

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG
DAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PROYEK
KONSTRUKSI GEDUNG INDOGROSIR MANADO**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

**Richard Eduard David
12 012 035**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Suatu struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi kolom, balok, plat serta atap dan struktur bawah adalah pondasi. Pada saat melaksanakan kegiatan pembangunan struktur bangunan gedung, yang pertama-tama dikerjakan adalah pekerjaan struktur bawah, yaitu pekerjaan pondasi. Pondasi adalah elemen struktur yang sangat penting karena pondasi berfungsi untuk mendukung seluruh beban bangunan dan meneruskan beban bangunan tersebut kedalam tanah di bawahnya.

Setiap proyek konstruksi tentu harus mempunyai metode pelaksanaan yang sesuai agar pelaksanaan proyek konstruksi dapat berjalan sesuai dengan waktu dan jadwal yang ditentukan. Pembuatan rencana suatu proyek konstruksi selalu mengacu pada perkiraan yang ada pada saat rencana pembangunan tersebut dibuat. Seperti contoh pada pekerjaan struktur yaitu pekerjaan pondasi tiang pancang pada area toko Gedung Indogrosir Manado, pada area ini digunakan pondasi tiang pancang dengan metode pekerjaan yang menggunakan alat berat diesel hammer untuk memudahkan pekerjaan pondasi ini.

Proyek pembangunan “*Toko Dan Gudang Indogrosir Manado*” merupakan salah satu proyek pembangunan di Manado yang bertujuan untuk meningkatkan perekonomian khususnya di daerah Manado. Berlokasi di kawasan daerah jalan A.A.Maramis yang nantinya akan menjadi pusat tempat perekonomian dan bisnis. Berdasarkan pada pentingnya faktor pemilihan serta perencanaan pondasi suatu bangunan, maka perlu dianalisa perencanaan serta pelaksanaannya, sehingga dipilihlah judul “**Tinjauan Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Konstruksi Gedung Indogrosir Manado**”.

Tugas akhir ini dibuat dengan harapan agar dapat mengetahui dan menganalisa perencanaan pekerjaan pondasi area toko dan metode pelaksanaan pekerjaan proyek pembangunan Gedung Indogrosir Manado.

1.2 .Maksud dan Tujuan

Maksud penulisan laporan Tugas Akhir adalah:

1. Agar supaya dapat mengetahui tentang daya dukung serta dimensi pondasi tiang pancang yang sesuai dan efisien.
2. Mengetahui metode pelaksanaan yang tepat dalam pekerjaan proyek pembangunan gedung Indogrosir Manado.

Tujuan dari penulisan Laporan tugas akhir adalah:

1. Menghitung kembali pondasi tiang pancang pada area toko Indogrosir Manado.
2. Menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Indogrosir Manado.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penyusunan tugas akhir ini, terdapat beberapa pembatasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup pembahasan, diantaranya :

1. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang area toko dan penulangan
- 2 Metode pelaksanaan pekerjaan struktur seluruh area toko.

1.4 Metodologi Penelitian

Penulisan tugas akhir disusun berdasarkan hasil pelaksanaan praktek kerja lapangan yang sudah dilaksanakan selama kurang lebih lima bulan. Untuk itu ada beberapa metode pengumpulan data yang di lakukan :

1. Observasi (pengamatan) : Melakukan pengamatan di lokasi
Proyek Pembangunan Indogrosir Manado ;
2. Interview (wawancara) : Melakukan wawancara dengan
Project Manager dan Site Manager selaku pihak
yang bertanggung jawab dalam proyek ;
3. Studi Klimitologi : Meminta data – data pendukung dari
perusahaan yang menangani pembangunan
Gedung Indogrosir Manado ;

4. Studi Kepustakaan : Mengumpulkan data – data juga dengan menggunakan kepustakaan atau literatur yang berkaitan dengan pembahasan tugas akhir

1.5 Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini, susunan-susunan penulisan atau pelaporan mengacu pada konsep sistematika yang diberikan oleh jurusan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang Latar Belakang, Maksud & Tujuan, Pembatasan Masalah, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Bab ini berisi landasan teori tentang tanah, pondasi, pembebanan struktur, pengertian proyek, metode pelaksanaan.

BAB III : PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil perhitungan dan metode pelaksanaan.

BAB IV : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil tinjauan

Daftar Pustaka

Lampiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Definisi tentang tanah yang dikemukakan oleh Karl Von Tersaghi yaitu sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain, yang di dalamnya terdapat rongga-rongga yang diisi oleh zat cair dan udara dan berfungsi sebagai pendukung pondasi bangunan dan juga sebagai bahan bangunan itu sendiri.

2.1.1 Karakteristik Tanah

Dalam merencanakan struktur bawah diperlukan data-data mengenai karakteristik tanah tempat struktur tersebut berada dan beban struktur yang bekerja di atas struktur bawah yang direncanakan (Pamungkas dan Harianti;2013). Karakteristik tanah meliputi jenis lapisan tanah di bawah permukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut. Jenis pondasi ditentukan dengan memperhatikan kondisi lingkungan tempat berdirinya bangunan dan mempertimbangkan hasil dari penyelidikan tanah yang diantaranya:

1. Kondisi tanah dasar yang menjelaskan jenis lapisan tanah pada beberapa lapisan kedalaman.
2. Analisis daya dukung tanah.
3. Besar nilai SPT (*Standar Penetration Test*) dari beberapa titik bor.
4. Besar tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekak dari beberapa titik sondir.
5. Hasil test laboratorium tanah untuk mengetahui berat jenis tanah, dan lainnya.
6. Analisis daya dukung tiang pondasi berdasarkan data-data tanah.

Karakteristik tanah dapat diketahui dengan diadakannya penyelidikan tanah yang pada akhirnya akan menerangkan tentang kondisi tanah dan jenis lapisannya. Penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti:

1. *Sondir*, yang dilakukan dengan menggunakan alat sondir yang dapat mengukur nilai perlawanan konus (*Cone Resistance*) dan hambatan lekat (*Local Friction*) secara langsung di lapangan. Hasil penyondiran disajikan dalam bentuk diagram sondir yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman sondir di bawah muka tanah dan besarnya nilai perlawanan konus (q_c) serta jumlah hambatan pelekat (JHL).
2. *Deep Boring*, dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor untuk mendapatkan contoh tanah. Pekerjaan *Standart penetration test* juga dilakukan pada pekerjaan boring.
3. *Standart penetration test*, dilaksanakan pada lubang bor setelah pengambilan contoh tanah pada setiap beberapa interval kedalaman. Cara uji dilakukan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan. Parameter tersebut diperoleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi stik, yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi per lapisan tanah dan hasil SPT disajikan dalam bentuk diagram pada boring log.

2.1.2 Tanah Kohesif dan Non Kohesif

Tanah disebut kohesif apabila karakteristik fisiknya yang selalu melekat antara butiran tanah sewaktu pembasahan dan / pengeringan. Butiran butiran tanah bersatu selamanya, sehingga sesuatu gaya akan diperlukan untuk memisahkannya dalam keadaan kering. Sedangkan pada tanah non kohesif butiran tanah terpisah – pisah sesudah dikeringkan dan melekat hanya apabila berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air misalnya pasir.

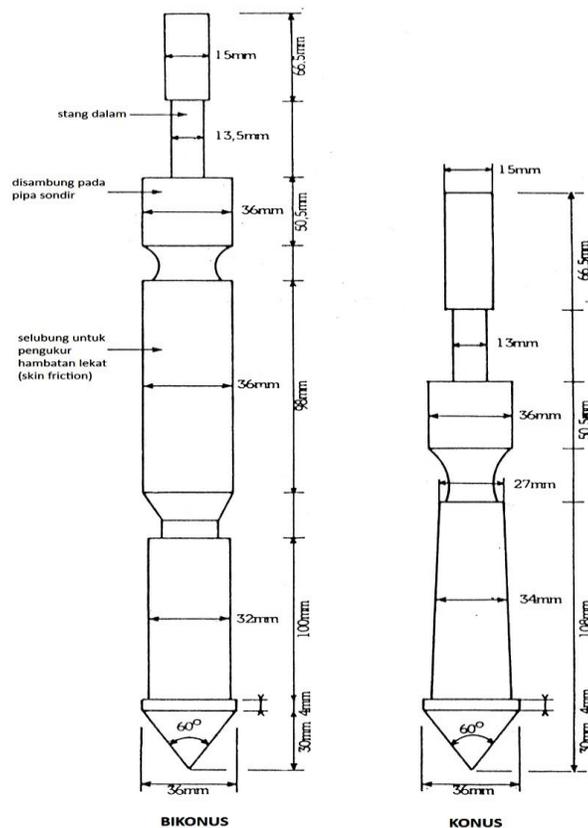
(Pamungkas dan Harianti;2013) menyatakan bahwa seorang *structure engineer* harus bisa menentukan jenis pondasi yang tepat untuk digunakan pada bangunan yang dirancang. Jenis pondasi ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan

tempat berdirinya bangunan dan usulan jenis pondasi secara karakteristik tanah yang dilaporkan oleh *soil engineer*.

2.2 Pengujian Tanah Dengan Alat Sondir

Merupakan salah satu jenis pengujian langsung di lapangan yang sejak lama telah dikembangkan, dan sangat luas penggunaannya. Percobaan penetrasi konus yang secara umum dikenal sebagai pengujian sondir, adalah uji statis berkaitan dengan cara memasukkan konus melalui penekanan dengan kecepatan tertentu.

Alat yang digunakan adalah sondir mekanis tipe *Begeeman Friction Sleeve – Cone* (*Bikonus*, dengan luas proyeksi ujung konus 10 cm^2 , dan luas bidang geser 100 cm^2), pemberian gaya yang menggunakan system hidrolis dengan luas torak (piston) 10 cm^2 . Pembacaan gaya (tegangan) pada setiap interval kedalaman 20 cm, menggunakan dua buah manometer masing – masing berskala $0 - 60 \text{ kg/cm}^2$ dan $0 - 300 \text{ kg/cm}^2$.



Gambar 2.1 Konus dan Bikonus



Gambar 2.2 Alat Sondir

Hasil dari percobaan ini dapat digunakan untuk merencanakan daya dukung ujung (*end bearing*) dan perlawanan keliling permukaan tiang (*friction /adhesion resistance*) dari pondasi tiang, maupun daya dukung pondasi dangkal. Selain itu percobaan ini sangat praktis untuk mengetahui dengan cepat letak kedalaman lapisan tanah keras, bahkan dengan mengevaluasi nilai rasio gesekan (*friction ratio*), dapat pula dilakukan deskripsi jenis lapisan tanah.

2.3 SAP2000

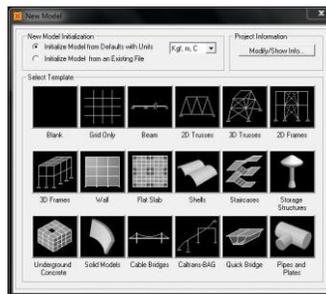
SAP 2000 adalah program yang menyediakan pilihan, antara lain membuat model struktur baru, memodifikasi dan merancang element struktur. Semua hal tersebut dapat dilakukan melalui *User Interface* yang sama. Program ini dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat di lakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada elemen struktur, mengubah dimensi batang dan mengganti peraturan perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Program ini telah di lengkapi dengan beberapa template seperti 2D dan 3D frame, wall, shell, staircase, Bridge Wizard dan lain-lain untuk mempermudah dalam memodel struktur. SAP 2000 merupakan program versi terakhir yang paling lengkap dari sesi-sesi program analisis struktur SAP, baik SAP 80 maupun SAP 90. Keunggulan program SAP 2000 antara lain di tunjukan dengan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik untuk material baja maupun beton. Di samping itu adanya fasilitas baja dengan mengoptimalkan penampang, sehingga pengguna tidak perlu

menentukan profil untuk masing-masing elemen, tetapi cukup memberikan data profil secukupnya, dan program akan memilih sendiri profil yang paling optimal atau ekonomis.

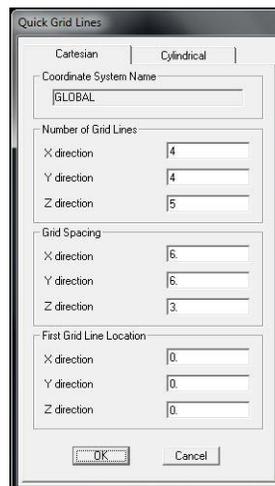
2.3.1 Langkah-langkah Menjalankan Sap2000

1. Buat file pekerjaan baru

- File
- Grid Only
- Atur satuan dalam ukuran panjang (m)
- Atur grid sesuai dengan gambar struktur (x, y, z). Grid berfungsi sebagai garis bantu untuk menginput elemen struktu.



Gambar 2.3 Jenis pemodelan

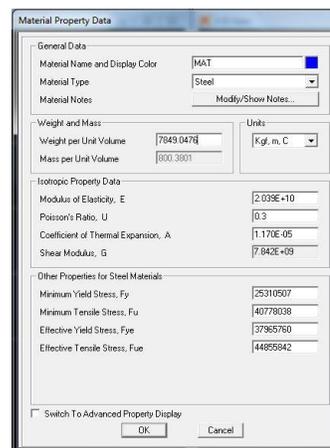


Gambar 2.4 Pengaturan grid

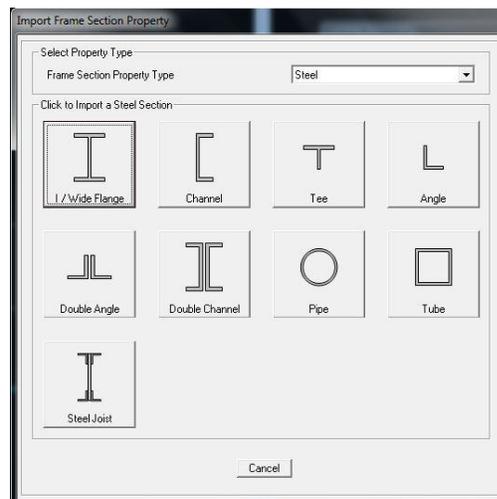
2. Mendefinisikan material yang akan dipakai

- Define
- Material (*add new material*)

- Ganti *Weight per unit volume* dari tiap-tiap material (untuk baja 7850 kg/m³ dan untuk beton 2400 kg/m³)
- Ganti *modulus of elasticity* tiap-tiap material (untuk baja $2,1 \times 10^6$ kg.cm² dan untuk beton $4700\sqrt{f_c'}$)
- Ganti mutu baja sesuai yang digunakan
- Pilih jenis material yang akan digunakan



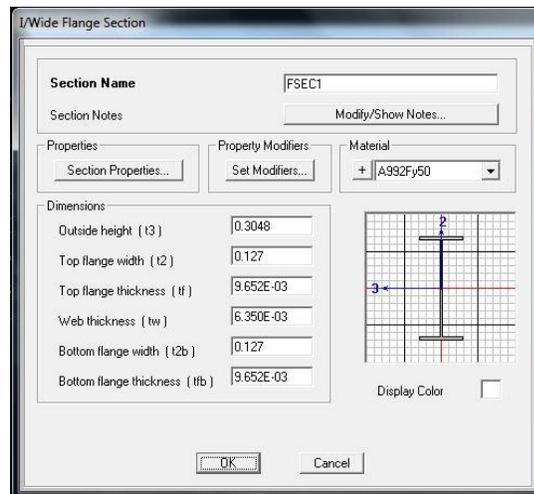
Gambar 2.5 Material property data



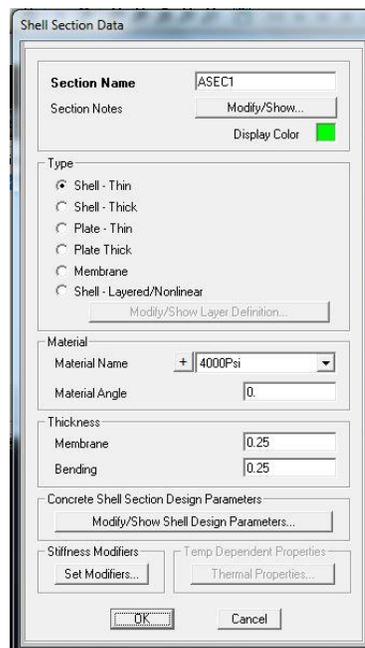
Gambar 2.6 Pemilihan jenis material

3. Mendefinisikan penampang struktur yang akan digunakan.
 - Define
 - Frame section

- Add new property
- Pilih jenis tipe penampang yang akan digunakan
- Masukkan ukuran serta material yang digunakan,



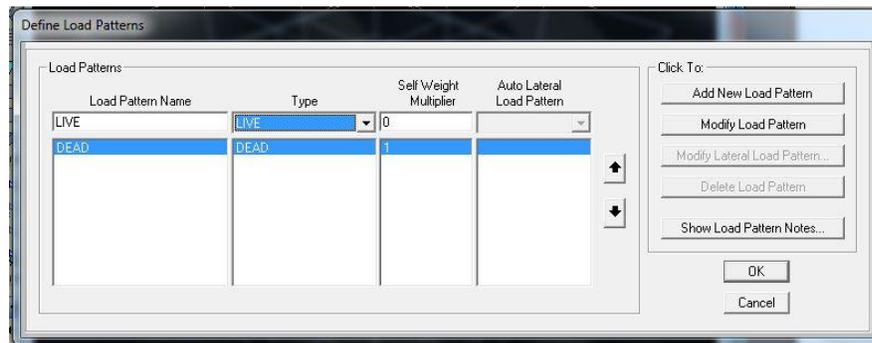
Gambar 2.7 Pembuatan dimensi penampang



Gambar 2.8 Pembuatan dimensi plat

4. Mendefinisikan tipe beban

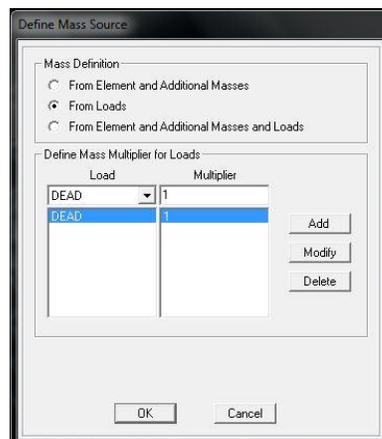
- Define
- Load case
- Beban mati / Dead, self weight multiplier = 1 (satu dimaksudkan berat sendiri elemen struktur dihitung secara otomatis oleh program
- Beban hidup /Live, self weight multiplier = 0,
- Bila ada beban gempa bisa langsung dimasukkan



Gambar 2.9 Pendefinisian tipe beban

5. Mendefinisikan sumber beban

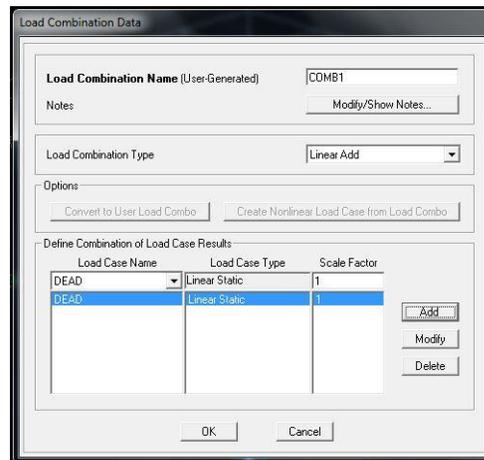
- Define
- Mass source
- Mass definition
- From load (Dead = 1 / live = 0,3),



Gambar 2.10 Define mass source

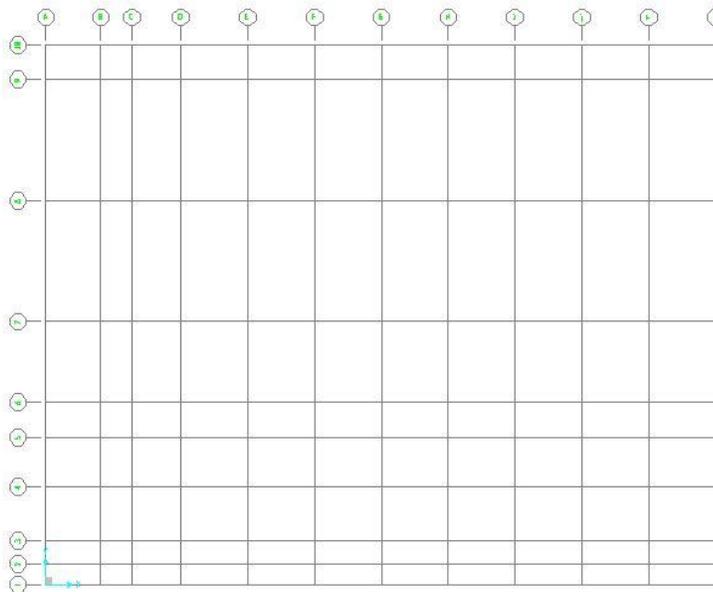
6. Mendefinisikan kombinasi beban

- Define
- Combination
- Combo 1 (1.4 DL)
- Combo 2 (1.2 DL + 1.6 LL)



Gambar 2.11 Kombinasi beban

7. Gambar elemen struktur pada grid yang dibuat sebelumnya sesuai dengan tata letak elemen struktur rencana.

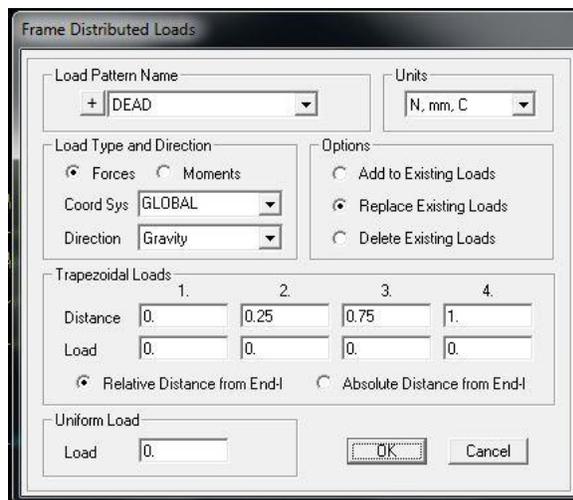


Gambar 2.12 Gambar elemen struktur

8. Memasukan beban-beban yang terjadi pada elemen struktur kolom, balok, pelat dan beban yang bekerja pada elemen struktur berupa berat sendiri struktur, beban atap, beban pelat lantai, beban gempa, beban plafon, beban dinding, beban hidup, beban penutup lantai.
- Pilih elemen struktur yang akan diberikan beban seperti balok, pelat
 - Assign
 - Frame load atau area load
 - Pilih jenis beban
 - Pilih satuan untuk beban yang bekerja
 - Masukan besar beban



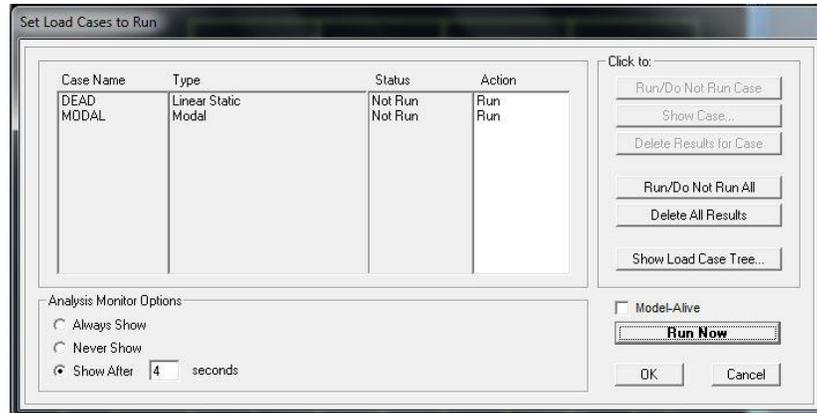
Gambar 2.13 Gambar beban yang bekerja diplat



Gambar 2.14 Gambar beban yang bekerja pada balok

9. Analisa bangunan

- F5
- Run now



Gambar 2.15 Analisa bangunan

2.3.2 Pembebanan Struktur Atas

1. Beban Mati (DL)

Beban mati merupakan berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, *finishing*, mesin – mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan (Pamungkas dan Harianti;2013). Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan yang bekerja pada struktur. Pada perhitungan menggunakan bantuan *software* SAP2000, berat beban mati dari material dihitung secara otomatis berdasarkan *input* data material dan dimensi material yang digunakan. Berikut merupakan beberapa contoh berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

- Baja = 7850 kg/m³
- Batu alam = 2600 kg/m³
- Beton bertulang = 2400 kg/m³
- Pasangan bata merah = 1700 kg/m³

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari *finishing* lantai (keramik, plester), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Sebagai contoh, berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

- Beban *finishing* (keramik) = 24 kg/m²
- Plester 2,5 cm (2,5 x 21 kg/m²) = 53 kg/m²
- Beban *Mechanical Electrical (ME)* = 25 kg/m²
- Beban plafond dan penggantung = 18 kg/m²
- Beban dinding = 250 kg/m²

2. Beban Hidup (LL)

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan di dalamnya termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah, mesin – mesin serta peralatan yang bukan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup gedung itu sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut (Pamungkas dan Harianti;2013). Didalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) telah ditetapkan bahwa fungsi suatu ruangan di dalam gedung akan membuat beban berbeda. Misalnya untuk beban perkantoran tentu berbeda dengan beban untuk gudang dan lainnya. Contoh untuk beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) tabel 3.1, yaitu :

- Parkir = 400 kg/m²
- Parkir lantai bawah = 800 kg/m²
- Lantai kantor = 250 kg/m²
- Lantai sekolah = 250 kg/m²
- Ruang pertemuan = 400 kg/m²
- Ruang dansa = 500 kg/m²
- Lantai olahraga = 400 kg/m²

3. Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut (PPPURG, 1987).

Dalam tulisan ini, untuk beban gempa dilakukan dengan menggunakan peraturan terbaru perencanaan ketahanan gempa untuk gedung, yaitu RSNI 03 – 1726 - 201x. Analisis beban gempa dilakukan dengan 2 metode, metode pertama adalah analisis statik ekuivalen dengan mengambil parameter - parameter beban gempa dari program Spektra Indonesia dan metode kedua adalah analisis time history dengan mengambil 4 rekaman catatan gempa yang telah disesuaikan dengan respons spektra desain kota dengan program seismomatch. Rekaman catatan gempa yang diambil adalah gempa parkfield, gempa imperialvalley, gempa lomacoralito, gempa imp parachute.

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing – masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen yang ditetapkan pada pasal 6 SNI-03-1726-2002.

Beban gempa didapat dari hasil perhitungan gaya geser dasar nominal V yang diperoleh dari rumus :

$$V = \frac{(C \cdot I)}{R} \times Wt$$

Dimana,

V = Gaya geser dasar nominal

C = Faktor respons gempa

I = Faktor keutamaan gedung

Wt = Masa bangunan

R = Faktor Modifikasi (SRPMK)

Gaya geser dasar nominal V ini harus didistribusikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban – beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang bekerja pada pusat massa lantai tingkat ke – I menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \times H_i}{\sum W_i \times H_i} \times V$$

Dimana,

F_i = Gempa nominal statik ekuivalen

W_i = Berat Struktur per lantai

H_i = Tinggi bangunan per lantai

V = Gaya geser dasar nominal

4. Kombinasi pembebanan

Menurut SNI-03-2847-2002 pasal 11.1:

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara ini. Komponen struktur juga harus memenuhi ketentuan lain yang tercantum dalam tatacara ini untuk menjamin tercapainya perilaku struktur yang baik pada tingkat beban bekerja. Kuat perlu adalah kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi.

Kombinasi pembebanan untuk gedung sudah ditetapkan berdasarkan SNI-03-2847-2002 pasal 12.1. kombinasi pembebanan pada perhitungan struktur gedung dapat dirangkum sebagai berikut:

- 1,4 DL
- 1,2 DL + 1,6 LL
- 0,9 DL - 1,0 E
- 0,9 DL + 1,0 E
- 1,2 DL + 1,0 LL + 1,0 E
- 1,2 DL - 1,0 LL - 1,0 E

Dimana :

- DL = Beban Mati
- LL = Beban Hidup
- E = Beban Gempa

2.4 Pondasi

Pondasi adalah bagian dari suatu konstruksi bangunan yang berfungsi meneruskan beban bangunan atas (upper structure) ke dasar tanah yang cukup kuat untuk menahannya. Untuk itu pondasi bangunan harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri dan beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Sedangkan menurut kamus Bahasa Indonesia pondasi berarti dasar bangunan yang kuat, biasanya terdapat dibawah permukaan tanah bangunan itu didirikan. Dari beberapa arti diatas maka pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian struktur paling bawah dari suatu bangunan yang tertanam didalam lapisan tanah yang kuat dan stabil (solid)serta berfungsi sebagai penopang bangunan.

2.4.1 Dasar-Dasar Pemilihan Pondasi

(Pamungkas dan Harianti;2013) memberikan beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan jenis pondasi yang tepat, diantaranya :

1. Keadaan tanah yang akan dipasang pondasi
 - a) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi dangkal (pondasi telapak atau pondasi menerus).
 - b) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi tiang apung.
 - c) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter di bawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diijinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunan biasanya

menggunakan tiang pancang. Tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan antara pemakaian kaisan lebih menguntungkan.

- d) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter dibawah permukaan tanah dapat menggunakan kaisan terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor ditempat. Tetapi apabila tekanan atmosfer yang bekerja ternyata kurang dari 3 kg/cm^2 maka digunakan kaisan tekanan.
- e) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 40 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat.

2.4.2 Jenis-Jenis Pondasi

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman lebar pondasi. Pondasi dangkal dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah.

Pondasi dapat digolongkan berdasarkan kemungkinan besar beban yang harus dipikul oleh pondasi :

1) Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal disebut juga pondasi langsung, pondasi ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak tidak dalam (berada relatif dekat dengan permukaan tanah).

Contoh pondasi dangkal sebagai pondasi yang memikul beban secara langsung

a. Pondasi Telapak

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung.

- Pondasi Rakit (*Raft Foundation*)

Pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya

sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila menggunakan pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya.

- Pondasi Tumpuan

Diletakkan di bawah kolom pendukung bangunan, yang menerima semua beban bangunan langsung pada pondasi ini.

- Pondasi Terapung

Pondasi ini cocok untuk tanah dengan daya dukung rendah, dipakai untuk pondasi plat diatas tanah lembek dimana besar bangunan diatas = berat tanah yang digali.

b. Pondasi Menerus

Pondasi ini biasa digunakan untuk konstruksi yang tidak berat, seperti pagar, rumah tinggal sederhana yang tidak bertingkat, karena pada umumnya pondasi menerus hanya memikul berat beban yang bekerja tanpa mempertimbangkan beban momen yang terjadi.

c. Pondasi Umpak

Digunakan pada bangunan – bangunan sederhana yang memiliki kondisi tanah keras, terletak di bawah kolom.

2) Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban ketanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan, seperti :

a. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran adalah pondasi peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam.

b. Pondasi Tiang

Pondasi tiang digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran.

c. Pondasi Tiang Bor

Pondasi tiang bor merupakan jenis pondasi yang dicor di tempat, yang sebelumnya dilakukan pengeboran dan penggalian terlebih dahulu. Pondasi ini sangat cocok apabila digunakan di tempat – tempat yang padat oleh bangunan – bangunan, karena tidak terlalu bising dan getarannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap bangunan yang berada disekelilingnya. Namun pembuatan pondasi tiang bor ini memerlukan peralatan yang besar, sehingga hanya dipakai pada proyek–proyek besar saja.

2.5 Pondasi Tiang Pancang

Pondasi Tiang Pancang saat ini banyak digunakan di Indonesia untuk berbagai bangunan seperti, jembatan, gedung bertingkat, gedung-gedung industry, menara, dermaga, bangunan mesin-mesin berat, dan lain-lain yang semuanya merupakan konstruksi-konstruksi yang memiliki dan menerima beban yang relatif berat.

Penggunaan pondasi tiang pancang didasarkan pada perhitungan adanya beban yang besar yang akan diterima pondasi sehingga penggunaan pondasi langsung tidak efektif lagi, dan juga didasarkan pada jenis tanah pada lokasi pondasi akan dibangun kondisinya relatif lunak sehingga penggunaan pondasi langsung tidak ekonomis.

Dilihat dari segi pembuatannya, Pondasi tiang pancang mempunyai beberapa keuntungan diantaranya :

1. Biaya pembuatannya kemungkinan bisa besar, namun dapat lebih murah bila dikonversikan dengan kekuatan yang dihasilkan pondasi ini.
2. Pelaksanaannya lebih mudah
3. Peralatan yang digunakan mudah didapat.
4. Para pekerja di Indonesia sudah cukup terampil untuk melaksanakan bangunan yang mempergunakan pondasi tiang pancang.
5. Waktu pelaksanaannya relatif lebih cepat.

Secara umum, pondasi tiang pancang dipergunakan apabila tanah dasar dibawah bangunan tidak mempunyai daya dukung (*Bearing Capacity*) yang cukup untuk memikul

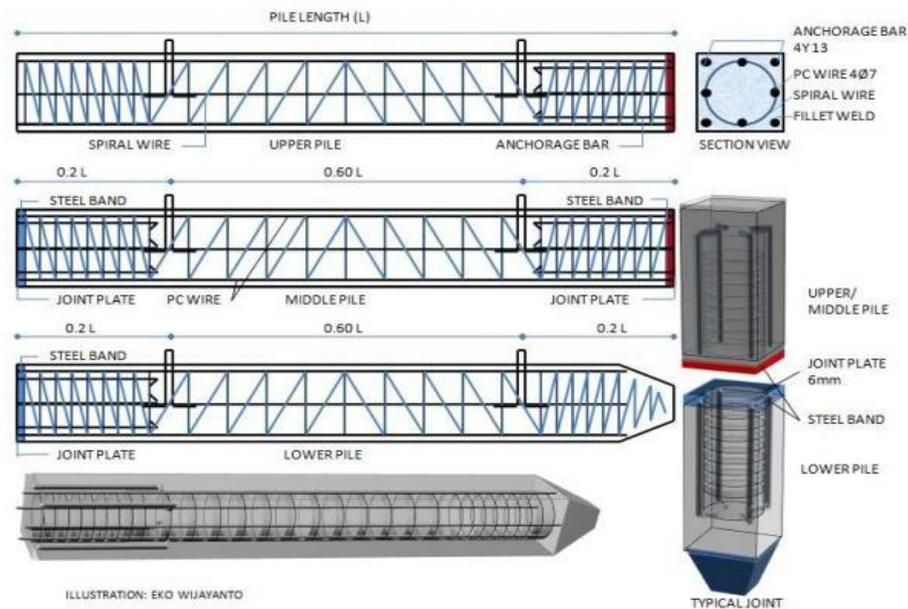
berat bangunan dan letak tanah keras daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan berada pada posisi yang sangat dalam.

Dalam merencanakan pondasi tiang pancang, berbagai data yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

- Data tanah dimana bangunan akan didirikan.
- Daya dukung dari tiang pancang itu sendiri (baik *single pile* maupun *group pile*)
- Analisa *Negative Skin Friction* (karena mengakibatkan beban tambahan)

Perhitungan serta pengevaluasian hasil pemancangan tidak saja dilaksanakan terhadap tiang individu, namun juga dilaksanakan terhadap tiang – tiang secara kelompok. Dalam perhitungan dan evaluasi pondasi tiang pancang dapat ditinjau melalui 2 keadaan (Bambang;2015), yaitu :

- Jenis / bahan yang digunakan, seperti kayu, baja, beton atau komposit (kombinasi dari ketiga bahan tersebut).
- Cara penerusan Gaya/Beban oleh tiang.



Gambar 2.16 Jenis-jenis pondasi tiang pancang

2.6 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Sondir

Di dalam perencanaan pondasi tiang pancang (*pile*), data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimate dari tiang pancang. Kapasitas daya dukung ultimate ditentukan dengan persamaan berikut :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times A_{st})$$

Dimana :

Q_{ult}	=	Kapasitas daya dukung ultimate tiang pancang
q_c	=	Tahanan ujung sondir
A_p	=	Luas penampang tiang
JHL	=	Jumlah hambatan lekat
A_{st}	=	Keliling tiang

Daya dukung ijin pondasi tiang dinyatakan dalam rumus berikut :

$$Q \text{ Ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHL \times A_{st}}{5}$$

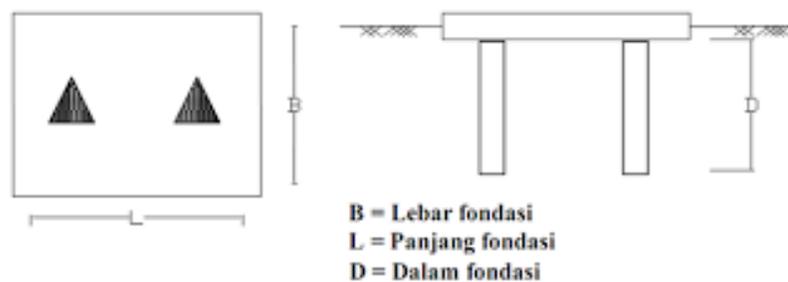
Dimana :

$Q \text{ Ijin}$	=	Kapasitas daya dukung ijin tiang pancang
q_c	=	Tahanan ujung sondir
JHL	=	Jumlah Hambatan Lekat
A_{st}	=	Keliling tiang
A_p	=	Luas penampang tiang
3	=	Faktor keamanan untuk daya dukung tiang
5	=	Faktor keamanan untuk gesekan pada selimut tiang

2.7 Efisiensi Kelompok Tiang

2.7.1 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Pondasi tiang pancang yang umumnya dipasang secara berkelompok. Yang dimaksud berkelompok adalah sekumpulan tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu dibagian atasnya dengan menggunakan pile cap. Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok tiang.



Gambar 2.17 Kelompok Tiang

a. Jumlah Tiang (n)

Untuk menentukan jumlah tiang yang akan dipasang didasarkan beban yang bekerja pada fondasi dan kapasitas dukung ijin tiang, maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut ini.

$$n = P/Q_a$$

Dengan :

P = Beban yang bekerja

Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal

b. Jarak Tiang (S)

Jarak antar tiang pancang didalam kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas dukung dari kelompok tiang tersebut. Untuk bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang yang dipakai adalah menurut peraturan – peraturan bangunan pada daerah masing–masing. Pada prinsipnya jarak tiang (S) makin rapat, ukuran pile cap makin kecil dan secara tidak langsung biaya lebih

murah (K. Basah Suryolelono;1994). Tetapi bila fondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen.

Jarak tiang biasanya dipakai bila:

1. ujung tiang tidak mencapai tanah keras maka jarak tiang minimum ≥ 2 kali diameter tiang atau 2 kali diagonal tampang tiang.
2. ujung tiang mencapai tanah keras, maka jarak tiang minimum \geq diameter tiang ditambah 30 cm atau panjang diagonal tiang ditambah 30 cm.

c. Susunan Tiang

Susunan tiang sangat berpengaruh terhadap luas denah pile cap, yang secara tidak langsung tergantung dari jarak tiang. Bila jarak tiang kurang teratur atau terlalu lebar, maka luas denah pile cap akan bertambah besar dan berakibat volume beton menjadi bertambah besar sehingga biaya konstruksi membengkak (K. Basah Suryolelono, 1994).

d. Efisiensi Kelompok Tiang

Efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor (Coduto;1983), yaitu :

1. Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
2. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
3. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
4. Urutan pemasangan tiang
5. Macam tanah.
6. Waktu setelah pemasangan.
7. Interaksi antara pelat penutup tiang (pile cap) dengan tanah.
8. Arah dari beban yang bekerja.

Persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang adalah sebagai berikut :

a. Conversi – Labarre

$$E_g = 1 - \Theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn}$$

Dengan :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg d/s, dalam derajat

- m = Jumlah baris tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- d = Diameter tiang
- s = Jarak pusat ke pusat tiang

Daya dukung vertikal kelompok tiang dapat dinyatakan pada rumus sebagai berikut:

Eg x Jumlah tiang x Daya dukung tiang

Daya dukung kelompok tiang harus > Gaya aksial yang terjadi

2.8 Perhitungan Penulangan Pondasi Tiang Pancang

Untuk menghitung tulangan pondasi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan momen nominal (M_n)

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

Dimana,

- ϕ = Faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral 0.65
- M_n = Momen nominal yang bekerja
- M_u = Momen maksimum yang bekerja pada tiang

2. Menghitung ρ_{min} , ρ_b dan ρ_{max}

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot (\rho_b)$$

Dimana,

- ρ_{min} = Rasio tulangan minimum
- ρ_b = Rasio tulangan seimbang (*Balance*)
- ρ_{max} = Rasio tulangan maksimum
- β = Beta (0,85)

3. Menghitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2 (m) \cdot Rn)}{fy}} \right)$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

Dimana,

ρ = Rasio tulangan yang diperlukan

4. Menghitung luas tulangan

$$As = \rho \times b \times d$$

$$As \text{ tul.} = \frac{1}{4} \cdot \pi (\text{diameter tulangan})$$

Dimana,

As = Luas tulangan yang dipakai

b = Diameter pondasi

d = Lebar efektif pondasi ($b \times \text{selimut pondasi} \times (1/2 \text{ } \emptyset)$)

$As \text{ tul.}$ = Luas tulangan

5. Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{As}{As \text{ tul.}}$$

n = Jumlah tulangan yang digunakan

2.9 Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud :

1. Untuk memberikan keamanan terhadap tidak pastinya metode hitungan yang digunakan.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompreibilitas tanah.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.
4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

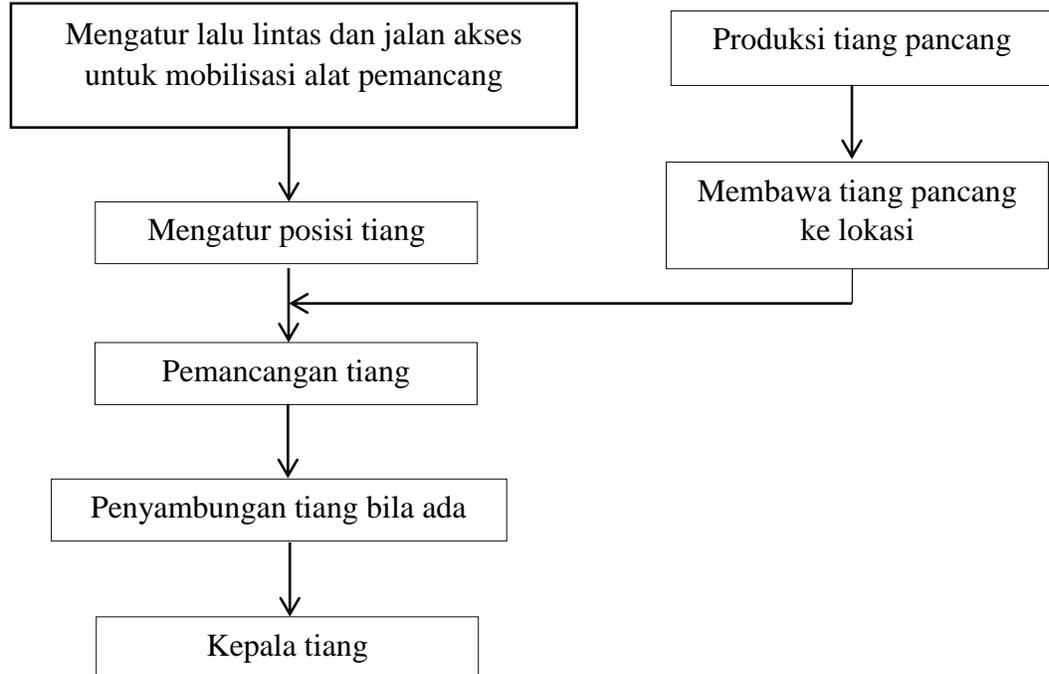
Sehubungan dengan alasan butir 4, dari hasil banyak pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai dengan 600 mm. Penurunan akibat beban bekerja yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor keamanan yang tidak kurang dari 2,5 (Tomlinson,1977).

2.10 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Tiang pacang harus dirancang, dicor dan dirawat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan sehingga tahan terhadap pengangkutan, penanganan, dan tekanan akibat pemancangan tanpa kerusakan. Tiang pancang segi empat harus mempunyai sudut-sudut yang ditumpulkan. Pipa pancang berongga (hollow piles) harus digunakan bilamana panjang tiang yang diperlukan melebihi dari biasanya.

Baja tulangan harus disediakan untuk menahan tegangan yang terjadi akibat pengangkatan, penyusunan dan pengangkutan tiang pancang maupun tegangan yang terjadi akibat pemancangan dan beban-beban yang didukung. Selimut beton tidak boleh kurang dari 40 mm dan bilamana tiang pancang terekspos terhadap air laut atau korosi lainnya, selimut beton tidak boleh kurang dari 75 mm.

Langkah pelaksanaan pondasi tiang pancang dapat dilihat pada skema dibawah.



Gambar 2.18 Langkah Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang

Pelaksanaannya akan dijelaskan seperti di bawah ini :

1. Persiapan Lokasi Pemancangan

Mempersiapkan lokasi dimana alat pemancang akan diletakan, tanah haruslah dapat menopang berat alat. Bilamana elevasi akhir kepala tiang pancang berada di bawah permukaan tanah asli, maka galian harus dilaksanakan terlebih dahulu sebelum pemancangan. Perhatian khusus harus diberikan agar dasar pondasi tidak terganggu oleh penggalian diluar batas-batas yang ditunjukkan oleh gambar kerja.

2. Persiapan Alat Pemancang

Pelaksana harus menyediakan alat untuk memancang tiang yang sesuai dengan jenis tanah dan jenis tiang pancang sehingga tiang pancang tersebut dapat menembus masuk pada kedalaman yang telah ditentukan atau mencapai daya dukung yang telah ditentukan, tanpa kerusakan. Bila diperlukan, pelaksana dapat melakukan penyelidikan tanah terlebih dahulu.

Alat pancang yang digunakan dapat dari jenis drop hammer, diesel atau hidrolik. Berat palu pada jenis drop hammer sebaiknya tidak kurang dari jumlah berat tiang

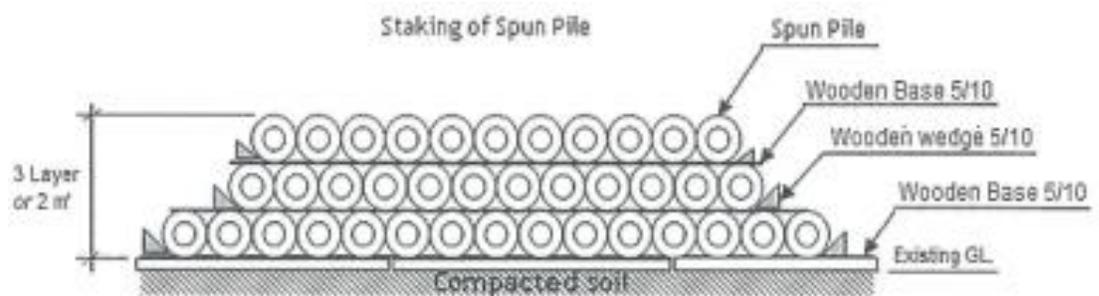
beserta topi pancangnya. Sedangkan untuk diesel hammer berat palu tidak boleh kurang dari setengah jumlah berat tiang total beserta topi pancangnya ditambah 500 kg dan minimum 2,2 ton.



Gambar 2.19 Alat Pemancang

3. Penyimpanan Tiang Pancang

Tiang pancang disimpan di sekitar lokasi yang akan dilakukan pemancangan. Tiang pancang disusun seperti piramida, dan dialasi dengan kayu 5/10. Penyimpanan dikelompokkan sesuai dengan type, diameter, dimensi yang sama.



Gambar 2.20 Penyimpanan Tiang Pancang

4. Pemancangan

Kepala tiang pancang harus dilindungi dengan bantalan topi atau mandrel. Tiang pancang diikatkan pada sling yang terdapat pada alat, lalu ditarik sehingga tiang pancang masuk pada bagian alat.



Gambar 2.21 Tiang Pancang Ditarik dengan Sling



Gambar 2.22 Tiang Pancang Dimasukan pada Bagian Alat

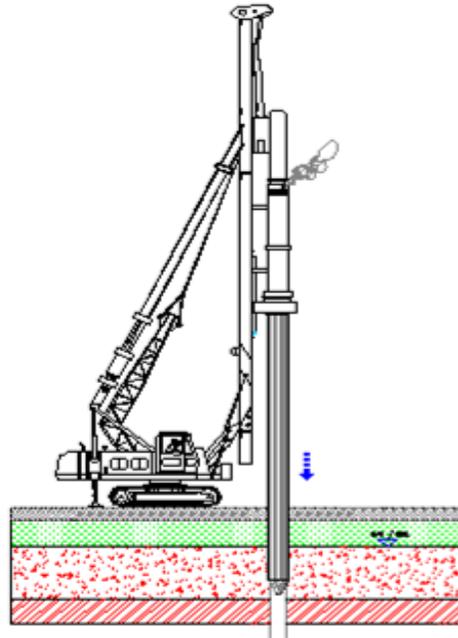


Gambar 2.23 Tiang Pancang Diluruskan



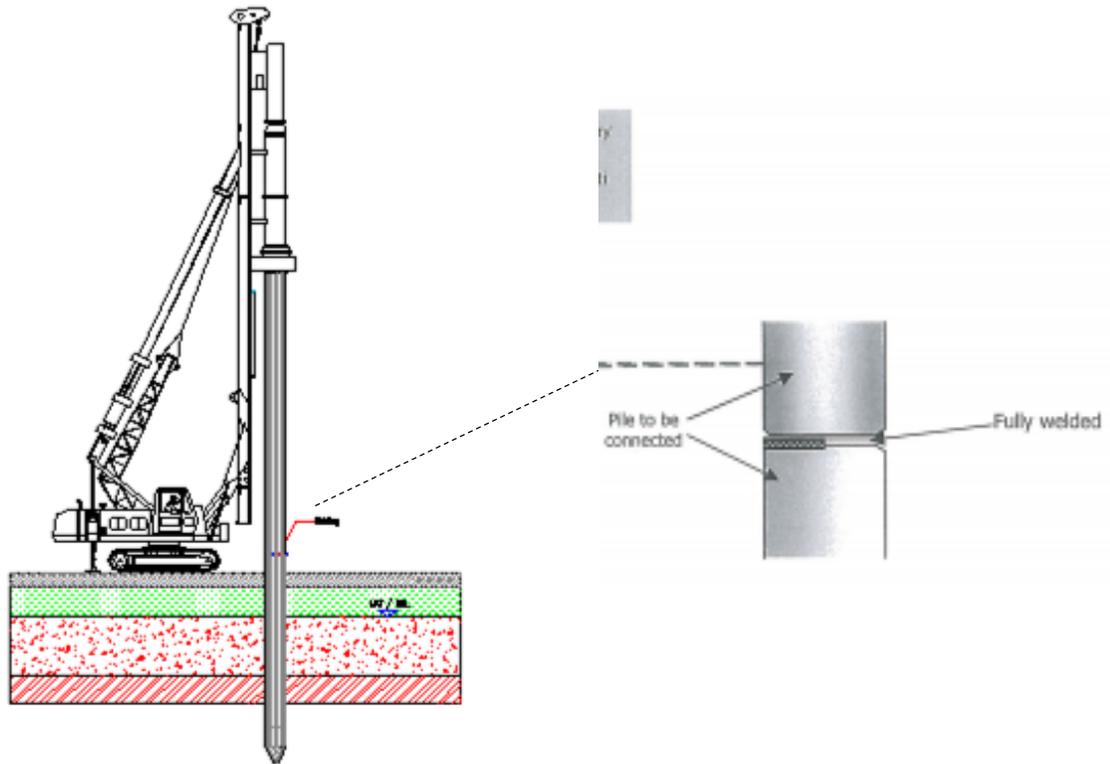
Gambar 2.24 Kemiringan Dicek Dengan Waterpass

Setelah kemiringan telah sesuai, kemudian dilakukan pemancangan dengan menjatuhkan palu pada mesin pancang.



Gambar 2.25 Pemancangan Tiang Pertama

Bila kedalaman pemancangan lebih dalam dari pada panjang tiang pancang satu batang, maka perlu dilakukan penyambungan dengan tiang pancang kedua, yaitu dengan pengelasan.



Gambar 2.26 Penyambungan Tiang Pancang dengan Pengelasan

Tiang pancang harus dipancang sampai penetrasi maksimum atau penetrasi tertentu sesuai dengan rencana atau Direksi Pekerjaan. Selanjutnya dilakukan pemancangan di titik berikutnya dengan langkah yang sama.