



# FAKTOR - FAKTOR PENGARUH DI SEKITAR LOKASI PEMANCANGAN PONDASI TIANG PANCANG

Hermin Tjahyati

## **RINGKASAN :**

*Penggunaan pondasi tiang pancang secara pemancangan dinamis dapat mempengaruhi kondisi tanah sekitar lokasi pemancangan, seperti terhadap parameter-parameter tanah antara lain tekanan air pori, kuat geser tanah, konsolidasi serta perpindahan (penyembulan) tanah yang dapat merusak pada konstruksi disekitar lokasi pemancangan. Besarnya kerusakan yang terjadi sangat tergantung pada jenis tanah, diameter tiang dan jenis tiang itu sendiri. Besarnya perpindahan tanah ataupun penurunan karena konsolidasi dapat dihitung secara pendekatan matematis disertai pengujian laboratorium.*

## **SUMMARY:**

*The use of piles driven into the ground such as cohesive soils, can affect the soils parameter around that piles driven. In all cases piles driven cause displacement of the soil, consolidation and pore water squeezed out under the lateral pressure set up when the piles are forced into the ground. The effects of remoulding by piles driving is an immediate considerable drop in shear strength of the soils around the piles. Damage effect to the construction around the piles location depends on the type of the soils, piles diameter and the type of the piles. Soils moving (heave) and settlement can be defined by soil laboratory test and theoretical formula.*

## **I. PENDAHULUAN**

Dengan bertambah majunya laju pembangunan dinegara kita, maka banyaknya struktur bangunan yang harus dibangun tidak bisa dihindari lagi, bahkan pembangunan apartemen-apartemen yang tinggi saat ini telah menjadi kebutuhan untuk menyediakan perumahan dengan tidak menyita lahan yang luas tetapi dapat mencukupi tempat tinggal untuk banyak keluarga.

Salah satu alternatif penggunaan pondasi untuk bangunan bertingkat adalah dengan menggunakan pondasi tiang pancang. Yang paling umum digunakan yaitu tiang pancang beton yang apabila dilihat dari cara pelaksanaan pemancangannya, pondasi tiang tersebut dapat dikategorikan menjadi :

1. Tiang pancang :  
pemasangan dengan cara dipancang/  
dipukul
2. Tiang bor :  
pemasangan dengan cara dibor

3. Tiang strauss :  
dikenal dengan Driven and cast in situ piles yaitu pemasangan dengan cara dibor sambil dicor.
4. Tiang ulir :  
biasanya terdiri dari tiang besi berulir.

Dari cara pemasangan pondasi tiang seperti diatas maka akan menimbulkan pengaruh/ perubahan terhadap sifat-sifat tanah sekelilingnya yang tentu akan menimbulkan gangguan terhadap bangunan-bangunan yang berada didaerah sekitar pemancangan.

Gangguan-gangguan yang terjadi dapat berupa gerakan-gerakan yang tidak diinginkan, getaran-getaran serta kerusakan struktural pada bangunan.

Besar kecilnya gangguan yang terjadi tergantung pada cara pemancangan pondasi tiang pancang tersebut dimana cara peman-

cangan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Dengan pukulan pada kepala tiang.
2. Dengan alat penggetar yang ditempatkan pada kepala tiang
3. Dengan dongkrak, bila tiang hanya pendek saja (short pile).

Pengaruh dari cara pelaksanaan diatas akan terlihat pada tanah yang berbatasan dengan tiang pancang.

Pengaruh - pengaruh yang dapat ditinjau adalah dengan menerapkan faktor-faktor empiris sederhana yang mempengaruhi kuat geser tanah dan sifat-sifat kompresibilitas tanah yang tidak terganggu (undisturbed soil).

## II. LINGKUP PERMASALAHAN

Pada saat pemancangan pondasi tiang pancang dilakukan maka pada saat itu akan terjadi penekanan dan gangguan pada masa tanah disekeliling tiang pancang. Akibat dari gangguan tersebut maka pada tanah akan terjadi masalah-masalah yang harus mendapat perhatian, antara lain :

1. Pemadatan tanah disekeliling pemancangan. Pemadatan ini akan menyebabkan perubahan bentuk sampai radius tertentu dari tiang yang dipancang. Pengaruh ini biasanya terjadi sampai 2 a 3 kali diameter tiang pancang. Sehingga apabila akan dipancang suatu tiang group maka harus pula diperhitungkan jarak antara tiang dengan cara pemancangannya.
2. Masalah kuat geser tanah. Besarnya kuat geser tanah akan berubah karena tanah menjadi terganggu akibat adanya pemancangan.
3. Perubahan tekanan air pori dari tanah. Masalah perubahan air pori tanah yang mempengaruhi tegangan efektif dari mulai pemancangan sampai waktu tertentu berpengaruh pada daya dukung tanah.
4. Masalah perpindahan massa tanah akibat terdesak ole tiang pancang. Perpindahan masa tanah dapat terjadi dalam dua arah yaitu arah vertikal dan arah lateral

## III. TINJAUAN TERHADAP PERMASALAHAN YANG DITIMBULKAN

### 3.1. Pemadatan tanah disekeliling pemancangan .

Pemadatan tanah di sekeliling pemancangan yang terjadi karena adanya beban diatasnya akan mengakibatkan perubahan pada koefisien kompresibilitas tanah. Perubahan ini terjadi karena dengan adanya penambahan beban diatas tanah maka pori tanah akan terdesak keluar sehingga volume tanah mengecil (memadat), dimana proses ini disebut juga sebagai proses pemadatan atau konsolidasi tanah. Proses pemadatan ini untuk setiap jenis tanah tidak sama, seperti halnya pada tanah lempung konsolidasi berlangsung dalam waktu yang relatif lama karena tanah lempung pada umumnya mempunyai daya rembes air yang sangat rendah.

Jika tambahan beban pada tanah adalah  $\Delta p$ , maka tekanan pori semula  $e$  akan mengecil menjadi  $e_1$  sehingga  $\Delta e = e_0 - e_1 = a_v \cdot \Delta p$  dimana :

$\Delta e$  = perubahan

$\Delta p$  = tambahan beban pada lapisan tanah

$e_0$  = angka pori awal

$e_1$  = angka pori setelah pembebanan

$a_v$  = koefisien kompresibilitas tanah

$m_v$  = koefisien kompresibilitas volume tanah

$$a_v = \Delta e / \Delta p ; m_v = a_v / (1 + e_0)$$

Apabila tebal asli tanah adalah  $h$  dan dengan diketahuinya penambahan beban =  $\Delta p$  serta koefisien kompresibilitas volume =  $m_v$  maka ketebalan tanah saat itu menjadi :

$$h = h_0 \cdot \Delta p \cdot m_v$$

Waktu pemampatan sebetulnya juga dapat diperkirakan dengan suatu koefisien yaitu koefisien konsolidasi tanah ( $c_v$ ) yang diperoleh dengan menghitung  $c_v$  tersebut yaitu

$$c_v = k / m_v \cdot \gamma_w$$

$c$  = Koefisien konsolidasi

$k$  = Koefisien permeabilitas tanah

$m$  = Koefisien kompresibilitas volume

$\gamma_w$  = Berat isi air

$$\text{Waktu pemampatan } t = T \cdot H^2 / c_v$$

dimana  $t$  = waktu pemampatan

$T$  = time factor

$H$  = jalan air terpanjang selama berkonsolidasi.

### 3.2. Kuat geser tanah

Dengan adanya pemancangan tiang maka akan terjadi perubahan (remolding) pada pori

pori tanah sehingga kadar air yang tadinya konstan ikut berubah dan dengan berubahnya kadar air maka tekanan air pori ( ) tanahpun akan berubah. Sehingga akan berpengaruh pada kuat geser tanah yang dapat dilihat dari rumus berikut:

$$s = c' + (\sigma - \mu) \tan \phi'$$

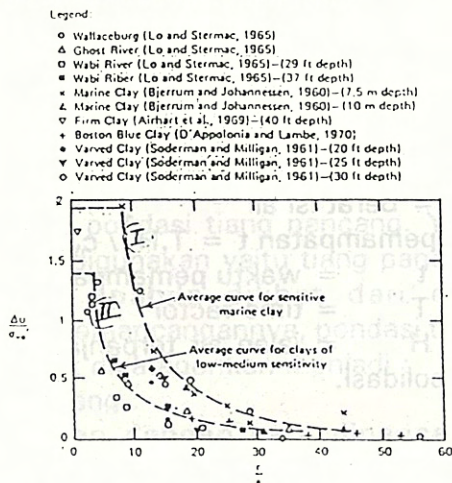
dimana :

- s = kuat geser
- c' = Kohesi (teg. efektif)
- $\sigma$  = tegangan total
- $\mu$  = teg air pori
- $\phi'$  = sudut geser dalam tanah (efektif)

Dari hasil-hasil penelitian kuat geser tanah pada saat tanah terganggu akan menurun karena tekanan pori yang terganggu, tetapi kuat geser tanah akan meningkat kembali setelah beberapa lama tiang dipancang dimana tekanan pori telah kembali pada keseimbangannya .

### 3.3. Tekanan pori tanah

Dari peneliti-peneliti yang melakukan percobaan dilapangan diperoleh hasil bahwa didaerah sekitar tiang selama pemancangan terjadi tekanan pori yang cukup tinggi dibandingkan dengan tekanan pori pada tempat yang jauh dari tiang. Berikut ini adalah gambar sebuah kurva yang memperlihatkan hubungan antara besarnya tegangan pori yang dinyatakan dalam rasio perubahan air pori ( $\Delta\mu$ ) terhadap tegangan efektif sebelum pemancangan yaitu  $\Delta/\sigma_{V0}$  dengan jarak radial dari tiang yang dinyatakan juga dalam rasio jarak radial dari tiang r dengan jari-jari tiang dimana rasio tersebut adalah r/a.



Gambar. 1. Hubungan tekanan pori dengan jarak radial dari tiang pancang

Semakin dekat dengan tiang, tekanan pori terlihat semakin tinggi hingga dapat menjadi dua kali dari tegangan vertikal efektif.

Untuk kurva I yaitu untuk jenis tanah lempung yang sensitif, terlihat bahwa pada  $r/a = 8$  terjadi adanya penurunan tekanan air pori yang besar. Sedangkan pada kurva II, penurunan tekanan air pori yang cukup besar terjadi pada ratio  $r/a = 4$ . Jadi ini berarti bahwa pada lempung yang mempunyai sensitifitas yang besar yaitu lempung sensitif, penurunan tekanan air pori masih besar pada radius yang lebih jauh dibandingkan dengan radius lempung yang kurang sensitif yang seperti ditunjukkan pada kurva II

Selain itu tekanan pori juga dapat diperkirakan secara matematis dengan konsep desakan rongga silindris dari radius nol sampai radius tertentu.

**3.4. Perpindahan massa tanah selama pemancangan dapat kearah vertikal (menyembul keatas) dan kearah lateral.**

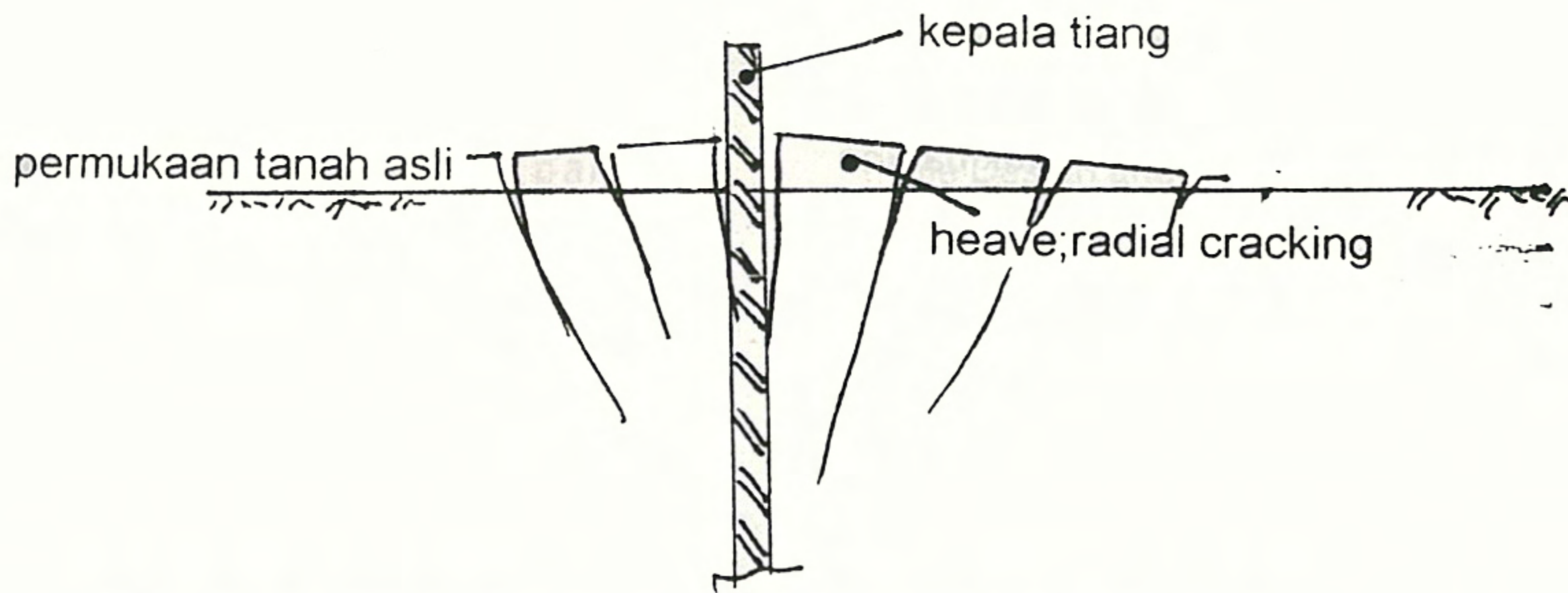
#### 3.4.1. Perpindahan kearah vertikal.

Dari hasil-hasil pengukuran dilapangan yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu (Oorge & Broms, 1967) disimpulkan bahwa pemancangan pondasi tiang pada umumnya akan menyebabkan terjadinya penyembulan tanah pada daerah sekeliling tiang dan apabila tiang-tiang terlalu berdekatan akan menyembul keatas.

Penyembulan tanah terbesar terjadi pada tengah - tengah kelompok tiang.

Dari pengukuran yang dilakukan oleh Oorge & Broms tersebut pada pemancangan kelompok tiang yang berjumlah 230 buah dengan panjang kurang lebih 80 feet, penyembulan tanah pada saat tiang yang lokasinya ditengah-tengah kelompok tiang dipancang terjadi antara 0,2 inchi sampai 0,4 inchi sedangkan volume tanah yang menyembul ini kira-kira 1300 feet kubik merupakan 40% dari volume tanah yang terpindahkan.

Selain itu banyaknya volume tanah yang terpindahkan ini juga tergantung dari jenis tanah serta jenis bahan tiang yang digunakan. Pada tanah lempung yang keras bila dilakukan pemancangan dapat menimbulkan penyembulan dengan disertai retakan-retakan melingkar seperti yang dapat dilihat dalam gambar. 2. dibawah ini.



Gbr. 2. Pengaruh pemancangan pada tanah lempung keras.

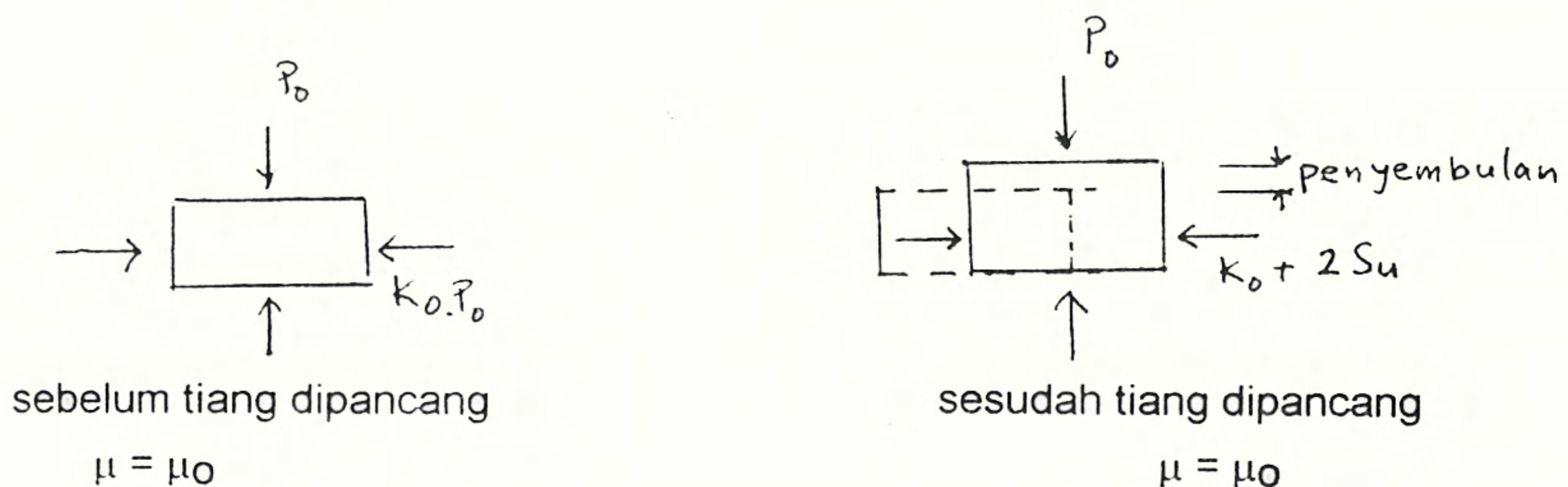
### 3.4.2. Perpindahan massa tanah kearah lateral

Perpindahan massa tanah kearah lateral akan mengganggu pada pondasi tiang yang telah lebih dahulu ada disana. Gerakan tanah lateral akibat pemancangan yang pernah diukur maksimum mencapai 1,5 inchi dan apabila pemancangan dilakukan pada tanah yang mempunyai elevasi berbeda, maka tanah akan bergerak ke daerah yang mempunyai elevasi yang lebih rendah (Hagerty & Peck, 1971). Gerakan tanah pada daerah diluar grup tiang pancang adalah cukup kecil. Sekalipun demikian dapat terjadi getaran-getaran yang tidak diinginkan terhadap bangunan-bangunan yang berada didekat lokasi pemancangan.

## IV. PENYEMBULAN TANAH DAN PENYEMBULAN KEPALA TIANG

### 4. 1. Penyembulan tanah.

Pada pemancangan pondasi tiang pancang akan terjadi penyembulan tanah. Selain itu dapat pula terjadi settlemen / penurunan. Kedua hal itu dapat diperkirakan dengan metoda Lambe & Horn (1965). Metoda tersebut didasarkan pada suatu pendekatan pengujian konsolidasi tanah dilaboratorium dimana pada tes contoh tanah tersebut diberi pembebanan yang besarnya mengikuti kondisi lapangan dan mengambil nilai regangan vertikal yang diukur dilaboratorium untuk memperkirakan penyembulan tanah. Hal tersebut diatas dapat digambarkan dengan gambar elemen-elemen tanah sebagai akibat dari pemancangan sebagai berikut:

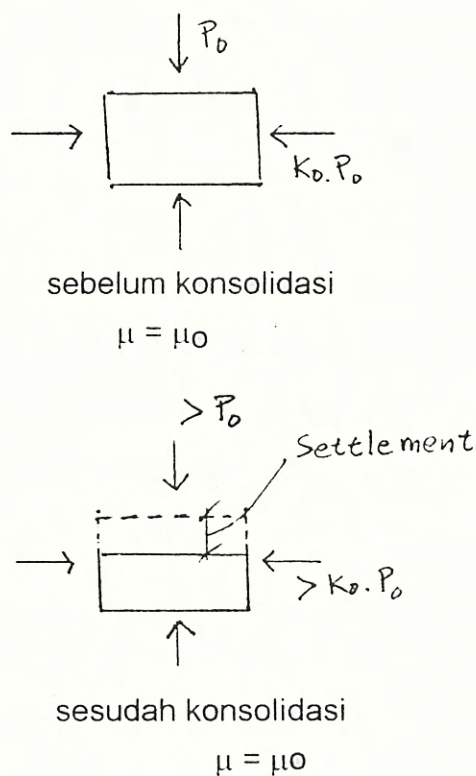


$k_0$  = koefisien tekanan tanah sebelum pemancangan (at rest)

$P_0$  = beban pada kondisi k (tegangan overburden)

$S_u$  = kuat geser undrained.

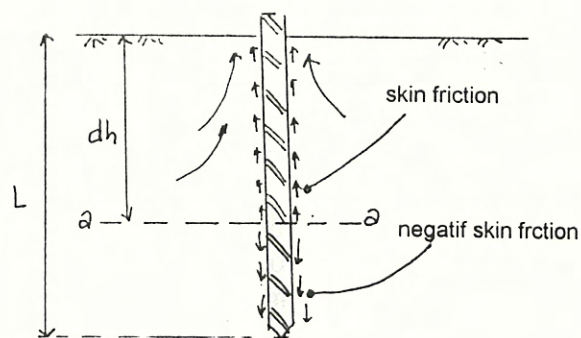
Sedangkan apabila contoh tadi dibebani dengan beban yang lebih besar dari  $P_0$  maka akan terjadi konsolidasi yang mengakibatkan terjadinya penurunan (settlement). Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut:



#### 4.2. Penyembulan Kepala Tiang

Akibat dari pemancangan grup tiang pondasi dapat pula berupa penyembulan kepala tiang pondasi lain yang sudah terlebih dahulu dipancang. Menurut peneliti-peneliti terdahulu yaitu Brzenzinski (1973) dan Cole (1972) yang melakukan penelitian terhadap pemancangan grup tiang pancang, didapat hasil yang menyatakan bahwa penyembulan tiang merupakan fungsi dari jarak antar tiang yang dipancang, diameter tiang, panjang tiang serta jenis tanahnya.

Pergeseran tanah yang diakibatkan pemancangan tidak sama dengan pergeseran pada tiang. Tiang yang tertanam dalam tanah akan terangkat karena naiknya tanah pada bagian atas tiang, namun gaya yang arahnya berlawanan (negative skin friction) akan terjadi pada bagian bawah tiang sehingga dapat mereduksi terangkatnya tiang keatas. Hal tersebut sesuai dengan konsep pendekatan dari Hagerty & Peck (1971) dan dapat digambarkan sebagai berikut:



gbr. 3. Geseran tanah dengan tiang yang terpancang

Perpindahan tanah (heaving) yang terjadi adalah mulai dari permukaan a - a keatas. Dengan anggapan bahwa penyembulan tiang relatif sama dengan penyembulan tanah yang terjadi dan dapat dihitung dengan pendekatan rumus sebagai berikut:

$$\text{penyembulan tiang} = ((L - dh)/L) \times (\text{penyembulan tanah})$$

Dengan keseimbangan gaya gesek (friction) dari batas a - a, maka panjang dh dapat dihitung. Apabila tanah mempunyai adhesi (perlekatan dengan tiang) seragam, maka dengan sendirinya dh adalah = 0,5 L

#### V. PENUTUP

Faktor-faktor pengaruh yang terjadi disekitar lokasi pemancangan pondasi tiang pancang adalah mempengaruhi kondisi tanah disekitarnya terutama untuk tanah kohesif. Pengaruh-pengaruh tersebut dapat diinformasikan sebagai berikut :

1. Pada saat dilakukan pemancangan tekanan air pori disekitar tiang pancang akan naik.
2. Karena ada perubahan air pori maka kekuatan geser tanah akan berkurang dan akan normal kembali setelah beberapa lama, dimana proses ini dikenal dengan nama proses thixotrophi.
3. Pondasi akan mencapai daya dukung maksimum sesudah selang beberapa waktu setelah selesai pemancangan seiring dengan meningkatnya kembali kuat geser tanah. Dengan kondisi ini maka percobaan pembebanan tiang pancang (loading test) biasanya dilakukan beberapa lama setelah

pemancangan pondasi tiang selesai dilakukan.

4. Pada pondasi grup tiang pancang penyembulan tanah (heave) akibat pemancangan mempunyai pengaruh terhadap tiang-tiang yang telah dipancangan sebelumnya sehingga dapat mengakibatkan tiang-tiang tersebut terangkat. Pada penurunan (settlement) akibat pemancangan dapat mengganggu pada konstruksi disekitarnya sehingga perlu dilakukan perhitungan dan pamantauan sebelum dan selama pemancangan. Pengaruh ini akan sangat terasa bila pemancangan dilakukan dilokasi yang sekiranya telah berdiri bangunan gedung. Seperti halnya dalam pembangunan gedung bertingkat di Jakarta yang sering mengakibatkan kerusakan pada gedung disekitar lokasi pamancangan terutama pada tempat gedung yang bersebelahan dengan lokasi tersebut.

PUSTAKA :

1. Tomlinson.M.J  
"Pile Design and Constrction Practice" View Publication, London 1977
2. Bowls, Joseph.E  
"Analisa dan Desain Pondasi", Erlangga, Jakarta 1983
3. Nanang Kusmana  
"Pengaruh Pemancangan Pondasi Tiang Pancang Pada Bangunan Gedung Bertingkat Terhadap Tanah Kohesip Disekitarnya"  
Tugas akhir S1-STTM 1993.
4. Terzaghi Karl & Peck, Ralph. B  
"Soil Mechanics in Engineering Practice"
5. Wesley,L.D  
" Mekanika Tanah " Jakarta 1977.

**Penulis :**

*Hermin Tjahyati , lulus Fakultas tehnik sipil ITB tahun 1976 dan pasca sarjana Teknik Jalan Raya thn 1986.*

*Bekerja di Bina marga thn 1976 dan sebagai peneliti di Pusat litbang Jalan sejak thn 1980*