

**STUDI ALTERNATIF KONSTRUKSI PIER JALAN TOL PORONG–GEMPOL
MENGUNAKAN TIPE PONDASI DRILLED–SHAFT
(Studi Kasus : Jalan Tol Porong–Gempol, Jawa Timur)**

Irfan Muchtar Aditya

Dosen Pembimbing :

Ir. Pujo Priyono, MT ; Ir. Totok Dwi K, MT

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jalan Karimata 49, Jember 68172, Indonesia

ABSTRAK

Pembangunan jalan tol merupakan salah satu bentuk usaha pemerintah dalam memudahkan masyarakat di Indonesia untuk bisa melakukan mobilitas mereka baik dalam hal ekonomi maupun sosial dengan baik dan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi-formulasi daya dukung tanah dengan pondasi *drilled-shaft* dan mendapatkan bentuk konstruksi *pier*. Pada penelitian ini menggunakan pondasi *drilled-shaft* berjumlah 49 buah dengan kedalaman 40 meter dan berdiameter 3 meter dengan daya dukung aksial tiang yaitu, $P = 22182,65$ kN. Bentuk konstruksi *pier* berjumlah 3 buah dengan tinggi 11,2 dan berdiameter 3 meter.

Kata Kunci : Jalan Tol Porong–Gempol, Jawa Timur.

PENDAHULUAN

Proyek pembangunan jalan Tol Porong–Gempol sendiri menggunakan pondasi tiang pancang sebagai pondasinya. Pondasi tiang pancang (*pile foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Tetapi dalam pelaksanaannya, pemasangan pondasi jenis tiang pancang banyak mengalami kendala terutama bila berada dilokasi dekat dengan permukiman yang cukup padat. Kendala yang terjadi saat proses pemancangan adalah getaran dan kebisingan yang ditimbulkan akan mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan disekitarnya yaitu kerusakan bangunan dan kenyamanan terhadap manusia.

RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Bagaimanakah perhitungan konstruksi *pier* dengan tipe pondasi *drilled-shaft*.
2. Bagaimanakah konstruksi *pier* pada Tol Porong–Gempol bila menggunakan tipe pondasi *drilled-shaft*.

BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam pembahasan ini ialah :

1. Hanya membahas formulasi–formulasi daya dukung tanah dengan jenis pondasi *drilled-shaft*.
2. Hanya membahas bentuk konstruksi *pier* pada Tol Porong–Gempol bila menggunakan jenis pondasi *drilled-shaft*.

TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai antara lain:

1. Mengetahui formulasi–formulasi daya dukung tanah dengan jenis pondasi *drilled-shaft*.
2. Mendapatkan bentuk konstruksi *pier* pada Tol Porong–Gempol bila menggunakan jenis pondasi *drilled-shaft*.

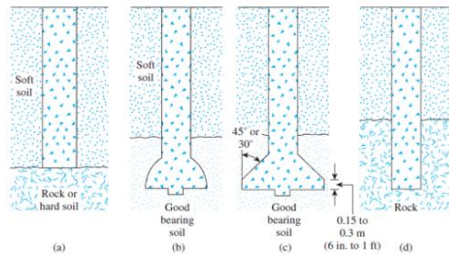
MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari pembahasan ini ialah :

Manfaat dari perencanaan pondasi pada Tugas Akhir ini adalah sebagai bahan pertimbangan atau rekomendasi evaluasi bagi instansi dalam perencanaan pembangunan pondasi jalan tol Porong–Gempol.

TINJAUAN PUSTAKA

Jenis poros bor : (a) poros lurus, (b) dan (c) poros lonceng, (d) poros lurus dicolokkan ke batu.



PROSEDUR KONSTRUKSI

Prosedur konstruksi yang paling umum digunakan di Amerika Serikat melibatkan pengeboran putar. Ada tiga jenis utama metode konstruksi yaitu :

1. Metode konstruksi kering.
2. Metode konstruksi casing.
3. Metode konstruksi basah.

PERTIMBANGAN DESAIN

1. Desain poros

Untuk desain poros bor biasa tanpa selubung, jumlah minimum tulangan baja vertikal selalu diinginkan. Penguatan minimum adalah 1% dari luas penampang kotor poros. Untuk poros dibor dengan tulangan nominal sebagian besar kode bangunan menyarankan menggunakan kekuatan beton desain, f_c , pada urutan $f_c/4$. Dengan demikian, diameter poros minimum menjadi :

$$f_c = 0,25 f'_c = \frac{Q_w}{A_{gs}} = \frac{Q_w}{\frac{\pi}{4} D_s^2}$$

atau,

$$D_s = \sqrt{\frac{Q_w}{\left(\frac{\pi}{4}\right)(0,25)f'_c}} = 2,257 \sqrt{\frac{Q_w}{f'_c}}$$

Dimana :

D_s = diameter batang.

f'_c = kekuatan beton 28 hari.

Q_w = beban kerja dari poros yang dibor.

A_{gs} = luas penampang kotor poros.

2. Desain campuran beton

Desain campuran beton untuk poros yang dibor tidak jauh berbeda dari yang untuk struktur beton lainnya. Ketika kandang penguat digunakan, pertimbangan harus diberikan pada

kemampuan beton untuk mengalir melalui tulangan. Dalam kebanyakan kasus, kemerosotan beton sekitar 15 mm (6 in) dianggap memuaskan. Juga, ukuran maksimum agregat harus dibatasi sekitar 20 mm (0,75 in).

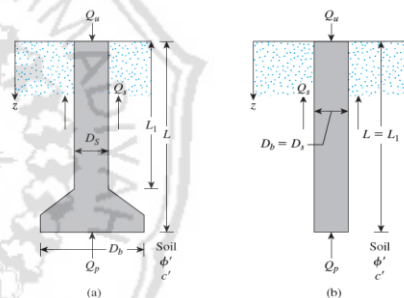
3. Mekanisme transfer beban

Mekanisme transfer beban dari poros yang dibor ke tanah mirip dengan yang ada pada tiang pancang. Hasil uji beban pada poros yang dibor, berupa : dimensi poros, plot pangkalan (sisi dan beban total dengan penyelesaian rata-rata), dan plot kurva distribusi beban dengan kedalaman.

ESTIMASI KAPASITAS BEBAN

Kapasitas dukung beban utama poros yang dibor adalah :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$



Dimana :

Gambar a = kapasitas dukung bor poros bel.

Gambar b = kapasitas dukung bor poros lurus.

c' = kohesi.

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung.

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ = faktor bentuk.

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ = faktor kedalaman.

$F_{cc}, F_{qc}, F_{\gamma c}$ = faktor kompresibilitas.

γ' = satuan berat tanah yang efektif di dasar poros.

q' = tegangan vertikal efektif di dasar poros.

A_p = area pangkalan = $\pi/4 D_b^2$.

Dalam kebanyakan kasus, istilah terakhir (yang mengandung N_γ) diabaikan, kecuali dalam kasus poros bor yang relatif pendek. Dengan asumsi ini, kita bisa menulis :

$$Q_u = A_p (c' N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc}) Q_s$$

PROSEDUR MEMPERKIRAKAN KAPASITAS AKHIR DALAM TANAH GRANULAR dan KOHESIF
Poros yang dibor ditanah liat : kapasitas penahan beban

Untuk lempung jenuh dengan $\phi = 0$, faktor daya dukung N_q dalam persamaan sama dengan persatuan. Jadi untuk kasus ini,

$$Q_{p(net)} = A_p c_u N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc}$$

Dimana c_u = kohesi tidak terlatih.

Dengan asumsi bahwa $L \geq 3D_b$, kita dapat menulis ulang persamaan sebagai :

$$Q_{p(net)} = A_p c_u N_c^*$$

Dimana $N_c^* = N_c F_{cs} F_{cd} F_{cc} = 1,33 \{ (1 + I_r) + 1 \}$ dimana (untuk $\frac{L}{D_b} > 3$)

I_r = indeks kekakuan tanah.

Indeks kekakuan tanah didefinisikan untuk $\phi = 0$,

$$I_r = \frac{E_s}{3c_u}$$

c_u/p_a	$E_s/3c_u$	N_c^*
0.25	50	6.5
0.5	150	8.0
≥ 1.0	250-300	9.0

Untuk $L/D_b < 3$ (O'Neill dan Reese, 1999),

$$Q_{p(net)} = A_p \left\{ \frac{2}{3} \left[1 + \frac{1}{6} \left(\frac{L}{D_b} \right) \right] \right\} c_u N_c^*$$

Eksperimen oleh Whitaker dan Cooke (1966) menunjukkan bahwa, untuk poros lonceng, nilai penuh $N_c^* = 9$ diwujudkan dengan gerakan dasar sekitar 10 hingga 15% D_b . Demikian pula, untuk poros lurus ($D_b = D_s$), nilai penuh $N_c^* = 9$ diperoleh dengan gerakan dasar sekitar 20% dari D_b .

Ekspresi untuk ketahanan kulit dari poros yang dibor di tanah liat, atau :

$$Q_s = \sum_{L=0}^{L=L_1} \alpha^* c_u p \Delta L$$

Jadi, secara konservatif, kita dapat mengasumsikan itu $\alpha^* = 0,4$.

Kapasitas dukung dari SPT

Oleh Das (1985), telah dibuat suatu hubungan antara angka penetrasi

standard yang sudah dikoreksi, sudut geser dalam dan kepadatan relative dari tanah pasir, sebagai :

Angka penetrasi standar yang sudah dikoreksi, N	Kepadatan relative, Dr (%)	Sudut geser dalam, ϕ (derajat)
0 – 5	0 – 5	26 – 30
5 – 10	5 – 30	28 – 35
10 – 30	30 – 60	35 – 42
30 – 50	60 – 65	38 – 46

Selain itu, untuk tanah lempung, Das (1985) juga telah membuat tabel yang memperlihatkan hubungan antara angka penetrasi standar dengan kekerasan tanah lempung, sebagai :

Angka penetrasi standar, N	Kekerasan	Kekuatan unconfined compression, q_u (ton/ft ²)
0	Sangat lembek	0
2	Lembek	0,25
4	Agak kaku	0,5
8	Kaku	1
16	Sangat kaku	2
32		4
>32	Keras	>4

LOKASI PENELITIAN

Secara umum lokasi proyek Jembatan Tol Porong–Gempol berada di daerah perbatasan antara kota Pasuruan dan Sidoarjo, tepatnya ada di Jl. Tanjung no. 8B, Gempol, Kab.Pasuruan Jawa Timur. Untuk penelitian ini subyek yang diambil berada di STA 40 + 726.560 yaitu di titik P16.



DATA PENELITIAN

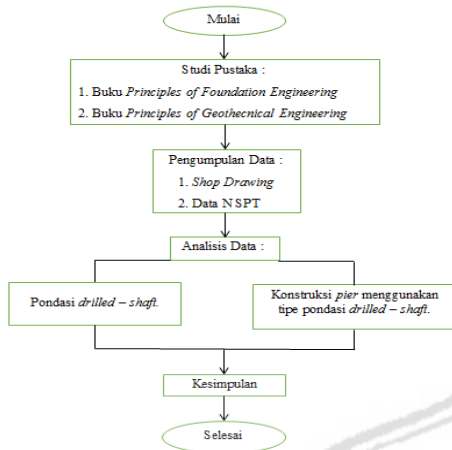
Dalam tahapan ini meliputi kegiatan pengambilan data baik data primer maupun data sekunder.

1. Data primer
Data primer diperoleh dari survey langsung dilokasi baik berupa data visual dan pengukuran dilapangan terhadap kondisi jembatan.
2. Data sekunder
Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari PT. WASKITA–GORIP yang dalam ini merupakan

pelaksanaan dalam proses perkuatan jembatan Tol Porong–Gempol.

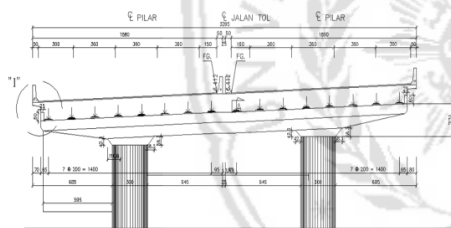
TAHAPAN PENELITIAN

Berikut ini adalah gambar diagram alir penelitian :



HASIL DAN PEMBAHASAN Pradesain Kebutuhan Pondasi Drilled-Shaf

Data strukt atas *column 2* :



- Lebar jalan, $b_1 = 30,7$ m
- Lebar trotoar, $b_2 = 0$ m
- Lebar median, $b_3 = 1,25$ m
- Lebar total jembatan, $b = 32,95$ m
- Tebal slab lantai jembatan, $t_s = 0,25$ m
- Tebal lapisan aspal+overlay, $t_a = 0,05$ m
- Tebal trotoar/median, $t_t = 1,250$ m
- Tebal genangan air hujan, $t_h = 0,05$ m
- Tinggi girder prategang, $h_b = 2,1$ m
- Tinggi bidang samping jembatan, $h_a = 1,450$ m
- Jumlah girder, $n = 16$ buah
- Jarak antar balok prategang, $s = 1,85$ m
- Panjang bentang jembatan, $L = 40$ m
- Berat jenis :
- Berat beton prategang, $w_c = 25,00$

- Berat beton bertulang, $w_c = 24,00$
- Berat aspal, $w_a = 22,00$
- Berat jenis air, $w_w = 9,80$

Data struktur bawah *column 2* :

Headstock :

- $b_1 = 0$ m $h_1 = 0$ m
- $b_2 = 3,00$ m $h_2 = 1,32$ m
- $b_3 = 4,80$ m $h_3 = 0,7$ m
- $b_4 = 3,00$ m $h_4 = 1,3$ m
- $B_a = 31,45$ m $a = 3,32$

Data sungai :

- Saat banjir rencana, $H_b = 0$ m
- Rata-rata tahunan, $H_r = 0$ m
- Sudut arah aliran sungai terhadap pier, $\Phi = 10^\circ$

Pier wall (Column) :

- $B = 3,00$ m $B_c = 5,95$ m
- $h = 3,00$ m $L_c = 11,2$ m
- $B_b = 13,15$ m

Tanah dasar *pile cap* :

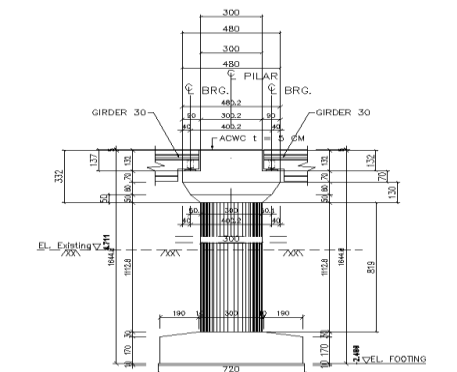
- Berat volume, $w_s = 15$ kN/m³
- Sudut gesek, $\phi = 30^\circ$
- Kohesi, $c = 5$ kPa

Pile cap :

- $h_p = 1,7$ m $B_x = 7,20$ m
- $h_t = 2,1$ m $B_y = 30,60$ m

Bahan struktur :

- Mutu beton, K-350
- Mutu baja tulangan, U-39



Analisis beban kerja *column 2*

1. Berat sendiri (MS)

Berat sendiri struktur atas :

No	Beban	Parameter Volume			Berat	Satuan	Berat (kN)
		b (m)	t (m)	L (m)			
1	Slab	32,95	0,25	40,00	1	24,00	7908
2	Deck slab	1,85	0,07	40,00	15	24,00	1864,8
3	Tintor			40,00	0	0	0
4	Balok penyangga			40,00	16	24	15360
5	Diafragma			1,00	15	10,5	157,5
						P_{MS}	25290,3

Letak titik berat struktur atas terhadap pondasi, 48,5.

$$z_a = h_t + L_c + a + h_a / 2 = 9,035 \text{ m}$$

Berat sendiri struktur bawah :

Berat Headstock								
No	Parameter Berat Bagian				BERAT (kN)	Lengan terhadap alas y (m)	Momen stat (kNm)	
	b (m)	h (m)	L (m)	Shape				
1	0,00	0	31,45	1	0	3,3300	0	
2	3,00	1,32	31,45	1	2989,008	2,6600	7930,76128	
3	4,80	0,7	31,45	1	2536,128	1,6500	4184,6112	
4	3,00	1,3	29,25	1	2737,8	0,6500	1779,57	
5	2,80	1,3	29,25	0,5	1186,26	0,8667	1028,136	
Berat Headstock =					$W_h =$	9449,316	$M_h =$	14943,13448

Letak titik berat terhadap alas,

$$y_h = 1,5814 \text{ m}$$

Letak titik berat terhadap dasar pondasi, $z_h = 14,9 \text{ m}$

BERAT PIER WALL (COLUMN)								
No	Parameter Berat Bagian				Jumlah	BERAT (kN)	Lengan terhadap alas y (m)	Momen stat (kNm)
	b (m)	h (m)	L (m)	Shape				
6	3,00	3,00	11,20	1	2	4838,4	5,6	27095,04
7		1,00	11,20	$\frac{1}{4} \pi r^2$	0	0,00	5,6	0
Berat Pierwall					$W_p =$	4838,40	$M_p =$	27095,04

Letak titik berat terhadap alas, $y_c = 5,6 \text{ m}$

Letak titik berat terhadap dasar pondasi, $z_c = 7,7 \text{ m}$

Luas penampang *pier wall*, $A = 18 \text{ m}^2$

Lebar ekivalen *pier wall*, $B_e = 6 \text{ m}$

Berat Pilecap								
No	Parameter Berat Bagian				BERAT (kN)	Lengan thd alas y (m)	Momen stat (kNm)	
	b (m)	h (m)	L (m)	Shape				
8	3,00	0,40	7,40	1	213,12	1,9	404,928	
9	4,20	0,4	7,40	0,5	149,18	1,83	275,504	
10	7,20	1,7	30,60	1	8989,06	0,85	7640,6976	
Berat pilecap					$W_p =$	9351,36	$M_p =$	8319,1296

Letak titik berat terhadap alas, $y_p = 0,890 \text{ m}$

Letak titik berat terhadap dasar pondasi, $z_p = 0,890 \text{ m}$

Rekap berat sendiri struktur bawah (*pier*) :

No	Jenis Konstruksi	Berat (kN)	
		Wh =	Wc =
1	Headstock	9449,316	
2	Pierwall	4838,400	
3	Pilecap	9351,360	
Total		$P_{MS} =$	23639,076

Berat akibat berat sendiri (MS) :

➤ Struktur atas = 25290,3 kN

➤ Struktur bawah = 23639,076 kN

Beban berat sendiri pada pondasi,

$$P_{MS} = 48929,376 \text{ kN}$$

Beban berat sendiri pada *pier wall*,

$$P_{MS} = 39578,016 \text{ kN}$$

2. Beban mati tambahan (MA)

No	Jenis	Tebal (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Jumlah	w (kN/m ³)	BERAT (kN)
1	lap aspal + overlay	0,10	30,70	40,00	1	20,00	2456,00
2	Barang Lights	w =	8,35	40,00	2		668,00
3	Insulasi ME	w =	0,1	40,00	2		8,00
4	Air hujan	0,05	30,70	40,00	1	9,80	601,72
						$P_{mat} =$	3733,72

Letak titik berat beban mati tambahan terhadap pondasi, $z_a = 17,345 \text{ m}$.

3. Beban lajur "D" (TD)

Pasal 8.3.1 SNI 1725–2016

Untuk panjang bentang, $L = 40 \text{ m}$

QDS, $q = 9 (0,5 + 15 / L) = 7,88 \text{ kPa}$

KEL mempunyai intensitas Pasal

8.3.1 SNI 1725–2016, $p = 49 \text{ kN/m}$

Faktor beban dinamis (DLA) untuk

KEL diambil sebagai berikut :

DLA = 0,50 untuk $50 < L < 90 \text{ m}$

Untuk harga $L = 40 \text{ m}$, $b_1 = 30,70 \text{ m}$,

DLA = 0,40

Besar beban lajur "D" pada *pier* :

$$PTD = 12112,520 \text{ kN}$$

4. Gaya rem (TB)

$$L_t = L = 20 \text{ m}$$

Gaya rem = 3,94 kN

$$TTB = 7,88 \text{ kN}$$

$$YTB = 18,72 \text{ m}$$

$$MTB = 147,42 \text{ kN-m}$$

$$Y'TB = 16,62 \text{ m}$$

$$M'TB = 130,88 \text{ kN-m}$$

5. Beban angin (EW)

Beban angin arah Y (melintang jembatan)

Gaya akibat angin dihitung dengan :

$$TEW = 0,0006 \times CW \times VW^2 \times Ab$$

Dengan, $CW =$ koefisien seret $= 1,25$
(RSNIN–T02–2005)
 $VW =$ kecepatan angin 25 m/det.
Panjang bentang, $L = 40$ m
Tinggi bidang samping atas, $ha = 1,45$ m
Tinggi bidang samping kendaraan, $hk = 2$ m, $Ab1 = 138 \text{ m}^2$
Beban angin pada struktur atas,
 $TEW1 = 126,7875 \text{ kN/m}$
Lengan terhadap pondasi, $YEW1 = 17,345$
Momen pada pondasi akibat beban angin atas, $MEW1 = 2199,129188$
Lengan terhadap dasar *pier wall*,
 $Y'EW1 = 15,245$
Momen pada *pier wall* akibat beban angin atas, $M'EW1 = 1932,875438$
Tinggi bidang samping struktur bawah, $Lc+a = 14,52$ m, $Ab2 = 87,12$
Beban angin struktur bawah, $TEW2 = 80,0415 \text{ kN}$
Lengan terhadap pondasi, $YEW2 = 9,36$
Momen pada pondasi akibat beban angin atas, $MEW2 = 749,18844$
Lengan terhadap dasar *pier wall*,
 $Y'EW2 = 7,26$
Momen pada *pier wall* akibat beban angin atas, $M'EW2 = 581,101$
Total momen pada pondasi akibat beban angin, $MEW = 2948,318 \text{ kNm}$
Total momen pada *pier* akibat beban angin, $M'EW = 2513,977$
Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat beban angin yang meniup kendaraan di atas lantai jembatan dihitung dengan :
 $TEW = 0,0012 \times Cw \times Vw^2$

dengan $Cw = 1,25$
 $TEW = 1,8375 \text{ kN/m}$
Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi di atas lantai jembatan : $h = 1,80$ m, $x = 1,75$ m
Gaya pada *pier* akibat beban angin ke lantai jembatan : $PEW = 75,6 \text{ kN}$

Beban arah X (memanjang jembatan)
Ukuran bidang *pier* yang di tiup angin : Tinggi = 14,5m, Lebar = 12m
Luas bidang *pier* yang ditiup angin,
 $Ab = 174,240 \text{ m}^2$
Beban angin pada struktur atas, $TEW = 160,083 \text{ kN}$
Lengan terhadap pondasi, $YEW = 9,360$ m
Momen pada pondasi akibat beban angin, $MEW = 1498,377 \text{ kNm}$
Lengan terhadap dasar *pier wall*,
 $Y'EW = 7,260$ m
Momen pada *pier wall* akibat beban angin, $M'EW = 1162,203$

6. Beban gempa (EQ)

Beban gempa statik ekuivalen
Beban gempa rencana dihitung dengan : $TEQ = Kh \times Wt$
Dengan,

$$Kh = Csm / R \times S$$

Waktu getar struktur dihitung rumus :

$$T = 2 \times \prod \times \sqrt{(Wt / (g \times Kp))}$$

Untuk Wilayah Kota Sidoarjo dengan koordinat 7,3-7,5 LS dan 112,5-112,9 BT. Analisa menggunakan jenis tanah lunak :
<http://petagempa.pusjatan.pu.go.id/SpektrumRespons.aspx?lon=112,717708254366&lat=-7,45151085989782&kota=Sidoarjo>

Beban gempa arah X (memanjang jembatan)

Luas penampang *pier wall*, $A = 32,13 \text{ m}^2$

Tebal penampang *pier wall*, $h = 3,00 \text{ m}$

Lebar penampang *pier wall* ekivalen, $B_a = 3,00 \text{ m}$

Tinggi *pier wall*, $L_c = 11,2 \text{ m}$

Inertia penampang *pier wall*, $I_c = 13,500 \text{ m}^4$

Mutu beton K-350, $f'c = 29,05 \text{ Mpa}$

Modulus elastisitas beton,

$E_c = 25332,0844 \text{ Mpa}$

$E_c = 25332084,4 \text{ kPa}$

Nilai kekakuan *pier wall*, $K_p = 730250,5311$

Percepatan gravitasi, $g = 9,8 \text{ m/det}^2$

Berat sendiri struktur atas,

$P_{MS}(\text{struktur atas}) = 25290,3 \text{ kN}$

Berat sendiri *headstock*,

$P_{MS}(\text{headstock}) = 9449,316 \text{ kN}$

Setengah berat *pier wall*, $\frac{1}{2} \times P_{MS}(\text{pier wall}) = 2419,2 \text{ kN}$

Beban mati tambahan struktur atas,

$P_{MA} = 3733,72 \text{ kN}$

Berat total struktur, $W_t = 40892,54 \text{ kN}$

Waktu getar alami struktur, $T = 0,474715 \text{ det}$

Kondisi tanah dasar termasuk lunak (soft), lokasi wilayah gempa Sidoarjo. Dari kurva koefisien geser dasar pada gambar diatas, diperoleh : $T_o < T < T_S$.

Koefisien geser dasar, $C_{sm} = 0,876$

Faktor modifikasi repons, $R = 2$

$C_{sm} / R = 0,43800$

Untuk jembatan dengan sendi plastis beton bertulang, faktor jenis struktur dihitung dengan rumus :

$S = 0,82 \times F$ dengan, $F = 1,25 - 0,025 \times n$ dan F harus > 1

$F =$ faktor perangkaan

$n =$ jumlah sendi plastis yang menahan deformasi arah lateral

Untuk, $n = 1$ maka $F = 1,225$ $S = 1$

Koefisien beban gempa horisontal, untuk jembatan yang memuat > 2000 kendaraan/hari, jembatan jalan raya utama atau arteri, dan jembatan dimana terdapat route alternatif, maka diambil faktor gaya gempa, $T_{EQ} = 0,439971 \times W_t$

Distribusi beban gempa pada *pier* adalah sebagai :

No	Jenis Beban Mati	W (kN)	TEQ (kN)	Lengan terhadap pondasi	z (m)	TEQ ² z (kNm)
1	Berat sendiri struktur atas	25290,3	11126,99858	z_1	9,035	100532,432
2	Beban mati tambahan	3733,72	1642,726322	z_1	9,035	14942,052
3	Berat sendiri Headstock	9449,316	4157,42501	z_2	14,88	61068,300
4	Berat sendiri Pierwall	4089,4	2128,753686	z_1	7,7	16391,419
5	Berat sendiri Pilecap	9351,36	4114,327211	z_1	0,890	3660,176
		53063,1	23170,23501		M_{eq}	197294,379

Lengan terhadap pondasi, $Y_{EQ} = 8,515 \text{ m}$

Lengan terhadap *pier wall*, $Y'_{EQ} = 6,415 \text{ m}$

Momen pada *pier wall* akibat beban gempa, $M_{EQ} = 148636,886 \text{ kNm}$

Beban gempa arah Y (melintang jembatan)

Inertia penampang *pier wall*, $I_c = 14582,745 \text{ m}^4$

Nilai kekakuan, $K_p = 788819057,9 \text{ kN/m}$

Waktu getar alami struktur, $T = 0,0144437 \text{ detik}$

Dari kurva koefisien geser dasar pada gambar, diperoleh :

Koefisien gempa dasar, $C_{sm} = 0,017$

Faktor tipe struktur, $S = 1,005$

Faktor modifikasi repons, $R = 1,5$

Koefisien beban gempa horisontal,

$Kh = 0,011$

Gaya gempa, $TEQ = 0,011 \times W_t$

Distribusi beban gempa arah Y pada *pier* :

No	Jenis Beban Mati	W (kN)	TEQ (kN)	Lengan terhadap pondasi	z (m)	TEQ ² z (kNm)
1	Berat sendiri struktur atas	25290,3	279,5661213	z_1	9,035	2225,880
2	Beban mati tambahan	3733,72	41,2739574	z_1	9,035	372,907
3	Berat sendiri Headstock	9449,316	104,4554087	z_2	14,88	1534,443
4	Berat sendiri Pierwall	4089,4	53,48504055	z_1	7,7	411,835
5	Berat sendiri Pilecap	9351,36	103,3725754	z_1	0,890	94,962
	Gaya pada pondasi akibat gempa	T_{eq}	582,1572416		M_{eq}	4957,026

Lengan terhadap pondasi, $Y_{EQ} = 8,515 \text{ m}$

Lengan terhadap *pier wall*, $Y'_{EQ} = 6,415 \text{ m}$

Momen pada *pier wall* akibat beban gempa, $M'_{EQ} = 3734,506 \text{ kNm}$

7. Kombinasi beban kerja

REKAP BEBAN KERJA PADA PILE CAP			Vertikal		Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	MS	48929,38					
2	Beban mati tambahan	MA	3733,72					
	Beban Lahu Lintas							
3	Beban hidup 'D'	TD	12112,52					
4	Beban pedestrian	TP	0,00					
5	Gaya rem	TB		7,88		147,42		
	Aksi Lingkungan							
6	Aliran air	EF						
7	Fluyutan Tumbuhan	EF						
8	Beban angin	EW	75,6	160,083	206,829	1498,37688	2948,318	
9	Beban gempa	EQ		23170,23501	582,1527416	197294,3791	4957,02627	
10	Tekanan air akibat gempa	EQ						
	Hasil Kombinasi							
				64775,616	23170,23501	582,1527416	197294,3791	4957,02627

KUAT 1			Vertikal		Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	MS	1	48929,38				
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72				
	Beban Lahu Lintas							
3	Beban hidup 'D'	TD	1	12112,52				
4	Beban pedestrian	TP						
5	Gaya rem	TB	1		7,875		147,42	
	Aksi Lingkungan							
6	Aliran air	EF						
7	Fluyutan Tumbuhan	EF						
8	Beban angin	EW						
9	Beban gempa	EQ						
10	Tekanan air akibat gempa	EQ						
	Hasil Kombinasi			64775,62	7,88		147,42	

KUAT 3			Vertikal		Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	MS	1	48929,376				
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72				
	Beban Lahu Lintas							
3	Beban hidup 'D'	TD	1	12112,52				
4	Beban pedestrian	TP						
5	Gaya rem	TB						
	Aksi Lingkungan							
6	Aliran air	EF						
7	Fluyutan Tumbuhan	EF						
8	Beban angin	EW	1	75,6	160,083	206,829	1498,37688	2948,31765
9	Beban gempa	EQ						
10	Tekanan air akibat gempa	EQ						
	Hasil Kombinasi			15921,84	160,08	206,83	1498,38	2948,32

EKSTREM 1			Vertikal		Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	MS	1	48929,376				
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72				
	Beban Lahu Lintas							
3	Beban hidup 'D'	TD	1	12112,52				
4	Beban pedestrian	TP						
5	Gaya rem	TB						
	Aksi Lingkungan							
6	Aliran air	EF						
7	Fluyutan Tumbuhan	EF						
8	Beban angin	EW						
9	Beban gempa	EQ	1		23170,23501		197294,3791	
	Aksi Lingkungan							
10	Tekanan air akibat gempa	EQ	1			582,1527416		4957,02627
	Hasil Kombinasi			64775,616	23170,23501	582,1527416	197294,3791	4957,02627

EKSTREM 2			Vertikal		Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	MS	1	48929,376				
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72				
	Beban Lahu Lintas							
3	Beban hidup 'D'	TD	1	12112,52				
4	Beban pedestrian	TP						
5	Gaya rem	TB						
	Aksi Lingkungan							
6	Aliran air	EF						
7	Fluyutan Tumbuhan	EF						
8	Beban angin	EW						
9	Beban gempa	EQ	1		23170,23501		197294,3791	
	Aksi Lingkungan							
10	Tekanan air akibat gempa	EQ	1			582,1527416		4957,02627
	Hasil Kombinasi			64775,616	23170,23501	582,1527416	197294,3791	4957,02627

SERVICE I			Vertikal		Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	MS	1	48929,376				
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72				
	Beban Lahu Lintas							
3	Beban hidup 'D'	TD	1	12112,52				
4	Beban pedestrian	TP						
5	Gaya rem	TB	1		7,88		147,42	
	Aksi Lingkungan							
6	Aliran air	EF						
7	Fluyutan Tumbuhan	EF						
8	Beban angin	EW	1	75,6	160,08	206,83	1498,38	2948,32
9	Beban gempa	EQ						
	Aksi Lingkungan							
	Hasil Kombinasi			64851,216	167,958	206,829	1645,79688	2948,31765

SERVICE II							Vertikal		Horizontal			Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)					
	Aksi Tetap												
1	Berat sendiri	MS	1	49029,376									
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72									
	Beban Lulu Lintas												
3	Beban lajur "D"	TD	1,3	15746,276									
4	Beban pedestrian	TP											
5	Gaya rem	TB	1,3		10,24			191,646					
	Aksi Lingkungan												
6	Aliran air	EF											
7	Harapan Tambahan	EF											
8	Beban angin	EW	1	75,6	160,08	206,83	1498,38	2948,32					
9	Beban gempa	EQX											
		EQY											
10	Tekanan air akibat gempa	EQ											
				68484,972	170,3205	206,829	1690,0228	2948,3176					

SERVICE III							Vertikal		Horizontal			Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)					
	Aksi Tetap												
1	Berat sendiri	MS	1	49029,376									
2	Beban mati tambahan	MA	1	3733,72									
	Beban Lulu Lintas												
3	Beban lajur "D"	TD	0	0									
4	Beban pedestrian	TP											
5	Gaya rem	TB	0		0,00			0					
	Aksi Lingkungan												
6	Aliran air	EF											
7	Harapan Tambahan	EF											
8	Beban angin	EW	1	75,6	160,08	206,83	1498,38	2948,32					
9	Beban gempa	EQX											
		EQY											
10	Tekanan air akibat gempa	EQ											
				57738,696	160,083	206,829	1498,37688	2948,31763					

REKAP KOMBINASI BEBAN UNTUK PERENCANAAN TEGANGAN KERJA							
No	KOMBINASI	Teg. bebbah	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	SERVICE I		64851,216	167,9580	206,8290	1457,7949	2948,3176
2	SERVICE II		68484,9720	170,3205	206,8290	1690,0229	2948,3176
3	SERVICE III		57738,696	160,0830	206,8290	1498,3769	2948,3176

8. Kontrol stabilitas guling
Stabilitas guling arah memanjang jembatan :

No	KOMBINASI	k	P (kN)	Mx (kNm)	Mp (kNm)	SF	Keterangan
1	SERVICE I		64851,216	1465,80	223464,3776	141,9	>2,2 (AMAN)
2	SERVICE II		68484,972	1690,023	246545,8992	145,9	>2,2 (AMAN)
3	SERVICE III		57738,696	1498,37688	189859,3056	126,7	>2,2 (AMAN)

Stabilitas guling arah mellintang jembatan :

No	KOMBINASI	k	P (kN)	Mx (kNm)	Mp (kNm)	SF	Keterangan
1	SERVICE I		64851,216	2948,32	223464,3776	79,19	>2,2 (AMAN)
2	SERVICE II		68484,972	2948,317629	246545,8992	83,62	>2,2 (AMAN)
3	SERVICE III		57738,696	2948,317629	189859,3056	64,40	>2,2 (AMAN)

9. Kontrol stabilitas geser
Stabilitas geser arah memanjang jembatan :

No	KOMBINASI	k	P (kN)	Tx (kN)	H (kN)	SF	Keterangan
1	SERVICE I		64851,216	167,96	38348,035	229,5	>1,1 (AMAN)
2	SERVICE 2		68484,972	170,321	40646,240	238,6	>1,1 (AMAN)
3	SERVICE 3		57738,696	160,083	31534,015	197,1	>1,1 (AMAN)

Stabilitas geser arah melintang jembatan :

No	KOMBINASI	k	P (kN)	Ty (kN)	H (kN)	SF	Keterangan
1	SERVICE I		64851,216	206,829	38348,035	186,4	>1,1 (AMAN)
2	SERVICE 2		68484,972	206,83	40646,24	196,5	>1,1 (AMAN)
3	SERVICE 3		57738,696	206,83	31534,011	152,6	>1,1 (AMAN)

Analisis beban ultimit column 2

1. Pile cap

Beban ultimit pile cap :

REKAP BEBAN KERJA							
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	Aksi tetap						
1	Berat sendiri	MS	49029,38			0,00	
2	Beban mati tambahan	MA	3733,72			0,00	
	Beban Lulu Lintas						
3	Beban lajur "D"	TD	12112,52			0,00	
4	Beban pedestrian	TP	0,00				
5	Gaya rem	TB		7,88		147,42	
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air	EF	0,00	0,00		0,00	0,00
7	Harapan Tambahan	EF				0,00	0,00
8	Beban angin	EW	75,60	160,08	206,83	1498,38	2948,32
9	Beban gempa	EQ		23770,24	582,15	0,00	0,00
10	Tek air dinamis	EQ		0,00	0,00	0,00	0,00
	Aksi Lainnya						
11	Ceskan	FB		0,00		0,00	

Kombinasi beban ultimit pile cap :

KUAT 1							
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kNm)	Muy (kNm)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1,3	63808,19			0,00	
2	Beban mati tambahan	2	7467,44			0,00	
	Beban Lulu Lintas						
3	Beban lajur "D"	1,8	21802,54			0,00	
4	Beban pedestrian		0,00				
5	Gaya rem	1,8		14,18		265,36	
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Harapan Tambahan						
8	Beban angin						
9	Beban gempa						
10	Tek air dinamis						
	Aksi Lainnya						
11	Ceskan						
			92878,16	14,18	0,00	265,36	0,00

KUAT 3		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1.3	6368.19				
2	Beban mati tambahan	2	7467.44				
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	1.8	21802.54				
4	Beban pejalan kaki						
5	Gaya rem						
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Hanyutan Tumbukan						
8	Beban angin	1.4	105.84	224.12	289.56	2097.73	4127.64
9	Beban gempa						
10	Tek air dinamis						
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan						
			92984.00	224.12	289.56	2097.73	4127.64

REKAP BEBAN KERJA		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	MS	39578.02				
2	Beban mati tambahan	MA	3733.72				
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	TD	12112.52				
4	Beban pejalan kaki	TP	0.00				
5	Gaya rem	TB		7.88		147.42	
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air	EF		0.00	0.00	0.00	0.00
7	Hanyutan Tumbukan	EF			0.00	0.00	0.00
8	Beban angin	EW	75.60	160.08	206.83	1162.20	2513.98
9	Beban gempa	EQ		23170.24	582.15	148636.89	3734.51
10	Tek air dinamis	EQ		0.00	0.00	0.00	0.00
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan	FB		0.00		0.00	

Kombinasi beban ultimit pier wall :

EKSTREM1		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1.3	6368.19				0.00
2	Beban mati tambahan	2	7467.44				0.00
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	0.3	3633.76				0.00
4	Beban pejalan kaki						
5	Gaya rem						
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Hanyutan Tumbukan						
8	Beban angin						
9	Beban gempa	1		23170.24		197294.38	
		0.3			174.645825		1487.11
10	Tek air dinamis						
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan						
			74709.38	23170.24	174.65	197294.38	1487.11

KUAT 1		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1.3	6368.19				0.00
2	Beban mati tambahan	2	7467.44				0.00
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	1.8	21802.54				0.00
4	Beban pejalan kaki						
5	Gaya rem	1.8		14.18		265.36	
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Hanyutan Tumbukan						
8	Beban angin						
9	Beban gempa						
10	Tek air dinamis						
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan						
			92978.16	14.18	0.00	265.36	0.00

EKSTREM2		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1.3	6368.19				
2	Beban mati tambahan	2	7467.44				
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	0.3	3633.76				
4	Beban pejalan kaki						
5	Gaya rem						
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Hanyutan Tumbukan						
8	Beban angin						
9	Beban gempa	0.3		6951.07		59188.31	
10	Tek air dinamis	1			582.15		4957.03
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan						
			74709.38	6951.07	582.15	59188.31	4957.03

KUAT 3		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1.3	6368.19				
2	Beban mati tambahan	2	7467.44				
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	1.8	21802.54				
4	Beban pejalan kaki						
5	Gaya rem						
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Hanyutan Tumbukan						
8	Beban angin	1.4	105.84	224.12	289.56	2097.73	4127.64
9	Beban gempa						
10	Tek air dinamis						
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan						
			92984.00	224.12	289.56	2097.73	4127.64

REKAP KOMBINASI BEBAN ULTIMIT PILE CAP							
No	KOMBINASI BEBAN	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)	
1	KUAT 1	92978.16	14.18	0.00	265.36	0.00	
2	KUAT 3	92984.00	224.12	289.56	2097.73	4127.64	
3	EKSTREM 1	74709.38	23170.24	174.65	197294.38	1487.11	
4	EKSTREM 2	74709.38	6951.07	582.15	59188.31	4957.03	

EKSTREM 1		Arah	Vertikal	Horizontal		Momen	
No	Aksi/Beban	Faktor beban	Pu (kN)	Tux (kN)	Tuy (kN)	Mux (kN-m)	Muy (kN-m)
	Aksi Tetap						
1	Berat sendiri	1.3	6368.19				
2	Beban mati tambahan	2	7467.44				
	Beban Laki Lintas						
3	Beban lajur "D"	0.3	3633.76				
4	Beban pejalan kaki						
5	Gaya rem						
	Aksi Lingkungan						
6	Aliran air						
7	Hanyutan Tumbukan						
8	Beban angin						
9	Beban gempa	1		23170.24		197294.38	
10	Tek air dinamis	0.3			174.645825		1487.11
	Aksi Lainnya						
11	Gesekan						
			74709.38	23170.24	174.65	197294.38	1487.11

2. Pier wall

Beban ultimit pier wall :

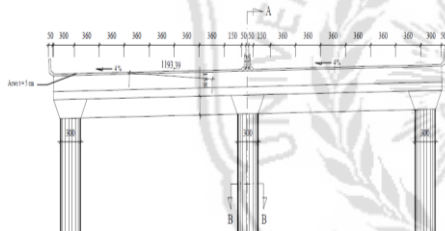
No	EKSTREM 2	Arab	Vertikal	Horizontal			Momen	
				Pu	Tux	Tuy	Max	Muy
	Aksi/Beban	Faktor	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	
	Aksi Tetap							
1	Berat sendiri	1,3	63608,19					
2	Beban mati tambahan	2	7467,44					
	Beban Laku Lintas							
3	Beban lajur 'D'	0,3	3633,76					
4	Beban pedestrian							
5	Gaya rem							
	Aksi Impungan							
6	Akuran air							
7	Hanyutan Tambakan							
8	Beban angin							
9	Beban gempa	0,3	6951,07			59188,31		
10	Tek air dinamis	1			582,1527416		4957,03	
	Aksi Lainnya							
11	Gesekan							
			74709,38	6951,07	582,15	59188,31	4957,03	

REKAP KOMBINASI BEBAN ULTIMAT PIER WALL						
No	KOMBINASI BEBAN	Pu	Tux	Tuy	Max	Muy
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)
1	KUAT 1	92978,16	14,18	0,00	265,36	0,00
2	KUAT 3	92984,00	224,12	209,56	2097,73	4127,68
3	EKSTREM 1	74709,38	23170,24	174,65	197294,38	1487,11
4	EKSTREM 2	74709,38	6951,07	582,15	59188,31	4957,03

Kontrol beban lateral yang bekerja	Ditagi jumlah tiang pancang = 56			Daya dukung jin lateral (kg)
KUAT 1	0,39375	0	<	317,460
KUAT 3	6,22545	8,04335	<	317,460
EKSTREM 1	643,617692	4,85127247	<	317,460
EKSTREM 2	193,082918	16,1709049	<	317,460

Analisa kekuatan perhitungan struktur pier

Data struktur atas column 3 :



Data struktur bawah column 3 :

Pile cap :

hp = 3,4 m

Bx = 61,20 m

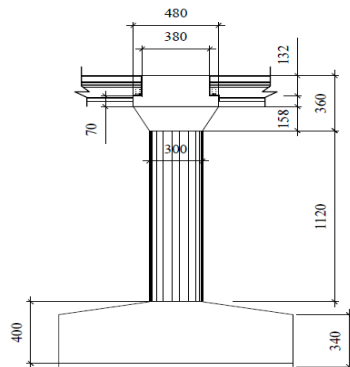
ht = 4,0 m

By = 61,20 m

Bahan struktur :

Mutu beton, K-500

Mutu baja tulangan, U-39



Analisis beban kerja column 3 :

1. Berat sendiri (MS)

Berat sendiri struktur bawah

Berat Headstock								
No	Parameter Berat Beton				BERAT	Letak terhadap alas	Moment	
	b (m)	h (m)	L (m)	Slope	(kN)	y (m)	(kNm)	
1	0,00	0	31,45	1	0	3,330	0	
2	3,00	1,32	31,45	1	2999,000	2,600	7930,020	
3	4,00	0,7	31,45	1	2756,120	1,670	4586,602	
4	3,00	1,3	29,25	1	2773,8	0,650	1793,57	
5	2,60	1,3	29,25	0,5	1186,59	0,667	1028,196	
				Berat Headstock =	W _H =	9449,316	M _H =	14943,1949

Letak titik berat terhadap alas, y_h = 1,5814 m

Letak titik berat terhadap dasar pondasi, z_h = 16,8 m

Berat Pier Wall (COLUMN)								
No	Parameter Berat Beton				Jumlah	BERAT	Moment	
	b (m)	h (m)	L (m)	Slope		(kN)	(kNm)	
6	3,00	3,00	11,20	1/4/3/4	3	1099,1	5,6	
7		1,00	11,20	1/4/3/4	0	0,00	5,6	
				Berat Pier Wall =	W _P =	1099,07	M _P =	1099,00

Letak titik berat terhadap alas, y_c = 5,6 m

Letak titik berat terhadap dasar pondasi, z_c = 9,6 m

Luas penampang pier wall, A = 27 m²

Lebar ekivalen pier wall, B_c = 9 m

Berat Pile Cap								
No	Parameter Berat Beton				BERAT	Letak terhadap alas	Moment	
	b (m)	h (m)	L (m)	Slope	(kN)	y (m)	(kNm)	
8	3,00	0,60	7,40	1	319,68	3,7	1182,216	
9	61,20	0,6	7,40	0,5	3100,90	3,60	11162,256	
10	61,20	3,4	61,20	1	30567,90	1,7	51957,630	
				Berat pilecap =	W _P =	30968,48	M _P =	52152,4746

Letak titik berat terhadap alas, y_p = 1,721 m

Letak titik berat terhadap dasar pondasi, z_p = 1,721 m

Rekap Berat Sendiri Struktur Bawah (Pier)				
No	Jenis Konstruksi	Berat (kN)		
1	Headstock	W _H =	9449,316	
2	Pier Wall	W _P =	1099,072	
3	Pile Cap	W _P =	30968,480	
	Total	P _{MS} =	320396,868	

Berat akibat berat sendiri (MS)

➤ Struktur atas = 25290,3 kN

➤ Struktur bawah = 320396,868 kN

Beban berat sendiri pada pondasi,

P_{MS} = 345687,168 kN

Beban berat sendiri pada *pier wall*, $P_{MS} = 36638,688 \text{ kN}$

2. Beban gempa (EQ)

Beban gempa arah X (memanjang jembatan):

Luas penampang *pier wall*, $A = 21,195 \text{ m}^2$

Tebal penampang *pier wall*, $h = 3,00 \text{ m}$

Lebar penampang *pier wall* ekivalen, $B_a = 3,00 \text{ m}$

Tinggi *pier wall*, $L_c = 11,2 \text{ m}$

Inertia penampang *pier wall*, $I_c = 763,020 \text{ m}^4$

Mutu beton K-500, $f_c = 41,5 \text{ Mpa}$

Modulus elastisitas beton,

$E_c = 30277,63201 \text{ Mpa}$

$E_c = 30277632,01 \text{ kPa}$

Nilai kekakuan *pier wall*, $K_p = 49331578,79$

Percepatan gravitasi, $g = 9,8 \text{ m/det}^2$

Berat sendiri struktur atas,

$P_{MS}(\text{struktur atas}) = 25290,3 \text{ kN}$

Berat sendiri *headstock*,

$P_{MS}(\text{headstock}) = 9449,316 \text{ kN}$

Setengah berat *pier wall*, $\frac{1}{2} \times P_{MS}(\text{pier wall}) = 949,536 \text{ kN}$

Beban mati tambahan struktur atas,

$P_{MA} = 3733,72 \text{ kN}$

Berat total struktur, $W_t = 39422,87 \text{ kN}$

Waktu getar alami struktur, $T = 0,056710 \text{ det}$

Distribusi beban gempa arah X pada *pier*:

No	Jenis Beban Mati	W (kN)	T _{EQ} (kN)	Lengan Terhadap Pondasi (m)	x (m)	T _{EQ} /x (kN/m)
1	Beban sendiri struktur atas	25290,3	11120,99619	4,5	9,985	11103,981
2	Beban mati tambahan	3733,72	1642,70522	4,5	9,985	1640,544
3	Beban sendiri <i>headstock</i>	9449,316	4157,42501	4,5	16,70	497,6748
4	Beban sendiri <i>Pier Wall</i>	10940,02	835,596089	4,5	9,6	102,151
5	Beban sendiri <i>Pier Cap</i>	30948,48	13970,3681	4,5	1,721	23406,516
Gaya pada pondasi akibat gempa		T _{EQ} =	15375,675	M _{EQ} =	43920,709	

Lengan terhadap pondasi : $349420,888$

$Y_{EQ} = 2,858 \text{ m}$

Lengan terhadap *pier wall*, $Y'_{EQ} = -1,142 \text{ m}$

Momen pada *pier wall* akibat beban gempa, $M_{EQ} = -175619,441 \text{ kNm}$

Beban gempa arah Y (melintang jembatan):

Inertia penampang *pier wall*, $I_c = 934720,695 \text{ m}^4$

Nilai kekakuan, $K_p = 60432554337 \text{ kN/m}$

Waktu getar alami struktur, $T = 0,0024304 \text{ detik}$

Dari kurva koefisien geser dasar pada gambar, diperoleh :

Koefisien gempa dasar, $C_{sm} = 0,003$

Faktor tipe struktur, $S = 1,005$

Faktor modifikasi respons, $R = 1,5$

Koefisien beban gempa horisontal, $K_h = 0,002$

Gaya gempa, $T_{EQ} = 0,002 \times W_t$

Distribusi beban gempa arah Y pada *pier*:

No	Jenis Beban Mati	W (kN)	T _{EQ} (kN)	Lengan Terhadap Pondasi (m)	x (m)	T _{EQ} /x (kN/m)
1	Beban sendiri struktur atas	25290,3	47041,8622	4,5	9,985	4807,09
2	Beban mati tambahan	3733,72	6349,46239	4,5	9,985	635,36
3	Beban sendiri <i>headstock</i>	9449,316	17536,026	4,5	16,70	294,955
4	Beban sendiri <i>Pier Wall</i>	10940,02	35252,8448	4,5	9,6	3671,11
5	Beban sendiri <i>Pier Cap</i>	30948,48	57434,89736	4,5	1,721	100,291
Gaya pada pondasi akibat gempa		T _{EQ} =	64934,0185	M _{EQ} =	1857,312	

Lengan terhadap pondasi, $Y_{EQ} = 2,858 \text{ m}$

Lengan terhadap *pier wall*, $Y'_{EQ} = -1,142 \text{ m}$

Momen pada *pier wall* akibat beban gempa, $M'_{EQ} = -742,464 \text{ kNm}$

3. Kombinasi beban kerja

No	Jenis Beban	Kode	BEKAP BEBAN KERJA PADA PILE CAP			Momen	
			Vertikal (kN)	Horisontal (kN)	T _y (kNm)	M _x (kNm)	M _y (kNm)
1	Beban sendiri	MS	35307,168				
2	Beban mati tambahan	MA	3733,72				
3	Beban hidup TV	TD	12012,52				
4	Beban Pelebaran	TP	0,00				
5	Angin	TA		7,88		162,49	
6	Beban Angin	EW	75,6	680,085	206,029	1002,52459	7340,269
9	Beban Gempa	EQ	15375,675	64934,0185	-43920,709		1857,312

SERVICE I				Vertikal			Horizontal			Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P	Tx	Ty	Mx	My			
				(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	
1	Berat sendiri	NS	1	36467,68							
2	Beban mati turunan	MA	1	3733,32							
Beban Lini Statis											
3	Beban hidup "D"	TD	1	12112,52							
4	Beban Pelebaran	TP									
5	Angin sem	TS	1		7,88			162,46			
Aksi Longgangan											
6	Aksi tarik	EF									
7	Anggutan Turbulensi	EF									
8	Beban Angin	EW	1	75,6	160,8		26,63	1802,53	3341,29		
9	Beban Gempa	EQ									
10	Pikisan air di atas gempu	EQ									
				36468,00	167,86	26,63	1802,53	3341,29			

SERVICE II				Vertikal			Horizontal			Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P	Tx	Ty	Mx	My			
				(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	
1	Berat sendiri	NS	1	36467,68							
2	Beban mati turunan	MA	1	3733,32							
Beban Lini Statis											
3	Beban hidup "D"	TD	1,3	47542,76							
4	Beban Pelebaran	TP									
5	Angin sem	TS	1,3		10,24			211,37			
Aksi Longgangan											
6	Aksi tarik	EF									
7	Anggutan Turbulensi	EF									
8	Beban Angin	EW	1	75,6	160,8		26,63	1802,53	3341,29		
9	Beban Gempa	EQ									
10	Pikisan air di atas gempu	EQ									
				36732,74	170,37	26,63	2012,76	3341,29			

SERVICE III				Vertikal			Horizontal			Momen	
No	Aksi/Beban	Kode	Faktor beban	P	Tx	Ty	Mx	My			
				(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	
1	Berat sendiri	NS	1	36467,68							
2	Beban mati turunan	MA	1	3733,32							
Beban Lini Statis											
3	Beban hidup "D"	TD	0	0							
4	Beban Pelebaran	TP									
5	Angin sem	TS	0		0,00			0			
Aksi Longgangan											
6	Aksi tarik	EF									
7	Anggutan Turbulensi	EF									
8	Beban Angin	EW	1	75,6	160,8		26,63	1802,53	3341,29		
9	Beban Gempa	EQ									
10	Pikisan air di atas gempu	EQ									
				36468,00	160,83	26,63	1802,53	3341,29			

No	KOMBINAS	Teg. tahanan	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	SERVICE I		36468,00	167,86	26,63	1802,53	3341,29
2	SERVICE II		36732,74	170,37	26,63	2012,76	3341,29
3	SERVICE III		36468,00	160,83	26,63	1802,53	3341,29

4. Kontrol stabilitas guling Stabilitas titik guling (ujung pondasi) terhadap pusat pondasi :

No	KOMBINAS	l	P (kN)	Mx (kNm)	Mp (kNm)	SF	Kestang
1	SERVICE I		36468,00	1802,53	1106725,64	562,1	>2,0 (AMAN)
2	SERVICE II		36732,74	2012,76	1117420,50	559,0	>2,0 (AMAN)
3	SERVICE III		36468,00	1802,53	1064932,53	563,1	>2,0 (AMAN)

Stabilitas guling arah melintang jembatan :

No	KOMBINAS	l	P (kN)	Mx (kNm)	Mp (kNm)	SF	Kestang
1	SERVICE I		36468,00	1802,53	1106725,64	561,66	>2,0 (AMAN)
2	SERVICE II		36732,74	2012,76	1117420,50	564,44	>2,0 (AMAN)
3	SERVICE III		36468,00	1802,53	1064932,53	560,73	>2,0 (AMAN)

5. Kontrol stabilitas geser Stabiitas tanah dasar pile cap :

No	KOMBINAS	l	P (kN)	Tx (kN)	H (kN)	SF	Kestang
1	SERVICE I		36468,00	167,86	22370,717	135,16	>1,0 (AMAN)
2	SERVICE II		36732,74	170,37	22967,932	134,01	>1,0 (AMAN)
3	SERVICE III		36468,00	160,83	22363,707	137,16	>1,0 (AMAN)

Stabilitas geser arah melintang jembatan :

No	KOMBINAS	l	P (kN)	Ty (kN)	H (kN)	SF	Kestang
1	SERVICE I		36468,00	26,63	22370,717	110,01	>1,0 (AMAN)
2	SERVICE II		36732,74	26,63	22967,932	110,02	>1,0 (AMAN)
3	SERVICE III		36468,00	26,63	22363,711	106,53	>1,0 (AMAN)

Analisis beban ultimit column 3

1. Pile cap

Beban ultimit pile cap :

PEKAP BEBAN KAJIJA									
No	Aksi/Beban	Kode	Vertikal		Horizontal		Momen		
			P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)	
1	Berat sendiri	NS	36467,67						
2	Beban mati turunan	MA	3733,32						
Beban lini statis									
3	Beban hidup "D"	TD	12112,52						
4	Beban pelebaran	TP	0,00						
5	Angin sem	TS		7,88				162,46	
Aksi Longgangan									
6	Aksi tarik	EF							
7	Anggutan Turbulensi	EF							
8	Beban Angin	EW	75,60	160,80		26,63	1802,53	3341,29	
9	Beban gempa	EQ			15735,66	646,94			
10	Pikisan air di atas gempu	EQ							
Aksi Longgangan									
11	Pekikan	FB							

Kombinasi beban ultimit pile cap :

No	KOMBINAS	Faktor beban	P (kN)	Tx (kN)	Ty (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	SERVICE I	1,3	44999,32				
2	SERVICE II	1,3	44999,32				
Beban lini statis							
3	SERVICE I	1,3	44999,32				
4	SERVICE II	1,3	44999,32				
5	SERVICE III	1,3	44999,32				
Aksi Longgangan							
6	Aksi tarik						
7	Anggutan Turbulensi						
8	Beban Angin						
9	Beban gempa						
10	Pikisan air di atas gempu						
Aksi Longgangan							
11	Pekikan						
			47865,29	14,18	0,00	292,47	0,00

KULAT 1									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	1,3	44993,32						
2	Beban mati tambahan	2	7467,44						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	1,8	21002,54						
4	Beban pedestrian								
5	Gaya rem								
Aksi lingkungan									
6	Winda air								
7	Harapan/Tambukan								
8	Beban angin	1,4	105,84	224,12	204,56	2523,55	4677,81		
9	Beban gempa								
10	Pik air dinamis								
Aksi lainnya									
11	Pelekan								
			47069,13	224,12	204,56	2523,55	4677,81		

EKSTREM 1									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	1,3	44993,32						
2	Beban mati tambahan	2	7467,44						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	0,3	3633,76						
4	Beban pedestrian								
5	Gaya rem								
Aksi lingkungan									
6	Winda air								
7	Harapan/Tambukan								
8	Beban angin								
9	Beban gempa	1	15725,16			49420,79			
10	Pik air dinamis	0,3				194902225	557,19		
Aksi lainnya									
11	Pelekan								
			460494,51	15725,16	194,98	49420,79	557,19		

EKSTREM 2									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	1,3	44993,32						
2	Beban mati tambahan	2	7467,44						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	0,3	3633,76						
4	Beban pedestrian								
5	Gaya rem								
Aksi lingkungan									
6	Winda air								
7	Harapan/Tambukan								
8	Beban angin								
9	Beban gempa	0,3	4620,92			137796,26			
10	Pik air dinamis	1				64194	1857,31		
Aksi lainnya									
11	Pelekan								
			460494,51	4620,92	64194	137796,26	1857,31		

KOMBINASI BEBAN							
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal	Horizontal	Momen	Mx (kN-m)	My (kN-m)
1	KULAT 1		47069,13	224,12	204,56	2523,55	4677,81
2	1		47069,13	224,12	204,56	2523,55	4677,81
3	2		460494,51	15725,16	194,98	49420,79	557,19
4	3		460494,51	4620,92	64194	137796,26	1857,31

2. Pier wall
Beban ultimit pier wall :

REKAP BEBAN KEDUA									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	MS	3463,49						
2	Beban mati tambahan	MA	3733,72						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	TD	12112,52						
4	Beban pedestrian	TP	0,00						
5	Gaya rem	TR		7,88		162,49			
Aksi lingkungan									
6	Winda air	EF			0,00	0,00	0,00	0,00	
7	Harapan/Tambukan	EF							
8	Beban angin	EW	75,00	160,08	206,53	1162,20	553,98		
9	Beban gempa	EQ			15725,16	64194	-17269,44	-32,46	
10	Pik air dinamis	EQ						0,00	
Aksi lainnya									
11	Pelekan	FB				0,00	0,00		

Kombinasi beban ultimit pier wall :

KULAT 1									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	1,3	44993,32						
2	Beban mati tambahan	2	7467,44						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	1,8	21002,54						
4	Beban pedestrian								
5	Gaya rem	1,8		14,18		292,47			
Aksi lingkungan									
6	Winda air								
7	Harapan/Tambukan								
8	Beban angin								
9	Beban gempa								
10	Pik air dinamis								
Aksi lainnya									
11	Pelekan								
			47069,13	14,18	0,00	292,47	0,00		

EKSTREM 1									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	1,3	44993,32						
2	Beban mati tambahan	2	7467,44						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	1,8	21002,54						
4	Beban pedestrian								
5	Gaya rem								
Aksi lingkungan									
6	Winda air								
7	Harapan/Tambukan								
8	Beban angin	1,4	105,84	224,12	204,56	2523,55	4677,81		
9	Beban gempa								
10	Pik air dinamis								
Aksi lainnya									
11	Pelekan								
			47069,13	224,12	204,56	2523,55	4677,81		

EKSTREM 2									
No	Aksi/Beban	Jumlah	Vertikal		Horizontal		Momen		
			Faktor beban	Pn (kN)	Tm (kN)	Txy (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	
Aksi tetap									
1	Beban sendiri	1,3	44993,32						
2	Beban mati tambahan	2	7467,44						
Beban hidup tetap									
3	Beban hidup 'D'	0,3	3633,76						
4	Beban pedestrian								
5	Gaya rem								
Aksi lingkungan									
6	Winda air								
7	Harapan/Tambukan								
8	Beban angin								
9	Beban gempa	1	15725,16			49420,79			
10	Pik air dinamis	0,3				194902225	557,19		
Aksi lainnya									
11	Pelekan								
			460494,51	15725,16	194,98	49420,79	557,19		

No	EKSTREM1	Jenis Bahan	Vertikal		Horizontal		Momen	
			Pada beton (kN)	Pada (kN)	Tan (kN)	Tan (kN)	Min (kN-m)	Max (kN-m)
		Aksi tetap						
1		Berat sendiri	1,3	44993,32				
2		Bahan mati tambahan	2	7467,44				
		Bahan lain tetap						
3		Bahan beton "D"	0,3	3027,6				
4		Bahan pelat beton						
5		Kayu mas						
		Aksi langkapan						
6		Pelatan air						
7		Pelapangan Tambahan						
8		Bahan angin						
9		Bahan gantung	0,3	4620,82			13776,24	
10		Pel. ar. ditinjau	1			68344,085		1857,33
		Aksi lainnya						
11		Pondasi		46084,51	4620,82	6834	13776,24	1857,33

No	KOMBINASI BEBAN	Pd	Tan	Tan	Max	Max
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN-m)	(kN-m)
1	BEKUT 1	47062,29	44,38	0,00	292,47	0,00
2	BEKUT 2	47070,13	224,12	200,56	2520,55	4677,81
3	EKSTREM 1	46084,51	15775,06	184,48	43920,79	557,19
4	EKSTREM 2	46084,51	4620,82	6834	13776,24	1857,33

Analisa pondasi pier

1. Data pondasi tiang *drilled-shaft*

Bahan material pondasi :

Mutu beton tiang, K-500

Kuat tekan beton, $f'_c = 41,5$ Mpa

Mutu baja tulangan, U-39

Tegangan leleh baja, $f_y = 390$ Mpa

Modulus elastis beton, $E_c = 30277,63201$ Mpa

Berat beton bertulang, $w_c = 25,00$ kN/m³

Pondasi *end bearing* dan *friction* :

Berat volume tanah, $w_s = 15$ kN/m³

Sudut gesek dalam, $\phi = 30^\circ$

Kohesi tanah, $c = 5$ kPa

Dimensi *pile cap* :

Lebar arah x, $B_x = 61,2$ m

Lebar arah y, $B_y = 61,2$ m

Tebal kolom, $h = 3,00$ m

Tebal, $h_p = 3,40$ m

Tebal, $h_t = 4$ m

Panjang, $L_x = 29,1$ m

Dimensi tiang *drilled-shaft* :

Dimensi sisi luar, $D_o = 3$ m

Panjang, $L = 30$ m

Jarak pusat tiang terluar terhadap sisi luar *pile cap*, $a = 3,6$ m

Data susun tiang :

Jumlah baris tiang, $n_y = 7$

Jumlah tiang dalam satu baris, $n_x = 7$

Jarak antar tiang dalam arah x, $X = 9$ m

Jarak antar tiang dalam arah y, $Y = 9$ m

2. Daya dukung aksial ijin tiang

Berdasarkan kekuatan bahan :

Kuat tekan beton, $f'_c = 41,5$ Mpa

Tegangan ijin beton, $f_c = 8300$ kPa

Luasampang tiang, $A = 7,07$ m²

Panjang tiang, $L = 30,0$ m

Berat tiang, $W = 5086,8$ kN

Kapasitas tiang, $P = 53553$ kN

$P_{ijin} = 53552,70$ kN

Berdasarkan kekuatan tanah (SPT) :



Gambar diatas menunjukkan prong yang dibor tanpa bel. Disini, $L_1 = 72,6$ ft, $L_2 = 26,4$ ft, dan Q_p (3 m) = 9,9 ft.

SPT rata-rata $L_1 = 1,8 \rightarrow \phi = 26^\circ$

$C_u 1 = 0,25$ ton/ft²

$$= 0,25 \times \frac{1000}{(30,3)^2}$$

$$= 0,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 0,25 \times 2200/\text{ft}^2 = 550 \text{ lb/ft}^2$$

SPT rata-rata $L_2 = 21,5 \rightarrow \phi = 38^\circ$

$C_u 2 = 3$ ton/ft²

$$= 3 \times \frac{1000}{(30,3)^2}$$

$$= 3,27 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 3 \times 2200/\text{ft}^2 = 6000 \text{ lb/ft}^2$$

$L \geq 3 D_b$

$30 \geq 3 (3)$

$$Q_{p(\text{net})} = A_p c_u N_c^* = A_p c_{u(2)} N_c^*$$

$$= \left[\left(\frac{\pi}{4} \right) (9,9)^2 \right] (6000) (9)$$

$$= 4154644 \text{ lb}$$

$$= 4154,6 \text{ kip}$$

Eksperimen oleh *Whitaaker* dan *Cooke* (1966) menunjukkan bahwa nilai penuh $N_c^* = 9$

Ekspresi untuk ketahanan kulit dari poros yang dibor di tanah :

$$Q_s = \sum \alpha^* c_u p \Delta L$$

$$\alpha^* = 0,4$$

$$p = \pi D_s = (3,14)(9,9) = 31,08 \text{ ft}$$

dan,

$$\begin{aligned}
 Q_s &= (0,4) \times (31,08) \times [(550 \times 72,6) \\
 &\quad + (6000 \times 26,4)] \\
 &= 2465639 \text{ lb} \\
 &= 2465,6 \text{ kip} \\
 Q_w &= \frac{Q_{p(net)} + Q_s}{FS} = \frac{4154,6 + 2465,6}{3} \\
 &= 4976,5 \text{ kip} \\
 &= 4976500 \text{ lb} \\
 &= \frac{4976500}{2,2} \\
 &= 2262045 \\
 &= 2262 \text{ ton} \\
 &= 22182,65 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Rekap daya dukung aksial tiang :

➤ Berdasarkan kekuatan bahan, P = 52552,70 kN

➤ Pengujian SPT, P = 22182,65 kN

Daya dukung aksial terkecil, P = 22182,65 kN

Jumlah baris tiang, ny = 7

Jumlah tiang dalam satu baris, nx = 7

Jarak anatar tiang, X = 9 m Y = 9 m

Jarak antar tiang terkecil, Sk = 9 m, harus > 4,5

Jarak antar tiang terbesar, Sb = 9 m, harus < 19,233

Diameter sisi luar tiang, D = 3 m (OK)

Efisiensi kelompok tiang (menurut uniform *building code AASHO*) :

$$\text{Eff} = 1 - 0 \frac{(nx-1)ny + (ny-1)nx}{90 \cdot nx \cdot ny}$$

$$\text{Eff} = 1$$

$$\theta = \text{arc tan} (D/S) = 18,43^\circ$$

$$P_{ijin} = 22182,6500 \text{ kN}$$

Diambil daya dukung aksial ijin tiang

$$: P_{ijin} = 22182,6500 \text{ kN}$$

3. Gaya yang diterima tiang *drilled-shaft*

Gaya aksial pada tiang :

Jumlah tiang =		n =	m	Tinggi =		210	m	
No	tiang =	210		Tinggi =	210			
1	ti =	210	ti ² =	1026,000	ti =	210	ti ² =	1026,00
2	ti =	180	ti ² =	456,000	ti =	180	ti ² =	456,00
3	ti =	90	ti ² =	1124,000	ti =	90	ti ² =	1124,00
4	ti =	0	ti ² =	0	ti =	0	ti ² =	0
5	ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb	ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb
6				ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb	
7				ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb	
8				ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb	
9				ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb	
10				ti =	ti > sb	ti ² =	ti > sb	
			ti ² =	15076,00			ti ² =	15076,00

Tinjauan terhadap beban arah X
Gaya maksimum dan minimum yang diterima oleh satu tiang :

No	KOMBINASI BEBAN	P kN	M _x kN-m	P _{in} kN	M _{in} y ₁ ² kN	P _{max} kN	P _{min} kN
1	BEKCEI	36369,00	1065,02	779,70	3,34	7763,109	7763,654
2	BEKCEI II	36320,76	2013,77	7453,93	3,42	7457,359	7456,509
3	BEKCEI III	34446,49	1802,53	7122,50	3,07	7123,647	7124,516
4	EKSTREM I	46046,51	43920,79	4997,05	707,14	10144,999	8691,703
5	EKSTREM II	46046,51	13176,24	4997,05	229,14	8621,949	9173,704

Tinjauan terhadap beban arah Y
Gaya maksimum dan minimum yang diterima oleh satu tiang :

No	KOMBINASI BEBAN	P kN	M _y	P _{in}	M _{in} y ₂ ²	P _{max}	P _{min}
1	BEKCEI	36369,00	1301,20	779,70	5,602	7763,459	7764,003
2	BEKCEI II	36320,76	1301,20	7453,94	5,602	7456,616	7448,251
3	BEKCEI III	34446,49	1301,20	7122,50	5,602	7120,264	7126,699
4	EKSTREM I	46046,51	571,184	4997,05	0,940	4996,795	4996,800
5	EKSTREM II	46046,51	1073,31	4997,05	3,139	9401,006	4996,680

4. Kontrol daya dukung ijin tiang

Daya dukung ijin aksial

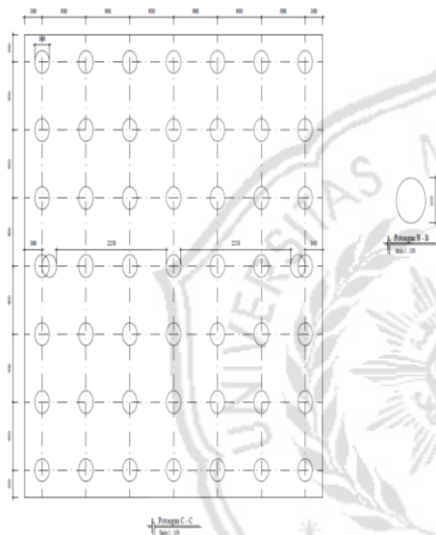
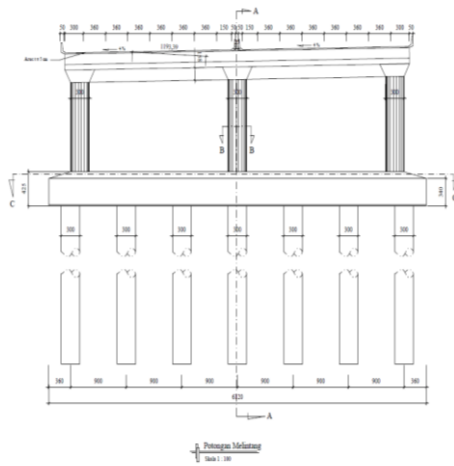
Terhadap beban arah X :

No	KOMBINASI BEBAN	P _{ijin}	P _{max}	Kontrol terhadap Daya dukung ijin	P _{ijin}	Kategori
1	BEKCEI	100%	7763,65	< 100% P _{ijin} =	7763,00	AMAN
2	BEKCEI II	100%	7456,616	< 100% P _{ijin} =	7763,00	AMAN
3	BEKCEI III	100%	7123,647	< 100% P _{ijin} =	7763,00	AMAN
4	EKSTREM I	15%	10144,99	< 150% P _{ijin} =	11254,00	AMAN
5	EKSTREM II	15%	9401,99	< 150% P _{ijin} =	11254,00	AMAN

Terhadap beban arah Y :

No	KOMBINASI BEBAN	P _{ijin}	P _{max}	Kontrol terhadap Daya dukung ijin	P _{ijin}	Kategori
1	BEKCEI	100%	7763,65	< 100% P _{ijin} =	7763,00	AMAN
2	BEKCEI II	100%	7456,616	< 100% P _{ijin} =	7763,00	AMAN
3	BEKCEI III	100%	7123,64	< 100% P _{ijin} =	7763,00	AMAN
4	EKSTREM I	15%	9996,795	< 150% P _{ijin} =	11254,00	AMAN
5	EKSTREM II	15%	9401,006	< 150% P _{ijin} =	11254,00	AMAN

Hasil Studi



SARAN

Untuk pekerjaan pembangunan jalan Tol ataupun jalan raya pada umumnya yang dekat sekali dengan pemukiman warga pondasi tipe *Drilled-Shaft* ini bisa dijadikan alternatif untuk menggantikan tipe pondasi tiang pancang, dikarenakan pekerjaannya tidak menimbulkan suara dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Braja M.Das. "*Principles of Foundation Engineering*". *Eighth Edition*.

Das,B.M.(1985). "*Principles of Geotechnical Engineering*". PWS Publisher, New York.

Malik, J. (2008). Analisis Beban *Pier* Jembatan Srandakan Kulon Progo D.I. Yogyakarta. [C] 2008 : MNI-EC,35.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2005. *RSNI T-02-2005. Pembebanan untuk jembatan*. Jakarta (ID) : BSN.

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

KESIMPULAN

1. Dimensi tiang *drilled-shaft* berdiameter sisi 3 meter, panjang 30 meter, lebar arah Y=61,2 meter dan arah X=61,2 meter, jarak antar tiang arah Y=9 meter dan arah X=9 meter, dengan jumlah tiang arah Y=7 dan arah X=7. Daya dukung aksial tiang berdasarkan kekuatan bahan, $P = 53552,70$ kN sedangkan berdasarkan hasil pengujian SPT (*Meyerhoff*), $P = 22182,65$ kN, jadi diambil daya dukung aksial yang terkecil yaitu $P = 22182,65$ kN.
2. Bentuk konstruksi *pier* dengan tinggi 11,2 meter, berdiameter 3 meter, dan berjumlah 3 bentang tiang.