



# ALTERNATIF PERENCANAAN BANGUNAN BAWAH OVERPASS SEMEMI SURABAYA DENGAN VARIASI TIPE PILAR

Oleh :

Syahrial Fahmi (3112.106 .032)

Dosen Pembimbing :

Ir. Suwarno, M. Eng

Dr. Ir. Djoko Untung

**PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

**2015**



# DAFTAR ISI

1. Pendahuluan
2. Metodologi
3. Perencanaan pilar dan pondasi
4. Kesimpulan



# PENDAHULUAN



# LATAR BELAKANG

1. Jalan lingkar luar barat adalah jalan yang menghubungkan wilayah kecamatan Lakarsantri sampai ke wilayah kecamatan Romokalisari. Pada wilayah Sememi, terdapat perlintasan jalan raya dan rel kereta api sehingga direncanakan overpass untuk melewati jalan raya dan perlintasan rel.
2. Pada perencanaan bangunan bawah *overpass* Sememi yang sudah ada, biaya bangunan bawah yang sudah ada tersebut cukup besar dilihat dari analisa biaya yang telah dilakukan sebelumnya.
3. Alasan pemilihan alternatif perencanaan bangunan bawah ini, karena untuk mengetahui alternatif yang lebih ekonomis, efisien dan aman untuk digunakan pada *overpass* Sememi.



# RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana perencanaan pilar dengan tiga variasi tipe pilar (tipe pilar tunggal, tipe pilar ganda dengan pilecap terpisah, dan tipe balok cap tiang sederhana)?
2. Bagaimana perencanaan pondasi dari masing-masing variasi tipe pilar?
3. Bagaimana kebutuhan tulangan dari masing-masing variasi tipe pilar?
4. Berapa biaya yang dibutuhkan dari masing-masing variasi tipe pilar?



# TUJUAN

1. Dapat merencanakan pilar dengan tiga variasi tipe pilar (tipe pilar tunggal, tipe pilar ganda dengan pilecap terpisah, dan tipe balok cap tiang sederhana).
2. Dapat merencanakan pondasi dari masing-masing variasi tipe pilar.
3. Dapat mengetahui kebutuhan tulangan dari masing-masing variasi tipe pilar?
4. Dapat mengetahui jumlah biaya yang diperlukan dari masing-masing variasi tipe pilar?

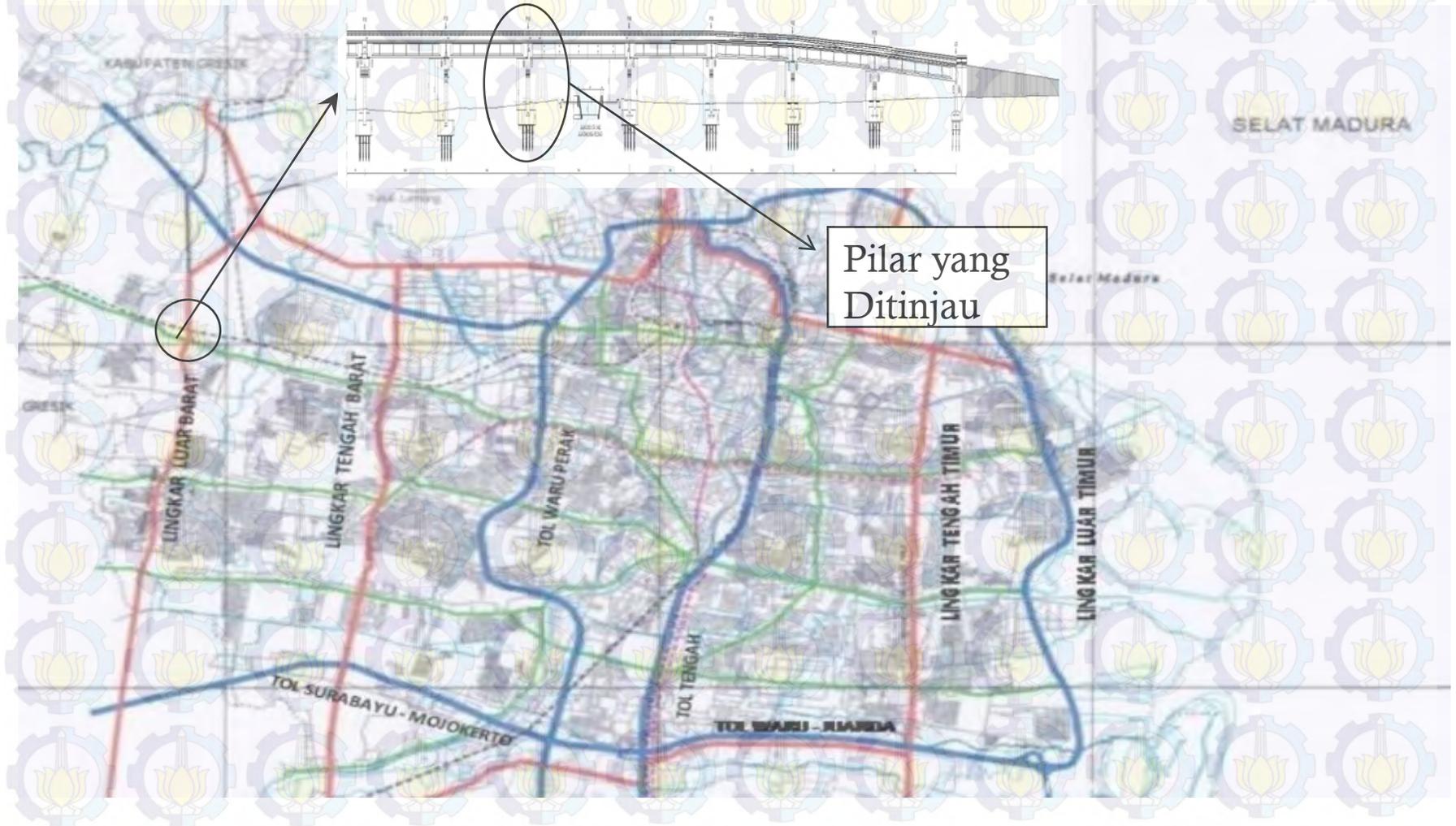


# BATASAN MASALAH

1. Tidak membahas perhitungan pilar pada bentang lain.
2. Tidak membahas perhitungan abutment atau kepala jembatan.
3. Perhitungan pembebanan selain beban gempa menggunakan RSNI T02 2005, untuk beban gempa menggunakan SNI 03 2833 2008.
4. Pemilihan alternatif hanya dari analisa biaya dan kontrol kekuatan ( $Q_{ijin} = 1,1 \times P_{Max}$ ).
5. Tidak membahas metode pelaksanaan



# LOKASI STUDI

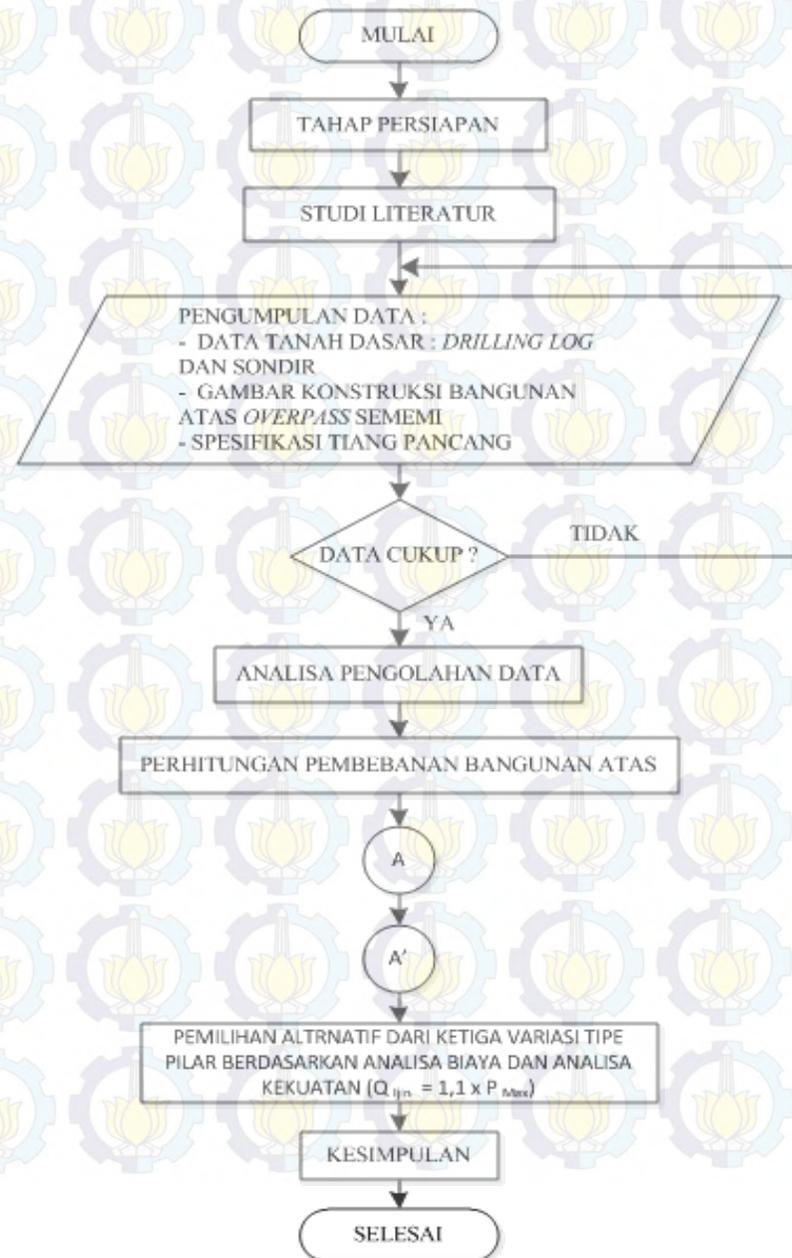




# METODOLOGI

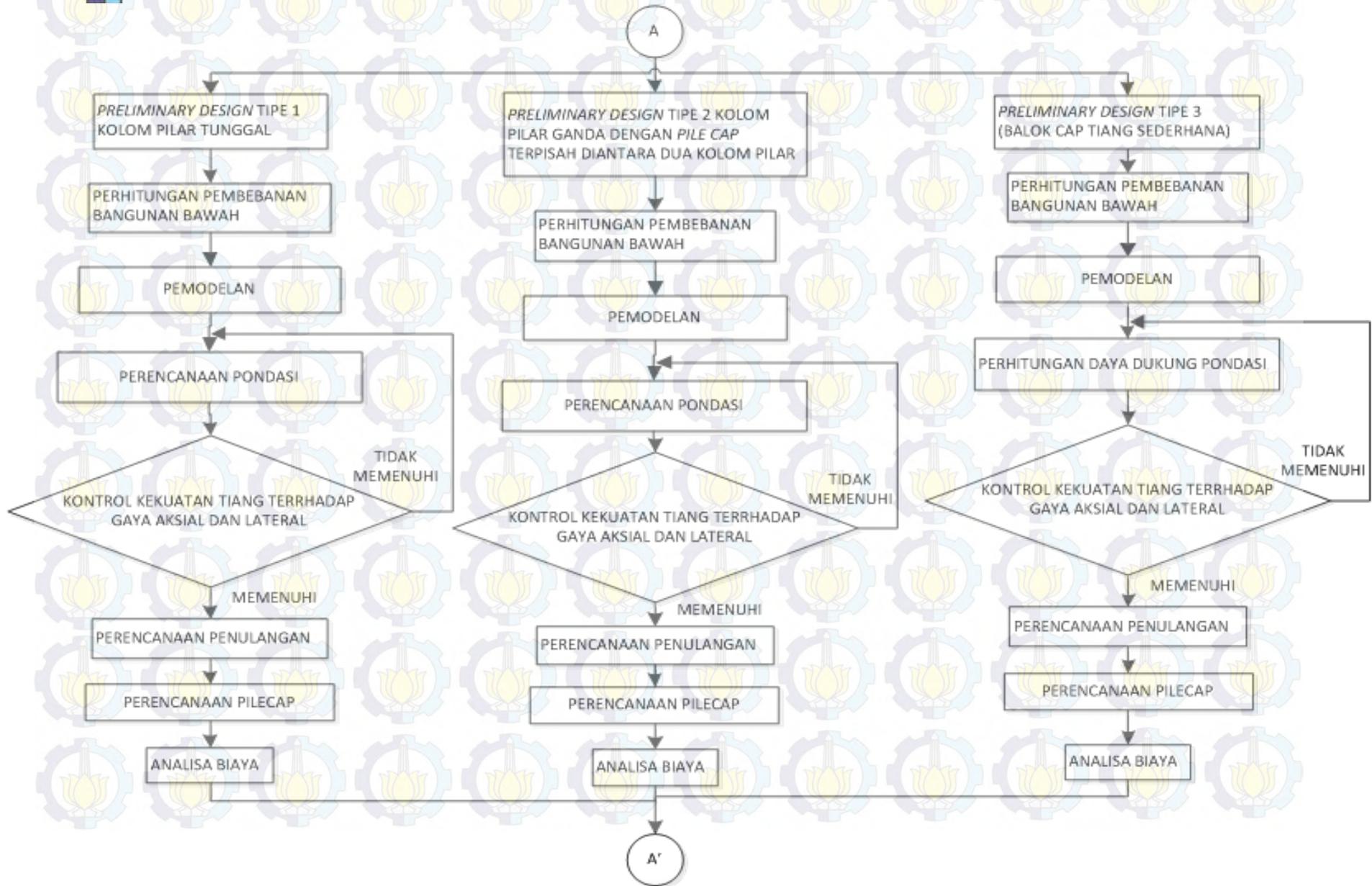


# METODOLOGI





# METODOLOGI





# PERENCANAAN PILAR DAN PONDASI



# DATA TEKNIS OVERPASS

Uraian Dimensi	Bentang 40m	Bentang 50m
Lebar overpass	21.25 m	21.25 m
Panjang bentang overpass	40 m	50 m
Tebal pelat lantai overpass	0.2 m	0.2 m
Tebal lapisan aspal	0.05 m	0.05 m
Tinggi genangan air hujan	0.03 m	0.03 m
Tinggi girder pratekan	2.1 m	2.3 m
Tinggi Parapet	1.1 m	1.1 m
Tinggi bidang samping overpass	3.4 m	3.6 m
Jarak girder pratekan	1.9 m	1.75 m
Jumlah girder pratekan	11 buah	12 buah
Spesifikasi dan Berat Jenis		
Berat jenis beton bertulang	2.4	ton/m <sup>3</sup>
Berat jenis aspal	2.2	ton/m <sup>3</sup>
Berat jenis air	1	ton/m <sup>3</sup>



# DATA TANAH DASAR

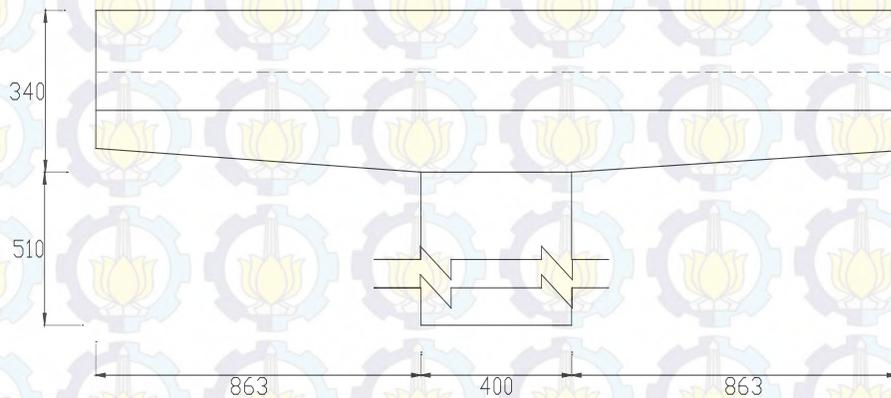
Kedalaman (m)	Gs	e	Sr	Wc	n	γt	γd	γsat
			%	%	%	gr/cc	gr/cc	gr/cc
-8	2.734	1.536	100	56.18	60.57	1.684	1.078	1.684
-16	2.645	1.314	100	49.68	56.78	1.711	1.143	1.711
-24	2.598	1.287	100	49.54	56.27	1.699	1.136	1.699
-32	2.743	1.198	100	43.67	54.50	1.793	1.248	1.793
-39	2.651	0.963	100	36.33	49.06	1.841	1.350	1.841
Kedalaman (m)	G	S	S+CI	LL	PL	PI	φ	Cu
	%	%	%	%	%	%	(°)	kg/cm <sup>2</sup>
-8	0.00	7.41	92.59	64.78	33.85	30.93	0	0.072
-16	0.00	22.65	77.35	51.20	30.24	20.96	0	0.131
-24	0.00	21.12	78.88	54.67	30.11	24.56	0	0.574
-32	5.81	6.83	87.36	55.96	31.22	24.74	0	1.158
-39	5.91	10.48	83.61	44.79	29.66	15.13	0	2.672

Kedalaman (m)	N-SPT	Jenis Tanah	Konsistensi Tanah
0-3	1	Sirtu, Lempung Berpasir, Lempung Lanau	Very Soft
3-6	1	Lempung Lanau	Very Soft
6-9	1	Lempung Lanau	Very Soft
9-12	2	Lempung Lanau	Very Soft
12-15	3	Lempung Lanau, Lempung Lanau Berpasir Berkulit Kerang	Very Soft
15-18	3	Lempung Lanau, Lempung Lanau Berpasir Berkulit Kerang	Very Soft, Soft to Stiff
18-21	4	Lempung Lanau, Lempung Lanau Berpasir Berkulit Kerang	Soft to Stiff
21-24	12	Lempung Lanau, Lempung Lanau Berpasir Berkulit Kerang	Soft to Stiff
24-27	14	Lempung	Stiff
27-30	50	Lanau Lempung Berpasir Halus, Lempung Berkerikil	Stiff, Very Stiff
30-33	50	Lempung Berkerikil	Very Stiff, Hard
33-36	50	Lanau Berlempung Berkerikil	Hard
36-40	50	Lanau Berlempung Berkerikil	Hard

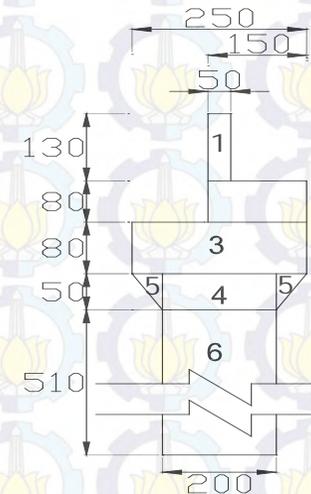


# PERENCANAAN PILAR TUNGGAL DAN PONDASI

## 1. Rencana pilar



Potongan Melintang *Overpass*



Potongan Memanjang *Overpass*

## 2. Pembebanan

No	Uraian	Kode	P (ton)	$T_x$ (ton)	$T_y$ (ton)
1	Berat Sendiri struktur atas	MS	2251.3		
2	Beban mati tambahan	MA	204.4		
3	Beban sendiri pilar	MS	309.2		
4	Beban Lajur "D"	TD	722.9		
5	Gaya Rem	TB			36.0
6	Beban Tumbukan	TC		9.848	
7	Gaya Gesek	FB		368.4	368.4
8	Beban Angin	EW		42.81	1.56
9	Beban Gempa	EQ		1256.4	1256.4



# PERENCANAAN PILAR TUNGGAL DAN PONDASI

## 3. Reaksi Pilar

No	Kombi nasi	$f_x$	$f_y$	$f_z$	$M_x$	$M_y$
		ton	ton	ton	tm	tm
1	Komb 1	0	0	3252.3	0	0
2	Komb 2	-336	63.8	3252.3	-344.3	-2317
3	Komb 3	-43.7	43.2	3252.3	-247.5	-271.3
4	Komb 4	-43.7	-20.6	3252.3	96.8	-271.3
5	Komb 5	-1257.0	-377.1	3030.2	1640.4	-7353.6
6	Komb 6	-377.1	-1257.0	3030.2	5468.1	-2206.1

## 4. Penulangan :

### a. Penulangan back wall

Tulangan utama: D19 – 175 Ast= 1620.2 mm<sup>2</sup>

Tulangan bagi : D19 – 200 Ast = 359.9 mm<sup>2</sup>.

Tulangan geser : D13-100 Ast = 796.4 mm<sup>2</sup>

### c. Penulangan kolom pilar

Tulangan utama arah x dan y : 35D32

Ast = 28148.67 mm<sup>2</sup>

Tulangan geser : D25-300 Ast = 981.75mm<sup>2</sup>

### b. Penulangan pier head

Tulangan utama arah x : 23D32 Ast = 18498 mm<sup>2</sup>.

Tulangan tekan : 12D32 Ast = 9651 mm<sup>2</sup>

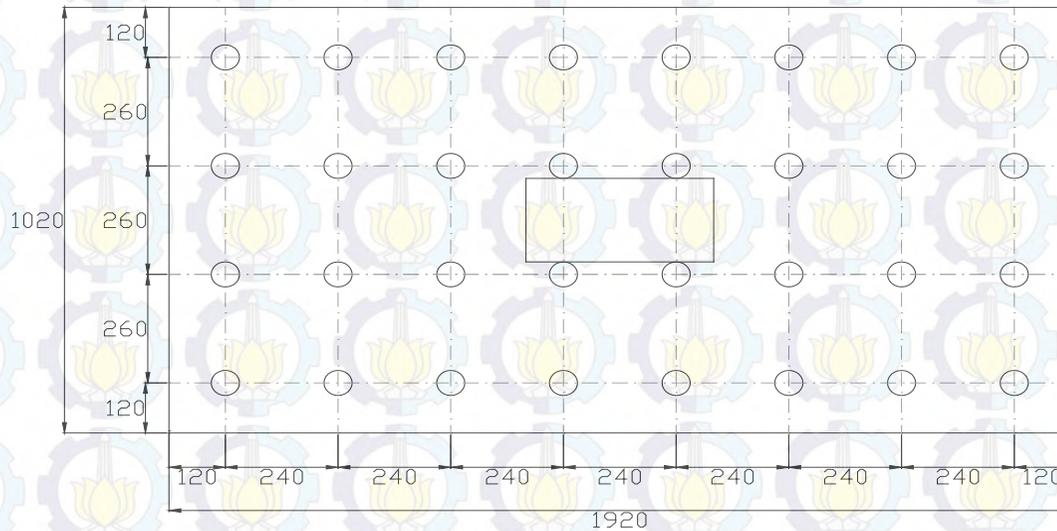
Tulangan utama arah y : D32 – 100 Ast = 8042.5 mm<sup>2</sup>.

Tulangan geser : D25-150 Ast = 2945.2 mm<sup>2</sup>.



# PERENCANAAN PILAR TUNGGAL DAN PONDASI

## 5. Pondasi



Ø tiang = 80cm

kedalaman = 33m

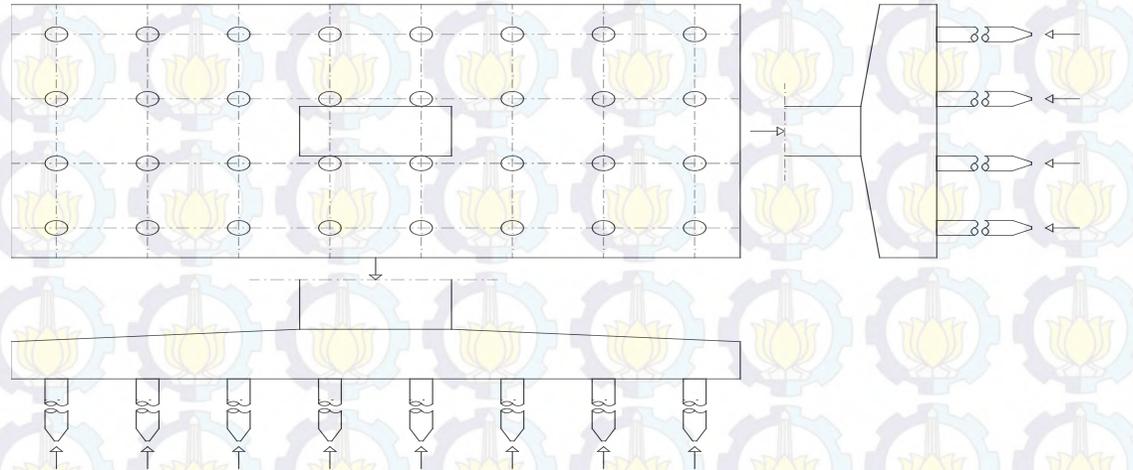
Kontrol : Terhadap aksial :  $P_{ijin} > P_{maks} = 236.52 \text{ ton} > 236.5 \text{ ton}$  ( OK )

Terhadap lateral :  $Q_{ijin} > Q_{maks} = 83.1 \text{ ton} > 55.55 \text{ ton}$  (OK)



# PERENCANAAN PILAR TUNGGAL DAN PONDASI

## 6. Pilecap



Dimensi *pile cap* :

B = 19200 mm

H = 10200 mm

D = 2000 mm

$f'_c$  = 29.05 MPa

$f_y$  = 400 MPa

Kontrol geser ponds

$V_u < \phi V_c$

3455.3 t < 3559.48 t (OK)

Penulangan

Tulangan utama arah X dan Y = 4 D32 - 75, jarak antar layer 65mm,

$A_{st} = 42892 \text{ mm}^2$

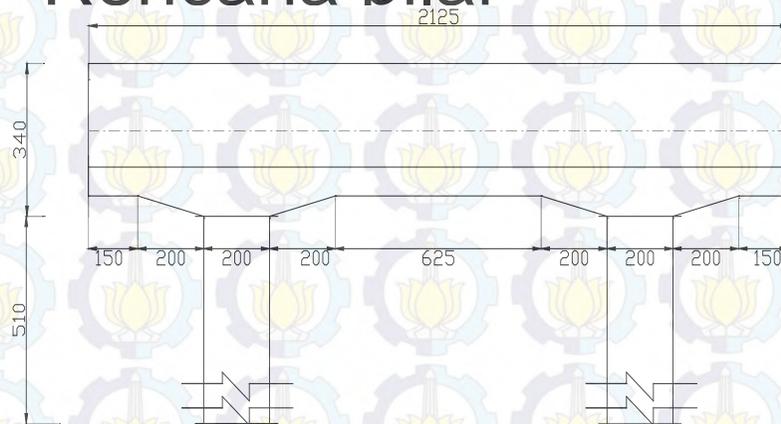
Tulangan bagi : D32 - 175  $A_{st} = 9191.4 \text{ mm}^2$

Tulangan geser : D25 - 500  $A_{st} = 981.75 \text{ mm}^2$

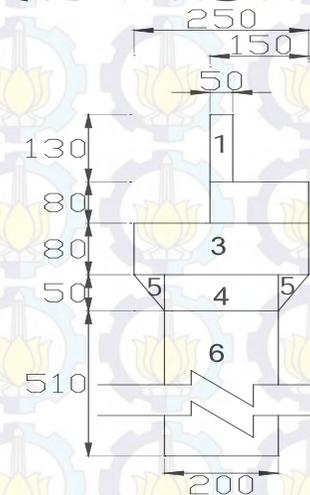


# PERENCANAAN PILAR GANDA DENGAN PILECAP TERPISAH DAN PONDASI

## 1. Rencana pilar



Potongan Melintang *Overpass*



Potongan Memanjang *Overpass*

## 2. Pembebanan

No	Uraian	Kode	P	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>
			(ton)	(ton)	(ton)
1	Berat Sendiri struktur atas	MS	2251.3		
2	Beban mati tambahan	MA	204.4		
3	Beban sendiri pilar	MS	277.0		
4	Beban Lajur "D"	TD	722.9		
5	Gaya Rem	TB			36.0
6	Beban Tumbukan	TC		9.848	
7	Gaya Gesek	FB		368.4	368.4
8	Beban Angin	EW		42.81	3.12
9	Beban Gempa	EQ		1248.8	1248.8



# PERENCANAAN PILAR GANDA DENGAN PILECAP TERPISAH DAN PONDASI

## 3. Reaksi Pilar

No	Kombi nasi	fx	fy	fz	Mx	My
		ton	ton	ton	tm	tm
1	Komb 1	-60.9	0	1570.4	0	-142.4
2	Komb 2	-236.5	163.2	1647.7	-612.5	-880.7
3	Komb 3	-69.8	20.7	1574.3	-70.4	-180.0
4	Komb 4	-69.8	-13.4	1574.3	57.8	-180.0
5	Komb 5	-539.2	-187.3	1654.1	814.9	-2203.2
6	Komb 6	-198.7	-624.4	1517.8	2716.2	-747.5

## 4. Penulangan :

### a. Penulangan back wall

Tulangan utama: D19 – 175 Ast= 1620.2 mm<sup>2</sup>

Tulangan bagi : D19 – 200 Ast = 359.9 mm<sup>2</sup>.

Tulangan geser : D13-100 Ast = 796.4 mm<sup>2</sup>

### b. Penulangan pier head

Tulangan utama arah x : 23D32 Ast =18498 mm<sup>2</sup>.

Tulangan tekan : 12D32 Ast = 9651 mm<sup>2</sup>

Tulangan utama arah y : D32 – 100 Ast = 8042.5 mm<sup>2</sup>.

Tulangan geser : D25-400 Ast = 490.87 mm<sup>2</sup>.

### c..Penulangan kolom pilar

Tulangan utama arah x dan y : 17D32

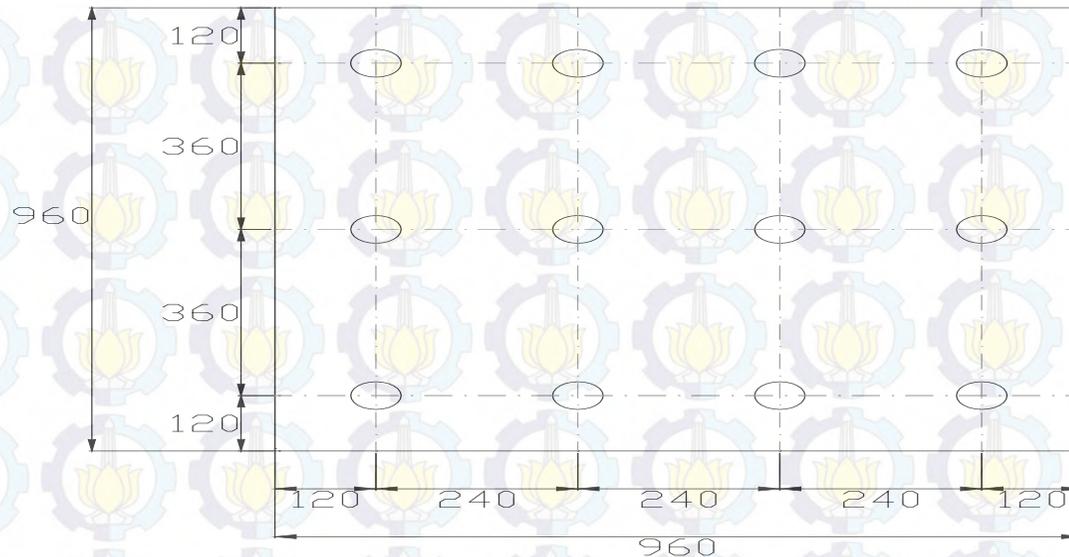
Ast = 13672.21 mm<sup>2</sup>

Tulangan geser : D25-300 Ast = 490.87 mm<sup>2</sup>



# PERENCANAAN PILAR GANDA DENGAN PILECAP TERPISAH DAN PONDASI

## 5. Pondasi



Ø tiang = 80cm

kedalaman = 33m

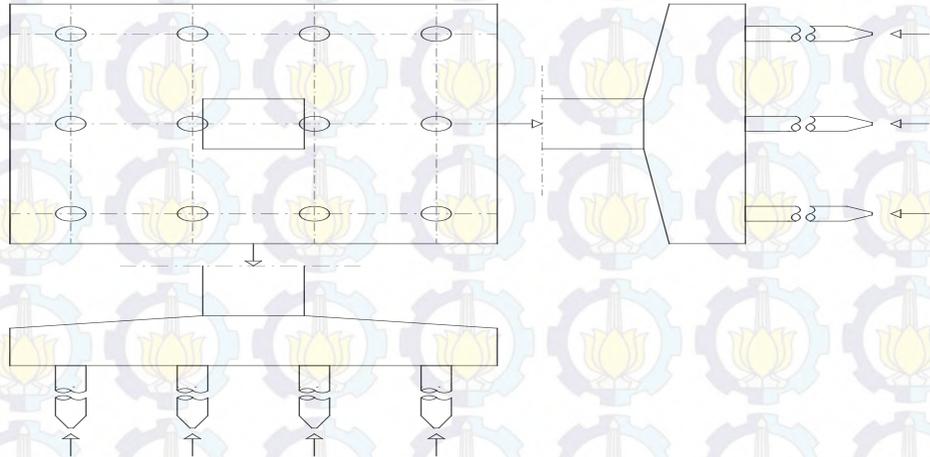
Kontrol : Terhadap aksial :  $P_{ijin} > P_{maks} = 274.67 \text{ ton} > 273.12 \text{ ton}$  (OK)

Terhadap lateral :  $Q_{ijin} > Q_{maks} = 110.9 \text{ ton} > 68.74 \text{ ton}$  (OK)



# PERENCANAAN PILAR GANDA DENGAN PILECAP TERPISAH DAN PONDASI

## 6. Pilecap



Dimensi *pile cap* :

B = 9600 mm

H = 9600 mm

D = 2000 mm

$f'_c$  = 29.05 MPa

$f_y$  = 400 MPa

Kontrol geser ponds

$V_u < \phi V_c$

1782.61 t < 2815.4 t (OK)

Penulangan

Tulangan utama arah X dan Y = 2 D32 - 75, jarak antar layer 65mm,

$A_{st} = 21446 \text{ mm}^2$

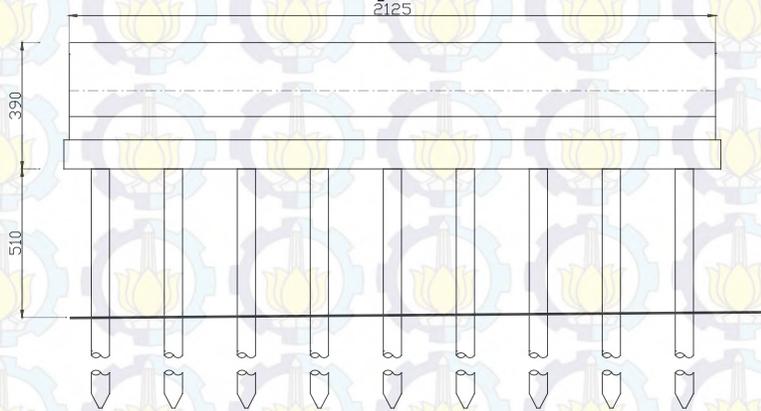
Tulangan bagi : D32 - 125  $A_{st} = 3927 \text{ mm}^2$

Tulangan geser : D25 - 600  $A_{st} = 490.87 \text{ mm}^2$

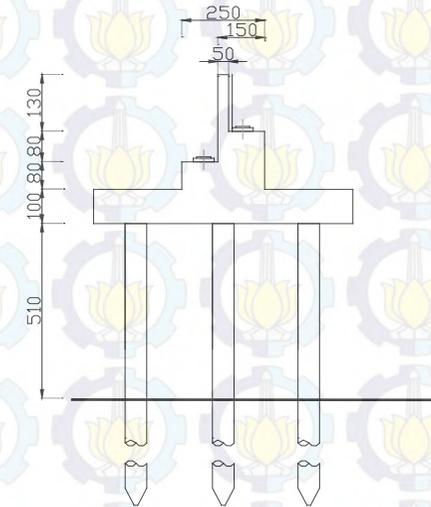


# PERENCANAAN TIPE BALOK CAP TIANG SEDERHANA DAN PONDASI

## 1. Rencana pilar



Potongan Melintang *Overpass*



Potongan Memanjang *Overpass*

## 2. Pembebanan

No	Uraian	Kode	P	T <sub>x</sub>	T <sub>y</sub>
			(ton)	(ton)	(ton)
1	Berat Sendiri struktur atas	MS	2251.3		
2	Beban mati tambahan	MA	204.4		
3	Beban sendiri bangunan bawah	MS	215.0		
4	Beban Lajur "D"	TD	722.9		
5	Gaya Rem	TB			36.0
6	Beban Tumbukan	TC		98.48	
7	Gaya Gesek	FB		368.4	368.4
8	Beban Angin	EW		42.99	0.66
9	Beban Gempa	EQ		427.2	380.8



# PERENCANAAN TIPE BALOK CAP TIANG SEDERHANA DAN PONDASI

## 3. Reaksi Pilar

No	Kombi nasi	$f_x$	$f_y$	$f_z$	$M_x$	$M_y$
		ton	ton	ton	tm	tm
1	Komb 1	0.1	0	203.9	0	0.2
2	Komb 2	0.1	0	203.9	0	0.2
3	Komb 3	-1.4	-0.1	203.0	0.3	-3.0
4	Komb 4	-1.4	-0.1	203.0	0.3	-3.0
5	Komb 5	-16.0	-4.2	182.0	13.5	-50.2
6	Komb 6	-4.7	-14.1	191.6	44.9	-14.9

## 4. Penulangan :

### a. Penulangan back wall

Tulangan utama: D19 – 175 Ast= 1620.2 mm<sup>2</sup>

Tulangan bagi : D19 – 200 Ast = 359.9 mm<sup>2</sup>.

Tulangan geser : D13-100 Ast = 256.46 mm<sup>2</sup>

### b. Penulangan pier head

Tulangan utama arah x : 28D32 Ast = 22518.9 mm<sup>2</sup>.

Tulangan tekan : 14D32 Ast = 11259 mm<sup>2</sup>

Tulangan utama arah y : D32 – 90 Ast = 8936.1 mm<sup>2</sup>.

Tulangan geser : D25-600 Ast = 490.87 mm<sup>2</sup>.

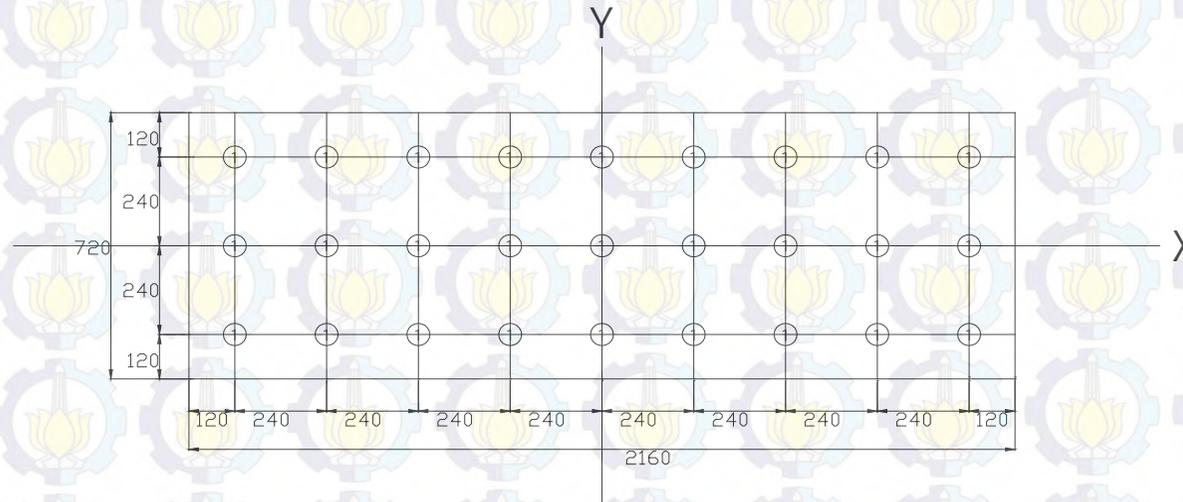


# PERENCANAAN TIPE BALOK CAP TIANG SEDERHANA DAN PONDASI

## 5. Pondasi

Ø tiang = 80cm

Kedalaman tiang 31m



Kontrol : Terhadap aksial :  $P_{ijin} > P_{maks} = 127.2 \text{ ton} > 8.83 \text{ ton} \text{ (OK)}$

Terhadap lateral :  $Q_{ijin} > Q_{maks} = 13.89 \text{ ton} > 0.79 \text{ ton} \text{ (OK)}$

Terhadap momen :  $M_u \text{ bahan} > M_u = 51 \text{ tm} > 50.17 \text{ tm} \text{ (OK)}$



# KESIMPULAN



# KESIMPULAN

Dalam studi pada tugas akhir ini diperoleh hasil kesimpulan yaitu :

1. Alternatif pilar tunggal :

- Dimensi back wall tinggi 1.3m dan lebar 0.5m, dimensi pier head tinggi 2.1m dan lebar 2.5m, dimensi kolom pilar lebar  $b=4\text{m}$ ,  $h=2\text{m}$ , dimensi pilecap lebar  $b=19.2\text{m}$ ,  $h=10.2\text{m}$  dan tebal 2m.
- Pilar tunggal membutuhkan 32 buah tiang pancang dengan diameter tiang 80cm pada kedalaman 33m.
- Daya dukung ijin tiang pancang diperoleh 236.52 ton dengan  $P_{\text{max}} = 236.5$  ton.
- Dari analisa biaya diperoleh Rp 2,960,000,000



# KESIMPULAN

2. Alternatif pilar ganda dengan pilecap terpisah :
  - Dimensi back wall tinggi 1.3m dan lebar 0.5m, dimensi pier head tinggi 2.1m dan lebar 2.5m, dimensi kolom pilar lebar  $b=2\text{m}$ ,  $h=2\text{m}$ , dimensi pilecap lebar  $b=9.6\text{m}$ ,  $h=9.6\text{m}$  dan tebal 2m.
  - Pilar ganda dengan pilecap terpisah membutuhkan 24 buah tiang pancang dengan diameter tiang 80 cm pada kedalaman 33m.
  - Daya dukung ijin tiang pancang diperoleh 274.67 ton dengan  $P_{\text{max}} = 273.12$  ton.
  - Dari analisa biaya diperoleh Rp 2,580,000,000



# KESIMPULAN

3. Alternatif balok cap tiang sederhana :
  - Dimensi back wall tinggi 1.3m dan lebar 0.5m, dimensi pier head tinggi 2.6m dan lebar 2.5m.
  - Alternatif balok cap tiang sederhana membutuhkan 27 buah tiang pancang dengan diameter tiang 80 cm pada kedalaman 31m.
  - Daya dukung ijin tiang pancang diperoleh 127.2 ton dengan  $P_{max} = 8.83$  ton
  - Dari analisa biaya diperoleh Rp 2,050,000,000
4. Dari masing-masing alternatif berdasarkan analisa biaya dan daya dukung ijin yang paling efisien, maka dipilih alternatif balok cap tiang sederhana.



**Sekian  
dan  
Terima Kasih**





#### 4.3.1 Perhitungan titik jepit tiang

Dipergunakan rumus

$$T = \sqrt[3]{\frac{EI}{n_k}}$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas tiang

$$= 4700 \times \sqrt{f'c}$$

$$= 4700 \times \sqrt{50}$$

$$= 33234.02 \text{ MPa}$$

I = Inersia penampang pile

$$= (1/64) \times \pi \times (D^2 - d^2) =$$

$$= (1/64 \times \pi \times (0.8^2 - 0.56^2)) = 0.016 \text{ m}^4$$

$n_k$  = koefisien variasi modulus Terzaghi. Untuk tanah yang terdiri dari lempung dan pasir maka nilai  $n_k$  diambil adalah  $5 \text{ MN/m}^2$ .

$$T = \sqrt[3]{\frac{33234.02 \times 0.016}{5 \times 1000}}$$

$$= 0.639 \text{ m}$$

$$Z_f = 1.8 T$$

$$= 1.8 \times 0.751$$

$$= 1.15 \text{ m}$$

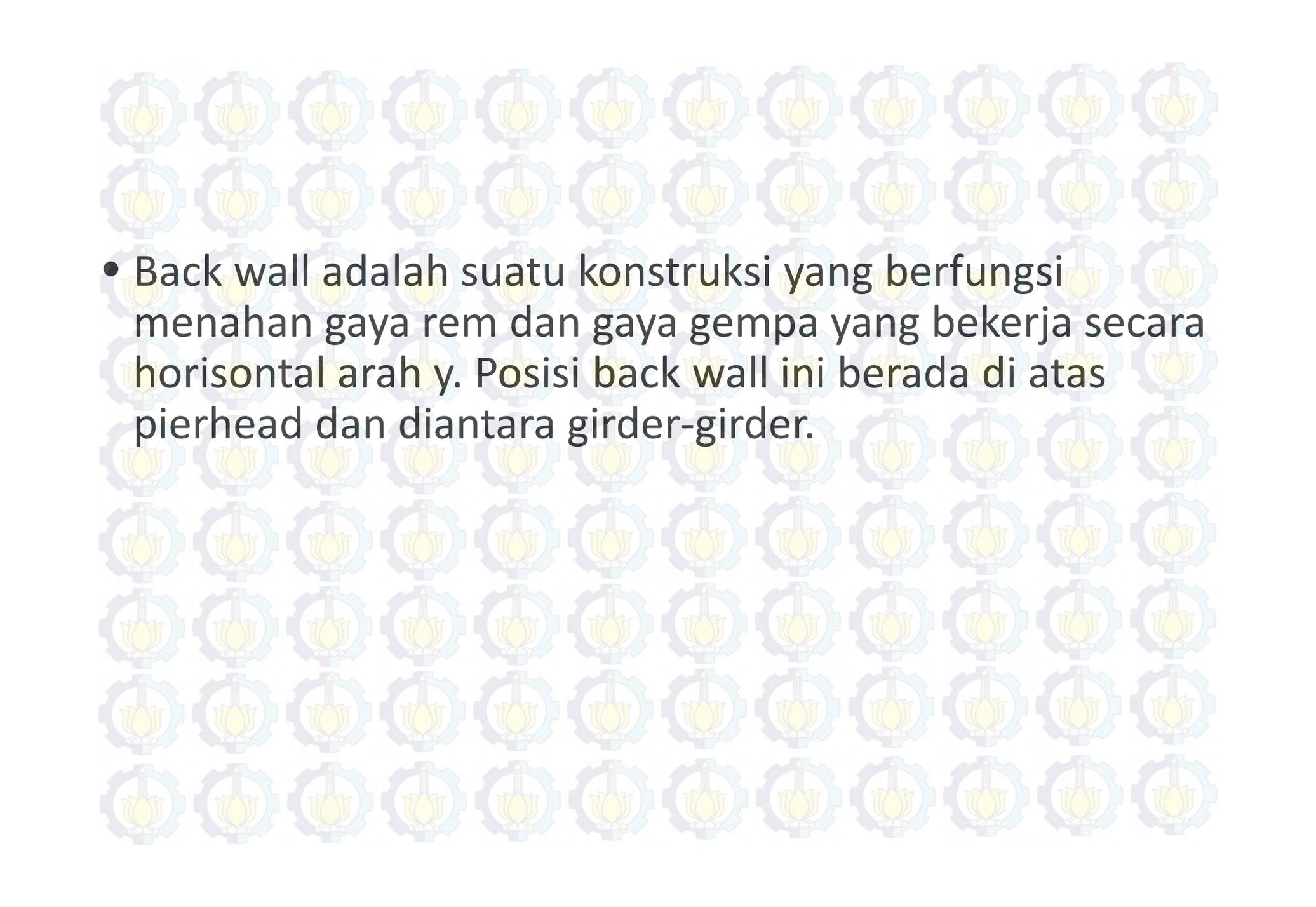
e = karena tiang merupakan tiang kelompok maka tiang dianggap *fixedhead*, sehingga  $e = 0$

$$Z_f + e = 1.15 + 0 = 1.15 \text{ m}$$

Tabel 40 Kombinasi beban umum untuk keadaan batas kelayakan dan ultimit

Aksi	Kelayakan						Ultimit					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<b>Aksi Permanen :</b> Berat sendiri Beban mati tambahan Susut rangkai Pratekan Pengaruh beban tetap pelaksanaan Tekanan tanah Penurunan												
<b>Aksi Transien :</b> Beban lajur "D" atau beban truk "T"	X	o	o	o	o		X	o	o	o	o	
Gaya rem atau gaya sentrifugal	X	o	o	o	o		X	o	o	o		
Beban pejalan kaki		X						X				
Gesekan perletakan	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o		o
Pengaruh suhu	o	o	X	o	o	o	o	o	o	o		o
Aliran / hanyutan / batang kayu dan hidrostatik / apung	o		o	X	o	o	o		X	o		o
Beban angin			o	o	X	o	o		o	X		o
<b>Aksi Khusus :</b> Gempa												X
Beban tumbukan												
Pengaruh getaran	X	X										
Beban pelaksanaan						X						X
1 "X" berarti beban yang selalu ada 1 "o" berarti beban yang boleh dikombinasikan dengan beban aksi tunggal atau sesuai diuraikan.	(1) = aksi permanen 100% KBL + beban aksi 100% KBL = 1 beban 100% KBL (2) = aksi permanen 100% KBL + beban aksi 100% KBL = 1 beban 100% KBL + 0,7 beban 100% KBL (3) = aksi permanen 100% KBL + beban aksi 100% KBL = 1 beban 100% KBL + 0,5 beban 100% KBL + 0,5 beban 100% KBL						Aksi permanen 100% KBL + beban aksi 100% KBL = 1 beban 100% KBL					

1. Kombinasi 1 : Beban Mati + Beban mati tambahan + Beban Lajur "D"
2. Kombinasi 2 : Beban Mati + Beban mati tambahan + Beban Lajur "D" + Gaya Rem + Gaya Gesek
3. Kombinasi 3 : Beban Mati + Beban mati tambahan + Beban Lajur "D" + Gaya Rem + Beban Angin
4. Kombinasi 4 : Beban Mati + Beban mati tambahan + Beban Lajur "D" + Beban Angin
5. Kombinasi 5 : Beban Mati + Beban mati tambahan + Beban Gempa  $X + 0.3$  Beban Gempa  $Y$
6. Kombinasi 6 : Beban Mati + Beban mati tambahan +  $0.3$  Beban Gempa  $X +$  Beban Gempa  $Y$

- 
- Back wall adalah suatu konstruksi yang berfungsi menahan gaya rem dan gaya gempa yang bekerja secara horisontal arah y. Posisi back wall ini berada di atas pierhead dan diantara girder-girder.

Untuk kedalaman 33m :

$$N_v = 4D = 4(0.8) = 3.2 \text{ m di atas dan dibawah tiang}$$

$$= \frac{N_{10.4}}{3} + \frac{N_{22}}{3} + \frac{N_{34.4}}{3} = \frac{17+32.5+32.5}{3} = 27.333$$

$$A_p = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \pi 0.8^2 = 0.503 \text{ m}^2$$

$$N_v = \frac{N_{15} + N_{18} + N_{21} + N_{24} + N_{27} + N_{30} + N_{33}}{7}$$

$$= \frac{3 + 3 + 4 + 12 + 14 + 18.5 + 32.5}{7}$$

$$= 11.63$$

$$A_s = \pi B D = \pi \times 0.8 \times 33 = 82.94 \text{ m}^2$$

$$Q_{co} = \alpha \times N_v \times K \times A_p$$

$$= 1 \times 27.333 \times 20 \times 0.503 = 279.81 \text{ ton}$$

$$Q_s = \beta \times (N_v/3 + 1) \times A_s$$

$$= 1.0 \times \left( \frac{11.63}{3} + 1 \right) \times 82.94$$

$$= 404.5 \text{ ton}$$

$$Q_{ob} = Q_{co} + Q_s$$

$$= 279.81 + 404.5$$

$$= 684.32 \text{ ton}$$

$$Q_t = \frac{Q_{ob}}{SF} = \frac{684.32}{3} = 228.11 \text{ ton}$$

C. Perhitungan beban vertikal ekuivalen ( $P_v$ )

$$P_v = \frac{P}{n} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{\Sigma Y^2} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{\Sigma X^2}$$

Dari kombinasi 5 tanpa faktor beban diperoleh :

$$P = 1654.06 \text{ t}$$

$$M_x = 814.85 \text{ tm}$$

$$M_y = 2203.22 \text{ tm}$$

$$\Sigma X^2 = 0 + (8 \times 3.6^2) = 103.68 \text{ m}^2$$

$$\Sigma Y^2 = (6 \times 1.2^2) + (6 \times 3.6^2) = 86.4 \text{ m}^2$$

Dengan menggunakan persamaan beban vertikal ekuivalen ( $P_v$ ) didapat gaya maksimum dan gaya minimum sebagai berikut :

- Gaya maksimum terjadi pada tiang pancang Gaya maksimum terjadi pada tiang pancang :

$$P_v \text{ maks} = \frac{1654.06}{12} + \frac{2203.22 \times 3.6}{103.68} + \frac{814.85 \times 3.6}{86.4}$$

$$= 248.29 \text{ ton}$$

D. Perhitungan daya dukung lateral ijin tiang pancang

Perhitungan daya dukung lateral ijin tiang pancang digunakan metode B.Broms. Pada tugas akhir ini, digunakan tiang dengan kepala tertahan pada tanah kohesif.

$$\begin{aligned} M_u &= 76.50 \text{ ton.m} \\ C_u &= 1.158 \text{ kg/cm}^2 = 11.58 \text{ ton/m}^2 \\ L &= 33 \text{ m} \\ D &= 0.8 \text{ m} \end{aligned}$$

Menentukan tiang panjang, menengah, atau pendek :

$$\begin{aligned} L_1 &= \left[ \frac{M_u}{4.5 \times C_u \times D} + 2.25 D^2 \right]^{1/2} \\ &= \left[ \frac{76.5}{4.5 \times 11.58 \times 0.8} + 2.25 (0.8)^2 \right]^{1/2} \\ &= 1.809 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L > L_1$$

$$33 \text{ m} > 1.809 \text{ m}$$

Cek :

$$L_2 = 1.5 D + f_2 + g_2$$

$$\begin{aligned} f_2 &= -(1.5 D) + \left[ (1.5 \times D)^2 + \frac{M_u}{2.25 \times C_u \times D} \right]^{1/2} \\ &= -(1.5(0.8)) + \left[ (1.5 \times 0.8)^2 + \frac{76.5}{2.25 \times 11.58 \times 0.8} \right]^{1/2} \\ &= 1.06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_2 &= \left[ \frac{M_u}{2.25 \times C_u \times D} \right]^{1/2} \\ &= \left[ \frac{76.5}{2.25 \times 11.58 \times 0.8} \right]^{1/2} \\ &= 1.915 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi :

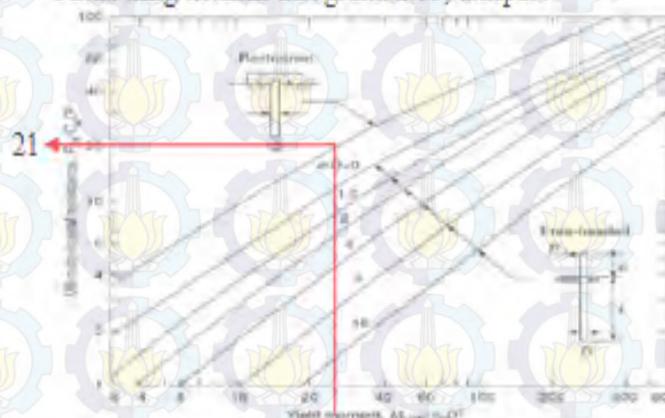
$$\begin{aligned} L_2 &= 1.5 D + f_2 + g_2 \\ &= (1.5 \times 0.8) + 1.06 + 1.915 \\ &= 4.175 \text{ m} \end{aligned}$$

$$L > L_2$$

Karena  $L > L_2$ , maka tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang.

$$\left[ \frac{2 \times M_u}{C_u \times D^2} \right] = \left[ \frac{2 \times 76.5}{11.58 \times (1)^2} \right] = 25.81$$

Untuk tiang tertahan dari grafik 2.15, didapat :



$$\frac{Q_L}{C_u \cdot D^2} = 21$$

$$Q_L = 21 \times 11.58 \times (0.8)^2 = 155.64 \text{ ton}$$

Efisiensi daya dukung lateral :

Dengan jarak antar tiang terkecil =  $3.6 \text{ m} = 4.5 D$

$$S = 4D = 40 \%$$

$$S = 5D = 55 \%$$

$$\begin{aligned} S &= 4.5D = 40 + \frac{(4.5-4)}{(5-4)} (55 - 40) \\ &= 47.5\% \end{aligned}$$

Maka  $Q_L$  ijin :

$$Q_L \text{ ijin} = 155.64 \times 47.5 \%$$

$$= 73.93 \text{ ton}$$