

TUGAS AKHIR

Tinjauan Perencanaan, Metode Pelaksanaan Serta Kebutuhan Material Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Mata Masyarakat di Kota Manado

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

Oleh :

Brian Kandey
NIM. 12 012 014

Dosen Pembimbing

Sandri L. Sengkey, ST, MT
NIP.19680519 200112 2 002

Joseph Sumajow, ST, MT
NIP. 19670624 199303 1 002



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

2016

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertandatangan dibawah ini, dosen pembimbing dan Koordinator Tugas Akhir. Dan Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa :

Nama : Brian Kandey

Nim : 12 012 014

Telah menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul

Tinjauan Perencanaan, Metode Pelaksanaan Serta Kebutuhan Material Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Mata Masyarakat di Kota Manado

Selanjutnya telah diterima dan disetujui oleh panitia Tugas Akhir pada tanggal.....

Dan dinyatakan **LULUS**

Manado, 2016

Dosen Pembimbing

Sandri L. Sengkey, ST, MT
NIP.19680519 200112 2 002

Joseph Sumajow, ST, MT
NIP. 19670624 199303 1 002

Disetujui

Koordinator Tugas Akhir

Ir.Julius E. Tenda, MT
NIP.19620711 199403 1 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Donny R. Taju, MT
NIP. 19591003 198903 1 002

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu dampak perkembangan dunia yang pesat adalah dibangunnya gedung-gedung bertingkat banyak. Bagian yang penting dalam perencanaan sebuah gedung adalah perencanaan pondasi. Hal utama yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sebuah pondasi adalah beban struktur atas dan daya dukung tanah di atas pondasi. Perencanaan sebuah pondasi harus direncanakan sebaik mungkin, karena pondasi yang nantinya akan menyalurkan beban struktur atas ke lapisan tanah pendukung.

Sebuah bangunan gedung terdapat dua bagian struktur yaitu struktur atas yang meliputi kolom, balok, pelat dan struktur bawah yaitu pondasi. Direncanakan dengan material dan metode yang berbeda-beda, dalam proses perencanaan pondasi tentunya harus memiliki daya dukung optimal terhadap beban rencana. Dengan kata lain keamanan dari bangunan tersebut dapat dijamin.

Selama melakukan observasi secara langsung dilapangan, hal yang diamati adalah pekerjaan pondasi bore pile. Dalam perencanaan, pondasi yang digunakan hanya satu tiang saja. Akan tetapi, dalam pelaksanaan dibuat dua tiang pondasi. Karena pentingnya pekerjaan pondasi, maka perlu untuk mengkaji kembali pondasi bore pile dengan dimensi yang berbeda dan kedalaman pondasi yang direncanakan sesuai data pengujian tanah. Pondasi bore pile adalah pondasi tiang yang pemasangan pondasi ke dalam tanah dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, yang kemudian diisi tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton.

Selain merencanakan pondasi, hal penting lainnya yang perlu ditinjau adalah metode pelaksanaan pada pondasi bore pile. Metode pelaksanaan akan berpengaruh terhadap proyek konstruksi, dan tentunya juga pada penggunaan material lebih efisien. Untuk itu, judul yang diangkat adalah **“Tinjauan Perencanaan, Metode Pelaksanaan Serta Kebutuhan Material Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Mata Masyarakat di kota Manado”**

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Untuk mendesain dimensi pondasi bore pile
2. Metode pelaksanaan pondasi bore pile
3. Kebutuhan material dari pondasi bore pile

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini, pembatasan masalah yang di ambil yaitu :

1. Perhitungan beban struktur atas dan arsitektur menggunakan SAP2000 pada bangunan B
2. Perhitungan daya dukung tanah berdasarkan data sondir
3. Perencanaan Pondasi Bore pile pada 2 titik pondasi yang berada di area dalam dan tepi pada Bangunan B
4. Metode pelaksanaan pondasi bore pile berdasarkan pengamatan dilapangan
5. Perhitungan kebutuhan material pada tiang pondasi bore pile

1.4 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan dari penulisan tugas akhir ini, maka metode yang dilakukan antara lain seperti kajian ilmiah dari sumber-sumber bacaan internet, observasi langsung yang dilakukan di proyek selama mengikuti PKL, pengumpulan data dari proyek Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Mata Masyarakat di Kota Manado.

1.5 Sistematika Penulisan

Agar memudahkan penulisan laporan tugas akhir ini maka harus diperlukan sistematika penulisan sehingga pada penulisan ini dapat terarah dengan baik, dan disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan Tugas Akhir

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menguraikan tentang tinjauan pustaka atau teori yang menjelaskan pekerjaan-pekerjaan yang terdapat di BAB III.

BAB III PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang pembahasan dari judul yang diambil yaitu tentang Tinjauan Perencanaan, Metode Pelaksanaan Serta Kebutuhan Material Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Mata Masyarakat di kota Manado

BAB IV PENUTUP

Merupakan bagian penutup yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan tugas akhir ini.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Struktur Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah. Struktur atas ini terdiri atas kolom, pelat, balok dan yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting.

2.1.1 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya.

2.1.2 Balok

Balok baja structural digunakan untuk membangun rangka bermacam-macam struktur mencakup bangunan satu lantai sampai gedung pencakar langit. Karena baja structural sulit dikerjakan lokasi (on-site) maka biasanya dipotong, dibentuk, dan dilubangi dalam pabrik sesuai spesifikasi disain. Hasilnya berupa konstruksi rangka structural yang relative cepat dan akurat. Baja structural dapat dibiarkan terekspos pada konstruksi tahan api yang tidak terlindungi, tapi karena baja dapat kehilangan kekuatan secara drastic karena api, pelapis anti api dibutuhkan untuk memenuhi kualifikasi

sebagai konstruksi tahan api. Balok baja berbentuk *wide-flange* (*W*) yang lebih efisien secara structural telah menggantikan bentuk klasik I-beam (*S*). Balok juga dapat berbentuk channel (*C*), tube structural (tsipilbjd.blogspot.co.id)

2.1.3 Pelat

Wiremesh merupakan material jaring kawat baja pengganti tulangan pada pelat yang fungsinya sama sebagai tulangan. Pada *wiremesh* selain memiliki kekuatan yang sama namun dari segi pemasangan lebih praktis dan murah dibandingkan dengan tulangan konvensional. Keuntungan utama dalam menggunakan Jaringan Kawat Baja Las BRC adalah mutunya yang tinggi dan konsisten yang terjamin bagi perencana, pemilik dan pemborong, di bandingkan dengan cara penulangan pelat lainnya. Karena semua kawat di tarik dan di uji dengan seksama, mutu bahan yang di pakai telah terjamin. Proses penarikan kawat tersebut akan menghasilkan kawat dengan penampang yang sangat merata. Keseragaman yang sama itu tidak akan mungkin terdapat pada batang-batang canaian panas (besi beton) ketika kawat di las kedalam jaringan kawat baja las BRC, ia di dudukan tepat pada tempatnya, jadi jaringan akan selalu dilengkapi dengan jumlah kawat yang benar. Dengan demikian, perencanaan terjamin dan penelitian di tempat kerja dapat dikurangi (Naufal 2014)

Untuk membuat pelat yang ringan, tipis tetapi kuat yaitu dengan menggunakan tulangan baja berupa kawat baja las/*wiremesh* Penggunaan tulangan baja ini dimaksudkan untuk memperbesar kuat lentur pelat karena kawat baja ini mempunyai kuat tarik yang tinggi dan berbentuk seperti jala yang sangat memudahkan pada saat pemasangan, serta harga relatif lebih murah dan material lebih ringan. Mutu yang tinggi dari Jaringan Kawat Baja Las BRC memungkinkan yang di tetapkan sebelumnya. memenuhi standart kelas U-50, menghasilkan penghematan biaya yang sangat berarti. Dengan menggunakan tegangan ijin yang di usulkan sebesar 2.900 kg/cm tersebut. kita dapat memperoleh penghematan sampai separuh dari banyaknya penulangan. Dengan Perhitungan Harga Per kg jaringan kawat baja las BRC yang lebih tinggi, biasanya tetap terdapat penghematan biaya yang cukup berarti pada kebanyakan proyek. Selain penghematan, juga waktu pasang dihematkan, karena Jaringan Kawat Baja La BRC di

serahkan di tempat kerja dengan kawat telah di lastepat pada jarak-jarak yang di tetapkan sebelumnya.

Adapun keunggulan - keunggulan *wiremesh* untuk plat lantai beton:

(brosur smartdeck,2011).

1. Mudah dan cepat dalam pemasangan. Boundeck langsung berfungsi juga sebagai bekisting permanen yang siap di cor dalam waktu singkat. Efisiensi waktu dan kemajuan pekerjaan dapat dipercepat karena waktu untuk pembuatan dan pembongkaran bekisting sudah tidak diperlukan lagi. Pekerjaan pembesian dibagian yang mengalami tarik, dapat direduksi atau bahkan dihilangkan karena telah digantikan fungsinya oleh *boundeck*.
2. Mengurangi pemakaian perancah dan tiang-tiang penyangga sehingga lebih menghemat biaya dalam pelaksanaanya.
3. *Boundeck* dapat secara langsung digunakan sebagai plafond.
4. Ketahanannya terhadap kebakaran lebih baik dan lolos uji kelenturan serta pembebanan.
5. Dapat dipesan sesuai kebutuhan dan memberikan platform kerja yang aman.
6. Dapat dipasang pada konstruksi baja maupun beton.

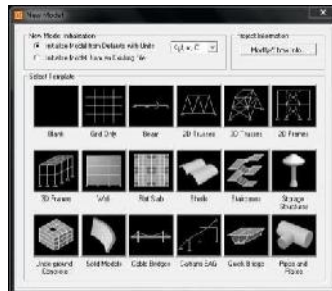
2.1.4 SAP2000

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 element 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, Brigde 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

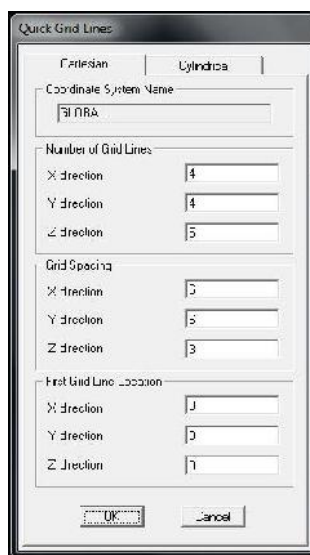
samping itu adanya fasilitas baja dengan mengoptimalkan penampang, sehingga pengguna tidak perlu menentukan profil untuk masing-masing elemen, tetapi cukup memberikan data profil secukupnya, dan program akan memilih sendiri profil yang paling optimal atau ekonomis. (HaryantoY. W. 2001)

2.1.5 Langkah-langkah Menjalankan Sap2000

1. Buat file pekerjaan baru
 - File pilih new 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 struktur, seperti terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



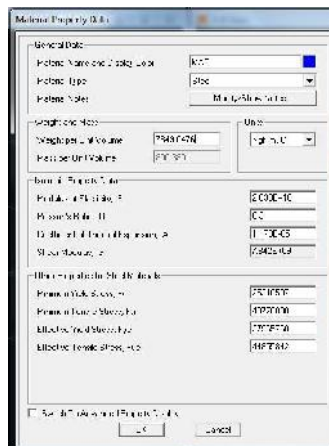
Gambar 1. Jenis permodelan



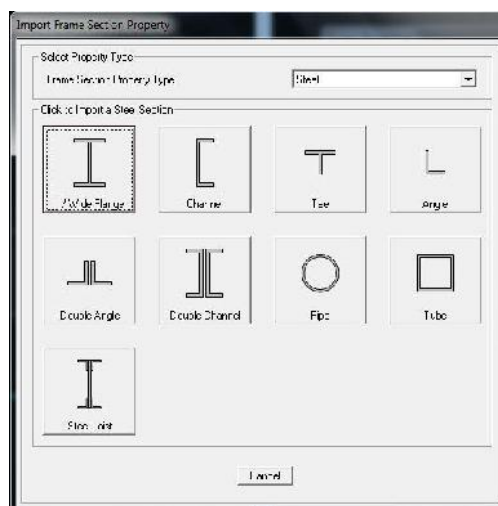
Gambar 2. Pengaturan grid

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 540 kg/m³)
- Ganti *modulus of elasticity* tiap-tiap material (untuk baja $2,1 \times 10^4$ kg.cm² dan untuk beton $4700\sqrt{fc}'$)
- Ganti mutu baja sesuai yang digunakan, seperti terlihat pada Gambar 3
- Pilih jenis material yang akan digunakan, seperti terlihat pada Gambar 4



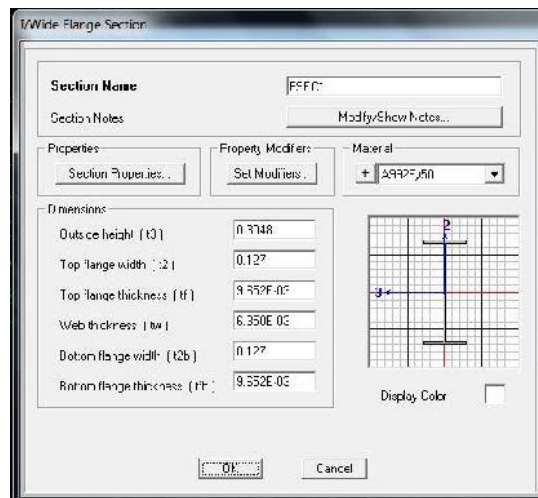
Gambar 3. Material property data



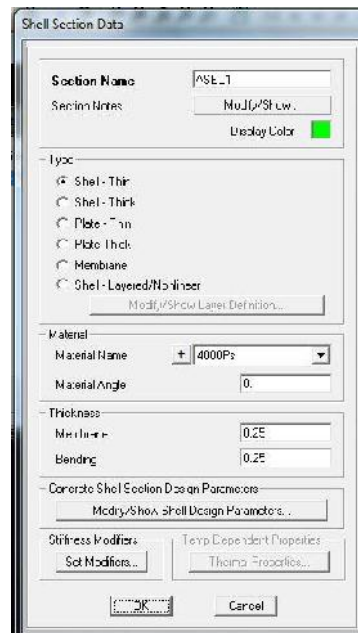
Gambar 4. Pemilihan jenis material

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, seperti terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



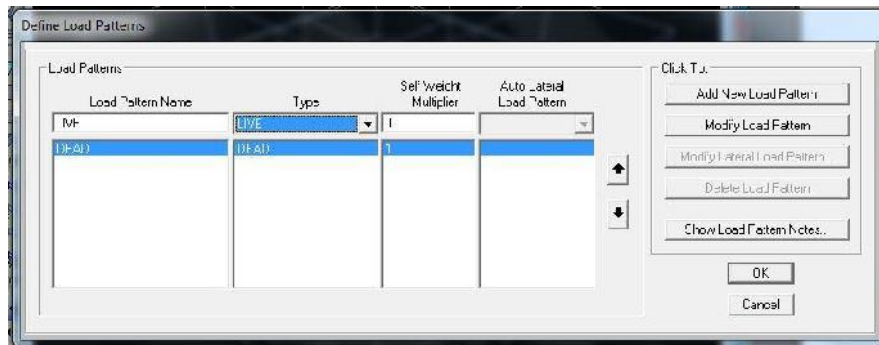
Gambar 5. Pembuatan dimensi penampang



Gambar 6. 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, seperti terlihat pada Gambar 7



Gambar 7. Pendefinisian tipe beban

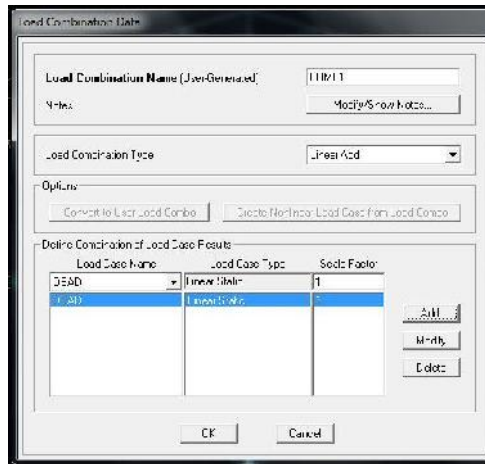
5. Mendefinisikan sumber beban

- Define
- Mass source
- Mass definition
- From load (Dead = 1 / live = 0,3), seperti terlihat pada Gambar 8



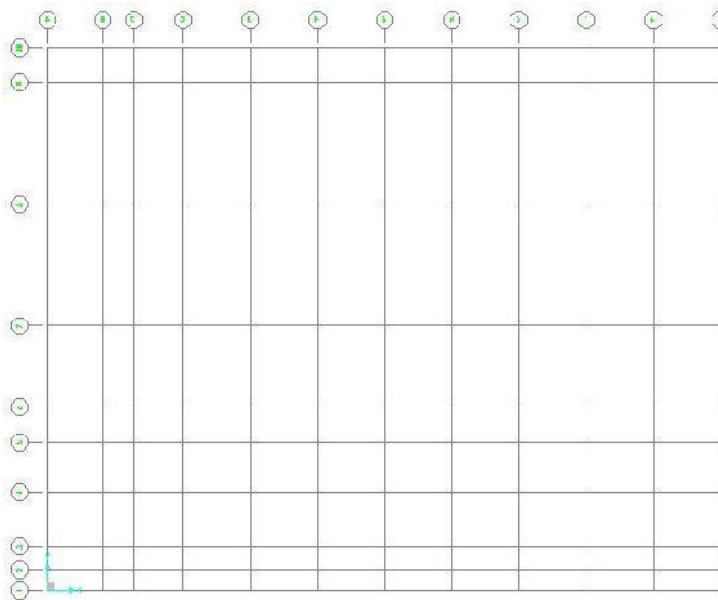
Gambar 8. Define mass source

6. Mendefinisikan kombinasi beban
 - Define
 - Combination
 - Combo 1 (1.4 DL), seperti terlihat pada Gambar 9
 - Combo 2 (1.2 DL + 1.6 LL)



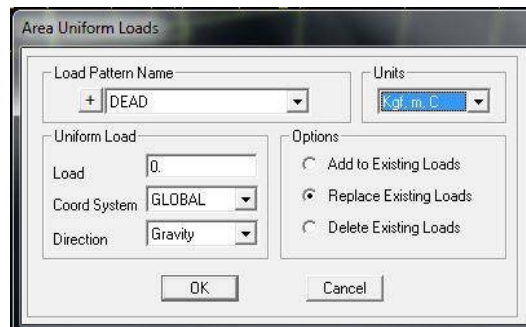
Gambar 9. Kombinasi beban

7. Gambar elemen struktur pada grid yang dibuat sebelumnya sesuai dengan tata letak elemen struktur rencana, seperti terlihat pada Gambar 10



Gambar 10. Gambar elemen struktur

8. Memasukan beban-beban yang terjadi pada elemen struktur 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, lihat Gambar 11. Pilih elemen struktur yang akan tinjau misalnya beban pada balok setelah menghitung beban yang terjadi dibalok tahap selanjutnya memasukan beban tersebut diprogram SAP2000 dengan cara pilih struktur balok kemudian assign ,frame load, distributed, seperti pada Gambar 12 pada program SAP2000 satuan yang dipakai kg/m sesuai dengan perhitungan beban kemudian pilih load dan ketik besar beban yang sudah dihitung selanjutnya ok.



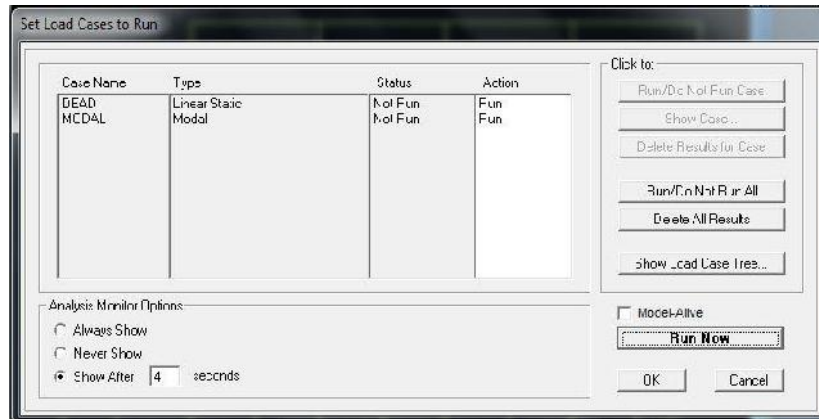
Gambar 11. Gambar beban yang bekerja diplat



Gambar 12. Gambar beban yang bekerja pada balok

9. Analisa bangunan, lihat Gambar

- F5
- Run now



Gambar 13. Analisa bangunan

2.1.6 Pembebanan Struktur Atas

1. Beban Mati (DL)

Menurut Pamungkas. A, dan Hariyanti. E (2013) 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. 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)

Menurut Pamungkas. A, dan Hariyanti. E (2013) 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. 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 Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien-koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m², kecuali untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m².

Pada gedung tertutup untuk bidang-bidang luar, koefisien angin (+ berarti tekanan dan – berarti isapan) adalah sebagai berikut :

Atap lengkung dengan sudut pangkal $\alpha < 22^{\circ}$

- untuk bidang lengkung dipihak angin,

Pada seperempat busur pertama	-0.6
Pada seperempat busur kedua	-0.7
- untuk bidang lengkung belakang angin,

Pada seperempat busur pertama	-0.5
Pada seperempat busur kedua	-0.2

4. 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 Padang 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 :

$$V = \frac{(C \cdot I)}{R} \times W_t \quad (1)$$

Dimana,

V = Gaya geser dasar nominal

C = Faktor respons gempa

I = Faktor keutamaan gedung

W_t = 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 :

$$F_i = \frac{W_i \times H_i}{\sum W_i \times H_i} \times V \quad (2)$$

Dimana,

F_i = Gempa nominal statik ekuivalen

W_i = Berat Struktur per lantai

H_i = Tinggi bangunan per lantai

V = Gaya geser dasar nominal

5. 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

2.2 Karakteristik Tanah

Menurut (Frick dalam Marlina M. 2015) 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. Karakteristik tanah meliputi jenis lapisan tanah di bawah permukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah dan lain lain. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang

digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis – jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut dan lain – lain.

(Santosa, dalam Marlina M. 2015) menyatakan bahwa tanah merupakan materi dasar yang menerima sepenuhnya penyaluran beban yang ditimbulkan akibat dari konstruksi suatu bangunan yang dibuat di atasnya. Tanah mempunyai karakteristik dan sifat yang berbeda-beda, sehingga diperlukan pemahaman yang baik tentang masalah tanah ini. Untuk mengetahui karakteristik tanah para ahli berusaha mengadakan penelitian baik di laboratorium maupun di lapangan.

2.2.1 Tanah Kohesif dan Tidak Kohesif

Tanah disebut kohesif yaitu 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 koheif butiran tanah terpisah – pisah sesudah dikeringkan dan melekat hanya apabila berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air misalnya pasir.

Menurut Pamungkas. A, dan Hariyanti. E (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*.

Hasil penyelidikan tanah yang dilaporkan oleh *soil engineer* antara lain :

1. Kondisi tanah dasar yang menjelaskan jenis lapisan tanah pada beberapa lapisan kedalaman.
2. Analisis daya dukung tanah biasanya tanah itu secara sepintas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis.
3. Selanjutnya tahap klasifikasi tanah berbutir halus diadakan Besar nilai SPT (*Strandar Penetration Test*) dari beberapa titik bor.

4. Besar tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekat dari beberapa titik sondir.
5. Hasil tes laboratorium tanah untuk mengetahui berat jenis tanah dan lain – lain.
6. Analisis daya dukung tiang pondasi berdasarkan data – data tanah (apabila menggunakan pondasi tiang).
7. Rekomendasi dari *soil engineer* mengenai jenis pondasi yang digunakan.

Tujuan utama dari penyelidikan tanah tersebut adalah:

- a. Untuk menentukan urutan, ketebalan dan lapisan tanah ke arah lateral dan bila diperlukan, elevasi batuan dasar.
- b. Untuk memperoleh contoh-contoh tanah dan batuan yang cukup mewakili untuk keperluan identifikasi dan klasifikasi dan bila perlu untuk digunakan dalam uji laboratorium guna menentukan parameter - parameter tanah yang relevan.
- c. Untuk mengidentifikasi kondisi air tanah. Hasil-hasil dari penyelidikan tanah harus yang cukup memadai, misalnya untuk mendapatkan tipe pondasi yang paling sesuai untuk suatu usulan struktur dan sebagai bila mungkin timbul masalah -masalah pada saat penggalian.

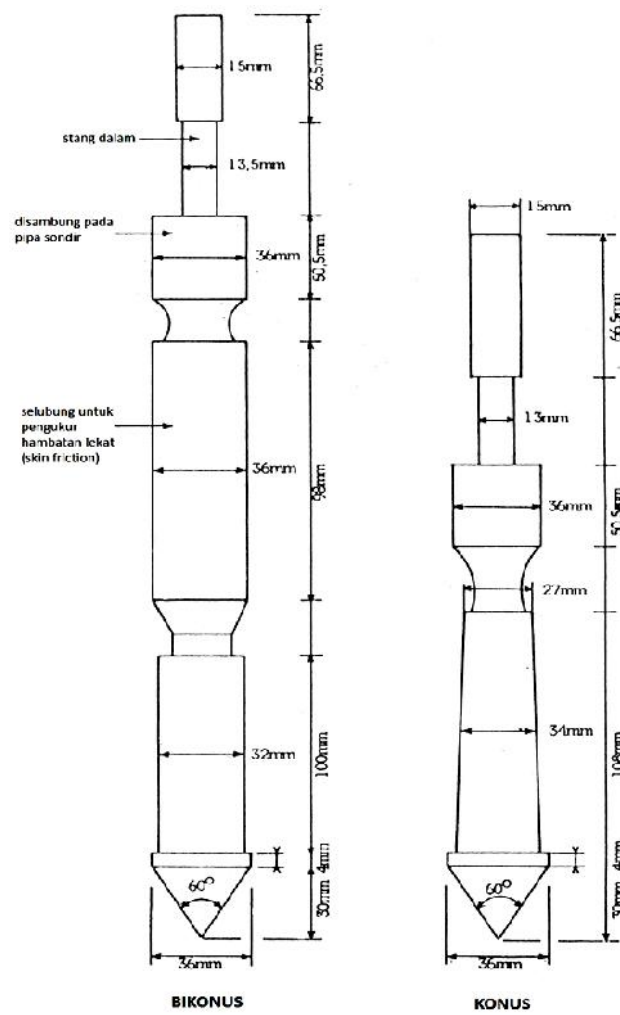
2.2.2 Pengujian Tanah Dengan Alat Sondir

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. Gambar 14 memperlihatkan gambar dari alat sondir.

Alat yang digunakan adalah sondir mekanis tipe *Begeeman Friction Sleeve – Cone (Bikonus)*, dengan luas proyeksi ujung konus 10cm², dan luas bidang geser 100cm², pemberian gaya yang menggunakan system hidrolis dengan luas torak (piston) 10cm². Pembacaan gaya (tegangan) pada setiap interval kedalaman 20 cm, menggunakan dua buah manometer masing – masing berskala 0 - 60 kg/cm² dan 0 -300 kg/cm². Untuk gambar konus dan bikonus terlihat seperti pada gambar 15 .



Gambar 14. Alat Sondir



Gambar 15. Konus dan Bikonus

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 Pondasi Dalam

2.3.1 Pondasi Bore Pile

Bore pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan kemudian pipa ini ditarik keatas pada waktu pengecoran beton. (Girsang, 2009)

Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menahan tahanan dukung ujung tiang.

Ada berbagai jenis pondasi bore pile yaitu:

1. Bore pile lurus untuk tanah keras
2. Bore pile yang ujungnya diperbesar berbentuk bel
3. Bered pile yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium
4. Bore pile lurus untuk tanah berbatu

Ada beberapa alasan digunakannya pondasi bore pile dalam konstruksi :

1. Bore pile tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Bore pile dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjtnya
4. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada didekatnya, tetapi dengan penggunaan pondasi bore pile hal ini dapat dicegah

5. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi borepile.
6. Selama pelaksanaan pondasi bore pile tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang.
7. Karena dasar dari pondasi bore pile dapat diperbesar, hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas.
8. Permukaan diatas dimana dasar bore pile didirikan dapat diperiksa secara langsung.
9. Pondasi bore pile mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.

Beberapa kelemahan dari pondasi bore pile :

1. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan cara menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan.
2. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor.
3. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik, maka diatasi dengan cara ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi.
4. Air yang mengalir kedalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali kedalam kolam air.
5. Akan terjadi tanah runtuh jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.
6. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material, untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biayanya sangat melonjak maka ukuran tiang bore pile disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan.
7. Walaupun penetrasi sampai ke tanah pendukung pondasi dianggap telah terpenuhi, kadang-kadang terjadi bahwa tiang pendukung kurang sempurna karena adanya lumpur yang tertimbun didasar, maka dipasang pipa paralon pada tulangan bore pile untuk pekerjaan base grouting.

Menurut (Wesley dalam Marlina M. 2015), pondasi dalam seringkali diidentikkan sebagai pondasi tiang yaitu suatu struktur pondasi yang mampu menahan gaya *orthogonal* ke sumbu tiang dengan menyerap lenturan. Pondasi tiang di buat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat dibawah konstruksi dengan tumpuan pondasi. Untuk keperluan perencanaan, tiang dapat dibagi menjadi dua golongan:

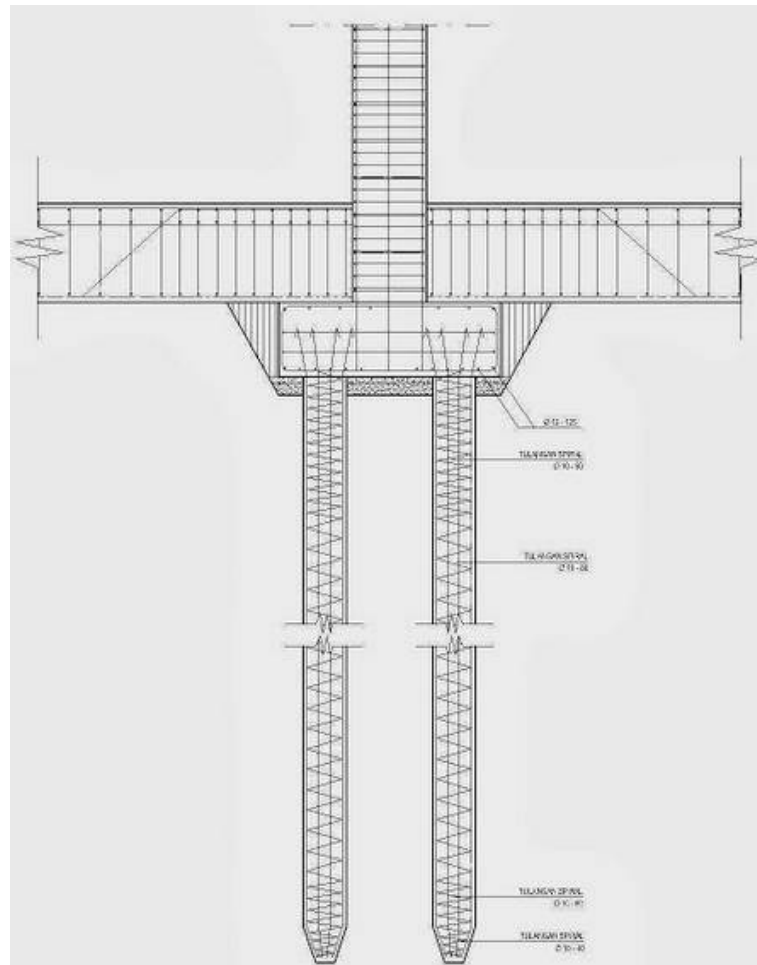
- a. Tiang yang tertahan pada ujung (*end bearing pile* atau *point bearing pile*).
Tiang semacam ini dimasukkan sampai lapisan tanah keras, sehingga daya dukung tanah untuk pondasi ini lebih ditekankan pada tahanan ujungnya. Untuk tiang tipe ini harus diperhatikan bahwa ujung tiang harus terletak pada lapisan keras. Lapisan keras ini boleh dari bahan apapun, meliputi lempung keras sampai batuan keras.
- b. Tiang yang tertahan oleh peletakan antara tiang dengan tanah (*friction pile*) kadang - kadang ditemukan keadaan tanah dimana lapisan keras sangat dalam sehingga pembuatan tiang sampai lapisan tersebut sukar dilaksanakan. Maka untuk menahan beban yang diterima tiang, mobilisasi tahanan sebagian besar ditimbulkan oleh gesekan antara tiang dengan tanah (*skin friction*). Tiang semacam ini disebut *friction pile* atau juga sering disebut sebagai tiang terapung (*floating piles*). Pondasi dalam sering dibuat dalam bentuk tiang pancang maupun kaison ($D/B \geq 4$).

Menurut (Nakazawa dalam Marlina M. 2015) bentuk datar dari kaison adalah lingkaran, bulat telur atau segi empat. Bentuk ini ditentukan oleh bentuk dan ukuran bangunan dan skala beban, tetapi umumnya dianggap sebanding dengan bentuk dasar bangunan. Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan dengan kedalaman D_f/B , seperti:

- a. Pondasi sumuran (*pier foundation*) yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman (D_f) dibagi lebarnya (B) lebih besar 4 sedangkan pondasi dangkal $D_f/B \leq 1$.
- b. Pondasi tiang (*pile foundation*), 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.

Menurut, (Hardiyatmo dalam Marlina M. 2015), jika tiang pancang dipasang dengan cara dipukul ke dalam tanah, tiang bor dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian dimasukkan tulangan yang telah dirangkai ke dalam lubang bor dan kemudian dicor beton. Untuk memperoleh tahanan ujung yang tinggi, kadang-kadang tiang bor diperbesar pada ujungnya. Lihat Gambar 16 untuk detail pondasi bore pile.



Gambar 16. Pondasi Bore Pile

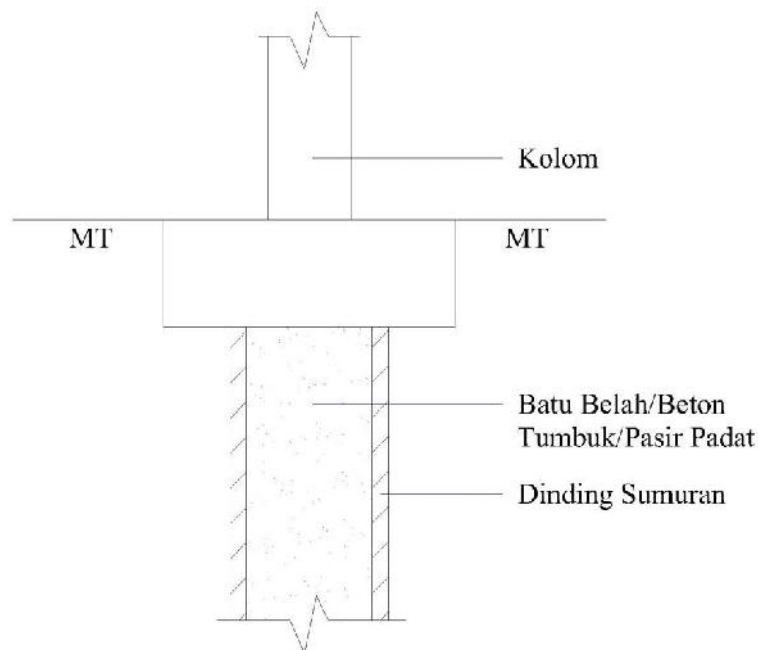
Sumber: Teguh Satria

2.3.2 Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran adalah suatu bentuk pondasi yang dapat dikatakan sebagai peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam (pondasi tiang). Pondasi sumuran digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Pondasi sumuran merupakan jenis pondasi dalam yang dibuat ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah sebagai pengisinya. Pada umumnya pondasi sumuran ini dibuat dari beton bertulang atau beton pracetak. Pondasi sumuran juga disebut dengan *caisson* (Prancis) atau *well foundation* (Inggris, Amerika), banyak digunakan apabila $4 < DF/B < 10$ dengan DF adalah kedalaman pondasi, dan B adalah lebar atau diameter pondasi. Gambar 17 dan Gambar 18 memperlihatkan bentuk dan potongan dari pondasi bore pile.



Gambar 17. Bentuk Pondasi Sumuran



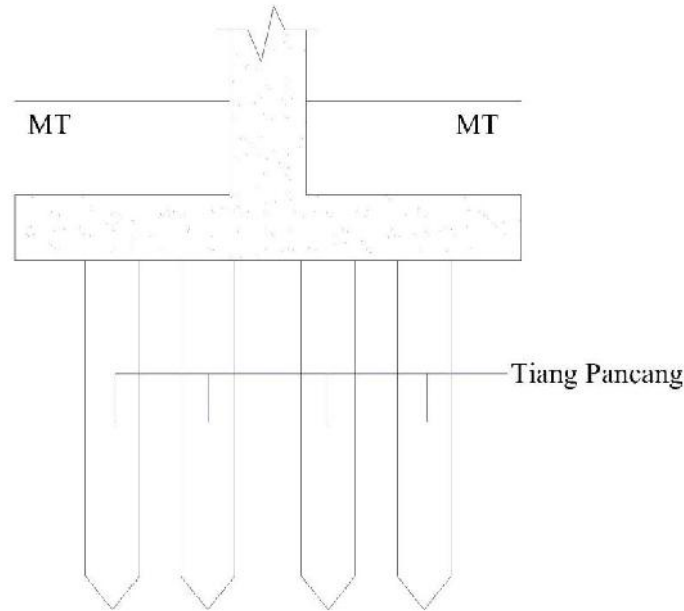
Gambar 18. Potongan Pondasi Sumuran

2.3.3 Pondasi Tiang Pancang

Penggunaan pondasi tiang pancang didasarkan pada perhitungan adanya beban yang besar akan diterima pondasi sehingga penggunaan pondasi langsung tidak efektif lagi, dan juga berdasarkan pada jenis tanah pada lokasi pondasi akan dibangun kondisi relatif lunak sehingga penggunaan pondasi langsung tidak ekonomis. Bila dilihat dari segi pembuatannya, pondasi tiang pancang mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan pondasi lain. Adapun keuntungannya adalah sebagai berikut:

1. Biaya pembuatan kemungkinan bisa besar, akan tetapi dapat lebih murah bila dikonversikan dengan kekuatan yang dapat dihasilkan.
2. Pelaksanaan lebih mudah
3. Peralatan yang didapat 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 pemakaian pondasi tiang pancang dipergunakan apabila tanah dasar di bawah bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan, dan juga letak tanah kerasyang memiliki daya dukung yang cukup untuk memikul berat dari beban bangunan terletak pada posisi yang sangat dalam. Gambar 19 memperlihatkan bentuk dari pondasi tiang pancang.



Gambar 19. Pondasi Tiang Pancang

2.4 Perhitungan Daya Dukung

Test sondir atau Cone Penetration Test (CPT) pada dasarnya untuk memperoleh tahanan ujung q_c dan tahanan selimut c sepanjang tiang. Tes sondir ini biasanya dilakukan pada tanah-tanah kohesif dan tidak dianjurkan pada tanah berkerikil dan lempung. Daya dukung ultimate pondasi tiang dinyatakan dengan persamaan Mayerhofs:

$$Q_{ult} = (q_c \cdot A_p) + (JHP \cdot A_g) \quad (3)$$

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{ijin} = \frac{(q_c \cdot A_p)}{3} + \frac{(JHP \cdot A_g)}{5} \quad (4)$$

Dimana.

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung pondasi

q_c = Tahanan ujung hambatan konus

A_p = Luas penampang tiang

JHP = Rata-rata Jumlah Hambatan Pelekat

A_g = Keliling tiang

Perhitungan Kelompok Tiang Bor

Perhitungan jumlah tiang yang diperlukan masih belum sempurna karena daya dukung kelompok tiang bukan berarti daya dukung suatu tiang dikalikan dengan jumlah tiang. Hal ini karena *interverensi* (tumpang tindihnya) garis-garis tegangan yang berdekatan (*group action*). Pengurangan daya dukung kelompok tiang yang disebabkan oleh *group action* ini dinyatakan dalam suatu angka efisiensi.

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus *Converse-Labbare* dari *Uniform Building Code AASHTO* adalah:

$$E_g = 1 - \frac{\theta}{90} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m.n} \right) \quad (5)$$

Dimana,

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = (Dalam derajat) $\theta = \text{arc tg } (D/S)$

D = Ukuran penampang tiang

S = Jarak tiang (as ke as)

m = Jumlah tiang dalam 1 kolom

n = Jumlah tiang dalam 1 baris

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

$E_g \times \text{Jumlah tiang} \times \text{Daya dukung tiang}$

Daya dukung kelompok tiang harus > Gaya aksial yang terjadi

2.5 Perhitungan Tulangan Pondasi Bore Pile

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

1. Menentukan momen nominal (M_n)

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad (6)$$

Dimana,

ϕ = Faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral 0.70

M_n = Momen nominal yang bekerja

M_u = Momen maksimum yang bekerja pada tiang

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

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (7)$$

$$\rho_b = \left(\frac{0,85 \cdot \beta \cdot f_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (8)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot (\rho_b) \quad (9)$$

Dimana,

ρ_{min} = Rasio tulangan minimum

ρ_b = Rasio tulangan seimbang (*Balance*)

ρ_{max} = Rasio tulangan maksimum

β = Beta (0,85)

3. Menghitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2(m) \cdot R_n)}{f_y}} \right) \quad (10)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} \quad (11)$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \quad (12)$$

Dimana,

ρ = Rasio tulangan yang diperlukan

jika ρ lebih kecil dari ρ_{min} maka dipakai ρ_{min} dalam perhitungan tulangan

4. Menghitung luas tulangan

$$A_s = \rho \times b \times d \quad (13)$$

$$A_{s \text{ tul.}} = \frac{1}{4} \cdot \pi (\text{diameter tulangan}) \quad (14)$$

Dimana,

A_s = Luas tulangan yang dipakai

b = Diameter pondasi

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

$A_{s \text{ tul.}}$ = Luas tulangan

5. Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{A_s}{A_{s \text{ tul.}}} \quad (15)$$

n = Jumlah tulangan yang digunakan

6. Menghitung tulangan geser

$$V_c = \left(1 + \frac{V_u}{A_p}\right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \quad (16)$$

V_u = Gaya geser yang bekerja (diambil dari program SAP2000)

$$V_u < \emptyset V_c \quad (17)$$

$$V_u < 0,7 \cdot V_c$$

Dimana,

V_c = tegangan geser ijin beton

A_p = luas penampang pondasi

f'_c = mutu beton

b_w = diameter pondasi

d = lebar efektif pondasi

2.6 Metode Pelaksanaan Pondasi Bore Pile

Dalam pekerjaan pondasi digunakan *bore pile*. Dimana terdapat 2 macam pengeboran, yaitu dengan menggunakan sistem basah dan sistem kering. Pada sistem basah diperlukan air untuk mempermudah pelarutan tanah hasil pengeboran yang dialirkan ke tangki penampung. Diperlukan cairan *bentonite* untuk mencegah keruntuhan tanah pada dinding lubang bor, serta pemasangan *casing* untuk mencegah keruntuhan tanah kedalam lubang. Pengeboran pada sistem basah dapat dilakukan secara terus menerus hingga mencapai kedalaman yang direncanakan. Sedangkan proses pengeboran sistem kering dilakukan setiap interval kedalaman tertentu tergantung pada panjang mata bor yang digunakan. Diperlukan waktu untuk proses pelepasan tanah hasil pengeboran oleh mata bor keatas permukaan tanah dengan cara penghentakan, selanjutnya akan dilakukan pemindahan tanah oleh *back hoe* ke dalam *loader* untuk dilakukan proses pembuangan.

2.6.1 Metode Kering

Pelaksanaan bor kering / *dry drilling* yaitu penggalian tanah dengan cara di bor untuk lubang pondasi yang nantinya akan di isi besi tulangan yang sudah di rakit / instal kemudian di lakukan pengecoran beton di tempat. Metode pelaksanaan bor kering / *dry drilling* sering di gunakan ketika meter kedalaman bor pile yang dibutuhkan tidak melewati batas level air tanah setempat. Bor pile kering yaitu pengalihan tanah dengan cara tanah di bor dengan mesin bor mini crane dan mata bor yang di gunakan yaitu jenis *auger* dan di putar searah jarum jam dengan bantuan tenaga listrik dari gensead 380volt yang di alirkan ke dalam elektro motor 15hp sehingga menjadi rankaian pemutar pipa batang bor sebagai pemutar mata bornya dan kemudian di angkat setiap interval 0.5meter atau setelah sekiranya mata bor *auger* telah terisi penuh oleh limbah pengeboran berupa tanah. Pengangkatan mata bor di bantu dengan gerakan *dessel power winch* - / + 2ton dan di tarik menggunakan tali seling. Limbah pengeboran yang di hasilkan setiap pengangkatan berupa tanah di buang di samping luabang bor yang sekiranya tidak mengganggu proses pengeboran titik selanjutnya. Proses pengeboran ini di lakukan berulang - ulang sampai mendapatkan kedalaman sesuai perencanaan bor pile yang telah di tentukan untuk pondasi bangunan tersebut. Jika kedalaman lubang sudah

mencapai perencanaan maka tahap selanjutnya yaitu pemasangan besi tulangan yang sudah di rakit / *instal* . Besi di angkat/ tarik dengan tali seling dengan bantuan *dessel power winch* dan di masukan ke dalam lubang bor tersebut secara hati-hati agar tidak terlalu banyak singgungan dengan dinding lubang bor untuk menghindari kerusakan.

2.6.2 Metode Basah

Tanah dikikis dengan menggunakan mata bor cross bit yang mempunyai kecepatan putar 375 rpm dan tekanan +/- 200 kg. Pengikisan tanah dibantu dengan tiupan air lewat lubang stang bor yang dihasilkan pompa sentrifugal 3". Hal ini menyebabkan tanah yang terkikis terdorong keluar dari lubang bor. Setelah mencapai kedalaman rencana, pengeboran dihentikan, sementara mata bor dibiarkan berputar tetapi beban penekanan dihentikan dan air sirkulasi tetap berlangsung terus sampai cutting atau serpihan tanah betul-betul terangkat seluruhnya. Selama pembersihan ini berlangsung, baja tulangan dan pipa tremi sudah disiapkan di dekat lubang bor. Setelah cukup bersih, stang bor diangkat dari lubang bor. Dengan bersihnya lubang bor diharapkan hasil pengecoran akan baik hasilnya.

Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Umumnya, aplikasi teknologi ini banyak ditetapkan dalam metode pekerjaan pelaksanaan konstruksi penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat, dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. hingga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana ditetapkan dapat tercapai. Tahapan pekerjaan pondasi bore pile adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Drainase dan kolam air

Dengan adanya pembuatan kolam air dan drainase dapat memudahkan proses pengeboran yang dilakukan dengan alat bor. Kolam air berfungsi untuk tempat penampungan air bersih yang akan digunakan untuk pekerjaan pengeboran sekaligus untuk tempat penampungan air bercampur lumpur dari hasil pengeboran. Ukuran kolam air sebaiknya disesuaikan pada kondisi lapangan. Jarak dari kolam air ke tempat pengeboran tidak boleh terlalu dekat.

2. Mengatur mesin bor

Pada tahap ini digunakan alat sesuai dengan kondisi dilapangan bisa memakai alat bor air yang pada ujung alat di pasang mata bor, atau bisa juga memakai alat mini crane. Memasang alat tepat berada diatas titik pondasi agar memudahkan proses pengeboran.

3. Proses pengeboran

Pengeboran dilakukan dengan memasang mata bor dan memulai mengebor sehingga tanah yang sudah dibor dapat hancur supaya larut dalam air agar lebih mudah dihisap, Proses pengeboran dilakukan secara bersamaan dengan proses penghisapan lumpur hasil pengeboran, oleh karena itu air yang ditampung pada kolam air harus dapat memenuhi sirkulasi air yang diperlukan untuk pengeboran, setiap kedalaman ± 2 meter dilakukan penyambungan stang bor sampai kedalaman yang diinginkan, setelah itu lubang yang sudah dibor diukur memakai meter jika kedalaman yang diinginkan sudah tercapai maka stang bor boleh diangkat dan dibuka mata bornya.

2.7 Material Bangunan

Bahan atau material bangunan ialah besarnya jumlah bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan (Ibrahim, 2007). Untuk mengetahui jumlah bahan yang dibutuhkan yaitu dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Pekerjaan} = \text{Volume} \times \text{indek pekerjaan (koefisien pekerjaan)}$$

Volume suatu pekerjaan ialah menghitung jumlah banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. (Ibrahim, 2007)

Yang dimaksud dengan uraian volume pekerjaan, ialah menguraikan secara rinci besar volume atau kubikasi suatu pekerjaan. Menguraikan, berarti menghitung besar volume masing – masing pekerjaan sesuai dengan gambar bestek dan gambar detail.

Sebelum menghitung volume masing – masing pekerjaan, lebih dulu harus dikuasai membaca gambar bestek berikut gambar detail/penjelasan. Untuk itu, perhatikan gambar mulai dari denah A sampai Rencana sanitasi N, masing – masing gambar dilengkapi dengan simulasi dan gambar Isometrik, guna memudahkan melihat bagian penting yang tidak terlihat pada gambar bestek. Volume pekerjaan disusun sedemikian rupa secara sistematis dengan lajur – lajur tabelaris, dengan pengelompokan mulai dari pekerjaan pondasi sampai dengan. Pekerjaan pelengkap luar.

Material yang utama dipakai yaitu sebagai berikut:

1. Semen

Semen Portland Pozzolan adalah semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozzolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozzolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozzolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozzolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen portland pozzolan (SNI 15-0302-2004). Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting.

2. Air

Persyaratan air yang dapat digunakan air yang masuk dalam bentuk bahan-bahan tambahan, air minum boleh digunakan sebagai air pencampur beton tanpa diuji, Air berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton mengalami *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan beton antara lapis

permukaan (akibat *bleeding*) dengan beton lapisan di bawahnya. Kurangnya lekatan antar dua lapisan tersebut merupakan area yang lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh terhadap sifat *workability* adukan beton, besar kecilnya nilai susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen portland sehingga dihasilkan kekuatan selang beberapa waktu, dan peranan air sangat mendukung perawatan adukan beton diperlukan untuk menjamin pengerasan yang baik.

3. Pasir

Pasir adalah bahan bangunan yang banyak dipergunakan dari struktur paling bawah hingga paling atas dalam bangunan. Baik sebagai pasir urug, adukan hingga campuran beton. Beberapa pemakaian pasir dalam bangunan dapat kita jumpai seperti :

- Penggunaan sebagai urugan, misalnya pasir urug bawah pondasi, pasir urug bawah lantai, pasir urug dibawah pemasangan paving block dan lain lain.
- Penggunaan sebagai mortar atau spesi, biasanya digunakan sebagai adukan untuk lantai kerja, pemasangan pondasi batu kali, pemasangan dinding bata, spesi untuk pemasangan keramik lantai dan keramik dinding, spesi untuk pemasangan batu alam , plesteran dinding dan lain lain.
- Penggunaan sebagai campuran beton baik untuk beton bertulang maupun tidak bertulang, bisa kita jumpai dalam struktur pondasi beton bertulang, sloof, lantai, kolom , plat lantai, cor dak, ring balok dan lain -lain.

4. Agregat Kasar

Agregat kasar dibedakan atas 2 macam, yaitu krikil (dari batuan alam) dan kricak (dari batuan alam yang dipecah). Menurut asalnya krikil dapat dibedakan atas; krikil galian, krikil sungai dan krikil pantai. Krikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir dan zat-zat organik.

Krikil sungai dan krikil pantai biasanya bebas dari zat-zat yang tercampur, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air. Butir-butir krikil alam yang kasar akan menjamin pengikatan adukan lebih baik.

Batu pecah (kricak) adalah agregat kasar yang diperoleh dari batu alam yang dipecah, berukuran 5-70 mm. Panggilingan/pemecahan biasanya dilakukan dengan mesin pemecah batu (Jaw breaker/ crusher).

5. Baja Tulangan

Baja adalah logam yang terbentuk dari campuran besi dan karbon. Dalam struktur beton bertulang, baja digunakan sebagai tulangan yang ditanam di dalam beton. Tulangan baja diklaim sangat kuat terhadap beban tarik dan beban tekan. Namun karena harga tulangan baja terbilang mahal, maka hindari memanfaatkan tulangan baja untuk menopang beban tekan suatu bangunan. Adapun standar pada struktur baja di Indonesia dijelaskan dalam SNI 03-1729-2002.

Tulangan baja yang digunakan dalam pembuatan beton bertulang bisa berupa besi polos maupun besi ulir. Simbol untuk menyatakan diameter polos adalah Φ dan pada besi ulir dituliskan dengan D. Di bawah ini contoh-contoh penulisan keterangan dan ukuran suatu baja