

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Dalam pembangunan struktur jembatan dibutuhkan perencanaan yang matang dari berbagai aspek agar tidak terjadi kesalahan yang dapat menyebabkan kegagalan konstruksi. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisa yang dalam hal ini dikhususkan untuk membahas kekuatan dari struktur tersebut. Dengan dilaksanakannya evaluasi, kekuatan dari perencanaan struktur jembatan dapat dipastikan sehingga jembatan dapat berdiri kokoh secara aman dan stabil.

4.2 Spesifikasi Jembatan

Spesifikasi sebagai dokumen resmi kesepakatan bersama, mengerti bagian-bagian yang harus dicapai dan dipatuhi, selalu mengusahakan cara-cara dan alternatif yang bertanggung jawab untuk melaksanakan pekerjaan tanpa menyalahi ketentuan yang tertera di dalam spesifikasi. Menyusun usulan kesepakatan baru (*change order*) yang akan mendukung pekerjaan secara efektif dan efisien.

4.2.1 Data Teknis Jembatan

- a. Lokasi Jembatan : Des. Randu Merak Kec. Paiton Probolinggo
- b. Jenis Jembatan : Balok *gieder*
- c. Jenis Kontruksi : Beton Bertulang
- d. Data Kontruksi Jembatan :

1. Bentang total jembatan : 40,8 m
 2. Panjang segmen : 5 m
 3. Lebar total jembatan : 8,5 m
 4. Lebar jalur lalu lintas : 7 m
 5. Lebar dinding parapet : 0,4 m
- e. Bangunan bawah : *Abutment* tipe balok *cap*
- f. Tipe fondasi : Tiang pancang (D0,6 m)

4.2.2 Spesifikasi Bahan Untuk Struktur

a. Beton

Mutu beton yang digunakan dalam konstruksi jembatan berfondasi tiang pancang adalah sebagai berikut.

1. Pelat Lantai (*Slab*) : K-350
2. *Pile cap* : K-350
3. *Abutment* : K-250
4. Fondasi tiang pancang : K-600

b. Berat Volume

Berat volume diperlukan untuk mengetahui berat dari struktur jembatan tersebut. Berat volume yang digunakan antara lain:

1. Beton bertulang (Wc) = 25 kN/m³
2. Aspal (Wc) = 22 kN/m³
3. Air (Wc) = 9,8 kN/m³

4.3 Perhitungan Struktur Atas

Struktur jembatan atas sangat sederhana karena terdiri dari *slab* dan *pile cap* yang langsung menumpu ke fondasi tiang pancang. Potongan memanjang dan melintang jembatan *girder* jalan Randu Merak dapat dilihat pada gambar berikut.

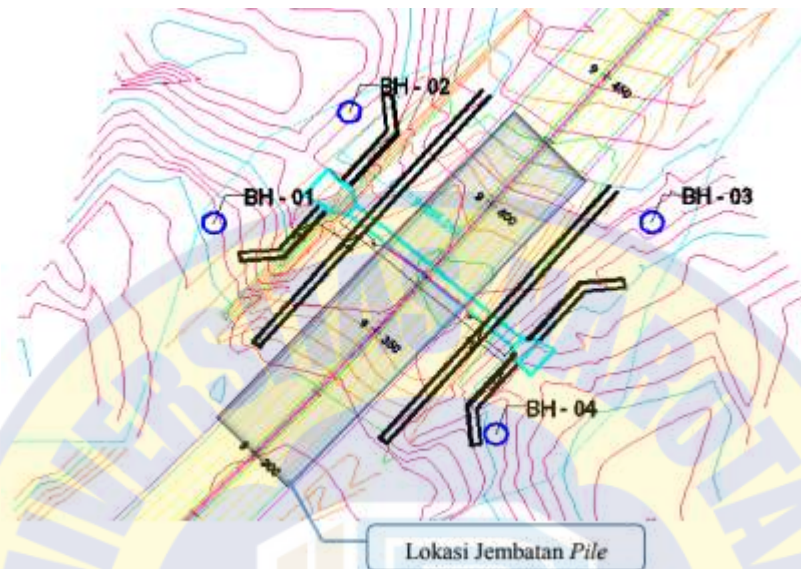
a) Data teknis struktur jembatan struktur atas

Panjang Total Jembatan,	$L_t = 40,8 \text{ m}$
Panjang Segmen,	$L = 5 \text{ m}$
Lebar Total Jembatan,	$B = 8,5 \text{ m}$
Lebar jalur lalu lintas,	$b = 7 \text{ m}$
Lebar dinding parabet,	$t_b = 0,4 \text{ m}$
Tebal lapisan aspal,	$t_a = 0,10 \text{ m}$
Tebal genangan air hujan,	$t_h = 0,05 \text{ m}$
Panjang total tiang pancang,	$L_{pt} = 24 \text{ m}$
Panjang tiang di dalam tanah,	$L_p = 22 \text{ m}$
Diameter tiang pancang,	$\varnothing = 0,6 \text{ m}$
Jarak melintang antar tiang	$s = 1,5 \text{ m}$
Jarak tiang ke sisi terluar jembatan	$a = 1,0 \text{ m}$

4.4 Identifikasi Kondisi Tanah Di Lapangan

Kondisi tanah di lapangan sangat mempengaruhi kestabilan struktur. Pengujian diperlukan di beberapa titik untuk mengetahui karakteristik tanah di lokasi pekerjaan. Pihak perencana telah melakukan pengujian tanah dengan alat SPT

(*Standar Penetration Test*) di 4 titik berbeda yang ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Peta topografi titik test SPT

Terlihat dari gambar 4.1 bahwa pengujian N-SPT dilakukan di 4 titik berbeda dengan orientasi sisi samping dan ujung jembatan. Untuk perhitungan daya dukung tiang pancang di aplikasi.

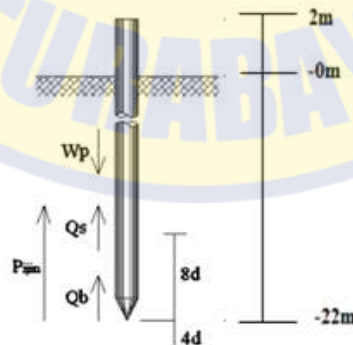
Aplikasi *ALLPILE V6.5e* harus menggunakan nilai rata-rata dari keempat titik pengujian. Hal tersebut dimaksudkan agar mewakili secara merata kondisi tanah sehingga mendekati keadaan yang aslinya di lapangan. Nilai N-SPT rata-rata disajikan pada gambar 4.2.

Kedalaman (m)		Perbedaan Kedalaman, Δ (m)	N-SPT	$\Delta \times \text{N-SPT}$ (ton/m)
Z1	Z2			
8	10	2	9,25	18,5
10	12	2	19,00	38
12	14	2	21,75	43,5
14	16	2	22,50	45
16	18	2	35,25	70,5
18	20	2	36,75	73,5
20	22	2	40,25	80,5
22	24	2	45,50	91
24	26	2	45,00	99,5
26	28	2	49,75	99,5
28	30	2	55,00	110
Sumber: Hasil perhitungan			$\Sigma \Delta \times \text{N-SPT} =$	792,5

Gambar 4.2 Nilai N-SPT rata-rata (PU Bina Marga, 2018)

4.5 Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang

Analisa daya dukung aksial tiang pancang dihitung berdasarkan 2 parameter, yakni berdasarkan spesifikasi PT. WIKA beton dan berdasarkan data SPT. Dari kedua parameter tersebut diambil nilai terkecil yang akan digunakan sebagai daya dukung ijin aksial tiang pancang. Gambar 4.3 adalah hasil analisa penentuan jarak yang didapat.



Gambar 4.3 Daya dukung aksial tiang pancang

1. Berdasarkan spesifikasi PT. WIKA beton

Jenis tiang pancang yang digunakan adalah prestressed *spun pile* dari PT. WIKA beton dengan diameter 600 mm kelas A1 dan memiliki daya dukung aksial ijin atau *allowable compression* sebesar 125,30 ton.

2. Berdasarkan Data SPT

➤ Diketahui:

Dari total panjang tiang pancang 24 m, 22 m berada di dalam tanah dan 2 m berada di atas permukaan tanah. Nilai N-SPT yang berada > 30 m dianggap memiliki nilai N-SPT di kedalaman 22 m yakni $N = 40,25$.

$$\begin{aligned}\text{Diameter tiang, (D)} &= 0,6 \text{ m} \\ \text{Keliling tiang, (O)} &= \pi \times D = \pi \times 0,6 = 1,885 \text{ m} \\ \text{Panjang tiang, (Lp)} &= 24 \text{ m} \\ \text{Luas Penampang, (Ab)} &= 0,196 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Selimut tiang, (As)} &= \pi \times D \times Lp \\ &= \pi \times 0,6 \times 24 \\ &= 45,216 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Nilai N-SPT sejauh 8D di atas tiang, (N1)

$$Lp - 8D = 24 \text{ m} - 8.(0,6) = 20 \text{ m}, N1 = 40,25$$

Nilai N-SPT sejauh 4D di bawah tiang, (N2)

$$Lp + 4D = 24 \text{ m} + 4.(0,6) = 26,4 \text{ m}, N2 = 40,25$$

$$N_b = (N_1 + N_2) / 2 = (40,25 + 40,25) / 2 = 40,25$$

$$N_r = \Sigma \Delta \times N\text{-SPT} / L_p = 369,5 / 22 = 16,795$$

$$\text{Berat volume tiang, } (W_c) = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Angka keamanan, } (SF) = 2,5$$

➤ Perhitungan:

Daya Dukung Ujung, (Pb)

$$P_b = A_b \times 40 \times N_b = 0,196 \text{ m}^2 \times 40 \times 40,25 = 315,56 \text{ ton}$$

Daya Dukung Friksi, (Ps)

$$P_s = 0,2 \times N_r \times A_s = 0,2 \times 16,795 \times 45,216 \text{ m}^2 = 151,880 \text{ ton}$$

Berat Tiang, (Wp)

$$W_p = 181,62 \text{ kN} = 18,162 \text{ ton}$$

Daya Dukung Ijin Tiang, (Pijin)

$$\begin{aligned} P_{ijin} &= (P_b + P_s - W_p) / SF \\ &= (315,56 + 151,880 - 18,162) / 2,5 \\ &= 179,711 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Rekap Daya Dukung Ijin Tiang Pancang

Perhitungan daya dukung ijin pancang dapat direkap sebagai berikut:

1. Berdasarkan tabel spesifikasi PT. WIKA beton = 125,30 ton

2. Berdasarkan Data SPT = 179,711 ton

Dari kedua nilai daya dukung ijin di atas diambil nilai yang terkecil yakni nilai daya dukung ijin berdasarkan kekuatan material sebesar 125,30 ton.

4.6 Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Pancang

Perhitungan daya dukung lateral tiang pancang menggunakan metode Broms dengan berdasarkan defleksi tiang maksimum.

1. Diketahui:

Mutu Tiang K-600, $f_c = 0,083 \times K/10 = 49,8 \text{ MPa}$

Kedalaman tiang, $z = 22 \text{ m}$

Panjang tiang, $L_p = 24 \text{ m}$

Diameter tiang, $d = 0,5 \text{ m}$

Jarak beban lateral terhadap muka tanah, $e = 0,2 \text{ m}$

Nilai N-SPT rata-rata disepanjang tiang = 16,795

Berdasarkan Tabel 2.1 untuk tanah dengan nilai N-SPT rata-rata 16,795 memiliki konsistensi *stiff* atau kaku.

Koefisien variasi modulus diasumsikan sebagai tanah lempung kaku terkonsolidasi dengan nilai $n_h = 3518 \text{ kN/m}^3$

Defleksi tiang maksimum, $y_o = 0,006 \text{ m}$

2. Perhitungan:

Modulus subgrade horizontal, (kh)

$$\begin{aligned}
 kh &= nh \times L/d \\
 &= 3518 \text{ kN/m}^3 \times 24 \text{ m} / 0,6 \text{ m} \\
 &= 140720 \text{ kN/m}^3
 \end{aligned}$$

Modulus elastisitas tiang, (E_p)

$$E_p = 4700 \times \sqrt{f_c'} \times 1000 = 4700 \times \sqrt{49,8} \times 1000 = 33167484,1 \text{ kN/m}^2$$

Momen inersia tiang, (I_p)

$$I_p = 1/64 \times \pi \times \varnothing^4 = 1/64 \times \pi \times 0,6^4 = 0,006 \text{ m}^4$$

Koefisien defleksi tiang, (β)

$$\beta = \left(\frac{K_h \cdot d}{4 \cdot E_p \cdot I_p} \right)^{\frac{1}{4}} = \beta = \left(\frac{140720 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,6}{4 \cdot 33167484,1 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,006 \text{ m}^4} \right)^{\frac{1}{4}} = 0,752$$

$$\beta \times L = 0,752 \times 24 = 18,04$$

Dari hasil perhitungan di atas diketahui $\beta \cdot L = 18,04 > 2,5$, maka tiang tergolong dalam kondisi tiang ujung bebas dan dianggap seperti tiang panjang (tidak kaku).

Daya dukung lateral tiang pancang dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$y_0 = \frac{2 \cdot H_u \cdot \beta (e \cdot \beta + 1)}{K_h \cdot d}$$

$$H_u = \frac{y_0 \times kh \times d}{(2 \times \beta (e \times \beta + 1))}$$

$$= \frac{0.006 \times 140720 \text{ kN/m}^3 \times 0,6 \text{ m}}{(2 \times 0,752 (5 \text{ m} \times 0,752 + 1))}$$

$$= 481,48 \text{ Kn}$$

Maka daya dukung ijin lateral tiang pancang sebesar 481,48 kN.

4.7 Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang Kelompok

A. Perhitungan Jumlah Butuh Tiang Pancang

Pultimit = 2357,59 kN (dari gambar 3.5 rekapitulasi beban ultimit *pile cap*)

$$P \text{ ijin} = 1253,00 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah tiang yang diperlukan} = P_u / P_{\text{ijin}}$$

$$= 2357,59 / 1253,00$$

$$= 1,88 \approx 3$$

tiang Jumlah tiang terpasang = 15 tiang

Tiang yang digunakan lebih banyak daripada jumlah tiang yang diperlukan

(OK).

B. Jarak Antar Tiang $2,5D \leq S \leq 6D$

$$\text{Jarak antar tiang, } S = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Diamter tiang, } D = 0,6 \text{ m}$$

$$2,5 D = 1,88 \text{ m}$$

$$6D = 3 \text{ m}$$

Kontrol jarak: $2,5D (1,88 \text{ m}) < S (1,5) < 6D (3 \text{ m}) \dots \text{OK}$

C. Efisiensi Tiang Pancang

$$\text{Jumlah tiang perbaris, } m = 5 \text{ tiang}$$

$$\text{Jumlah tiang perkolom, } n = 3 \text{ tiang}$$

$$\text{Jarak tiang as ke as, } S = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Diameter tiang, } D = 0,6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Theta &= \tan^{-1} (D/S) \\ &= \tan^{-1} (0,6 / 1,5) = 30,57^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= 1 - \theta \cdot [(n-1) \cdot m + (m-1)n] / (90 \cdot m \cdot n) \\ &= 1 - 30,57 \cdot [(3-1) \cdot 5 + (5-1)3] / (90 \cdot 5 \cdot 3) = \\ &= 0,257 \end{aligned}$$

D. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Pancang (QPG)

$$P_{ijin} = Q_{ijin} = 1253,00 \text{ kN}$$

$$\text{Efisiensi Tiang, } E = 0,257$$

$$\begin{aligned} \text{QPG} &= Q_{ijin} \times E \\ &= 1253,00 \times 0,257 \\ &= 322,021 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.8 Kontrol Gaya Aksial Tiang Pancang

Pada tabel 4.1 adalah hasil perhitungan yang didapat untuk menentukan susunan tiang pancang arah x dan y.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan

Susunan tiang pancang arah x				Susunan tiang pancang arah y			
No	Jumlah n	Xi (m)	$n \cdot xi^2$ (m^2)	No	Jumlah n	Yi (m)	$n \cdot yi^2$ (m^2)
1	15	0,65	6,33	1	3	5,25	82,68
2	-	-		2	3	1,75	9,18
			$\Sigma xi =$ 6,33				$\Sigma yi =$ 91,86

Diketahui:

n = Jumlah tiang pancang = 15 buah

Xi = Jarak absis terjauh tiang pancang = 0,65 m

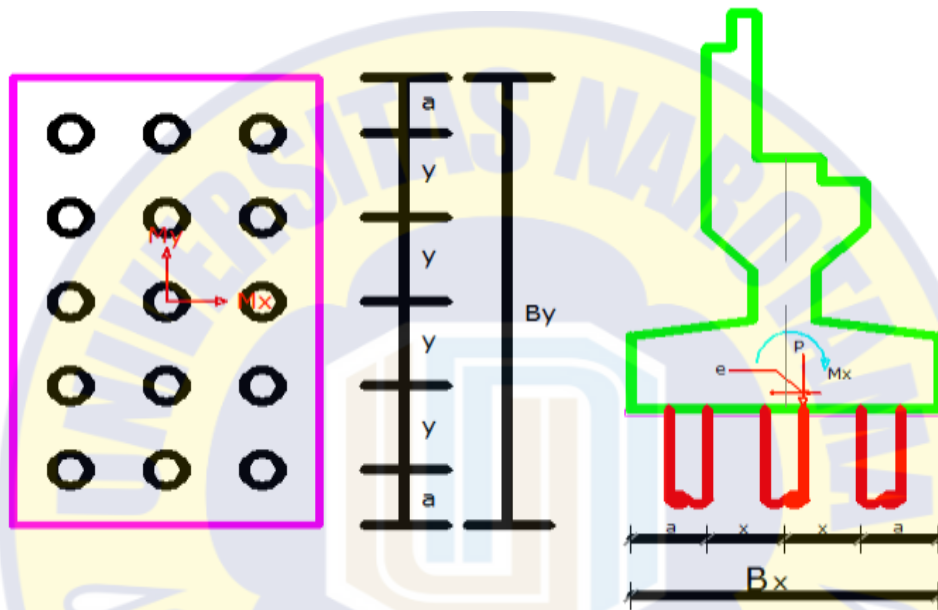
Yi = Jarak ordinat terjauh tiang pancang = 3,25 m

Σxi = Jumlah kuadrat absis tiang pancang = 6,33 m^2

Σyi = Jumlah kuadrat ordinat tiang pancang = 91,86 m^2

4.8.1 Sampel Kontrol Kombinasi Terhadap Gaya Aksial

Desain gambar potongan struktur dan desain kelompok tiang pancang dapat dilihat pada gambar 4.4. Untuk selanjutnya digunakan dalam perhitungan *software Allpile V6.5e* yang membutuhkan data desain struktur yang digunakan.



Gambar 4.4 Konfigurasi Tiang Pancang

Total gaya aksial terfaktor, $P_u = 2357,59 \text{ kN}$

Momen arah x akibat beban terfaktor, $M_{ux} = 1059,48 \text{ kN.m}$

Momen arah y akibat beban terfaktor, $M_{uy} = 14,76 \text{ kN.m}$

$$\begin{aligned}
 P_{u_{max}} &= \frac{P_u}{n} + \frac{M_{ux} \cdot X_i}{\sum x_i^2} + \frac{M_{uy} \cdot Y_i}{\sum y_i^2} \\
 &= \frac{2357,59}{15} + \frac{1059,48 \cdot 0,65}{6,33^2} + \frac{14,76 \cdot 5,25}{91,86^2} = 266,39 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Syarat: $Pu_{max} \leq QPG$

266,39 kN < 322,021 kN (Aman)

4.8.2 Kontrol Tahanan Lateral Tiang Pancang

Sampel Kontrol Tahanan Lateral Tiang Terhadap Kombinasi

Gaya lateral arah X akibat beban terfaktor, $T_x = 771,95$ kN

Gaya lateral arah Y akibat beban terfaktor, $T_y = 8,67$ kN

$$\begin{aligned} \text{Resultan gaya lateral, } T_{max} &= \sqrt{(T_x^2 + T_y^2)} \\ &= \sqrt{(771,95^2 + 8,67^2)} \\ &= 771,99 \text{ Kn} \end{aligned}$$

Gaya lateral yang diderita satu tiang:

$$\begin{aligned} H_{max} &= T_{max} / n \\ &= 771,99 / 15 = \text{kN} \end{aligned}$$

Syarat: $H_{max} \leq H_{ijin}$

51,466 kN < 481,48 kN (Aman)

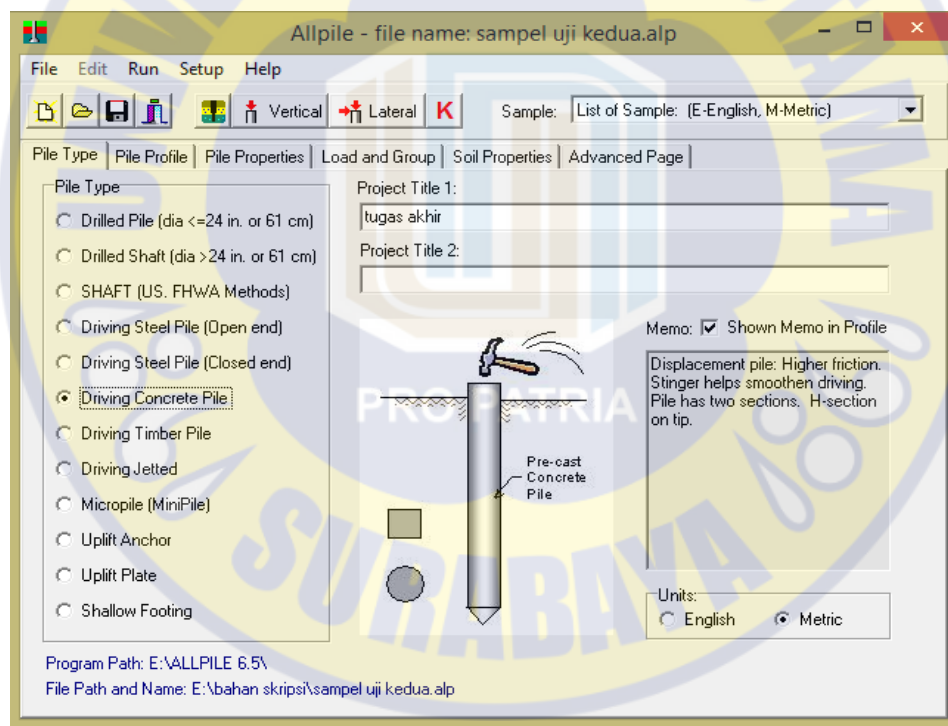
4.9 Perhitungan Daya Dukung Dengan *Software ALLPILE V6.5e*

Dalam perhitungan disoftware *ALLPILE V6.5e*, struktur fondasi tiang pancang dimodelkan menjadi gambar potongan dengan menggunakan data/nilai yang didapat

dari lapangan maupun laboratorium yang tersedia, serta data pembebanan yang tersedia.

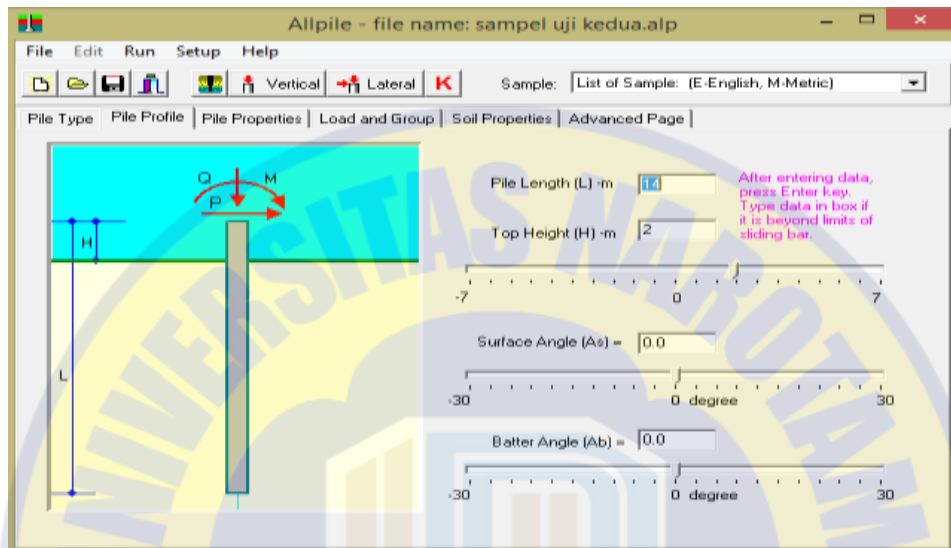
Langkah-langkah hitung pemodelan struktur fondasi tiang pancang di aplikasi *ALLPILE V6.5* adalah sebagai berikut.

1. Pada gambar 4.5 yaitu tampilan awal membuka aplikasi *ALLPILE v6.5e*, selanjutnya yaitu memilih tipe material dan dimensi yang digunakan. Dalam hal ini tipe yang digunakan adalah tiang pancang precast dengan tipe perhitungan *matrix*.



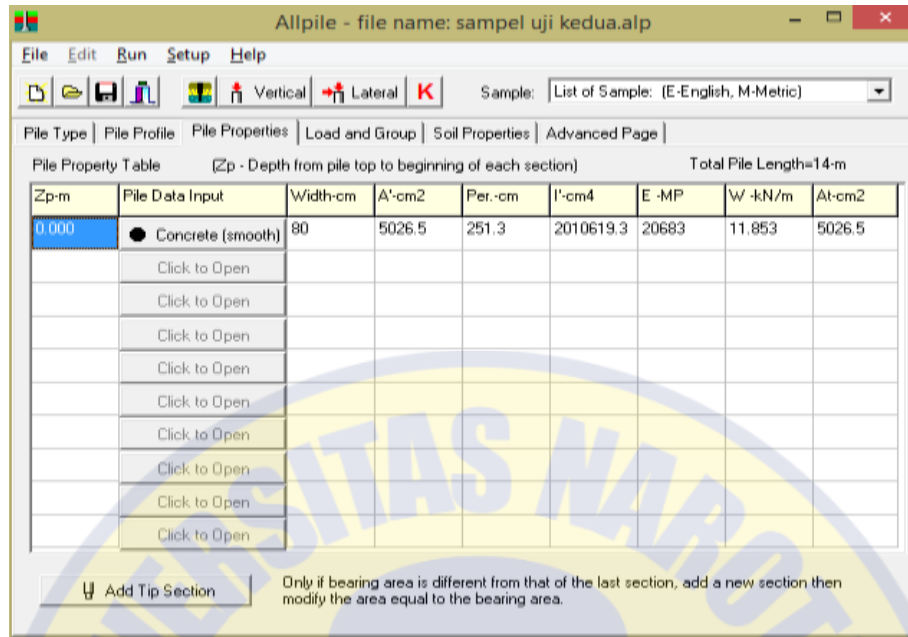
Gambar 4.5 Tipe material dan tipe perhitungan

2. Klik pada *toolbar Pile Profile* untuk menentukan ukuran material yang akan dianalisis. Lihat gambar 4.6 yakni ada beberapa rincian data yang harus diisi untuk mendapatkan hasil struktur tiang pancang yang dianalisa.



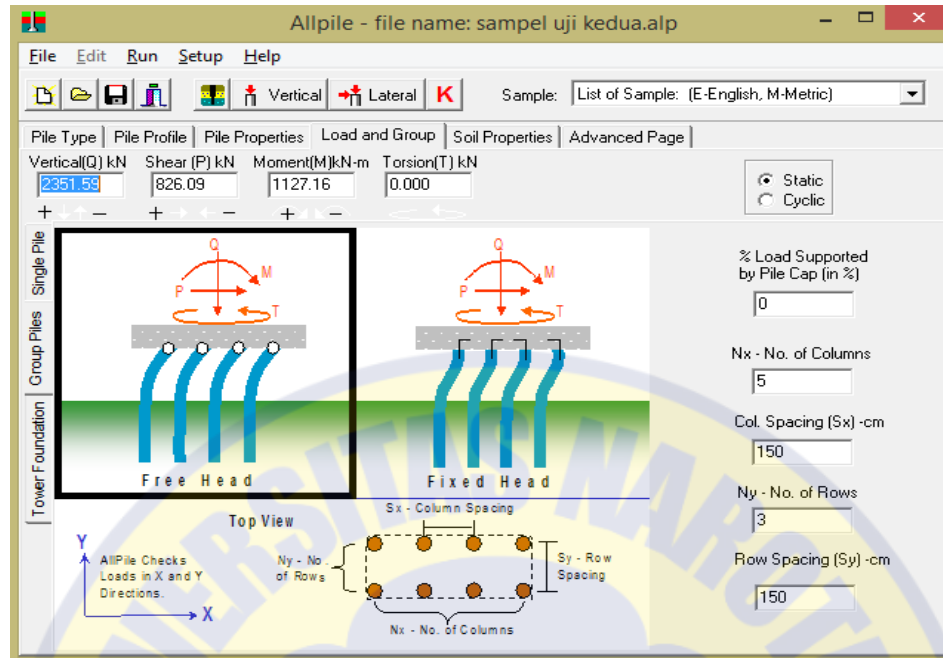
Gambar 4.6 Menentukan dimensi dan sudut kemiringan tiang.

3. Selanjutnya pada gambar 4.7 adalah tampilan dalam menentukan spesifikasi tiang pancang yang digunakan pada analisa ini. Klik pada *toolbar Pile Properties* untuk menentukan properti yang sesuai tiang pancang dilapangan.



Gambar 4.7 Pemilihan jenis properti yang digunakan.

4. Kemudian pada gambar 4.8 klik pada *toolbar load and group*, untuk menentukan perhitungan kelompok tiang maupun tunggal, serta masukan data pembebanan yang akan dianalisa.



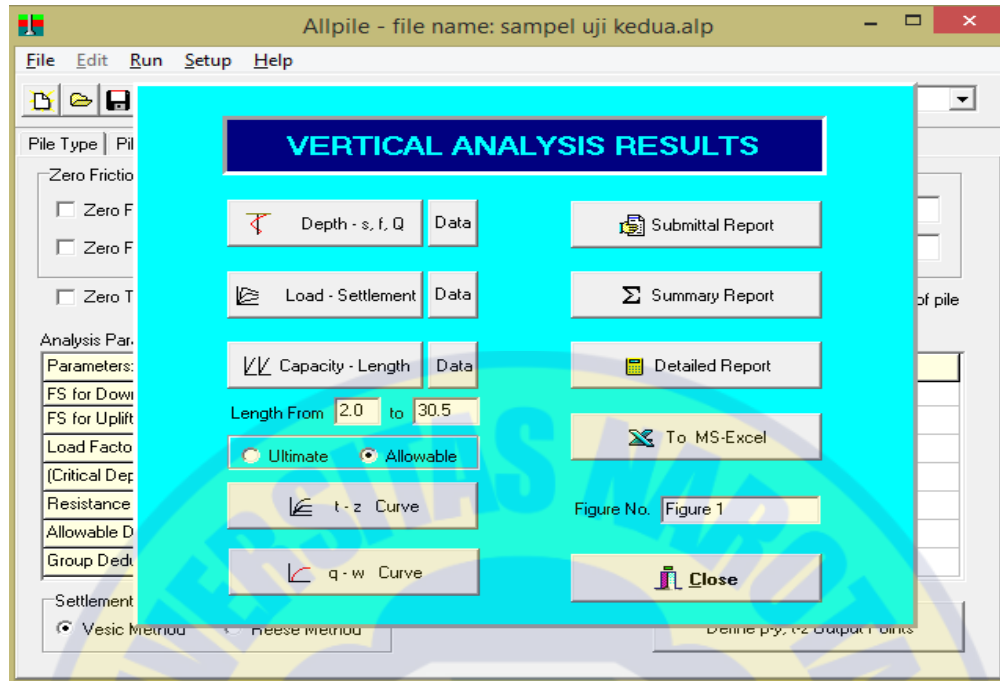
Gambar 4.8 Pemilihan tipe perhitungan yang digunakan.

5. Kemudian pada gambar 4.9 klik pada *toolbar Soil properties* yaitu untuk menentukan jenis tanah pada kedalaman berapa material untuk menopang beban atas. Data ini diambil dari anilasa lapangan yang sudah melalui tahap laboratorium, kelemahan pada aplikasi ini ialah data yang di input kedalam aplikasi yaitu data rata-rata pada kedalaman tanah yang dijadikan kedalam 10 tabel input data.

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m3	Phi	C-kN/m2	k-MN/m3	e50 or Dr	Nspt	Type
0.000	Soft Clay	15.0	0.0	18.0	11.3	1.81	3	1
2.5	Soft Clay [W]	15.0	0.0	18.0	11.3	1.81	3	1
2.5	Soft Clay [W]	15.3	0.0	23.3	14.6	1.55	4	1
8.5	Sand/Gravel[W]	7.7	31.6	0.0	6.2	27.94	8	4
8.5	Sand/Gravel[W]	7.1	30.0	0.0	3.9	20.65	5	4
16.5	Sand/Gravel[W]	6.9	29.5	0.0	3.4	18.58	5	4
16.5	Sand/Gravel[W]	8.8	34.7	0.0	12.8	43.80	14	4
20.5	Sand/Gravel[W]	8.8	34.7	0.0	12.6	43.39	14	4
20.5	Sand/Gravel[W]	9.9	38.9	0.0	33.1	75.13	40	4
30	Sand/Gravel[W]	9.9	38.9	0.0	33.1	75.13	40	4

Gambar 4.9 Penentuan tipe tanah dan nilai N-SPT

6. Setelah semua data terinput dengan benar dan sesuai dengan perencanaan, maka untuk mengetahui hasil analisis perhitungan yang diinginkan, kemudian klik *toolbar vertical* dan *lateral* sesuai kebutuhan hasil perhitungan.
7. Pastikan data semua yang dibutuhkan dalam aplikasi terinput dengan benar, kemudian aplikasi akan menampilkan jendela hasil perhitungan yang diinginkan.
8. Hasil dari pemodelan numerik dapat dilihat pada gambar 4.10. Ada beberapa pemodelan yang didapatkan dari perhitungan yang dihasilkan dari aplikasi *ALLPILE V6.5e* tersebut.

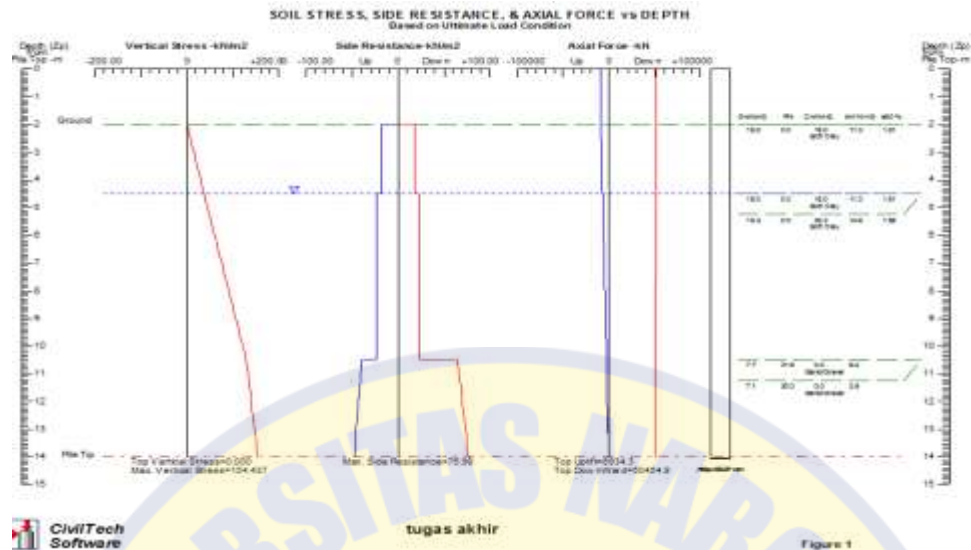


Gambar 4.10 Jendela hasil perhitungan

4.9.1 Hasil Perhitungan Beban Vertikal Dari Aplikasi ALLPILE V6.5e

a. Grafik hasil perhitungan kedalaman tanah (*Depth*).

Pada gambar 4.11 menunjukkan grafik pembebanan bahwa data yang dimasukkan benar sesuai dengan data yang ada. Untuk grafik penekanan vertikal menunjukkan bahwa daya dukung tanah semakin dalam, beban yang terbaca semakin besar. Kemudian bagian sisi resistensi yang dialami tanah dengan bergesekan tiang pancang menunjukkan hasil yang signifikan pada bagian bawah tanah. Selanjutnya pada bagain kekuatan aksialnya terlihat sangat stabil. Itu menunjukkan bahwa pembebanan yang terjadi antara tanah dengan tiang pancang mengalami gaya yang diijinkan.

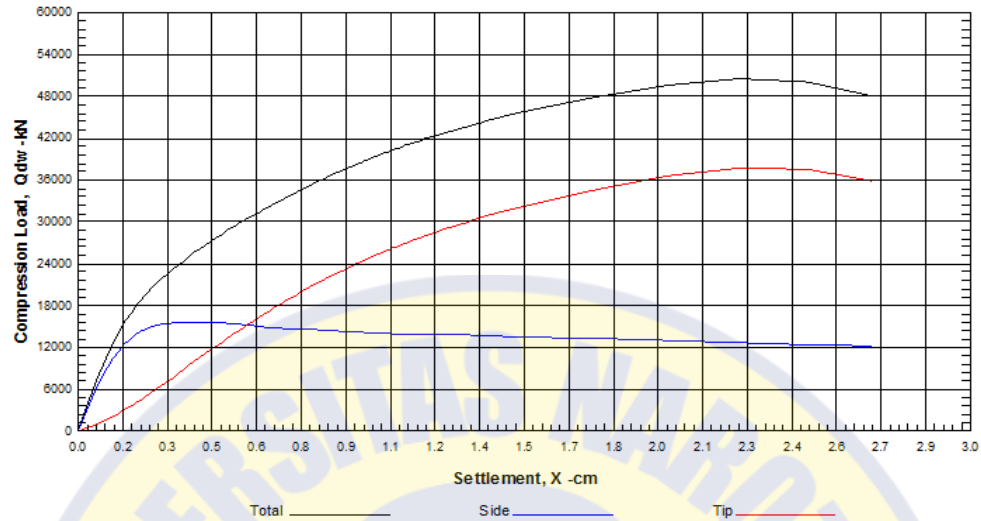


Gambar 4.11 tegangan tanah, resistansi samping dan gaya aksial vs kedalaman.

b. Grafik hasil Penyelesaian Beban (*Load settlement*).

Pada grafik penyelesaian pembebanan vertikal yang ditunjukkan pada gambar 4.12 terdapat tiga garis yang menentukan hasil dari perhitungan aplikasi *ALLPILE V6.5e*. Terlihat bahwa garis hitam menunjukkan angka kekuatan yang sangat besar yaitu garis yang menandakan pembebanan vertikal yang dialami oleh tiang pancang, untuk garis biru menandakan beban gesekan antara tanah dengan tiang pancang yang menunjukkan hasil yang tidak begitu besar, kemudian pada garis merah menandakan bahwa daya dukung yang dialami oleh ujung tiang pancang, menunjukkan hasil yang seimbang antara beban vertikal dan beban gesekan tanah yang dialami ujung tiang.

Vertical Load vs. Settlement

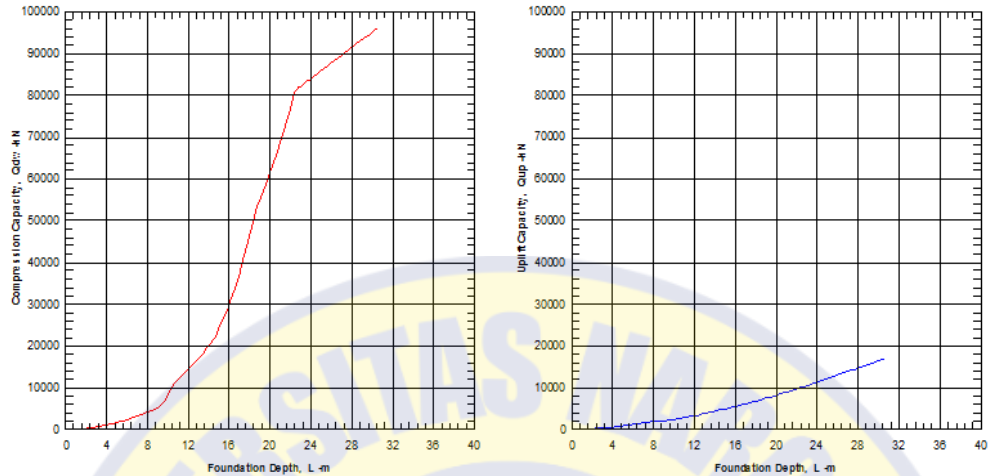


Gambar 4.12 Beban vertikal dengan penyelesaian.

c. Grafik hasil penyelesaian Panjang Kapasitas (*Capacity-Lenght*).

Penyelesaian kapasitas yang diijinkan dan kedalaman fondasi dapat dilihat pada gambar 4.13. Hasil dari grafik dengan garis warna merah menandakan beban kompresi yang diberikan mengalami daya dukung yang sangat kuat, sebaliknya untuk garis biru yaitu menandakan kapasitas angkat atau daya dukung pegas yang dialami oleh tiang pancang menunjukkan angka yang kecil. Jadi dapat diambil kesimpulan mengenai daya dukung kompresi yang dialami tiang pancang harus lebih besar dibandingkan gaya angkat tiang.

ALLOWABLE CAPACITY vs FOUNDATION DEPTH



Gambar 4.13 Kapasitas yang diijinkan pada kedalaman fondasi.

d. Hasil akhir ringkasan beban vertikal aplikasi.

Pada hasil perhitungan yang ditampilkan gambar 4.14 menunjukkan dari data yang di input kedalam aplikasi, untuk daya dukung vertikal yang dipikul untuk satu tiang sebesar 137,15 ton, ini menandakan bahwa daya dukung tiang pancang memenuhi standar yang diberikan dengan nilai diatas ketentuan dari tabel 3.3 sebesar 125,30 ton. Untuk hasil daya dukung tiang grup ialah didapat nilai sebesar 2.057,89 ton.

```

1. Single Pile Vertical Analysis (in Group):
   Vertical Load= 156.77 -kN
   Results:
     Total Ultimate Capacity (Down)= 3363.66-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 966.35-kN
     Total Allowable Capacity (Down)= 1345.47-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 483.17-kN
     At Work Load= 156.77-kN, Settlement= 0.019-cm
     At Work Load= 156.77-kN, Secant Stiffness Kqx= 8091.31-kN/-cm
     At Allowable Settlement= 2.500-cm, Capacity= 3306.21-kN
     Work Load, 156.77-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2.50-cm, Capacity= 3306.21-kN
     Work Load, 156.77-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 1345.47-kN

2. Group Pile Vertical Analysis (in Group):
   Vertical Load= 2351.59 -kN
   Results:
     Total Ultimate Capacity (Down)= 50454.94-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 8934.27-kN
     Total Allowable Capacity (Down)= 20181.98-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 4467.14-kN
     At Work Load= 2351.59-kN, Settlement= 0.01938-cm
     At Work Load= 2351.59-kN Secant Stiffness Kqx= 121369.69-kN/-cm
     At Allowable Settlement= 2.500-cm, Capacity= 49593.18-kN
     Work Load, 2351.59-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2.50-cm, Capacity= 49593.18-kN
     Work Load, 2351.59-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 20181.98-kN

FACTOR OF SAFETY:
  FSside  FStip  FSuPlif  FSweight
  2.5     2.5     2.0     2.0

Note: If program can't find result or the result exceeds the up limits. The result shows 9999.

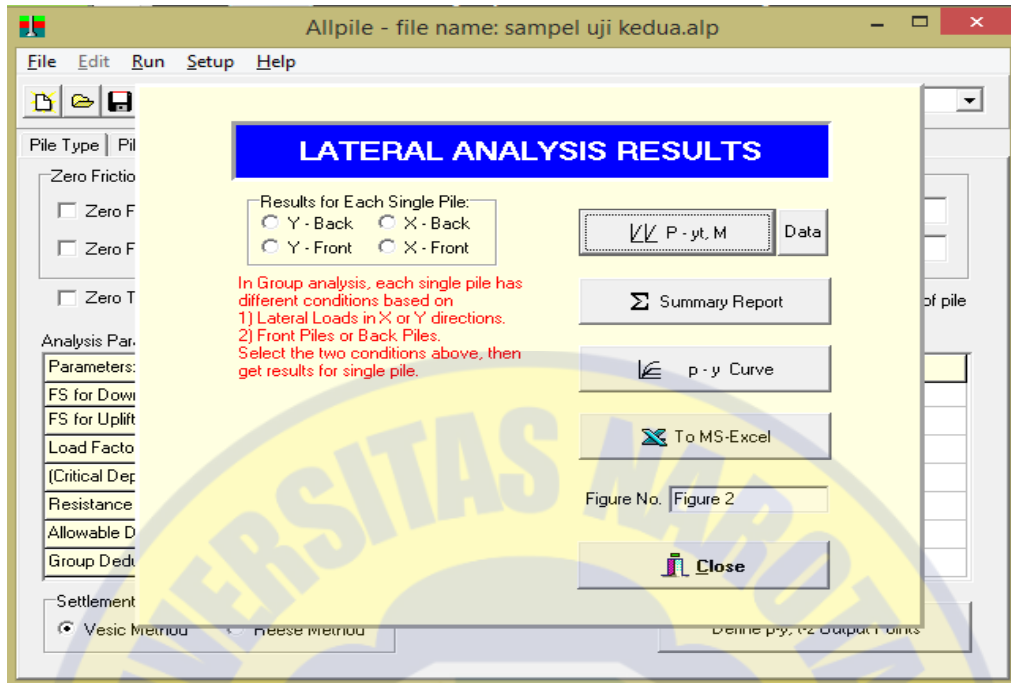
```

Gambar 4.14 Rangkuman hasil analisis beban(*Summary report*).

4.9.2 Hasil Perhitungan Beban Lateral Dari Aplikasi ALLPILE V6.5e

a. Tampilan awal analisis perhitungan lateral.

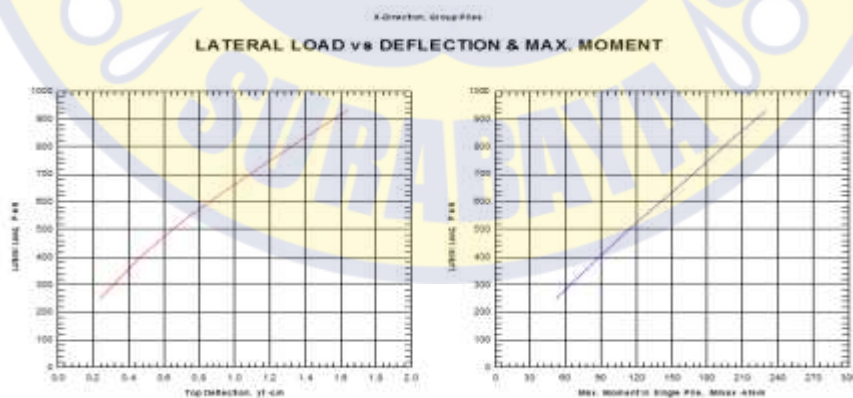
Gaya pada bangunan yang bersifat horizontal dengan arah yang tidak menentu, seperti angin dan gempa bumi. Hal yang penting pada struktur bangunan jembatan adalah dan kemampuan untuk menahan gaya lateral. Pada gambar 4.15 dibawah ini ada beberapa pilihan hasil dari perhitungan gaya lateral yang diperoleh dari aplikasi ALLPILE V6.5e.



Gambar 4.15 Tampilan awal analisis lateral.

b. Grafik hasil perhitungan lateral

Dapat dilihat pada gambar 4.16 yaitu menampilkan hasil dari perhitungan pembebanan defleksi yang terjadi pada gaya lateral dan moment maximal yang dipikul oleh tiang pancang yang dimuat dalam bentuk grafik.



Gambar 4.16 Grafik lateral

Ditinjau dari gambar 4.16 dapat dinyatakan bahwa pembebanan yang terjadi antara gaya lateral dengan momen yang bekerja menandakan hasil yang sama atau mengalami perbedaan nilai yang kecil. Karena momen yang bekerja pada tiang pancang tidak dapat ditinjau dari satu arah.

c. Hasil akhir ringkasan beban lateral.

Hasil akhir pada perhitungan aplikasi *ALLPILE V6.5e* ini ialah dinyatakan pada gambar 4.17 dengan hasil sebagai berikut:

1. Hasil Analisis Lateral Tiang arah Y:

Ringkasan & Hasil Akhir:

Maks. *Cap Settlement*, $X_{max} = 0,02832$ -cm

Penyelesaian Cap Rata-Rata, $X_{rata-rata} = 0,02057$ -cm

Penyelesaian, $X_{diff} = 0,01550$ -cm

Rotasi pada *pile cap*, $R_t = 0,000516614$ Slope

Rotasi pada *pile cap*, $R_a = 0,02959981$ Derajat

Gerakan Tutup Lateral (Lendutan), $y_t = 1,386$ -cm

Tumpukan Depan: *Shear* = 54,63-kN

Barisan belakan: *Shear* = 55,29-kN

Gerakan Tutup Lateral, $y_t = 1,386$ -cm,

OK dengan Defleksi yang Diizinkan = 2,500-cm

Maks. Penyelesaian pada *pile cap*, $X_{max} = 0,028$ -cm,

OK dengan Defleksi yang Diizinkan = 2,500-cm.

2. Hasil Analisis Lateral Tiang arah X:

Ringkasan & Hasil Akhir:

Maks. *Cap Settlement*, $X_{\max} = 0,02522\text{-cm}$

Penyelesaian Cap Rata-Rata, X rata-rata = $0,01902\text{-cm}$

Penyelesaian *Cap Diferensial*, $X_{\text{diff}} = 0,01240\text{-cm}$

Rotasi pada *pile cap*, $R_t = 0,000275528$ Slope

Rotasi pada *pile cap*, $R_a = 0,01578656$ Derajat

Gerakan Tutup Lateral (Lendutan), $y_t = 1,383\text{-cm}$

Tumpukan Depan: Geser = $54,55\text{-kN}$, $M_{\max} = 199,89\text{-kN-m}$

Back Pile: Shear = $55,20\text{-kN}$, $M_{\max} = 200,97\text{-kN-m}$

Gerakan Tutup Lateral, $y_t = 1,383\text{-cm}$,

OK dengan Defleksi yang Diizinkan = $2,500\text{-cm}$

Maks. Penyelesaian pada *pile cap*, $X_{\max} = 0,025\text{-cm}$,

OK dengan Defleksi yang Diizinkan = $2,500\text{-cm}$.

Final Results & Summary:

Max. Cap Settlement, X_{max} = 0.02832-cm
Average Cap Settlement, $X_{average}$ = 0.02057-cm
Differential Cap Settlement, X_{diff} = 0.01550-cm
Cap Rotation, R_t = 0.000516614 Slope
Cap Rotation, R_a = 0.02959981 Degree

Lateral Cap Movement (Deflection), y_t = 1.386-cm
Front Pile: Shear= 54.63-kN
Back Pile: Shear= 55.29-kN

Lateral Cap Movement, y_t = 1.386-cm, OK with the Allowable Deflection= 2.500-cm
Max. Cap Settlement, X_{max} = 0.028-cm, OK with the Allowable Deflection= 2.500-cm

Final Results & Summary:

Max. Cap Settlement, X_{max} = 0.02522-cm
Average Cap Settlement, $X_{average}$ = 0.01902-cm
Differential Cap Settlement, X_{diff} = 0.01240-cm
Cap Rotation, R_t = 0.000275528 Slope
Cap Rotation, R_a = 0.01578656 Degree

Lateral Cap Movement (Deflection), y_t = 1.383-cm
Front Pile: Shear= 54.55-kN, M_{max} = 199.89-kN-m
Back Pile: Shear= 55.20-kN, M_{max} = 200.97-kN-m

Lateral Cap Movement, y_t = 1.383-cm, OK with the Allowable Deflection= 2.500-cm
Max. Cap Settlement, X_{max} = 0.025-cm, OK with the Allowable Deflection= 2.500-cm

Gambar 4.17 Rangkuman hasil analisis beban(*Summary report*).

