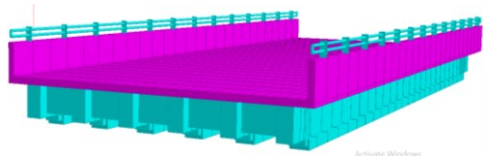
Gambar 4 Bagan Alir  
Sumber : Hasil Analisis

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kombinasi pembebanan yang bekerja pada elemen struktur atas jembatan yaitu Kuat I, II, III, IV, dan V; Ekstrem I dan II; Daya Layan I, II, III, dan IV sesuai dengan kondisi *existing*, rencana pembebanan dan SNI 1725:2016

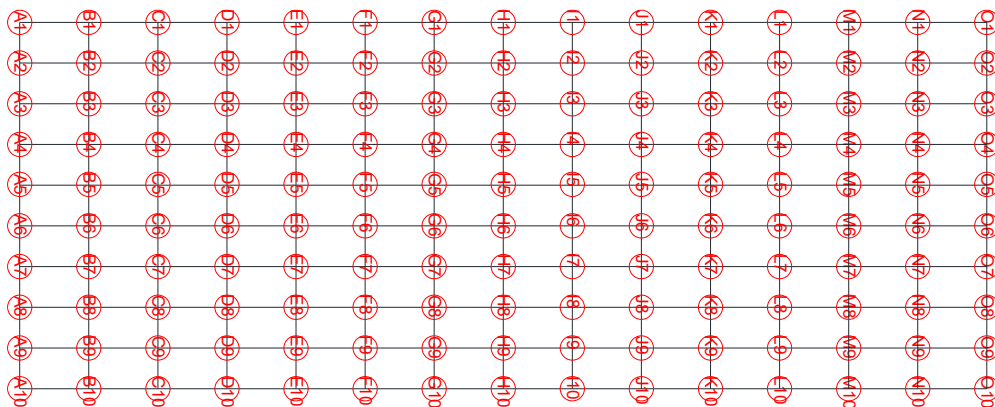
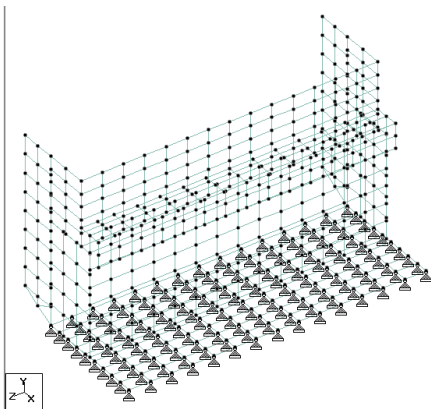


**Gambar 5** Geometri Struktur Atas Jembatan pada Software STAAD.Pro CONNECT Edition  
Sumber : Hasil Analisis



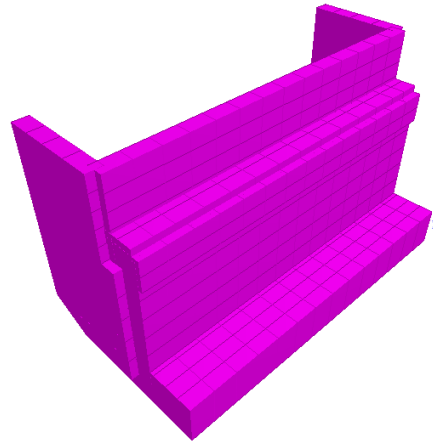
**Gambar 6** 3D Rendering Geometri Struktur Atas pada Software STAAD.Pro CONNECT Edition  
Sumber : Hasil Analisis

Kombinasi pembebanan yang bekerja pada elemen *abutment* yaitu Kuat I, II, III, IV, dan V; Ekstrem I dan II; Daya Layan I, II, III, dan IV sesuai dengan kondisi *existing*, rencana pembebanan dan SNI 1725:2016.



**Gambar 9** Skema Node Perletakan Pile Cap Abutment  
Sumber : Hasil Analisis

**Gambar 7** Geometri *Abutment* Jembatan pada Software STAAD.Pro CONNECT Edition  
Sumber : Hasil Analisis



**Gambar 8** 3D Rendering Geometri Abutment pada Software STAAD.Pro CONNECT Edition  
Sumber : Hasil Analisis

Dikarenakan pada software STAAD.Pro CONNECT Edition tidak ada jenis tumpuan berupa pelat, maka tumpuan pada *pile cap* dimodelkan sebagai tumpuan *pinned* yang menghasilkan reaksi  $F_x, F_y, dan F_z$  tanpa adanya nilai momen.

Gaya yang bekerja sesuai pada arah  $x, y, dan z$  pada girder 1-6 perletakan node 1, 10, 19, 28, 37, dan 46 (Tumpuan A) diteruskan *abutment* pada *placement plate* dan ditinjau pada perletakan *abutment*.

Ditambah dengan beban dari tekanan tanah aktif akibat tanah urugan, tekanan aktif akibat beban merata, tekanan aktif akibat beban lalu lintas, dan tekanan aktif akibat beban gempa yang bekerja pada arah  $x$ . Jarak antar nodal pada perletakan *pile cap* arah  $z$  yaitu 0.85 meter dan untuk arah  $x$  yaitu 0.5 meter menghasilkan perletakan yang berjumlah 150 titik dengan skema dan hasil sebagai berikut :

**Tabel 2** Rekap *Primary Load* pada Seluruh Tumpuan

	Force-X kN	Force-Y kN	Force-Z kN
SUM	-10994.943	9397.746	-641.068

Sumber : Hasil Analisis

**Tabel 3** Rekap *Combination Load* pada Seluruh Tumpuan

	Force-X kN	Force-Y kN	Force-Z kN
SUM	-151132.230	115894.268	-2075.585

Sumber : Hasil Analisis

Penulangan pada *pile cap* didapat dari hasil analisis *plate stresses software* STAAD.Pro CONNECT Edition :

**Tabel 4** Rekap *Plate Stresses Pile Cap* Nilai Maksimal

	SQX kN/m <sup>2</sup>	SQY kN/m <sup>2</sup>	MX kN- m/m	MY kN- m/m	MX Y kN-m/m
MAX	3926.609	1466.247	3937.496	807.433	2070.856

Sumber : Hasil Analisis

Didapat dimensi tulangan pada *pile cap* :

- Lentur D40 – 45
- Bagi D19 – 45
- Geser Ø22 – 300 (14 Kaki)

Penulangan pada *breast wall* didapat dari hasil analisis *plate stresses software* STAAD.Pro CONNECT Edition :

**Tabel 5** Rekap *Plate Stresses Breast Wall* Nilai Maksimal

	SQX kN/m <sup>2</sup>	SQY kN/m <sup>2</sup>	MX kN- m/m	MY kN- m/m	MX Y kN-m/m
MAX	3597.667	2359.117	3851.225	423.980	893.241

Sumber : Hasil Analisis

Didapat dimensi tulangan pada *breast wall* :

- Lentur D50 – 90
- Bagi D32 – 180
- Geser Ø22 – 300 (14 Kaki)

Penulangan pada *placement plate* didapat dari hasil analisis *plate stresses software* STAAD.Pro CONNECT Edition :

**Tabel 6** Rekap *Plate Stresses Placement Plate* Nilai Maksimal

	SQX kN/m <sup>2</sup>	SQY kN/m <sup>2</sup>	MX kN- m/m	MY kN- m/m	MX Y kN-m/m
MAX	-2134.208	4252.735	131.056	1287.473	213.689

Sumber : Hasil Analisis

Didapat dimensi tulangan pada *placement plate* :

- Lentur D32 – 45
- Bagi D22 – 90
- Geser Ø22 – 300 (14 Kaki)

Penulangan pada *corbel* didapat dari hasil analisis *plate stresses software* STAAD.Pro CONNECT Edition :

**Tabel 7** Rekap *Plate Stresses Corbel* Nilai Maksimal

	SQX kN/m <sup>2</sup>	SQY kN/m <sup>2</sup>	MX kN- m/m	MY kN- m/m	MX Y kN-m/m
MAX	143.733	194.221	20.652	224.684	42.875

Sumber : Hasil Analisis

Didapat dimensi tulangan pada *corbel* :

- Lentur D25 – 45
- Bagi D16 – 90
- Geser Ø22 – 300 (14 Kaki)

Penulangan pada *back wall* didapat dari hasil analisis *plate stresses software* STAAD.Pro CONNECT Edition :

**Tabel 8** Rekap *Plate Stresses Back Wall* Nilai Maksimal

	SQX kN/m <sup>2</sup>	SQY kN/m <sup>2</sup>	MX kN- m/m	MY kN- m/m	MX Y kN-m/m
MAX	799.519	1399.821	385.264	117.522	62.027

Sumber : Hasil Analisis

Didapat dimensi tulangan pada *back wall* :

- Lentur D32 – 90
- Bagi D22 – 180
- Geser Ø22 – 300 (14 Kaki)

Penulangan pada *wing wall* didapat dari hasil analisis *plate stresses software* STAAD.Pro CONNECT Edition :

**Tabel 9** Rekap *Plate Stresses Wing Wall* Nilai Maksimal

	SQX kN/m <sup>2</sup>	SQY kN/m <sup>2</sup>	MX kN- m/m	MY kN- m/m	MX Y kN-m/m
MAX	1951.813	1199.033	-721.865	498.412	310.880

Sumber : Hasil Analisis

Didapat dimensi tulangan pada *wing wall* :

- Lentur D32 – 90
- Bagi D22 – 180
- Geser Ø22 – 300 (14 Kaki)

Spesifikasi dimensi fondasi yang pakai dari PT Wijaya Karya Beton Tbk

**Tabel 10** Spesifikasi *Precast Prestressed Concrete Pretension Spun Pile* yang dipakai

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Section Inertia (cm <sup>4</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile** (m)
						Crack* (ton.m)	Break (ton.m)			
600	100	1570.80	510508.81	393	C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 – 20

Concrete Compressive Strength  $f'_c = 52\text{MPa}$  (Cube 600 kg/cm<sup>2</sup>)

\*Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)

\*\* Length of Pile may Exceed Usual Standard whenever Lifted in Certain Position

Sumber : Katalog Produk PT Wijaya Karya Beton Tbk

Kedalaman rencana *abutment I* 9 meter dan *abutment II* 8 meter. Jumlah fondasi pada tiap *abutment* adalah 21 buah, konfigurasi rencana yaitu 3 × 7

Jarak minimal antar fondasi dari Persamaan (4) dan Tabel 1 :

Jarak minimal antar fondasi arah  $x$ , maka  $s = 2.5 \times 600 = 1500 \text{ mm}$

Jarak minimal antar fondasi arah  $z$ , maka  $s = (2.5 \times 600) + (0.02 \times 8) = 1660 \text{ mm}$

Maka jarak pakai antar fondasi arah  $x$  adalah  $1500 \text{ mm}$  dan jarak antar fondasi arah  $z$  adalah  $1700 \text{ mm}$

Daya dukung tiang tunggal *abutment* I dari Persamaan (1) :

$$Q_{\text{all}} = \frac{(9 \times 234 \times 0.283) + \{1.88 \times 9 \times 55.2\}}{3} = 52.1 \text{ ton}$$

Daya dukung tiang tunggal *abutment* II dari Persamaan (1) :

$$Q_{\text{all}} = \frac{(9 \times 234 \times 0.283) + \{1.88 \times 8 \times 59.3\}}{3} = 50.6 \text{ ton}$$

Daya dukung tiang kelompok *abutment* I dari Persamaan (2) dan Persamaan (3)

$$Q_{g(\text{all})} = \frac{n_1 \times n_2 \times (Q_p + Q_s)}{FS} = \frac{3 \times 7 \times 1531.9}{3} = 10723.32 \text{ kN}$$

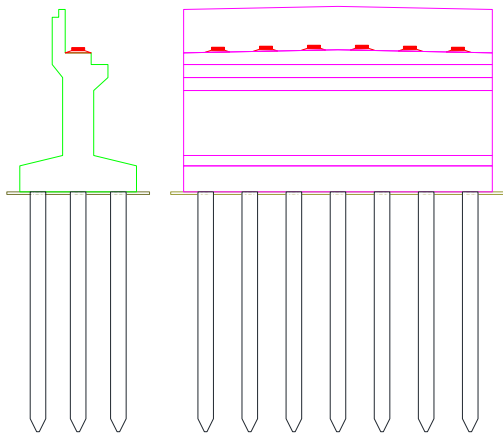
$Q_{g(\text{all})} > P_v$  dari **Tabel 2, IYA**

Daya dukung tiang kelompok *abutment* II dari Persamaan (2) dan Persamaan (3)

$$Q_{g(\text{all})} = \frac{n_1 \times n_2 \times (Q_p + Q_s)}{FS} = \frac{3 \times 7 \times 1489.38}{3} = 10425.65 \text{ kN}$$

$Q_{g(\text{all})} > P_v$  dari **Tabel 2, IYA**

Distribusi beban dari struktur atas dan *abutment* tidak terjadi eksentrisitas terhadap sumbu  $x$  dan sumbu  $z$ , maka tidak terdapat momen yang bisa memengaruhi distribusi beban pada kelompok tiang.



Gambar 10 Layout Beban dari Struktur Atas sampai Fondasi  
Sumber : Hasil Analisis

Nilai distribusi beban kelompok tiang dari Persamaan (12) dan **Tabel 2** :

$$Q_{i(\text{all})} = \frac{P_v}{n} = \frac{9397.746}{3 \times 7} = 447.51 \text{ kN}$$

Kriteria fondasi pada *abutment* I dan II dari Persamaan (5) sampai (8) dianggap sebagai Tiang Pendek Ujung Tiang Jepit :

$$\sqrt[4]{\frac{K_h \times D}{4 \times E_p \times I_p}} \times L \leq 5 \text{ mm}$$

$$\sqrt[4]{\frac{8296.43 \times 0.6}{4 \times 38804236.02 \times 0.0051}} \times 8 \leq 5 \text{ mm}$$

$$2.23 \text{ mm} \leq 5 \text{ mm}$$

Nilai daya dukung lateral pada *abutment* I dari Persamaan (9) dan **Gambar 1** :

$$Q_g = \frac{15 \times c_u \times D^2}{FS} = \frac{15 \times 69.14 \times 0.6^2}{3} = 746.68 \text{ kN}$$

$$Q_{g(\text{all})} = Q_g \times 21 = 15680.25 \text{ kN}$$

$Q_{g(\text{all})} > P_h$  dari **Tabel 2, IYA**

Nilai daya dukung lateral pada *abutment* II dari Persamaan (9) dan **Gambar 1** :

$$Q_g = \frac{13.33 \times c_u \times D^2}{FS} = \frac{13.33 \times 66.44 \times 0.6^2}{3} = 637.82 \text{ kN}$$

$$Q_{g(\text{all})} = Q_g \times 21 = 13394.32 \text{ kN}$$

$Q_{g(\text{all})} > P_h$  dari **Tabel 2, IYA**

Nilai penurunan tiang pada *abutment* I dari Persamaan (11) dan Persyaratan (10) :

$$S_{g(e)} = [0.00043 + 0.011 + 0.0023] \times \sqrt{\frac{3.7}{0.6}} = 0.035 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 3.503177 \text{ cm}$$

$$3.503177 \text{ cm} < 15.9167 \text{ cm, IYA}$$

Nilai penurunan tiang pada *abutment* II dari Persamaan (11) dan Persyaratan (10) :

$$S_{g(e)} = [0.00284 + 0.0126 + 0.0004] \times \sqrt{\frac{3.7}{0.6}} = 0.039 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 3.91918 \text{ cm}$$

$$3.91918 \text{ cm} < 15.9167 \text{ cm, IYA}$$

Titik berat pengangkatan untuk *abutment* I dan II menggunakan metode (c) dari **Gambar 3** dikarenakan lahan yang sempit, alasan biaya, dan memudahkan metode pelaksanaan :

$$M_{\text{maks}} = \frac{w \times L^2}{18} = \frac{3.85 \times 9^2}{18} = 17.3431 \text{ kNm}$$

Dari **Tabel 10** nilai *crack* pada *bending moment* dibanding dengan  $M_{\text{maks}}$  :

$$17.3431 \text{ kNm} < 284.393 \text{ kNm, IYA}$$

Metode pelaksanaan yang pertama yaitu pekerjaan persiapan. Didalamnya ada pembangunan site plan; *stripping* area lokasi; pekerjaan galian; pekerjaan *surveying*; dan mobilisasi alat pancang dan material. Kemudian pekerjaan pemancangan fondasi, dipersiapkanlah alur pemancangan; pengangkatan tiang; dan pemancangan tiang. Selanjutnya pekerjaan *abutment*, yang pertama dilakukan yaitu pekerjaan persiapan; pembesian dan pengecoran tiang pancang (isian tiang); pemasangan bekesting, penulangan, dan pengecoran *pile cap*; pelaksanaan *breast wall*, *corbel*, *back wall*, dan *wing wall*; dan pelaksanaan *bearing pad* / bantalan *elastomer*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis daya dukung tiang tunggal, tiang kelompok, tahanan lateral, dan penurunan fondasi jembatan karanggongso I STA 6+365 JLS Lot 6

Analisis daya dukung pada *abutment* I :

Daya Dukung Tiang Tunggal	$Q_{all} = 510.634 \text{ kN}$
Daya Dukung Tiang Kelompok	$Q_{g(all)} = 10723.32 \text{ kN}$
Daya Dukung Lateral Tiang Kelompok	$Q_{g(all)} = 15680.245 \text{ kN}$
Penurunan Tiang	$S_{g(e)} = 3.503177 \text{ cm}$
Analisis daya dukung pada <i>abutment</i> II :	
Daya Dukung Tiang Tunggal	$Q_{all} = 496.46 \text{ kN}$
Daya Dukung Tiang Kelompok	$Q_{g(all)} = 10425.65 \text{ kN}$
Daya Dukung Lateral Tiang Kelompok	$Q_{g(all)} = 13394.315 \text{ kN}$
Penurunan Tiang	$S_{g(e)} = 3.91918 \text{ cm}$

2. Dimensi Abutment dan Tiang Pancang Jembatan Karanggongso I STA 3+365 JLS Lot 6

Dimensi abutment terdiri dari 10 potongan; potongan 1 adalah *breast wall*; potongan 2-4 adalah *pile cap*; potongan 5, 9 dan 10 adalah *back wall*; dan potongan 6 dan 7 adalah *corbel*.

Dimensi fondasi menggunakan diameter 0.6 m dengan kelas fondasi C, fondasi menggunakan model *precast prestressed concrete spun pile* dari PT Wijaya Karya Beton Tbk. Pada *abutment* I kedalaman fondasi yaitu 9 m, sementara *abutment* II kedalaman fondasi yaitu 8 m.

3. Penulangan *Abutment* dan Tiang Pancang Jembatan Karanggongso I STA 6+365 JLS Lot 6 Penulangan *Abutment* dan Tiang Pancang Jembatan Karanggongso I STA 6+365 JLS Lot 6

Penulangan pada *abutment* sudah didapat hasilnya pada point Hasil dan Pembahasan. Penulangan pada tiang pancang tidak diperhitungkan, dikarenakan perhitungan daya dukung tiang tunggal, kelompok, lateral, dan penurunan tiang memenuhi izin terhadap angka keamanan dan kontrol terhadap pembebanan dari struktur atas.

4. *Work Method Statement* *Abutment* dan Tiang Pancang Jembatan Karanggongso I STA 6+365 JLS Lot 6

Metode Pelaksanaan Pekerjaan Persiapan, Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pemancangan Fondasi, Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pile Cap.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Hary, CH 2018, Analisis dan Perancangan Fondasi II Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

[2] Braja, MD & Nagaratnam, S 2019, *Principles of Foundation Engineering, Ninth Edition, SI Edition*,

Cengage, Boston.

[3] Jay, A, Nagaratnam, S & Braja, MD 2016, *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*, Springer, New York.

[4] Prima, SY 2021, *Perancangan Struktur Jembatan*, Deepublish, Sleman.

[5] Abdul, H 2014, *Potensi Investasi Jalur Lintas Selatan di Provinsi Jawa Timur*, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Jawa Timur, Surabaya.

[6] Abdul, H 2014, *Potensi Investasi Jalur Lintas Selatan di Provinsi Jawa Timur*, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Jawa Timur, Surabaya.

[7] Ahmad, H 2015, *Perencanaan Abutment Dan Pondasi Pilar Jembatan Cable Stayed di Lemah Ireng*, Semarang, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

[8] Muhammad, RP 2020, *Perencanaan Ulang Struktur Jembatan Overpass Bandara Soekarno-Hatta Kota Tangerang*, Politeknik Negeri Malang, Malang.

[9] Muhammad, Y, Gusneli, Y & Shanti, WM 2019, *Analisis Abutment Jembatan Sei. Busuk Kabupaten Siak Sri Indrapura Provinsi Riau*, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.

[10] Badan Standarisasi Nasional 2004, *Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan*, RSNI T-12-2004, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

[11] Badan Standarisasi Nasional 2016, *Pembebanan untuk Jembatan*, SNI 1725:2016, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

[12] Badan Standarisasi Nasional 2016, *Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa*, SNI 2833:2016, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

[13] Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 8460:2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

[14] Badan Standarisasi Nasional 2019, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*, SNI 2847:2019, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

[15] Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2015, *Pedoman Perancangan Bantalan Elastomer untuk Perletakan Jembatan*, 10/SE/M/2015, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.

[16] Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat 2015, *Perencanaan Sambungan Siar Muai pada Lantai Jembatan*, 11/SE/M/2015, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.

[17] Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan 2021, *Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan*, No.02/M/BM/2021, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta

[18] Reza, SW 2019, *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta