

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Menurut Sosrodarsono dan Nakazawa (1990). Didalam suatu proyek konstruksi, fondasi adalah salah satu hal yang paling penting dikarenakan berfungsi untuk meneruskan beban struktur di atasnya kelapisan tanah dibawahnya. Setiap fondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Jenis fondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 10 meter dibawah permukaan tanah adalah fondasi tiang pancang.

Menurut Hardiyatmo (2002) Maksud dan tujuan penggunaan fondasi tiang pancang adalah untuk meneruskan beban bangunan yang terletak diatas air atau tanah lunak ke tanah pendukung yang kuat, dimana letaknya relatif sangat dalam, untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup atas beban dan oleh gesekan dinding tiang dengan tanah sekitarnya, untuk mengikat bangunan atas yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatis atau momen penggulingan, untuk menahan gaya vertikal dan gaya arah miring untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas daya dukung tanah bertambah untuk mendukung

fondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air, sebagai faktor keamanan tambahan pada jembatan terhadap erosi.

Menurut Juddin dengan judul jurnal Teknik Sipil “Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang *Abutment* Jembatan Kota Samarinda”. Evaluasi dimulai dengan menganalisis karakteristik tanah guna mendapatkan nilai N-SPT. Selanjutnya yaitu menentukan material dan efisiensi kelompok tiang. Kemudian menghitung kapasitas daya dukung tiang terhadap beban yang diberikan.

2.2 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai fondasi tiang pancang yang umum dipakai dalam pembangunan fondasi jembatan. Terutama yang akan dijelaskan disini adalah untuk fondasi tiang pancang mutlak diperlukan data tentang dasar tanah serta daya dukung *Single Pile* dan *Group Pile*.

Untuk itu perlu diadakan pengujian Boring untuk memperoleh data tanah. Serta diperlukan perhitungan daya dukung berdasarkan metode *Calendering/* pemancangan dan tes pembebanan.

Secara umum fondasi tiang mempunyai ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

- Mampu meneruskan gaya-gaya vertikal yang bekerja padanya untuk diteruskan kelapisan tanah pendukung (*bearing layers*).
- Dengan adanya hubungan antara kepala-kepala tiang satu dengan lainnya mampu menahan perubahan-perubahan bentuk tertentu kearah mendatar (tegak lurus terhadap as tiang).

2.3 Definisi Tanah

Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air dan bahan padat. Udara tidak dianggap mempunyai pengaruh teknis, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah itu sendiri. Ruang diantara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partially saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol.

Tanah, pada kondisi alam, terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran tersebut dapat dengan mudah dipisahkan satu sama lain dengan kecocokan air. Material ini berasal dari pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali oleh sifat batuan induk yang merupakan material asal, juga dipengaruhi oleh unsur-unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut.

Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya kemudian dipakai sebagai nama tambahan dibelakang material unsur utamanya. Sebagai contoh, lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung dengan material utamanya adalah lempung dan sebagainya.

2.4 Penyelidikan Lapangan Dengan *Standar Penetration Test* (SPT)

Metode SPT adalah metode pemancangan batang (yang memiliki ujung pemancangan) ke dalam tanah dengan menggunakan pukulan palu dan mengukur jumlah pukulan perkedalaman penetrasi. Cara ini telah dibakukan sebagai ASTM D 1586 sejak tahun 1958 dengan revisi-revisi secara berkala sampai sekarang. Pemancangan biasanya dilakukan dengan beban 140 lbs (635 kg) yang dijatuhkan dari ketinggian 30" atau ± 75 cm.

2.4.1 Tujuan Percobaan SPT

1. Untuk menentukan kepadatan relatif lapisan tanah tersebut dari pengambilan contoh tanah dengan tabung, dapat diketahui jenis tanah dan ketebalan tiap lapisan ke dalam tanah tersebut.
2. Memperoleh data yang kualitatif pada perlawanan penetrasi tanah dan menetapkan kepadatan dari tanah yang tidak berkohesi yang biasanya sulit diambil sampelnya.

2.4.2 Kegunaan hasil penyelidikan SPT

1. Menentukan kedalaman dan tebal masing-masing lapisan tanah tersebut.
2. Alat dan cara operasinya relatif sederhana.
3. Contoh tanah terganggu dapat diperoleh untuk identifikasi jenis tanah, sehingga interpretasi kuat geser dan deformasi tanah dapat diperkirakan dengan baik.

2.5 Analisis Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal.

Untuk mengetahui kemampuan daya dukung aksial tiang pancang dalam memikul beban-beban yang ada, perlu dilakukan analisis struktur secara menyeluruh. Analisis daya dukung aksial tiang pancang dihitung berdasarkan dua parameter, yakni berdasarkan spesifikasi PT. WIKA beton dan berdasarkan data SPT. Dari kedua parameter tersebut akan diambil nilai daya dukung terkecil sebagai dasar untuk perhitungan selanjutnya.

2.5.1 Daya Dukung Aksial Tiang Berdasarkan Spesifikasi PT. WIKA Beton

PT. WIKA beton merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi beton. Produk beton yang dihasilkan beraneka ragam dan salah satunya adalah prestressed *spun pile*. Produk beton yang dicetak dijaga ketat kualitasnya dengan melakukan berbagai tahapan pengujian menggunakan mesin khusus sebelum siap dipasarkan. Nilai-nilai pengujian beton tersebut tertera pada spesifikasi PT. WIKA beton. Khusus untuk tiang pancang prestressed *spun pile* disediakan data spesifikasi mulai dari diameter, berat, momen ijin, hingga daya dukung aksial yang diperbolehkan. Atas dasar hal tersebut maka daya dukung ijin aksial tiang pancang diambil pula berdasarkan spesifikasi PT. WIKA beton.

2.5.2 Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT

Perhitungan daya dukung berdasarkan data N-SPT menggunakan teori Meyerhof (1956) dalam Ahmad (2016). Daya dukung fondasi tiang pancang berdasarkan data SPT terdiri atas daya dukung ujung (P_b) dan daya dukung

friksi/gesek (P_s). Namun dalam perhitungannya untuk mendapatkan nilai daya dukung netto, harus dikurangi dengan berat tiang pancang itu sendiri (W_p). Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$P_b = m \times N_b \times A_b \quad (2.1)$$

$$P_s = n \times N_r \times A_s \quad (2.2)$$

$$W_p = A_b \times L \times \gamma_{\text{tiang}} \quad (2.3)$$

$$P_{\text{ijin}} = (P_b + P_s - W_p) / SF \quad (2.4)$$

Dengan:

m = Koefisien perlawanan ujung tiang yang dianjurkan bernilai sebesar 40.

n = Koefisien perlawanan ujung tiang yang nilainya ditentukan berdasarkan jenis tanah. Digunakan $n = 0,2$ untuk tanah lempung kepasiran, dan $n = 0,5$ untuk tanah kelanauan.

P_b = Daya dukung ujung (ton)

P_s = Daya dukung friksi/gesek (ton)

W_p = Berat sendiri tiang pancang (ton)

N_b = $(N_1 + N_2) / 2$

N_1 = Nilai rata-rata N-SPT sepanjang 8D di atas ujung tiang

N_2 = Nilai rata-rata N-SPT sepanjang 4D di bawah ujung tiang

Ab = Luas penampang dasar tiang (m^2)

As = Luas selimut tiang (m^2)

Nr = Nilai rata-rata N-SPT di sepanjang tiang 14

L = Panjang total tiang pancang (m) γ_{tiang} = Massa jenis tiang pancang (ton/m^3)

SF = Angka keamanan diambil 2,5

2.6 Analisis Daya Dukung Lateral Tiang Pancang

Analisis daya dukung lateral tiang pancang menggunakan metode Broms (1964) dalam Hardiyatmo (2014). Metode perhitungan ini menggunakan diagram tekanan tanah yang disederhanakan dengan menganggap bahwa sepanjang kedalaman tiang, reaksi atau tahanan tanah mencapai nilai ultimit. Broms membedakan kondisi kepala tiang dalam kondisi kepala tiang bebas dan kepala tiang terjepit serta kondisi tiang dalam maupun kondisi tiang pendek. Perhitungan daya dukung lateral tiang dihitung berdasarkan defleksi tiang maksimum. Untuk metode defleksi tiang maksimum, Broms (1964) dalam Hardiyatmo (2014), membedakan kondisi tanah pada tiang yakni pada tanah kohesif dan pada tanah granuler. Dalam penerapannya di lapangan sangat jarang ditemui tiang pancang digunakan pada tanah granuler sehingga kondisi tanah yang digunakan adalah kondisi tanah kohesif. Hitungan defleksi tiang dalam tanah kohesif metode Broms didasarkan pada teori elastis dengan tanpa memperhatikan defleksi akibat konsolidasi tanah yang terjadi pada waktu jangka panjang. Defleksi tiang maksimum (y_0) memiliki nilai ijin sebesar

0,006 m. Defleksi dalam tanah kohesif dikaitkan dengan faktor tak berdimensi $\beta.L$ dengan β dihitung dengan rumus:

$$\beta = \left(\frac{K_h \cdot d}{4 \cdot E_p \cdot I_p} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (2.5)$$

Besarnya nilai k_h ditentukan dengan persamaan:

$$K_h = n h \cdot (z/d)$$

Dengan: β = koefisien defleksi tiang

K_h = modulus reaksi subgrade horizontal (kN/m^3)

$n h$ = koefisien variasi modulus (kN/m^3)

d = diameter tiang pancang (m)

E_p = modulus elastisitas tiang (kN/m^2)

I_p = momen inersia penampang (m^4)

Menurut Broms (1964) dalam Hardiyatmo (2014), defleksi ujung tiang di permukaan tanah (y_0) dinyatakan oleh persamaan – persamaan yang bergantung pada tipe jepitan tiang sebagai berikut.

1. Tiang ujung bebas berkelakuan seperti tiang pendek bila $\beta.L < 1,5$ dengan besarnya defleksi tiang di permukaan tanah:

$$Y_0 = \frac{4 \cdot H_u \cdot (1 + 5e/L)}{K_h \cdot d \cdot l} \quad (2.6)$$

2. Tiang ujung bebas dianggap seperti tiang panjang (tidak kaku), bila $\beta.L \geq 2,5$ dengan besarnya defleksi tiang di permukaan tanah:

$$Y_o = \frac{2.Hu.\beta(e.\beta+1)}{K_h.d} \quad (2.7)$$

3. Tiang ujung jepit dianggap berkelakuan seperti tiang pendek bila $\beta.L < 0,5$ dengan besarnya defleksi tiang di permukaan tanah:

$$Y_o = \frac{Hu}{K_h.d.L} \quad (2.8)$$

4. Tiang ujung jepit dianggap sebagai tiang panjang (tidak kaku) bila $\beta.L \geq 1,5$ dengan besarnya defleksi tiang di permukaan tanah:

$$Y_o = \frac{Hu.\beta}{K_h.d} \quad (2.9)$$

Keterangan :

y_o = defleksi tiang maksimum (m)

H_u = beban lateral ultimit (kN)

e = jarak beban lateral terhadap muka tanah (m)

L = kedalaman tiang (m) k_h = koefisien reaksi subgrade horizontal
(kN/m^3)

d = diameter tiang (m)

Nilai koefisien variasi modulus (n_h) yang digunakan untuk mencari nilai modulus reaksi subgrade horizontal (k_h), diperoleh berdasarkan tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Nilai – nilai n_h untuk tanah kohesif

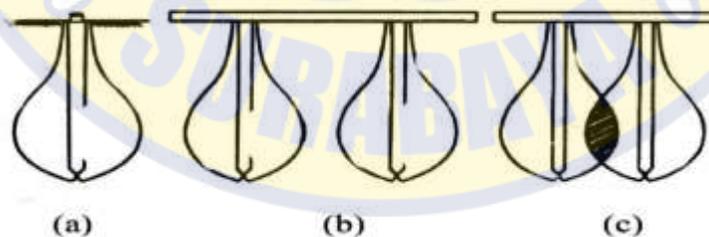
Tanah	n_h (kN/m ³)	Referensi
Lempung terkonsolidasi Normal lunak	166 – 3518 277 – 554	Reese dan Matlock (1956) Davisson dan Prakash (1963)
Lempung terkonsolidasi Normal organik	111 – 277 111 – 831	Peek dan Davisson (1962) Davisson (1970)
Gambut	55 27,7 – 111	Davisson (1970) Wilson dan Hilts (1967)
Loess	8033 – 11080	Bowles (1968)

2.7 Daya Dukung dan Gaya Aksial Tiang Pancang Kelompok

Dalam perhitungan fondasi tiang pancang pada *abutment*, perhitungan daya dukung maupun gaya aksial yang terjadi dihitung berdasarkan tiang pancang kelompok. Dimana daya dukung aksial turut memperhitungkan efisiensi tiang dan gaya aksial ditinjau berdasarkan konfigurasi/susunan tiang pancang.

2.7.1 Efisiensi Kelompok Tiang

Mobilisasi tekanan pada susunan tiang pancang digambarkan secara skematik pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skematik mobilisasi tekanan (Pradoto,1998)

Berdasarkan skematik tersebut, Pradoto (1998) dalam Rini (2014) memberikan penjelasan:

- a) Bentuk diagram tegangan keruntuhan berupa gelembung pada 1 tiang.
- b) Gelembung tekanan pada kumpulan tiang dimana jarak tiang $S > 6D$ (perhitungan tiang kelompok); dengan $D =$ diameter.
- c) Gelembung tekanan pada kelompok tiang dimana jarak tiang $2,5D < S < 6D$ (perhitungan tiang kelompok); dengan $D =$ diameter.

Kapasitas daya dukung ijin tiang kelompok merupakan perkalian antara daya dukung aksial ijin dengan efisiensi kelompok tiang. Persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang menggunakan persamaan Converse-Labarre formula dalam Hardiyatmo (2014) sebagai berikut.

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-m).m + (m-1)n}{90.n.m} \quad (2.10)$$

Dimana:

E_g = efisiensi kelompok tiang;

θ = Arc tan D/S dalam derajat ($^\circ$)

n = banyaknya tiang pancang dalam baris (buah)

m = banyaknya baris dalam tiang (buah)

D = diameter tiang (m)

S = jarak antar tiang (m)

2.7.2 Kapasitas Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal Dalam Kelompok

Menurut Hardiyatmo (2014) persamaan untuk menghitung kapasitas daya dukung aksial total adalah:

$$Q_{pg} = P_{ijin} \times E \quad (2.11)$$

Dimana:

Q_{pg} = kapasitas dukung ijin aksial tiang (kN)

P_{ijin} = kapasitas daya dukung maksimal satu tiang (kN)

E = efisiensi kelompok tiang ($E \leq 1$)

2.7.3 Gaya Aksial Maksimal Yang Diterima Tiang Pancang

Beban aksial yang diterima tiang pancang untuk struktur *abutment* dihitung momen yang bekerja dua arah yaitu arah x dan arah y. Beban aksial maksimal tersebut harus lebih kecil daripada kapasitas daya dukung aksial tiang pancang kelompok (Q_{pg}). Untuk menghitung tekanan aksial pada masing-masing tiang adalah sebagai berikut. Untuk gambaran gayanya dapat dilihat pada gambar 2.2.

$$P_{umax} = \frac{Pu}{n} + \frac{Mux \cdot Xi}{\sum xi^2} + \frac{Muy \cdot Yi}{\sum yi^2} \quad (2.12)$$

Dengan syarat: $P_{umax} \leq P_{ijin}$

Dimana:

P_{umax} = Beban maksimum yang diterima tiang pancang (kN)

P_u = Jumlah total beban normal (kN)

M_{ux} = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x (kN.m)

M_{uy} = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y (kN.)

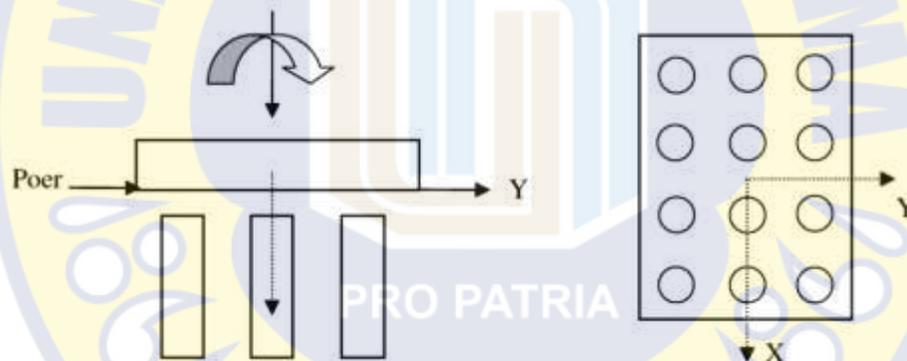
n = Banyaknya tiang pancang dalam kelompok tiang (*pile group*)

X_i = Jarak Absis (x) terjauh tiang pancang (m)

Y_i = Jarak Ordinat (y) terjauh tiang pancang (m)

$\sum x_i^2$ = Jumlah kuadrat absis (x) tiang pancang (m^2)

$\sum y_i^2$ = jumlah kuadrat ordinat (y) tiang pancang (m^2)



Gambar 2.2 Beban aksial maksimal yang diterima tiang pancang (Rini,2014)

2.8 Gaya Lateral Tiang Pancang

Selain mampu menahan gaya aksial, tiang pancang juga harus mampu menahan gaya lateral yang terjadi baik arah x maupun arah y. Mengacu pada perhitungan Nugroho (2016), besarnya gaya lateral maksimum dihitung dengan persamaan:

$$T_{\max} = \sqrt{(T_x^2 + T_y^2)} \quad (2.13)$$

$$H_{\max} = T_{\max} / n \quad (2.14)$$

Dengan syarat: $H_{\max} \leq H_{ijin}$ Keterangan:

T_{\max} = Resultan gaya lateral (kN)

T_x = Gaya lateral arah x akibat beban terfaktor (kN)

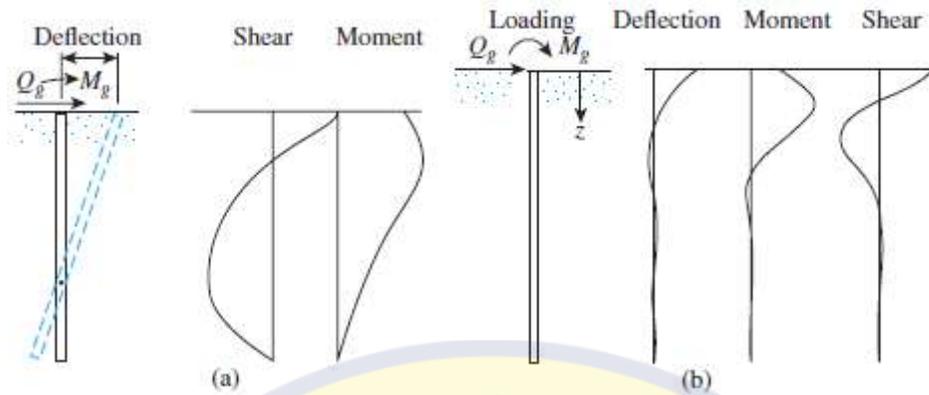
T_y = Gaya lateral arah y akibat beban terfaktor (kN)

n = Jumlah tiang pancang (buah)

H_{\max} = Gaya lateral maksimum yang diterima satu tiang pancang (kN)

2.9 Analisis Daya Dukung Lateral Pada Tiang Pancang

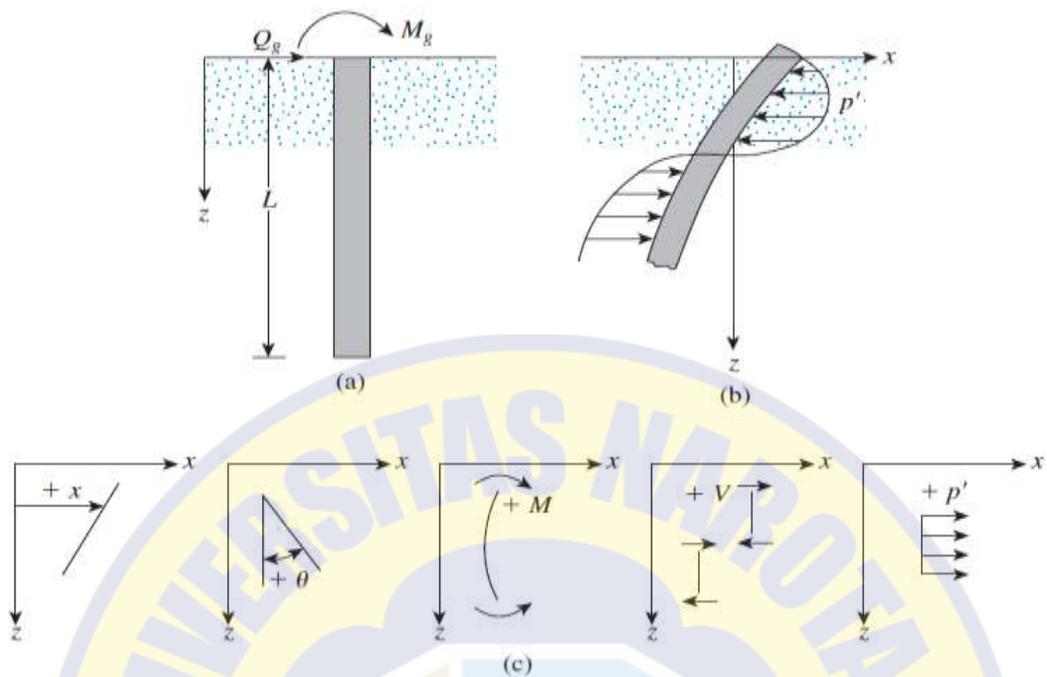
Tumpuan gaya vertikal menahan beban lateral dengan memobilisasi tekanan pasif pada tanah disekitarnya. Tingkat distribusi reaksi tanah tergantung pada kekakuan tiang, kekakuan tanah, dan ketepatan ujung tiang. Di tumpuan umum yang dimuat secara lateral dapat dibagi menjadi dua kategori utama yaitu pendek atau kaku dalam tumpuannya dan tumpuan panjang atau elastis. Gambar 2.3 dibawah ini menunjukkan beberapa sifat variasi dari sifat defleksi tiang dan distribusi momen serta gaya geser disepanjang tiang panjang ketika tumpukan mengalami pembebanan lateral.



Gambar 2.3 Tumpuan kaku(a) dan tumpuan elastis(b)(Braja M. Das dalam Principles of Foundation Engineering,2016)

2.9.1 Solusi Elastisitas

Metode umum untuk menentukan momen dan perpindahan tiang vertikal yang tertanam di tanah granular dan mengalami beban lateral dan momen dipermukaan tanah oleh Matlock dan Reese (1960). Pertimbangan tumpuan panjang L yang dikenai gaya lateral Q_g dan sesaat M_g pada permukaan tanah ($z = 0$), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 dibawah yang menunjukkan bentuk tiang yang dibelokkan secara umum dan ketahanan tanah yang disebabkan oleh lapisan tersebut yang dimuat dalam momen.



Gambar 2.4 (a) Tumpukan yang dimuat secara lateral, (b) ketahanan tanah pada tiang yang disebabkan oleh beban lateral, (c) menandatangani konvensi untuk perpindahan, kemiringan, momen, geser, dan reaksi tanah (Braja M. Das dalam Principles of Foundation Engineering, 2016).

Menurut pemodelan Winkler yang lebih sederhana, media elastis (dalam tanah hal ini) bisa digantikan oleh serangkaian pegas elastis independen tak terbatas dekatnya. Yang berdasarkan asumsi ini,

$$k = \frac{p' \text{ (kN/m atau lb/ft)}}{x \text{ (m atau ft)}} \quad (2.15)$$

Dimana:

K = Modulus reaksi tanah

P' = Tekanan Tanah

x = defleksi

Modulus tanah dasar untuk tanah granular pada kedalaman z didefinisikan sebagai berikut: $k_z = n_h z$

Dimana n_h = konstan modulus reaksi tanah dasar horizontal. Mengacu pada gambar 2.1 dan menggunakan teori balok pada fondasi elastis, kita bisa menulis dengan

$$E_p I_p = \frac{d^4 x}{dz^4} = p' \quad (2.16)$$

Dimana:

E_p = modulus elastisitas pada material tiang pancang

I_p = momen inersia dari bagian tiang.

Berdasarkan model Winkler

$$P' = -kx$$

Masuk Persamaan negatif karena reaksi tanah berlawanan arah dari defleksi tumpukan. Menggabungkan Persamaan dan memberi nilai berikut.

$$E_p I_p = \frac{d^4 x}{dz^4} + kx = 0 \quad (2.17)$$

2.10 Distribusi Beban Dalam Kelompok Tiang

Beban pada tumpuan tertentu dalam kelompok tiang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan elastis:

$$Q_m = \frac{Q}{n} \pm \frac{M_y x}{\Sigma(x^2)} \pm \frac{M_x y}{\Sigma(y^2)} \quad (2.18)$$

Dimana:

Q_m = Beban aksial pada setiap tiang m.

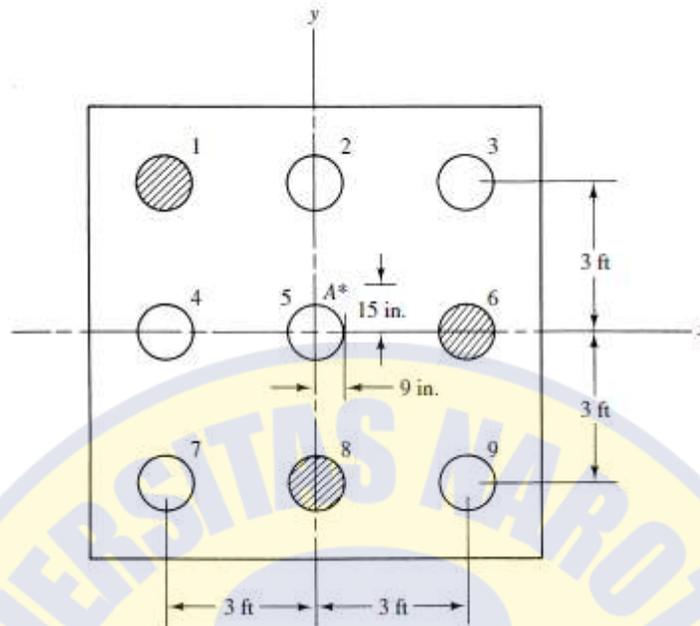
Q = total beban vertikal yang bekerja pada pusat massa kelompok tiang.

n = Jumlah tiang.

$M_x M_y$ = Hubungan momen dengan masing-masing sumbu x dan y.

x, y = Jarak masing-masing tiang ke sumbu y dan x.

(Kedua sumbu x dan y melewati pusat massa kelompok tiang dan tegak lurus satu sama lain.) Perlu dicatat bahwa potongan dan momen lentur pada gambar 2.5 dapat ditentukan untuk setiap di bagian *pile cap* dengan menggunakan persamaan elastis dan statis.



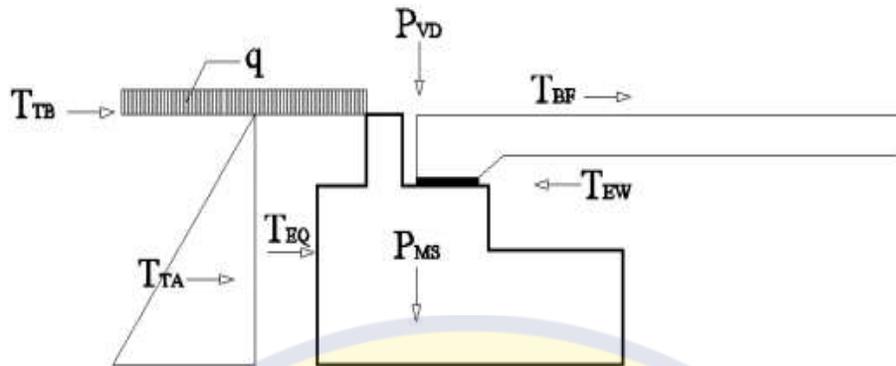
Gambar 2.5 Contoh pembebanan tiang kelompok (SOILS AND FOUNDATIONS,2008)

2.11 Struktur *Abutment*

Abutment merupakan bagian dari struktur bawah jembatan yang terletak pada ujung-ujung jembatan (pangkal jembatan). *Abutment* berfungsi untuk memikul semua beban yang bekerja pada struktur atas jembatan dan meneruskannya ke fondasi. Selain itu *Abutment* juga berfungsi sebagai bangunan penahan tanah.

2.11.1 Pembebanan *Abutment*

Perhitungan pembebanan mengacu pada pedoman pembebanan perencanaan jembatan jalan raya SNI T-02-2005. Gaya-gaya yang bekerja pada *abutment* dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Sumber: Hasil olahan

Gambar 2.6 Gaya-gaya yang bekerja pada *abutment* (SNI T-02-2005)

Keterangan:

- P_{vD} : Gaya tekan vertikal akibat beban dari atas (kN)
- P_{MS} : Gaya tekan vertikal akibat berat sendiri *abutment* (kN)
- q : Beban merata akibat berat timbunan tanah (kN/m²)
- T_{TB} : Gaya rem (kN)
- T_{EW} : Beban angin (kN)
- T_{EQ} : Tekanan tanah dinamis akibat gempa (kN)
- T_{BF} : Gaya gesekan pada perletakan (kN)
- T_{TA} : Gaya akibat tekanan tanah (kN)

Pembebanan *abutment* sedikit berbeda dengan pembebanan pada struktur *pile cap* kerana menyesuaikan beban yang terjadi pada struktur tersebut. Pembebanan pada *abutment* terdiri dari:

1. Berat Sendiri Struktur (P_{MS})

Merupakan muatan yang berasal dari berat sendiri struktur jembatan baik

struktur atas maupun struktur bawah.

2. Beban Mati Tambahan (P_{MA})

Merupakan muatan yang berasal dari beban tambahan selain struktur utama jembatan. Umumnya beban mati tambahan berdiri sendiri dari aspal, genangan air hujan, lighting, dan instalasi *mechanical electrical*.

3. Beban lajur "D" (P_{TD})

Sama seperti sebelumnya beban lajur "D" adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata (BTR) sebesar "q" kPa yang digabung dengan beban garis (BGT) p" kN/m. Besarnya nilai beban terbagi rata (BTR) yang dilambangkan dengan "q". Sedangkan untuk nilai beban garis (BGT) berdasarkan SNI T-02-2005 nilai "p" ditentukan sebesar 49 kN/m.

4. Gaya Rem (P_{TB})

Pengaruh pengereman dari lalu-lintas diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang dan dianggap bekerja pada permukaan lantai jembatan. Besarnya gaya rem arah memanjang jembatan tergantung dari panjang total jembatan (L_t) sebagai berikut:

$$T_{TB} = 250 \text{ kN} \quad \text{untuk } L_t \leq 80 \text{ m} \quad (2.19)$$

$$T_{TB} = 250 + 2.5 \times (L_t - 80) \text{ kN}, \quad \text{untuk } 80 \leq L_t \leq 180 \text{ m} \quad (2.19a)$$

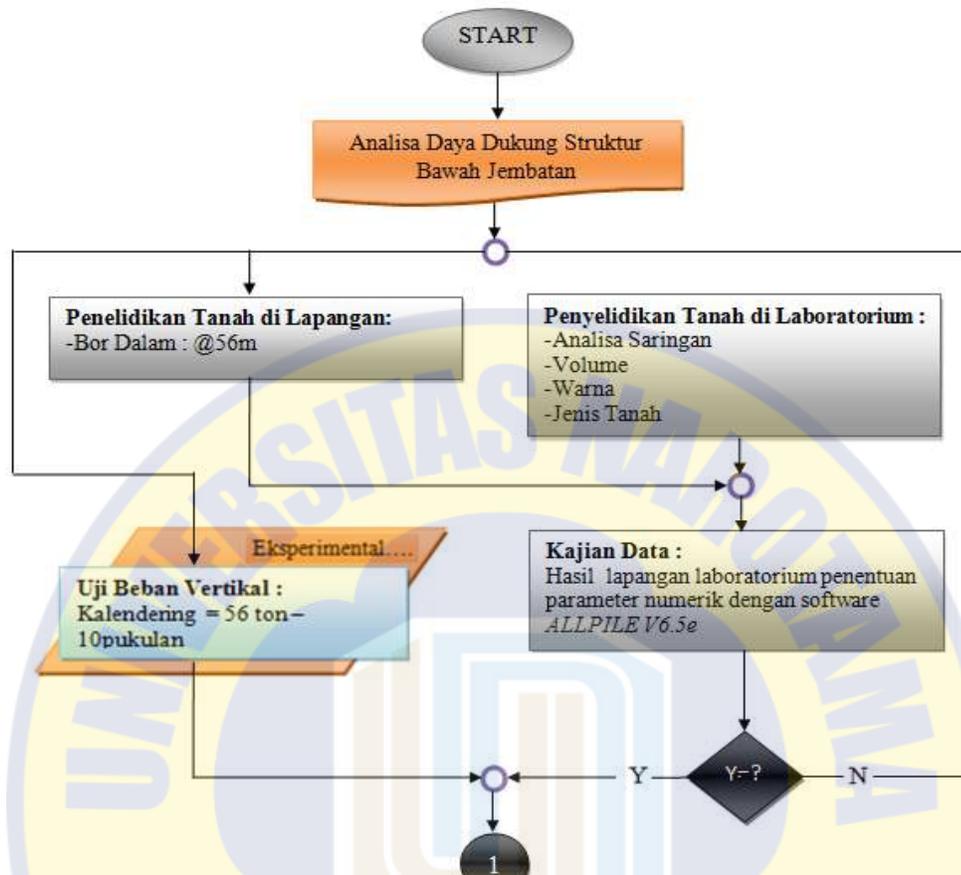
$$T_{TB} = 500 \text{ kN} \quad \text{untuk } L_t \geq 180 \text{ m} \quad (2.19b)$$

2.12 Desain Fondasi Menggunakan *Software ALLPILE V6.5e*

Mendesain fondasi memberikan tantangan tersendiri untuk para Engineer Sipil. Mengingat begitu pentingnya elemen fondasi terhadap kehandalan konstruksi secara keseluruhan. Di tambah begitu banyaknya faktor yang tidak bisa terukur secara pasti umumnya yang berkaitan dengan tanah. Untuk mempermudah perhitungan, maka pada penelitian ini digunakan aplikasi *ALLPILE V6.5e* sebagai dasar perhitungannya.

2.13 Kerangka Berpikir

Dari uraian-uraian di atas (latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, kajian teori dan empiris) maka kerangka berpikir semestinya menggambarkan desain penelitian yang dipilih yang menjelaskan mengenai konseptualisasi permasalahan, konsep penanganan/ pemecahan masalah, konsep tahapan dan prosedur, konsep metode analisis (dalam penelitian ini konsep tersebut adalah studi daya dukung beban terhadap mekanisme transfer beban-fondasi-tanah), dan konsep kriteria/faktor yang ditinjau untuk evaluasi terlihat pada gambar *flowchart* dibawah.

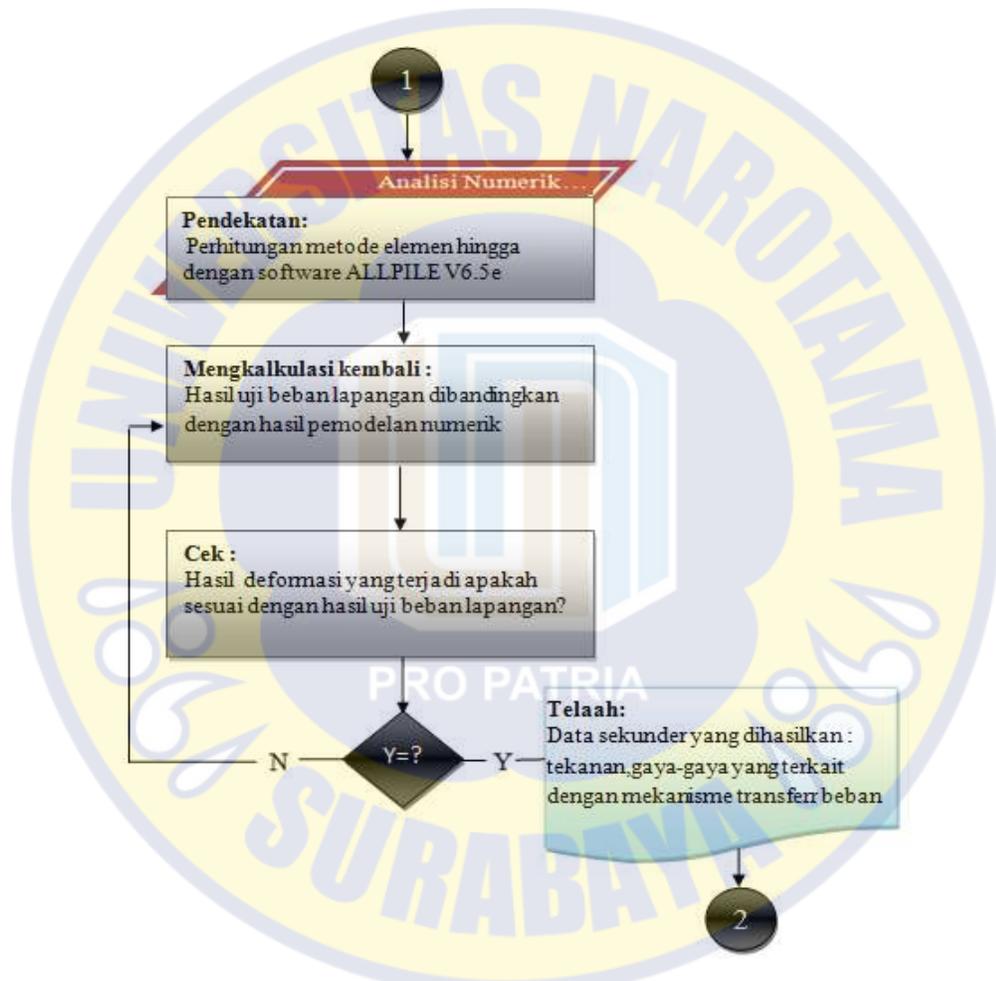


Gambar 2.7 Flowchart Desain Penelitian

Flowchart pada Gambar 2.7 menggambarkan urutan penelitian tentang mekanisme transfer beban fondasi tiang pancang. Penelitian diawali dengan penentuan lokasi uji beban statis skala penuh, setelah lokasi ditentukan maka secara simultan dilakukan pekerjaan penyelidikan tanah dan persiapan pembuatan desain tiang pancang sesuai dengan kpenelitian tersebut. Jenis penyelidikan tanah di lapangan adalah beberapa titik bor dalam @ 56 m.

Setelah penyelidikan tanah di lapangan selesai dilaksanakan maka selanjutnya sampel tanah yang didapat diuji tentang perilaku fisis dan mekanis di laboratorium.

Untuk mendapatkan parameter-parameter tanah sesuai kebutuhan perilaku mekanis mutlak dilaksanakan. Hasil penyelidikan di laboratorium dicek ulang (dikaji) terhadap contoh sampel dari lapangan, jika ada yang kurang pas maka penyelidikan tanah lapangan perlu diulang dan apabila telah sesuai maka langkah berikutnya adalah analisis numerik.



Gambar 2.8 Flowchart Desain Penelitian (Lanjutan)

Gambar 2.8 adalah langkah-langkah penyelesaian dengan menggunakan analisis dan pemodelan numerik dilakukan agar dapat memahami dengan baik dan rasional tentang mekanisme transfer beban dan gaya-gaya dalam yang terjadi di tanah

dasar. Hasil pemodelan numerik tersebut dibandingkan dengan hasil uji beban di lapangan sebagai perhitungan balik. Apabila hasilnya belum sesuai antara model numerik dengan uji lapangan maka dilakukan iterasi ulang hingga memberikan hasil yang sesuai.

