

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN
SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA

Disusun oleh :

- 1. KUSPRIANTO (068110040)**
- 2. JHON AMON S.SARAGIH (06.8110001)**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN

2009

PRAKTEK

ek

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN
SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA

Disusun oleh :

- 1. KUSPRIANTO** (068110040)
- 2. JHON AMON S.SARAGIH** (06.8110001)



JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2009

1

2

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN
SEDERHANA SEWA (RUSUNAWA)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SUMATERA UTARA

Disusun oleh :

KUSPRIANTO
068110040

JHON AMON S.SARAGIH
06 811 0067

DISETUJUI OLEH :

DISAHKAN OLEH :


Ir. H. EDY HERMANTO, MT
DOSEN PEMBIMBING


Ir. H. EDY HERMANTO, MT
KOORDINATOR KERJA PRAKTEK


Ir. H. EDY HERMANTO, MT
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2009

DAFTAR ASISTENSI KERJA PRAKTEK

No.	Hari/Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	15/09	baur proposal / - Cari data data ting pelay.	f.
2	21/09	- tang pelay dan abstrak / baur di buat pelayan	f.
3	10/09	baur ref to us. - Dpt tu pelay.	f.
4 10/09	12/10	Revisi di pelay	f.

DOSEN PEMBIMBING

IR.EDY HERMANTO.D.MT



11 Juni 2009

Nomor : 100/FI/I.1.b/2009
Lamp : -
Hal : Pembimbing Kerja Praktek

Kepada Yth : Pembimbing Kerja Praktek
Ir. H. Edy Hermanto

Di -
Tempat

Dengan hormat,

Sehubungan telah dipenuhinya persyaratan untuk Kerja Praktek dari mahasiswa :

N a m a : Kusprianto
N P M : 06.811.0040
Jurusan : Teknik Sipil

N a m a : Jhon Amon S. Saragih
N P M : 06.811.0001
Jurusan : Teknik Sipil

Maka dengan hormat kami mengharapkan kesediaan saudara :

Ir. H. Edy Hermanto (Sebagai Pembimbing I)

Dengan judul Kerja Proyek : " Penggunaan Pillecap Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) UMSU".

Atas kesediaan saudara diucapkan terima kasih.

Dekan ,

Drs. Dadan Ramdan, M.Eng., MSc

Tembusan :
1. Pembantu Dekan II
2. Dosen Wali



PT. RIYAH PERMATA ANUGRAH

DEVELOPER, CONTRACTOR, GENERAL TRADE



Certificate No. : JKT 0500194

Nomor : 110/R-UMSU/PP3308/09
Lampiran :-
Perihal : Kerja praktek

25 September 2009

Kepada Yth,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
Jln,Kolam No,1-Medan



Dengan Hormat,
Menunjuk surat dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area no,100/F1/I.1.b/2009,perhal permohonan kerja Praktek,maka melalui surat ini kami sampaikan sebagai berikut:

1. Kami dari bagian pelaksana kegiatan pembangunan rumahsusun sederhana sewa (Rusunawa) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan,menyatakan bahwa mahasiswa yang namanya tersebut dibawah ini :

No	Nama	N P M	Keterangan
1.	Kusprianto	06.811.0040	
2.	Jhon Amons	06. 811.0001	

1. Telah melaksanakan kerja praktek lapangan pada pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara-Medan dimulai sejak 20 juni 2009 s/d 20 september 2009 .
2. Selama Pelaksanaan kerja praktek,mahasiswa tersebut telah mengikuti ketentuan-ketentuan yang berlaku dan berlaku sopan.
3. Mahasiswa mengisi absensi setiap datang
4. Segala biaya yang di butuhkan selama mengikuti kegiatan kerja praktek menjadi tanggungan mahasiswa yang bersangkutan

Demikian kami beritahukan untuk dapat dimaklumi,atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terimakasih.



Ir. Mangarimpun Parhusip
Project Manager

Medan, 20 Juni 2009

Nomor : 27/R-umsu /p3308/09
Lampiran : 1 Berkas
Hal : Balasan Permohonan Kerja Praktek

Kepada Yth
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Medan Area
Jl. Kolam no.1, Medan

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan surat Bapak No100/F1/l.1.b/2009, tanggal 11 juni 2009, perihal permohonan Kerja Praktek Mahasiswa, dengan ini kami sampaikan bahwa kami setuju dan dapat memberi izin serta petunjuk dan bimbingan kepada Mahasiswa Bapak yang namanya tertera dibawah ini :

Nama : Kusprianto
N P M : 06.811.0040
Jurusan : Teknik Sipil

Nama : Jhon Amon S. Saragih
NPM : 06.811.0001
Jurusan : Teknik Sipil

Untuk dapat Melaksanakan Kerja Lapangan di proyek pembangunan
RUSUNAWA (Rumah Susun Sederhana Sewa) di Kampus III UMSU

Demikianlah kami sampaikan atas kerjasamanya kami ucapkan
terimakasih

Homat kami,
PT. RIYAH PERMATA ANUGRAH



RIYAH
PERMATA
ANUGRAH
Dannerd B.S
Q - SHE

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan hidayah – Nya kepada penyusun, sehingga berkat ridho – Nya Laporan Kerja Praktek Lapangan pada proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) di Jalan Kapten Muchtar Basri, Medan.

Penulisan Laporan ini merupakan salah satu syarat yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa untuk menyelesaikan studi Kerja Praktek di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Adapun isi dari laporan ini adalah data yang penulis peroleh selama mengikuti Kerja Praktek Lapangan, ditambah dari buku-buku dan teori yang diperoleh selama mengikuti perkuliahan.

Dengan selesainya penyusunan Laporan Kerja Praktek ini tak lupa penyusun hantarkan ribuan terimakasih kepada bapak Ir.Edy Hermanto MT yang dalam hal ini sebagai dosen pembimbing saya, sehingga dapat selesainya penyusunan Laporan Kerja Praktek ini.

Dalam menyusun laporan ini penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. A. Ya'kub Matondang, MA., sebagai Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

3. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT, sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bpk. Ir. Edy Hermanto, MT. selaku dosen pembimbing yang banyak menuntun penulis baik selama melaksanakan Kerja Praktek maupun dalam menyusun laporan ini.
5. Seluruh staf proyek PT. Riah Permata Anugrah (Khususnya bapak Ir. Mangarimpun Parhusip selaku Project Manager) yang telah banyak membantu selama pelaksanaan Kerja Praktek ini.
6. Dan untuk keluarga yang telah mendukung baik moril maupun materil dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Kerja Praktek ini masih jauh dari sempurna. Karena itu segala tegur dan kritik serta saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan sengan hati untuk menambah pengetahuan penulis.

Semoga laporan ini berguna bagi kita semua dan dapat diambil manfaatnya demi perkembangan Ilmu Teknik Sipil khususnya di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Medan, September, 2009

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
1.5. Lokasi Proyek	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pondasi Tiang Pancang	7
2.2. Pengolongan Pondasi Tiang Pancang	8
2.2.1. Pondasi Tiang Pancang Menurut	
Pemakaian Bahan	8
2.2.2. Pondasi Tiang Pancang Menurut Cara Tiang	
Meneruskan Beban	8
2.2.3. Pondasi Tiang Pancang Menurut Cara	
Pemancangannya	21
2.2.4. Pemancangan Tiang Pancang	22

2.3. Tiang Pancang Kelompok	23
2.3.1. Pertimbangan Tiang Pancang Kelompok	23
2.3.2. Jarak Antara Tiang Pancang Dalam Kelompok ...	25
2.3.3. Daya Dukung Kelompok Tiang	30
2.3.4. Efisiensi Tiang Pancang Kelompok	32
2.4. Penyelidikan Tanah	36
2.4.1. Data Sondir (<i>Sondering Test</i>)	37
2.4.2. <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	41

BAB III. MANAJEMEN PROYEK

3.1. Organisasi	49
3.1.1. Pemilik Proyek	49
3.1.2. Konsultan (Perencana)	50
3.1.3. Kontraktor (Pelaksana)	51
3.1.4. Konsultan (Pengawas)	53
3.2. Struktur Organisasi Lapangan	53

BAB IV. DATA PROYEK

4.1. Data Teknis Tiang Pancang	55
4.2. Data Teknis Pemancangan	55

BAB V. PERALATAN DAN BAHAN

5.1. Peralatan Yang Dipakai	59
5.2. Bahan-bahan Yang Dipakai	61

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	69
6.2. Saran	69

DAFTAR PUSTAKA

FOTO DOKUMENTASI PELAKSANAAN

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	KETERANGAN	Hal
II.1	Pondasi tiang pancang dengan tahanan ujung	21
II.2	Pondasi tiang pancang dengan tahanan gesekan	21
II.3	Tegangan-tegangan yang mengelilingi sebuah tiang Pancang gesekan dan efek yang dijumlahkan untuk sebuah kelompok tiang pancang	24
II.4	Pola kelompok tiang pancang khusus	28
II.5	Jarak antar tiang dalam kelompok	29
II.6	Jarak antar tiang dalam kelompok kondisi $S < 2,5D$	29
II.7	Kelompok tiang terdiri dari <i>point bearing pile</i>	31
II.8	Kelompok tiang terdiri dari <i>friction pile</i>	32
II.9	Efisiensi tiang menurut metode Feld	33
II.10	Efisiensi tiang menurut metode <i>Uniform Building Code dari AASHO</i>	34
II.11	Alat percobaan <i>Standar Penetration Test</i>	42
II.12	Mekanisme daya dukung tiang	44
II.13	Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang	46
II.14	Cara menentukan panjang ekuivalen penetrasi sampai ke lapisan tanah pendukung	47
IV.1	Tiang Pancang	49
IV.2	Penampang Tiang Pancang	49

IV.3	Penampang Segi Empat Upper Type & Middle Type	50
IV.4	Minipile Penampang Segi Empat Bottom Type	50
IV.5	Tiang Pancang Secara Keseluruhan	51
IV.5	Tiang Pancang Secara Keseluruhan	51

DAFTAR TABEL

TABEL	KETERANGAN	Hal
II.1	Hubungan Antara Angka Penetrasi Standard Dengan Sudut Geser Dalam Dan Kepadatan Relatif Pada Tanah Pasir.....	40
II.2	Hubungan Antara N Dengan Berat Isi Tanah.....	41
II.3	Faktor Keamanan	45
II.4	Intensitas Gaya Geser Dinding	47
III.1	Spesifikasi Teknik Tiang Pancang Prategang Penampang Segi Empat	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Didalam proyek suatu konstruksi, hal yang paling penting salah satunya adalah fondasi dikarenakan berfungsi untuk meneruskan beban struktur di atasnya kelapisan tanah dibawahnya. Ditinjau dari segi pelaksanaan, ada beberapa keadaan dimana kondisi lingkungan tidak memungkinkan adanya pekerjaan yang baik dan sesuai dengan kondisi yang diasumsikan dalam perencanaan meskipun bentuk fondasi yang sesuai telah dipilih dengan perencanaan yang memadai, serta struktur fondasi yang telah dipilih itu dilengkapi dengan pertimbangan mengenai kondisi tanah fondasi dan batasan – batasan struktur. Setiap fondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Jenis fondasi yang sesuai dengan tanah pendukung yang terletak pada kedalaman 14 meter di bawah permukaan tanah adalah fondasi tiang. (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990).

Dikarenakan oleh jenis tanah dasar yang memiliki karakteristik yang berbeda-beda maka diperlukan pemilihan pondasi pada tiang yang sesuai dengan kemampuan daya dukung dari tanah tersebut, agar dalam pembangunan konstruksi bangunan yang dilaksanakan tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya penurunan tanah (Setlemen) yang dapat menyebabkan bangunan tersebut miring dan rubuh, juga agar dalam pelaksanaan dapat tercapai efisiensi

biaya. Dalam masa sekarang ini telah banyak jenis-jenis tiang yang digunakan dalam pondasi.

Setelah memperhatikan alasan – alasan tertentu seperti karakteristik tanah, beban struktur yang akan dipikul dan lingkungan sekitar proyek maka pada pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) ini digunakan fondasi tiang pancang. Pembuatan fondasi tiang pancang dilakukan dipabrik, kemudian dibawa kelokasi proyek untuk dilakukan pemancangan sesuai dengan titik-titik yang telah ditentukan. Fondasi tiang pancang terdiri dari beberapa tiang dalam satu kelompok yang disatukan dengan pile cap, karena momen lentur struktur atas dan beban aksial yang akan didukung 3 dan 4 pondasi cukup besar. Pile cap dipakai untuk mendistribusikan beban ke seluruh tiang.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari pembahasan ini adalah :

- Untuk mengetahui fungsi dari penggunaan tiang pancang pada bangunan precast Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA) dengan menggunakan sistem *Less Momen Connection* (LMC).
- Melihat dan mengenal lapangan kerja secara langsung dan mengaplikasikan ilmu dan teori yang diperoleh selama masa perkuliahan.
- Memperoleh keterampilan dalam hal penguasaan bidang tertentu sehingga menambah pengalaman untuk mencari pekerjaan.
- Mendapat kesempatan untuk ikut langsung dalam memecahkan persoalan yang dihadapi di lapangan.

1.3. Batasan Masalah

Agar hasil penelitian optimal dan kemudahan dalam perencanaan fondasi tiang pancang ini, maka diberikan batasan – batasan sebagai berikut :

1. Data yang dipakai adalah data yang berkaitan dengan “Proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa”.
2. Pembangunan RUSUNAWA ini menggunakan Sistem LMC (*Less Momen Connection*).
3. Tiang pancang yang digunakan adalah dari beton bertulang K450 dengan tampang segiempat berdiameter 32 cm x 32 cm dan panjang tiang 15 m.
4. Data Geoteknik yang digunakan adalah hasil penyelidikan tanah lokasi proyek Pembangunan RUSUNAWA Medan Geotechnic and Structure Engineering (MGS).

1.4. Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan hasil yang terbaik dari penyusun proyek-proyek proposal Kerja Praktek ini baik dari segi penulisan maupun penyajian materi, maka penulis berusaha untuk menyusun uraian dan masing-masing pembahasan yang disusun secara berurutan sehingga diharapkan pembahasan pada proyek proposal Kerja Praktek ini merupakan pembahasan yang sistematis.

Juga dengan bantuan data (tinjauan) dilapangan secara langsung yang berkaitan dengan proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa yang berada dilokasi kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

Serta memperoleh bahan masukan dan buku-buku maupun tulisan yang berhubungan dengan proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa yang

berada dilokasi kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), diantaranya adalah :

- a. Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Umum untuk Pemeriksaan Bahan Bangunan Indonesia, PBBI-N1-3-1070.
- b. Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Beton Bertulang Indonesia, PBI-N1-1971.
- c. Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Muatan Indonesia, PMI-N1-2-1971 serta SKNI T-15-1991-03
- d. ASTM (America Standart and Testing Material)

Sistematika penulisan laporan Kerja Praktek pada proyek Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa yang berada dilokasi kampus Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) ini, terdiri dari :

BAB I : PENDAHULUAN

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Batasan Masalah
- 1.3. Maksud dan Tujuan
- 1.4. Sistematika
- 1.5. Lokasi Kerja Praktek

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

- 2.1. Pengertian Pondasi Tiang Pancang
- 2.2. Penggolongan Pondasi Tiang Pancang

2.3. Tiang pancang kelompok

2.4. Penyelidikan Tanah

BAB III : MANAJEMEN PROYEK

4.1. Organisasi

4.2. Struktur Organisasi Lapangan

BAB IV : DATA PROYEK

3.1. Data teknis Penyelidikan tanah

3.2. Data Teknis Pemancangan

BAB V : SPESIFIKASI BAHAN

5.1. Peralatan Yang Dipakai

5.2. Bahan-bahan Yang Dipakai

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

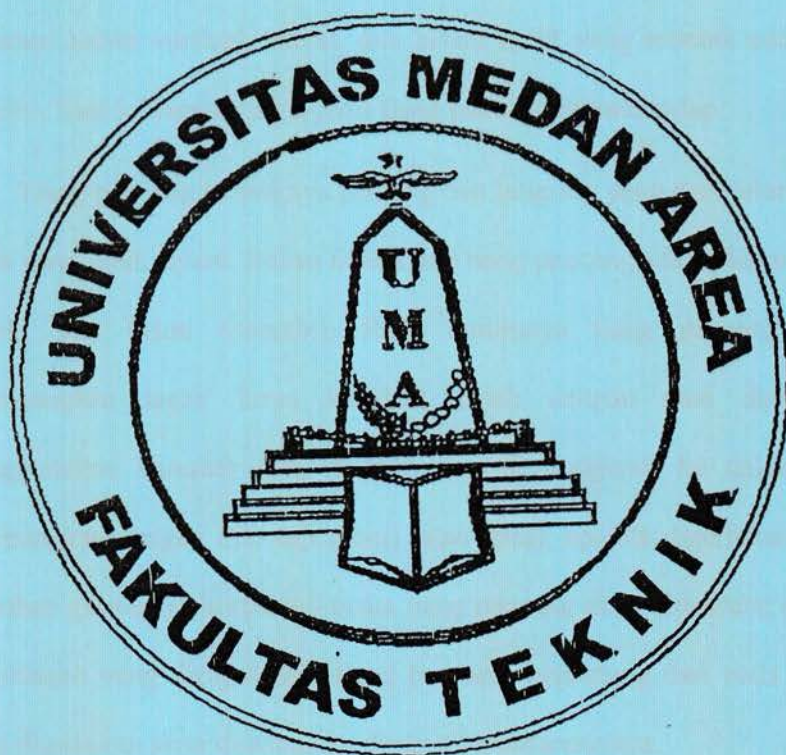
6.2. Saran

1.5. Lokasi Proyek

Lokasi kerja praktek ini bertempat di Jalan Kapten Muchtar Basri Medan, Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) ini bertujuan menyediakan sarana serta fasilitas tempat tinggal bagi mahasiswa/i. Pembangunan

Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) ini nantinya sebagai tempat tinggal yang murah bagi para mahasiswa/i dari luar maupun dari kota Medan. Data umum dari lokasi penelitian proyek Rumah Susun Sederhana Sewa sebagai berikut :

- Data Proyek : **Pembangunan Rumah Susun Sederhana Sistem Sewa (Rusunawa)**
- Pemilik : **MENPERA**
- Lokasi : **Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)**
- Luas Bangunan : $\pm$ m²
- Luas Tanah : $\pm$ m²
- Kontraktor : **PT. RIYAH PERMATA ANUGRAH**
- Nomor Kontrak Kontraktor : **KU. 08.08/PK-PP/P2P/RUSUN 08-31/606**
- Tanggal Kontrak Kontraktor : **09 Desember 2008**
- Biaya Pembangunan : **Rp. 9.858.390.000,-**
- Konsultan Supervisi : **PT. BLANTICKINDO ANEKA**
- Masa Pelaksanaan : **180 Hari Kalender**
- Masa Pemeliharaan : **90 Hari Kalender**
- Cara Pembayaran : **Berdasarkan Termyn**
(Berdasarkan *progress Physic* yang dicapai)



BAB II

TIANG PANCANG

2.1. Pengertian Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang (pile foundation) adalah bagian dari struktur berfungsi untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang untuk menyalurkan beban pondasi ke tanah keras untuk menahan beban vertical, lateral, dan beban uplift yang terletak pada kedalaman tertentu. Saat ini banyak jenis-jenis tiang pancang bermunculan.

Tiang pancang bentuknya panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang pancang adalah kayu (wood), baja (steel), dan beton (concrete). Pada umumnya tiang pancang yang akan dipancangkan tegak lurus kedalam tanah dengan cara dipukul dengan menggunakan hammer test, di bor atau di dongkrak ke dalam tanah dan dihubungkan dengan Pile cap (poer) akan tetapi, apabila diperlukan untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal maka tiang pancang akan dipancang miring. Sudut kemiringan yang dicapai oleh tiang pancang tergantung dari pada alat pancang yang digunakan serta disesuaikan dengan perencanaannya.

Tiang pancang pada konstruksi pondasi mempunyai beberapa jenis, baik dari segi jenis tiangnya maupun dalam pelaksanaan (pembuatan) pondasi tiang pancang tersebut.

Perencanaan pondasi tiang pancang ditentukan oleh kapasitas daya dukung sebuah tiang, dan kapasitas daya dukung tiang pancang tersebut umumnya ditentukan oleh kekuatan reaksi tanah dalam mendukung tiang yang dibebani dan

pada kekuatan tiang itu sendiri dalam menahan serta menyalurkan beban diatasnya.

2.2. Penggolongan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang dapat digolongkan berdasarkan pemakaian bahan, cara tiang meneruskan beban dan cara pemasangannya, berikut ini akan dijelaskan satu persatu.

2.2.1. Pondasi tiang pancang menurut bentuknya

Pembagian tiang pancang menurut bentuknya pada umumnya terdiri dari 3 (Tiga) bentuk, yaitu :

- A. Tiang Pancang Bulat
- B. Tiang Pancang Segiempat
- C. Tiang Pancang Segitiga

2.2.2. Pondasi tiang pancang menurut pemakaian bahan

Pembagian tiang pancang menurut pemakaian bahan terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

A. Tiang pancang kayu

Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon yang cabang-cabangnya telah dipotong kemudian diberi bahan pengawet dan didorong dengan ujungnya yang kecil sebagai bagian yang runcing. Kadang-kadang ujungnya yang besar didorong untuk maksud-maksud khusus, seperti dalam tanah yang sangat lembek dimana tanah tersebut akan bergerak kembali melawan poros. Kadang kala

ujungnya runcing dilengkapi dengan sebuah sepatu pemancangan yang terbuat dari logam bila tiang pancang harus menembus tanah keras atau tanah kerikil

Pemakaian tiang pancang kayu ini adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagai pondasi. Tiang kayu akan tahan lama dan tidak mudah busuk apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di bawah muka air tanah. Tiang pancang dari kayu akan lebih cepat rusak atau busuk apabila dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti-ganti.

Sedangkan pengawetan serta pemakaian obat-obatan pengawet untuk kayu hanya akan menunda atau memperlambat kerusakan dari pada kayu, tetapi tidak dapat melindungi untuk seterusnya. Pada pemakaian tiang pancang kayu biasanya tidak diijinkan untuk menahan muatan lebih besar dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang.

Tiang pancang kayu ini sangat cocok untuk daerah rawa dan daerah-daerah dimana sangat banyak terdapat hutan kayu seperti daerah Kalimantan, sehingga mudah memperoleh balok/tiang kayu yang panjang dan lurus dengan diameter yang cukup besar untuk digunakan sebagai tiang pancang.

➤ Keuntungan pemakaian tiang pancang kayu ;

- Tiang pancang dari kayu relatif lebih ringan sehingga mudah dalam pengangkutan.
- Kekuatan tarik besar sehingga pada waktu pengangkatan untuk pemancangan tidak menimbulkan kesulitan seperti misalnya pada tiang pancang beton precast.
- Mudah untuk pemotongannya apabila tiang kayu ini sudah tidak dapat masuk lagi ke dalam tanah.

- Tiang pancang kayu ini lebih baik untuk tahanan geser dari pada untuk tahanan ujung sebab tegangan tekanannya relatif kecil.
 - Karena tiang kayu ini relatif fleksible terhadap arah horizontal di bandingkan dengan tiang-tiang pancang selain dari kayu, maka apabila tiang ini menerima beban horizontal yang tidak tetap, tiang pancang kayu ini akan melentur dan segera kembali ke posisi setelah beban horizontal tersebut hilang. Hal seperti ini sering terjadi pada dermaga dimana terdapat tekanan kesamping dari kapal dan perahu.
- Kerugian pemakaian tiang pancang kayu ;
- Karena tiang pancang ini harus selalu terletak di bawah muka air tanah yang terendah agar dapat tahan lama, maka jikalau air tanah yang terendah terletak sangat dalam, hal ini akan menambah biaya untuk penggalian.
 - Tiang pancang yang di buat dari kayu mempunyai umur yang relatif singkat dibandingkan dengan tiang pancang yang dibuat dari baja atau beton, terutama pada daerah yang muka air tanahnya sering naik dan turun.
 - Pada waktu pemancangan pada tanah yang berbatu (*gravel*) ujung tiang pancang kayu dapat berbentuk berupa sapu atau dapat pula ujung tiang tersebut merenyuk. Apabila tiang kayu tersebut kurang lurus, maka pada waktu dipancangan akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah yang telah ditentukan.
 - Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda-benda yang agresif dan jamur yang menyebabkan kebusukan.

B. Tiang Pancang Beton

1. *Tiang pancang beton pracetak (Precast Reinforce Concrete Pile)*

Tiang pancang beton pracetak adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (*bekisting*), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan dipancangkan. Karena tegangan tarik beton adalah kecil dan praktis dianggap sama dengan nol, sedangkan berat sendiri dari pada beton adalah besar, maka tiang pancang beton ini haruslah diberi penulangan-penulangan yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul pada waktu pengangkatan dan pemancangan. Karena berat sendiri adalah besar, biasanya tiang pancang beton ini dicetak dan dicor ditempat pekerjaan, jadi tidak membawa kesulitan untuk transport.

Tiang pancang ini dapat memikul beban yang besar (>50 ton untuk setiap tiang), hal ini tergantung dari dimensinya. Dalam perencanaan tiang pancang beton precast ini panjang dari pada tiang harus dihitung dengan teliti, sebab kalau ternyata panjang dari pada tiang ini kurang terpaksa harus dilakukan penyambungan, hal ini adalah sulit dan banyak memakan waktu.

➤ Keuntungan pemakaian Tiang pancang beton pracetak :

- Tiang pancang ini mempunyai tegangan tekan yang besar, hal ini tergantung dari mutu beton yang di gunakan.
- Tiang pancang ini dapat diperhitungkan baik sebagai tahanan geser tiang maupun tahanan ujung tiang.
- Karena tiang pancang beton ini tidak berpengaruh oleh tinggi muka air tanah seperti tiang pancang kayu, maka disini tidak memerlukan galian tanah yang banyak untuk poernya.

- Tiang pancang beton dapat tahan lama sekali, serta tahan terhadap pengaruh air maupun bahan-bahan yang korosif asal selimut betonnya cukup tebal untuk melindungi tulangnya.
- Kerugian pemakaian Tiang pancang beton pracetak :
 - Karena berat sendirinya maka transportnya akan mahal, oleh karena itu Tiang pancang ini di buat di lokasi pekerjaan.
 - Tiang pancang ini di pancangkan setelah cukup keras, hal ini berarti memerlukan waktu yang lama untuk menunggu sampai tiang beton ini dapat dipergunakan.
 - Bila memerlukan pemotongan maka dalam pelaksanaannya akan lebih sulit dan memerlukan waktu yang lama.
 - Bila panjang dari tiang pancang kurang, karena panjang dari tiang pancang ini tergantung dari pada alat pancang (*pile driving/hammer test*) yang tersedia maka untuk melakukan panyambungan adalah sukar dan memerlukan alat penyambung khusus.

2. *Tiang Pancang Beton Prategang (Precast Prestressed Concrete Pile)*

Tiang pancang beton prategang ini adalah tiang pancang yang menggunakan baja penguat dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

- Keuntungan pemakaian Tiang pancang beton prategang :
 - Kapasitas beban pondasi yang dipikulnya tinggi.
 - Tiang pancang tahan terhadap karat.
 - Kemungkinan terjadinya pemancangan keras dapat terjadi
- Kerugian pemakaian pancang beton prategang :

- Pondasi tiang pancang sukar untuk ditangani.
- Biaya permulaan dari pembuatannya tinggi.
- Pergeseran cukup banyak sehingga prategang sukar untuk disambung.

3. *Tiang Pancang Cor ditempat (Cast in Place Pile)*

Pondasi tiang pancang tipe ini adalah pondasi yang di cor di tempat dengan cara dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan cara mengebor tanah seperti pada pengeboran tanah pada waktu penyelidikan tanah. Pada tiang pancang ini dapat dilaksanakan dua cara :

- Dengan pipa baja yang dipancangkan ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton dan ditumbuk sambil pipa tersebut ditarik keatas.
 - Dengan pipa baja yang di pancangkan ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton, sedangkan pipa tersebut tetap tinggal di dalam tanah.
- Keuntungan pemakaian Tiang pancang cor ditempat :
- Pembuatan tiang tidak menghambat pekerjaan.
 - Tiang ini tidak perlu diangkat, jadi tidak ada resiko rusak dalam transport.
 - Panjang tiang dapat disesuaikan dengan keadaan dilapangan.
- Kerugian pemakaian Tiang pancang cor ditempat :
- Pada saat penggalian lubang, membuat keadaan sekelilingnya menjadi kotor akibat tanah yang diangkut dari hasil pengeboran tanah tersebut.
 - Pelaksanaannya memerlukan peralatan yang khusus.
 - Beton yang dikerjakan tidak dapat dikontrol.

C. Tiang Pancang Baja (*Steel Pile*)

Kebanyakan tiang pancang baja ini berbentuk profil H. karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini sendiri sangat besar sehingga dalam pengangkutan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti halnya pada tiang beton precast. Jadi pemakaian tiang pancang baja ini akan sangat bermanfaat apabila kita memerlukan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar.

Tingkat karat pada tiang pancang baja sangat berbeda-beda terhadap tekstur tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah dan keadaan kelembaban tanah.

1. Pada tanah yang memiliki tekstur tanah yang kasar/kesap, maka karat yang terjadi karena adanya sirkulasi air dalam tanah tersebut hampir mendekati keadaan karat yang terjadi pada udara terbuka.
2. Pada tanah liat (*clay*) yang mana kurang mengandung oxygen maka akan menghasilkan tingkat karat yang mendekati keadaan karat yang terjadi karena terendam air.
3. Pada lapisan pasir yang dalam letaknya dan terletak dibawah lapisan tanah yang padat akan sedikit sekali mengandung oksigen maka lapisan pasir tersebut juga akan akan menghasilkan karat yang kecil sekali pada tiang pancang baja.

Pada umumnya tiang pancang baja akan berkarat di bagian atas yang dekat dengan permukaan tanah. Hal ini disebabkan karena keadaan udara pada pori-pori tanah (*Aerated-Condition*) pada lapisan tanah tersebut dan adanya bahan-bahan organis dari air tanah. Hal ini dapat ditanggulangi dengan memoles tiang baja

tersebut dengan ter (*coaltar*) atau dengan sarung beton sekurang-kurangnya 20" (± 60 cm) dari muka air tanah terendah.

Karat/korosi yang terjadi karena udara (*atmosphere corrosion*) pada bagian tiang yang terletak di atas tanah dapat dicegah dengan pengecatan seperti pada konstruksi baja biasa.

➤ Keuntungan pemakaian Tiang Pancang Baja :

- Tiang pancang ini mudah dalam hal penyambungannya.
- Tiang pancang ini memiliki kapasitas daya dukung yang tinggi.
- Dalam hal pengangkatan dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah.

➤ Kerugian pemakaian Tiang Pancang Baja :

- Tiang pancang ini mudah mengalami korosi.
- Bagian H pile dapat rusak atau di bengkokan oleh rintangan besar.
- Penggunaannya sebagai tiang pancang memerlukan biaya yang relatif lebih tinggi.

D. Tiang Pancang Komposit.

Tiang pancang komposit adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama-sama sehingga merupakan satu tiang. Kadang-kadang pondasi tiang dibentuk dengan menghubungkan bagian atas dan bagian bawah tiang dengan bahan yang berbeda, misalnya dengan bahan beton di atas muka air tanah dan bahan kayu tanpa perlakuan apapun disebelah bawahnya. Biaya dan kesulitan yang timbul dalam pembuatan sambungan menyebabkan cara ini diabaikan.

1. Tiang pancang Komposit terdiri dari Kayu dan Beton (Water proofed steel and Wood pile)

Pada Tiang Pancang ini terdiri dari tiang pancang kayu untuk bagian yang di bawah permukaan air tanah sedangkan bagian atas adalah beton. Kita telah mengetahui bahwa kayu akan tahan lama/awet bila terendam air, karena itu bahan kayu disini diletakan di bagian bawah yang mana selalu terletak dibawah air tanah.

Kelemahan tiang ini adalah pada tempat sambungan apabila tiang pancang ini menerima gaya horizontal yang permanen. Adapun cara pelaksanaanya secara singkat sebagai berikut:

- a. Selimut cetakan (*Casing*) dan inti cetakan (*Core*) dipancang bersama-sama dalam tanah hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan untuk meletakan tiang pancang kayu tersebut dan ini harus terletak dibawah muka air tanah yang terendah.
- b. Kemudian inti cetakan (*core*) ditarik keatas dan tiang pancang kayu dimasukan dalam selimut cetakan (*casing*) dan terus dipancang sampai mencapai lapisan tanah keras.
- c. Setelah mencapai lapisan tanah keras pemancangan dihentikan dan inti cetakan (*core*) ditarik keluar dari selimut cetakan (*casing*). Kemudian beton dicor kedalam selimut cetakan sampai penuh terus dipadatkan dengan menumbukkan inti tiang ke dalam selimut tiang.

2. *Tiang pancang Komposit terdiri dari Kayu, Beton dan pipa dari bahan Logam tipis (Shell) – (Composite dropped in – Shell and Wood pile)*

Tipe tiang pancang ini hampir sama dengan tipe diatas hanya perbedaannya di sini memakai shell yang terbuat dari bahan logam tipis permukaannya di beri alur spiral. Secara singkat pelaksanaanya sebagai berikut:

- a. Selimut cetakan (*casing*) dan inti cetakan (*core*) dipancang bersama-sama sampai mencapai kedalaman yang telah ditentukan di bawah muka air tanah.
- b. Setelah mencapai kedalaman yang dimaksud inti cetakan ditarik keluar dari selimut cetakan dan tiang pancang kayu dimasukkan dalam selimut cetakan terus dipancang sampai mencapai lapisan tanah keras. Pada pemancangan tiang pancang kayu ini harus diperhatikan benar-benar agar kepala tiang tidak rusak atau pecah.
- c. Setelah mencapai lapisan tanah keras inti cetakan ditarik keluar lagi dari selimut cetakan.
- d. Kemudian logam tipis berbentuk pipa yang diberi alur spiral dimasukkan dalam selimut cetakan. Pada ujung bagian bawah logam tipis dipasang tulangan berbentuk sangkar yang mana tulangan ini dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat masuk pada ujung atas tiang pancang kayu tersebut.
- e. Beton kemudian dicor kedalam logam tipis (*shell*). Setelah *shell* cukup penuh dan padat selimut cetakan ditarik keluar sambil logam tipis yang telah terisi beton tadi ditahan dengan cara meletakkan inti cetakan diujung atas logam tipis berbentuk pipa (*shell*).

3. *Tiang pancang Komposit terdiri dari Kayu dan Beton yang digelembungkan (Composit ungased – Concrete and Wood pile)*

Dasar pemilihan tiang Komposit tipe ini adalah:

- Lapisan tanah keras dalam sekali letaknya sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan tiang pancang cor ditempat, sedangkan kalau menggunakan tiang pancang pracetak terlalu panjang, akibatnya akan susah dalam transport dan mahal.
- Muka air tanah terendah sangat dalam sehingga bila menggunakan tiang pancang kayu akan memerlukan galian yang cukup dalam agar tiang pancang kayu tersebut selalu berada dibawah permukaan air tanah terendah.

Adapun prinsip pelaksanaan tiang komposit ini adalah sebagai berikut :

- a. Selimut cetakan baja (*casing*) dan inti cetakan (*core*) dipancang bersama-sama dalam tanah sehingga sampai pda kedalaman tertentu.
- b. Inti cetakan ditarik keluar dari selimut cetakan dan tiang pancang kayu dimasukkan dalam selimut cetakan terus dipancang sampai kelapisan tanah keras.
- c. Setelah sampai pada lapisan tanah keras inti cetakan dikeluarkan lagi dari selimut cetakan dan beton sebagian dicor dalam casing. Kemudian inti cetakan dimasukkan lagi dalam selimut cetakan.
- d. Beton ditumbuk dengan inti cetakan sambil selimut cetakan ditarik ke atas sampai jarak tertentu sehingga terjadi bentuk beton yang menggelembung seperti bola diatas tiang pancang kayu tersebut.
- e. inti cetakan ditarik lagi keluar dari selimut cetakan dan selimut cetakan diisi dengan beton lagi sampai padat setinggi beberapa sentimeter diatas

permukaan tanah. Kemudian beton ditekan dengan inti cetakan kembali sedangkan selimut cetakan ditarik keatas sampai keluar dari tanah.

f. Tiang pancang komposit telah selesai

Tiang pancang komposit seperti ini sering dibuat oleh **The Mac Arthur Concrete Pile Corp.**

4. *Tiang pancang Komposit terdiri dari Tiang pipa baja, Beton dan Pipa logam tipis (Shell) – (Composite dropped – Shell and Pipe pile)*

Dasar pemilihan tipe tiang seperti ini adalah:

- Lapisan tanah keras letaknya terlalu dalam bila dipergunakan tiang pancang cor ditempat.
- Muka air tanah terendah terlalu dalam kalau digunakan tiang komposit yang bagian bawahnya terbuat dari kayu.

Cara pelaksanaan tiang tipe ini adalah sebagai berikut:

- a. selimut cetakan (*casing*) dan inti cetakan (*core*) dipasang bersama-sama sehingga selimut cetakan seluruhnya masuk dalam tanah. Kemudian inti cetakan ditarik.
- b. Tiang pipa baja dengan dilengkapi sepatu pada ujung bawah dimasukkan dalam selimut cetakan terus dipancang dengan pertolongan inti cetakan sampai ke tanah keras.
- c. Setelah sampai pada tanah keras kemudian inti cetakan ditarik keatas kembali.
- d. Kemudian pipa logam tipis (*shell*) yang beralur pada dindingnya dimasukkan dalam selimut cetakan hingga bertumpu pada penumpu yang

- terletak diujung atas tiang pipa baja. Bila diperlukan pembesian maka besi tulangan dimasukkan dalam shell dan kemudian beton dicor sampai padat.
- e. Pipa logam tipis (*shell*) yang telah terisi dengan beton ditahan dengan inti cetakan sedangkan selimut cetakan ditarik keluar dari tanah. Lubang disekeliling shell diisi dengan tanah atau pasir. Variasi lain pada tipe tiang ini dapat pula dipakai tiang pemancang baja H sebagai ganti dari tiang pipa.

5. *Tiang pancang komposit Franki (Franki composite pile)*

Prinsip tiang hampir sama dengan tiang franki biasa hanya bedanya disini pada bagian atas dipergunakan tiang beton precast biasa atau tiang profil H dari baja.

Adapun cara pelaksanaan tiang komposit ini adalah sebagai berikut:

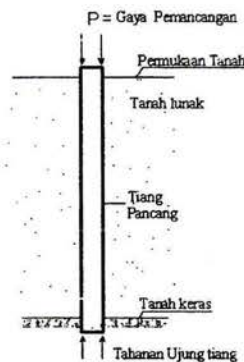
- a. Pipa dengan sumbat beton dicor terlebih dahulu pada ujung bawah pipa baja dipancang dalam tanah dengan *drop hammer* sampai pada tanah keras. Cara pemasangan ini sama seperti pada tiang franki biasa.
- b. Setelah pemancangan sampai pada kedalaman yang telah direncanakan, pipa diisi lagi dengan beton dan terus ditumbuk dengan *drop hammer* sambil pipa ditarik lagi ke atas sedikit sehingga terjadi bentuk beton seperti bola.
- c. Setelah tiang beton precast atau tiang baja H masuk dalam pipa sampai bertumpu pada bola beton pipa ditarik keluar dari tanah.
- d. Rongga disekitar tiang beton precast atau tiang baja H diisi dengan kerikil atau pasir.

2.2.3. Pondasi tiang pancang menurut cara tiang meneruskan beban.

Pembagian pondasi tiang pancang menurut cara tiang meneruskan beban terdiri dari:

A. Pondasi tiang pancang dengan tahanan ujung (*End Point Bearing Pile*)

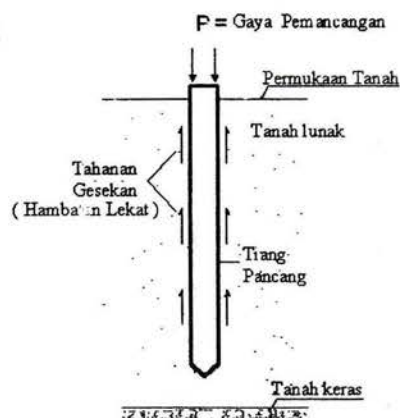
Bila mana ujung tiang mencapai tanah keras dengan kuat daya dukung tinggi, maka beban yang diterima tiang akan diteruskan ketanah dasar pondasi melalui ujung tiang.



Gambar. II.1. Pondasi tiang pancang dengan tahanan ujung
Sumber: Ir. Sardjono, H. S. Pondasi Tiang Pancang, jilid I

B. Pondasi tiang pancang dengan tahanan gesekan (*friction pile*)

Bila tiang dipancangkan pada tanah dengan nilai kuat gesek tinggi (jenis tanah pasir), maka beban yang diterima oleh tiang akan ditahan berdasarkan gesekan antara tiang dengan tanah disekeliling tiang.



Gambar. II.2. Pondasi tiang pancang dengan tahanan gesekan.
Sumber: Ir. Sardjono, H. S. Pondasi Tiang Pancang, jilid I

2.2.4. Pondasi tiang pancang menurut cara pemancangannya.

Pondasi tiang pancang menurut cara pemancangannya dibagi dua bagian besar, yaitu :

A. Pemancangan Langsung (Displacement piles)

Pemancangan Langsung ini adalah suatu tiang yang dipancang dengan bagian bawah tertutup, yang pada proses pemancangannya kedalam tanah mengakibatkan terjadinya perpindahan sejumlah tanah baik dalam arah horizontal maupun arah vertikal.

B. Pemancangan dengan membuat lubang terlebih dahulu (Replacement piles)

Pada pemancangan ini adalah suatu tiang pancang dimana dalam pemasangannya dilakukan dengan cara membuat lubang pada tanah terlebih dahulu, kemudian tiang pancang dimasukkan ke lubang tersebut. Dengan cara pemasangan ini maka pada pemancangan ini tidak terjadi perpindahan tanah akibat dari desakan tiang sewaktu dipancang. Ditinjau dari tiang bahan pemasangan tiang terdiri dari :

1. Tiang beton dicor dilubang bor (*bored and cast-in situ concrete pile*).
2. Tiang pipa baja dimasukan kedalam lubang bor dan diisi beton.
3. Tiang beton pracetak ditempatkan didalam lubang bor.
4. Tiang baja profil ditempatkan didalam lubang bor.
5. Tiang pasta semen yang diinjeksikan kedalam lubang bor.

2.2.5. Pemancangan tiang pancang

Pemancangan tiang pancang adalah suatu usaha untuk menempatkan tiang pancang agar tertanam dalam tanah, sehingga tiang pancang tersebut dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan.

Pada saat pelaksanaan pemancangan pondasi tiang pancang ada beberapa masalah yang sering kita temui dilapangan, antara lain:

1. Pergerakan tanah pondasi

Karena pemancangan tiang, tanah pondasi dapat bergerak, disebabkan sebagian tanah yang digantikan oleh tiang akan bergeser, yang dapat mengakibatkan bangunan-bangunan yang ada disekitarnya akan mengalami pergeseran.

2. Kerusakan tiang

Pemilihan ukuran dan mutu tiang didasarkan pada kegunaanya dalam perencanaan, tetapi setidaknya tiang tersebut harus dapat dipancangan sampai pada kedalaman pondasi. Jika tanah cukup keras dan tiang tersebut cukup panjang, tiang tersebut harus dipancangan dengan alat pemancang (*hammer test*) yang cukup kuat terhadap kerusakan akibat gaya pemancangan *hammer* tersebut. Dalam hal ini kepala tiang ataupun ujung tiang dapat dibentuk sedemikian rupa, sehingga mampu memperbesar ketahanan tiang tersebut.

Banyak faktor yang mempengaruhi pelaksanaan pemancangan ini, seperti karakteristik tiang pancang, karakteristik alat pancang dan cara pemancangannya.

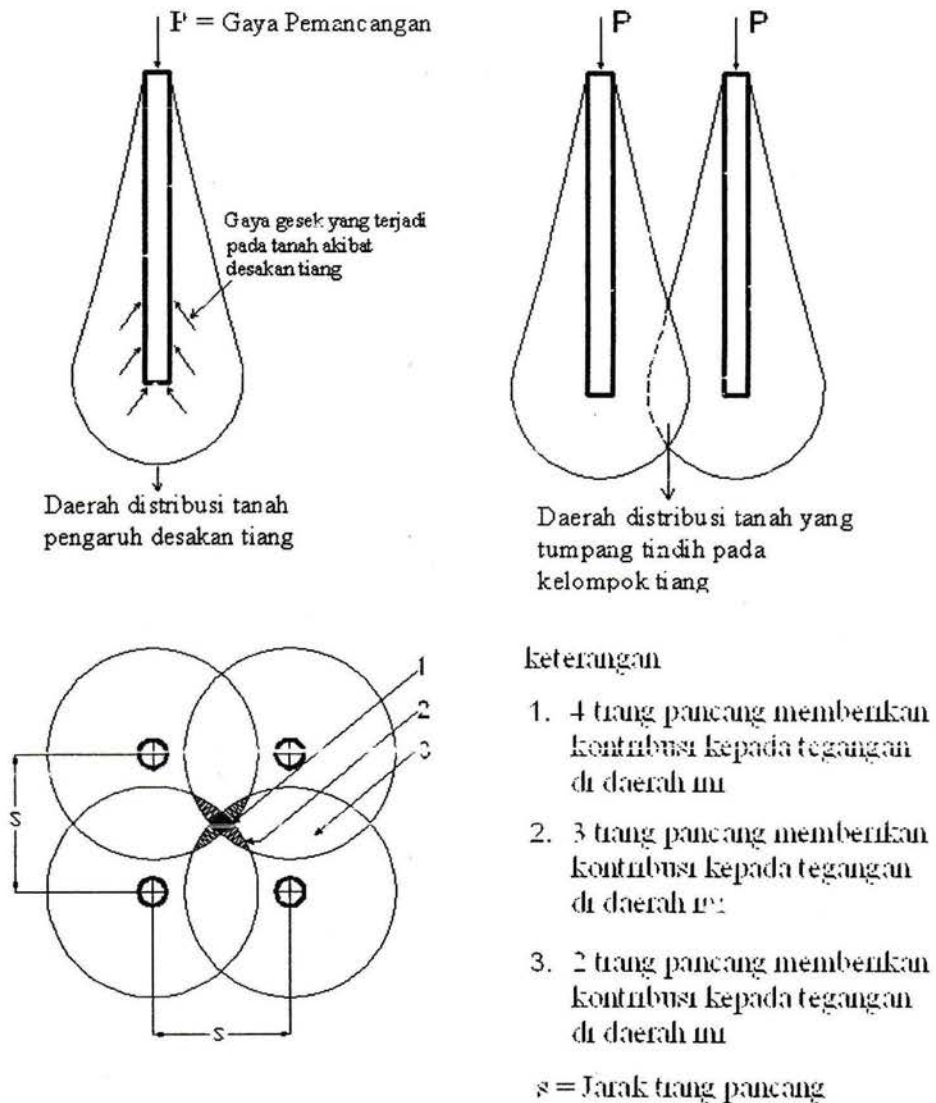
2.3. Tiang pancang kelompok

Pada konstruksi sebenarnya jarang sekali ditemukan terdiri dari sebuah tiang pancang tunggal (*single pile*), umumnya sering kita jumpai paling sedikit dua atau tiga tiang pancang dibawah elemen pondasi atau kaki pondasi.

2.3.1. Pertimbangan tiang pancang kelompok

Pada pondasi tiang pancang kelompok sangat diperhitungkan tekanan tanahnya, tekanan-tekanan tanah (baik gesekan samping maupun dukungan titik)

yang dikembangkan dalam tanah sehingga hambatan akan saling tumpang tindih (*Overlapping*), hal ini dapat dilihat pada gambar II.3.

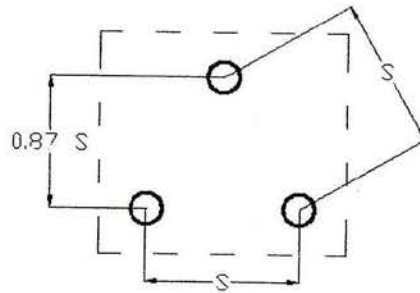


Gambar II.3. Tegangan-tegangan yang mengelilingi sebuah tiang pancang gesekan dan efek yang dijumlahkan untuk sebuah kelompok tiang pancang

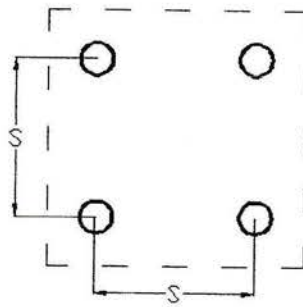
Sumber : Joseph E. Bowles "Analisa dan desain Pondasi" jilid 2

Jarak yang memadai diantara tiang pancang mereduksi daerah tumpang tindih dan banyaknya tiang pancang yang memberi kontribusi kepada setiap daerah.

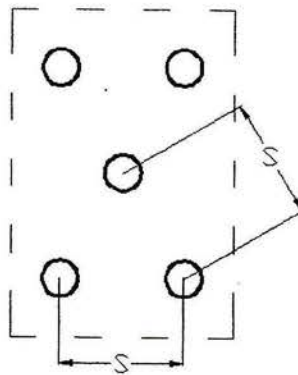
2.3.2. Jarak antara tiang pancang dalam kelompok



3 Tiang pancang



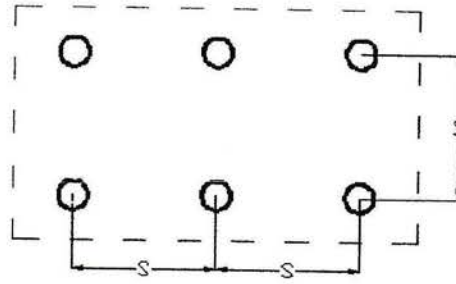
4 tiang pancang



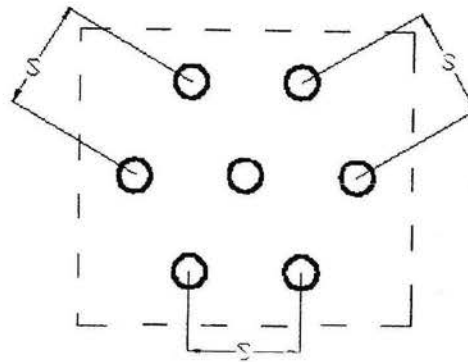
5 Tiang pancang

Dimana :

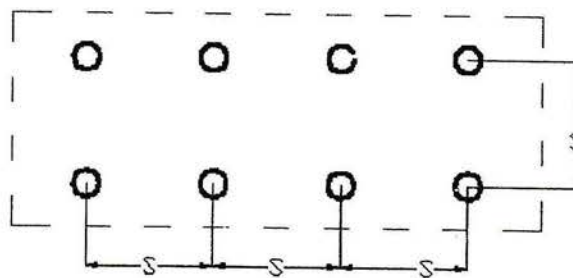
s = Jarak Tiang Pancang



6 Tiang pancang



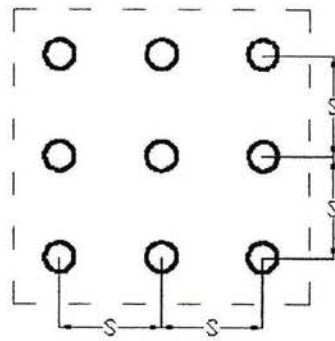
7 Tiang pancang



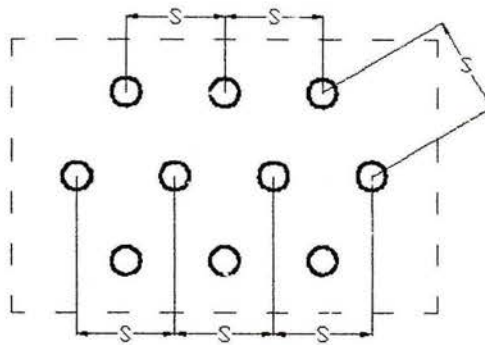
8 Tiang pancang

Dimana :

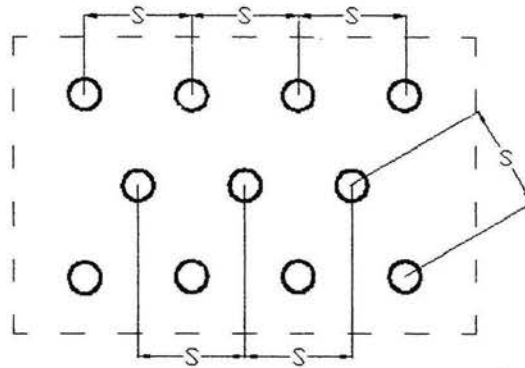
s = Jarak Tiang Pancang



9 Tiang pancang



10 Tiang pancang

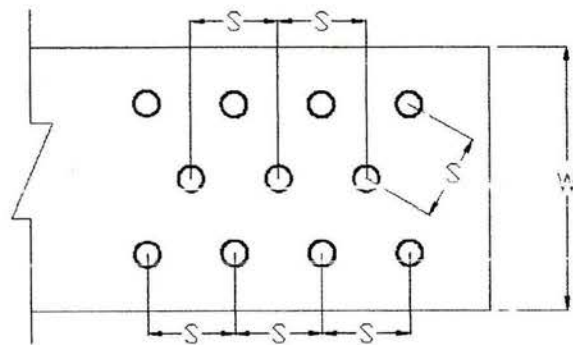
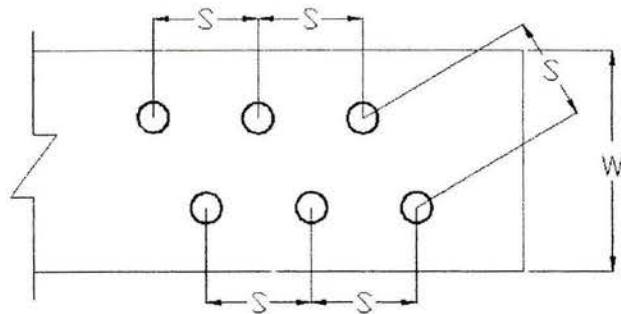
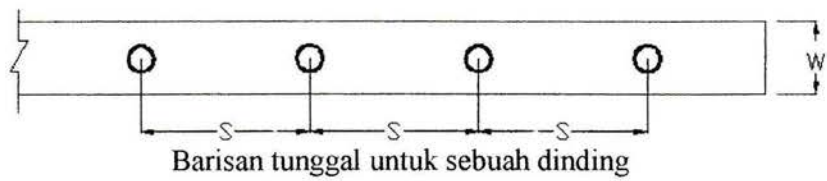


11 Tiang pancang

Dimana :

s = Jarak Tiang Pancang

(a) untuk kaki tunggal



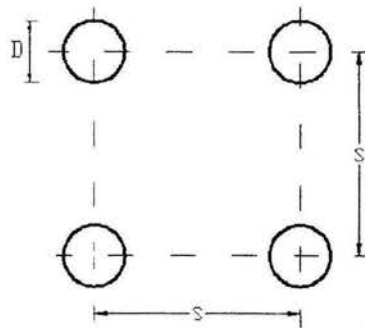
Dimana :

s = Jarak Tiang Pancang

w = Lebar Poer

Gambar II.4. Pola kelompok tiang pancang khusus
Sumber : Joseph E. Bowles "Analisa dan Desain Pondasi" jilid 2

Berdasarkan pada perhitungan daya dukung oleh Dirjen Bina Marga Departemen P.U.T.L. diisyaratkan sebagai berikut :



Gambar II.5. Jarak antara tiang dalam kelompok
Sumber: Ir. Sardjono, H. S. "Pondasi Tiang Pancang", jilid I

$$S \geq 2.5 D$$

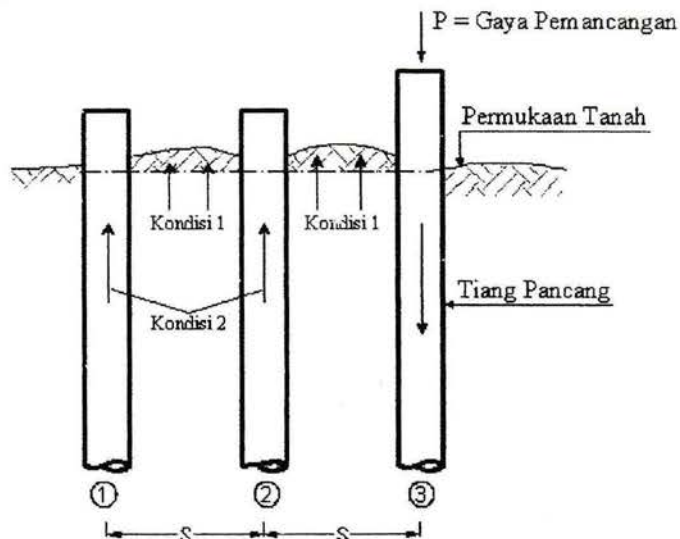
$$S \geq 3 D$$

Dimana : S = Jarak masing-masing tiang dalam kelompok

D = Diameter tiang

Ketentuan diatas berdasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

Bila $S < 2,5 D$



Gambar II.6. Jarak antara tiang dalam kelompok kondisi $S < 2,5 D$
Sumber: Ir. Sardjono, H. S. "Pondasi Tiang Pancang", jilid I

Pada pemancangan tiang no. 3 akan terjadi :

Kondisi 1 : Kemungkinan tanah disekitar kelompok tiang akan naik terlalu berlebihan karena terdesak oleh tiang-tiang yang dipancang terlalu berdekatan.

Kondisi 2 : Terangkatnya tiang-tiang disekitarnya yang telah dipancang terlebih dahulu.

Bila $S > 3 D$

Jarak ini tidak ekonomis sebab akan memperbesar dimensi dari poer (*footing*)

Pada perencanaan pondasi tiang pancang biasanya setelah jumlah tiang pancang dan jarak antara tiang-tiang pancang yang diperlukan kita tentukan, maka kita dapat menentukan luas poer (*footing*) yang diperlukan untuk tiap-tiap kolom portal.

- Apabila luas poer total yang diperlukan lebih kecil daripada setengah luas bangunan, maka kita pergunakan pondasi setempat dengan poer diatas kelompok tiang pancang.
- Apabila luas poer total yang diperlukan lebih besar daripada setengah luas bangunan, maka biasanya kita pilih pondasi penuh (*Raft foundation*) diatas tiang-tiang pancang.

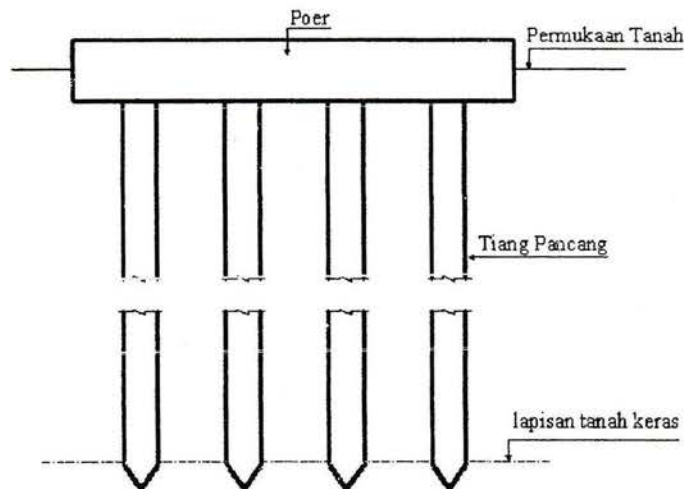
2.3.3. Daya dukung kelompok tiang

Dalam menentukan daya dukung kelompok tiang tidak cukup hanya dengan meninjau daya dukung satu tiang yang berdiri sendiri (*single pile*) dikalikan dengan banyaknya tiang dalam kelompok tiang tersebut, sebab daya dukung kelompok tiang belum tentu sama dengan daya dukung satu tiang dikalikan dengan jumlah tiang.

Seperti halnya pada tiang pancang yang berdiri sendiri (*single pile*), maka tiang pancang dalam kelompok menurut cara pemindahan beban ke tanah dapat dibagi dalam 2 bagian.

2.3.3.1. Kelompok tiang pancang yang terdiri dari *Point bearing piles*

Tiang pancang dalam kelompok ini dipancang sampai tanah keras sehingga perhitungan daya dukung tiang ini berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing*). Dalam hal ini kemampuan tiang dalam kelompok tiang adalah sama dengan kemampuan tiang yang berdiri sendiri dikalikan dengan banyaknya tiang.



Gambar II.7. Kelompok tiang pancang terdiri dari *point bearing pile*.
Sumber: Ir. Sardjono, H. S. "Pondasi Tiang Pancang", jilid I

$$Q_{pg} = n \times Q_s \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

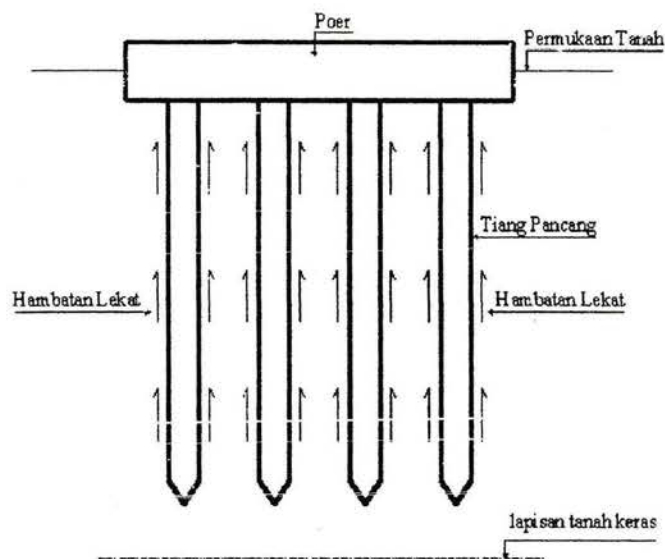
Q_{pg} = Daya dukung kelompok tiang

Q_s = Daya dukung tiang yang berdiri sendiri (*single pile*)

n = Banyaknya tiang pancang

2.3.3.2. Kelompok tiang yang terdiri dari *Friction piles*

Tiang pancang dalam kelompok ini tidak dipancang sampai tanah keras karena lapisan tanah keras letaknya terlalu dalam sehingga pemancangan tiang sampai lapisan tanah keras tersebut tidak mungkin atau sangat sukar pelaksanaannya. Jika kelompok tiang pancang ini dipancang dalam lapisan lempung atau lanau yang mana kemungkinan harga konusnya = 0, maka daya dukung kelompok tiang pancang dihitung berdasarkan jumlah hambatan lekat (*cleef dan konus*).



Gambar II.8. Kelompok tiang pancang terdiri dari *friction pile*.
Sumber: Ir. Sardjono, H. S. "Pondasi Tiang Pancang", jilid I

2.3.4. Efisiensi tiang pancang kelompok

Penentuan daya dukung vetikal sebuah tiang dalam kelompok perlu dihitung terlebih dahulu faktor efisiensi dari tiang tersebut didalam kelompok, karena daya dukung vertikal sebuah tiang yang berdiri sendiri tidak sama besarnya dengan tiang yang berada dalam suatu kelompok. Daya dukung sebuah tiang dalam

kelompok adalah sama dengan daya dukung tiang tersebut bila berdiri sendiri dikalikan dengan faktor efisiensi.

$$Q_{ag} = E_{ff}\eta \times Q_{sp} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

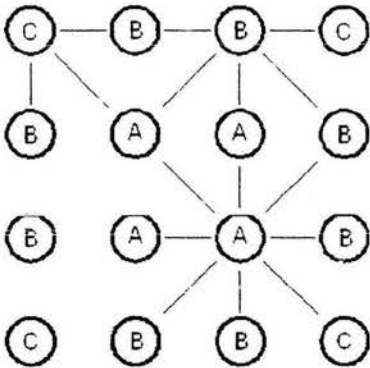
Q_{ag} = Daya dukung yang diizinkan untuk sebuah tiang dalam kelompok

Q_{sp} = Daya dukung yang diizinkan untuk sebuah tiang tunggal

$E_{ff}\eta$ = Faktor Efisiensi

Dalam perhitungan faktor efisiensi, ada beberapa metode yang dapat kita gunakan, yaitu :

A. Metode Feld



Gambar II.9. Efisiensi tiang menurut metode Feld
 Sumber: Ir. Sardjono, H. S. "Pondasi Tiang Pancang", jilid I

Keterangan :

Jumlah tiang = 16 buah

- Tiang A dipengaruhi oleh 8 tiang yang berada disekelilingnya.
 Maka Efisiensi tiang A ($E_{ff a}$) = $1 - (8/16) = 8/16$ tiang
- Tiang B dipengaruhi oleh 5 tiang yang berada disekelilingnya.
 Maka Efisiensi tiang B ($E_{ff b}$) = $1 - (5/16) = 11/16$ tiang
- Tiang C dipengaruhi oleh 3 tiang yang berada disekelilingnya.

Maka Efisiensi tiang C ($E_{ff\ c}$) = $1 - (3/16) = 13/16$ tiang

Efisiensi dari kelompok tiang adalah :

Tiang A sebanyak 4 buah : $E_{ff\ A} = 4 \times E_{ff\ a} = 4 \times (8/16) = 32/16$

Tiang B sebanyak 8 buah : $E_{ff\ B} = 8 \times E_{ff\ b} = 8 \times (11/16) = 88/16$

Tiang C sebanyak 4 buah : $E_{ff\ C} = 4 \times E_{ff\ c} = 4 \times (13/16) = 52/16$

Total Efisiensi = $E_{ff\ A} + E_{ff\ B} + E_{ff\ C}$

$$= 32/16 + 88/16 + 52/16$$

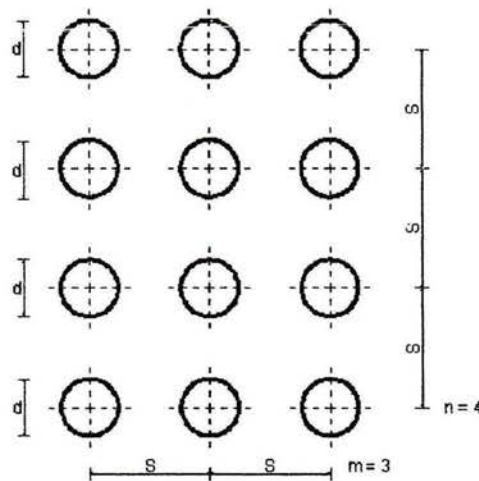
$$= 172/16$$

$$= 10,75$$

Efisiensi ($E_{ff\ \eta}$) untuk satu tiang = $10,75 / 16$

$$E_{ff\ \eta} = 0,672$$

B. Metode *Uniform Building Code* dari AASHO



Gambar II.10. Efisiensi tiang menurut metode *Uniform Building Code* dari AASHO

Sumber: Ir. Sardjono, H. S. "Pondasi Tiang Pancang", jilid I

Ketentuan :

$$S \leq \frac{1,57 \times d \times m \times n}{m + n - 2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

S = Jarak antara tiang (dari As ke As)

d = Diameter tiang pancang

m = Banyaknya baris

n = Banyaknya tiang pancang perbaris

Efisiensi satu tiang dalam kelompok :

$$E_{\eta} = 1 - \frac{\theta}{90} \left\{ \frac{(n-1) m + (m-1) n}{m \times n} \right\} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$$\theta = \text{Arc tan } \frac{d}{s} \text{ (derajat)}$$

C. Metode Los Angeles Group – Action formula

$$E_{\eta} = 1 - \frac{d}{\pi \times S \times m \times n} \left\{ m (n-1) + n (m-1) + \sqrt{2 (m-1) (n-1)} \right\} \dots\dots (2.5)$$

Dimana :

S = Jarak antara tiang (dari As ke As)

d = Diameter tiang pancang

m = Banyaknya baris

n = Banyaknya tiang pancang perbaris

D. Metode *SEILER – KEENY*

$$E_{ff} \eta = 1 - \left\{ \frac{11 S}{7 (S^2 - 1)} \times \frac{m+n-2}{m+n-1} + \frac{0,3}{m+n} \right\} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

S = Jarak antara tiang (dari As ke As)

m = Banyaknya baris

n = Banyaknya tiang pancang perbaris

2.4. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah diperlukan untuk menentukan jenis pondasi apa yang akan dipakai, menentukan daya dukungnya dan menentukan metode konstruksi yang efisien. Penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan lubang percobaan (*trial pit*), pengeboran dan pengujian langsung dilapangan. Pengujian langsung dapat menggunakan sondir, *standart penetration test* dll. Dari data diperoleh sifat-sifat teknis tanah yang kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menganalisa daya dukung serta penurunannya (*settlement*).

Karakteristik tanah pada suatu lokasi umumnya amat variabel drastis dalam jarak beberapa meter. Oleh sebab itu penyelidikan tanah harus dapat mencakup informasi kondisi tanah sedekat mungkin dengan kenyataan untuk mengurangi resiko akibat variasi tanah yang berbeda-beda dan jumlahnya cukup untuk menentukan rancangan yang mendekati kenyataan. Perencanaan pengujian tanah menjadi bagian dari eksplorasi tanah dan perancangan pondasi.

Tujuan langsung dari penyelidikan tanah adalah menentukan sifat-sifat dan teknis tanah, khususnya kuat geser dan sifat kemampatannya. Secara umum yang ingin dicapai adalah memberikan pandangan-pandangan tentang kelayakan suatu

lokasi untuk proyek dari aspek kondisi tanah, menentukan karakteristik tanah dan kemungkinan perilakunya akibat pembebanan, menafsirkan data tersebut dan digunakan untuk merekomendasikan perancangan.

Penyelidikan tanah biasanya terdiri dari tiga tahap, yaitu pengeboran atau penggalian lubang percobaan, pengambilan contoh tanah (*sampling*), dan pengujian contoh tanahnya. Pengujian contoh tanah ini dapat dilakukan dilaboratorium atau dilapangan. Pengujian contoh tanah yang dilakukan dilapangan adalah dengan cara mengidentifikasi tanah secara langsung dilapangan. Ini dapat diidentifikasi berdasarkan warna, bau, pemuai, kekuatan kering, ketahanan, sedimentasi pada saat pengujian lapangan. Sedangkan pengujian contoh tanah yang dilakukan di laboratorium lebih mendetail sekali. Hal ini yang berguna untuk mendapatkan sifat-sifat fisis tanah yang berguna untuk menghitung kapasitas daya dukung dan penurunan.

Pengujian lapangan sangat berguna untuk mengetahui karakteristik tanah dalam mendukung beban pondasi dengan tidak dipengaruhi oleh kerusakan contoh tanah akibat operasi pengeboran dan penanganan. Khususnya berguna untuk menyelidiki tanah lempung, lanau dan pasir tidak padat. Oleh karena itu pengujian-pengujian tersebut seharusnya tidak digunakan sebagai pengganti pengeboran, umumnya hanya sebagai pelengkap data hasil penyelidikan.

2.4.1. Data Sondir (Sondering Test)

Secara geologi tanah terdiri dari berbagai jenis karakteristik yang berbeda-beda. Pada kedalaman yang berbeda kekuatan daya dukungnya akan berbeda pula. Untuk mengetahui kekuatan setiap lapisan tanah dapat dilakukan penyelidikan lapangan dengan menggunakan alat sondir. Pemeriksaan sondir yang

dimaksudkan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan tanah. Alat sondir juga dapat menentukan perbedaan kekuatan lapisan tanah untuk kedalaman yang berbeda. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya per satuan luas. Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus yang dinyatakan dalam gaya per satuan panjang. Hasil penyelidikan dengan alat sondir ini pada umumnya digambarkan dalam bentuk grafik yang menyatakan hubungan antara kedalaman setiap lapisan tanah dengan besarnya nilai sondir yaitu perlawanan penetrasi konus.

Dilihat dari kapasitasnya alat sondir dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sondir ringan (2 ton) dan sondir berat (10 ton). Sondir ringan dipergunakan untuk mengukur tekanan konus sampai 150 kg/cm^2 , atau kedalam maksimal 30 m, cukup tepat dipakai untuk penyelidikan tanah terdiri dari lapisan lempung, lanau dan pasir halus, sedangkan sondir berat dapat mengukur tekanan konus 500 kg/cm^2 atau kedalam maksimal 50 m, cukup tepat dipakai untuk melakukan penyelidikan tanah di daerah yang terdiri dari lempung padat, lanau padat dan pasir kasar. Dari hasil sondir diperoleh nilai jumlah perlawanan (JP) dan nilai perlawanan konus (PK), sehingga hambatan lekat (HL) dapat dihitung sebagai berikut :

- Hambatan Lekat (HL)

$$HL = (JP - PK) \times A/B \dots\dots\dots (2.7)$$

- Jumlah Hambatan Lekat (JHL)

$$JHL = \sum_{n=0}^i HL \dots\dots\dots (2.8)$$



- Jumlah Hambatan Setempat (JHS)

$$JHS = HL/10 \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana : JP = Jumlah perlawanan (kg/cm²)

PK = Perlawanan konus (kg/cm²)

A = Tahapan pembacaan (setiap kedalaman 20 cm)

B = Faktor alat (10)

i = kedalaman (m)

A. Berdasarkan Tahanan Ujung Tiang (*End Bearing Pile*)

Tiang pancang yang dihitung berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing pile*) ini dipancang sampai pada lapisan tanah keras yang mampu memikul beban yang diterima oleh tiang pancang tersebut.

- Kemampuan Tiang terhadap kekuatan tanah (berdasarkan nilai konus)

$$Q_{tiang} = \frac{A_{tiang} \times P}{3} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

Q_{tiang} = Daya dukung keseimbangan tiang (kg)

A_{tiang} = Luas Penampang tiang (cm²)

P = Nilai Konus dari hasil sondir (kg/cm²)

3 = Angka Faktor keamanan

- Kemampuan tiang terhadap kekuatan bahan tiang.

$$\overline{P}_{tiang} = \overline{\sigma}_{bahan} \times A_{tiang} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$\overline{P}_{\text{tiang}}$ = Kekuatan yang diizinkan pada tiang pancang (kg)

$\overline{\sigma}_{\text{bahan}}$ = Tegangan tekan izin bahan tiang (kg/cm²)

A_{tiang} = Luas penampang tiang pancang (m²)

B. Berdasarkan Pelekatan antara tiang dan tanah (*Friction Pile*)

Daya dukung tiang pancang berdasarkan pelekatan antara tiang dan tanah (*friction pile*), atau yang dikenal dengan istilah *cleef* digunakan apabila tanah keras yang letaknya sangat dalam sehingga pembuatan dan pemancangan tiang sampai lapisan tanah keras sangat sulit dilaksanakan. Didalam pengujian sondir untuk menentukan gaya pelekatan antara tiang dengan tanah dengan memakai alat bikonus. Gaya ini disebut juga hambatan pelekatan dan dalam grafik biasanya angka-angkanya dijumlahkan sehingga kita memperoleh jumlah hambatan pelekat yaitu jumlah hambatan dari permukaan tanah sampai pada kedalaman yang bersangkutan.

Berdasarkan hasil sondir Jumlah hambatan lekat (*cleef*)

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{O \times L \times c}{5} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

Q_{tiang} = Daya dukung tiang

O = Keliling tiang pancang

L = Panjang tiang yang masuk dalam tanah

c = Harga *cleef* rata-rata

5 = Angka keamanan

2.4.2. Standard Penetration Test (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan *split spoon* ke dalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh :

- kepadatan relatif (*relative density*)
- sudut geser tanah (ϕ)
- Nilai jumlah pukulan (N)

Hubungan kepadatan relatif, sudut geser tanah dan nilai N dari pasir dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

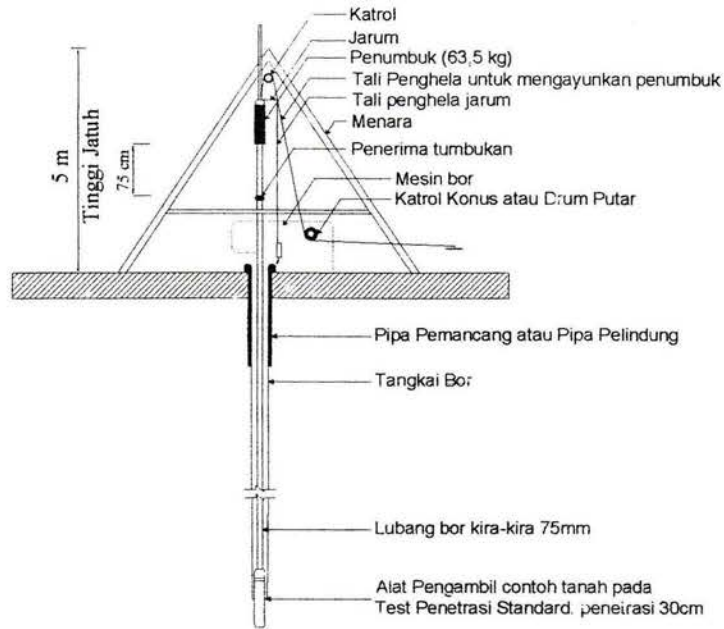
Tabel II.1. Hubungan antara angka penetrasi standard dengan sudut geser dalam dan kepadatan relatif pada tanah pasir

Angka penetrasi standard (N)	Kepadatan relatif (Dr) (%)	Sudut geser dalam (ϕ) ($^{\circ}$)
0-5	0-5	26-30
5-10	5-30	28-35
10-30	30-60	35-42
30-50	60-65	38-46

Sumber: Braja M. Das – Noor Endah, *Mekanika Tanah*, 1985

SPT yang dilakukan pada tanah tidak kohesif tapi berbutir halus atau lanau, yang permeabilitasnya rendah, mempengaruhi perlawanan penetrasi yakni memberikan harga SPT yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang permeabilitasnya tinggi untuk kepadatan yang sama. Hal ini mungkin terjadi bila jumlah tumbukan $N > 15$, maka sebagai koreksi Terzaghi dan Peck (1948) memberikan harga ekuivalen N_0 yang merupakan hasil jumlah tumbukan N yang telah dikoreksi akibat pengaruh permeabilitas yang dinyatakan dengan :

$$N_0 = 15 + \frac{1}{2} (N-15) \dots\dots\dots (2.13)$$



Gambar II.11. Alat Percobaan *Standard Penetration Test*

Angka penetrasi sangat berguna sebagai pedoman dalam eksplorasi tanah dan untuk memperkirakan kondisi lapisan tanah. Hubungan antara angka penetrasi standard dengan sudut geser tanah dan kepadatan relatif untuk tanah berpasir, secara perkiraan dapat dilihat pada tabel II.2 berikut :

Hubungan antara harga N dengan berat isi yang sebenarnya hampir tidak mempunyai arti karena hanya mempunyai partikel kasar (tabel II.2). Harga berat isi yang dimaksud sangat tergantung pada kadar air.

Tabel II.2. Hubungan antara N dengan Berat Isi Tanah

Tanah tidak kohesif	Harga N	< 10	10-30	30-50	> 50
	Berat isi γ KN/m ³	12-16	14-18	16-20	18-23
Tanah kohesif	Harga N	< 4	4-15	16-25	> 25
	Berat isi γ KN/m ³	14-18	16-18	16-18	> 20

Sumber : *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi, Sosrodarsono Suyono Ir, 1983*

Pada tanah tidak kohesif daya dukung sebanding dengan berat isi tanah, hal ini berarti tinggi muka air tanah banyak mempengaruhi daya dukung pasir. Tanah dibawah muka air mempunyai berat isi efektif yang kira-kira setengah berat isi tanah di atas muka air.

Tanah dapat di katakan mempunyai daya dukung yang baik, dapat dinilai dari ketentuan berikut ini :

- Lapisan kohesif mempunyai nilai SPT, $N > 35$
- Lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan (q_u) 3-4 kg/cm² atau harga SPT, $N > 15$.

Dalam pelaksanaan umumnya hasil sondir lebih dapat dipercaya dari pada percobaan SPT. Perlu menjadi catatan bagi kita bahwa jumlah pukulan untuk 15 cm pertama yang dinilai N_1 tidak dihitung karena permukaan tanah dianggap sudah terganggu. Sedangkan nilai N_2 dan N_3 diambil dari jumlah pukulan pada lapisan berikutnya, sehingga nilai $N' = N_2 + N_3$ dan jika nilai $N' > 15$ maka :

$$N = 15 + \frac{1}{2} (N' - 15) \dots\dots\dots(2.14)$$

Daya dukung tiang pada tanah pondasi umumnya diperoleh dari jumlah daya dukung terpusat tiang dan tahanan geser pada dinding tiang seperti diperlihatkan dalam gambar(II.12) dan besarnya daya dukung yang diizinkan (R_a) diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

$$R_a = \frac{1}{n} \times R_u \dots\dots\dots(2.15)$$

$$R_u = R_p + R_f \dots\dots\dots(2.16)$$

$$R_a = \frac{1}{n} \times (R_p + R_f) \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

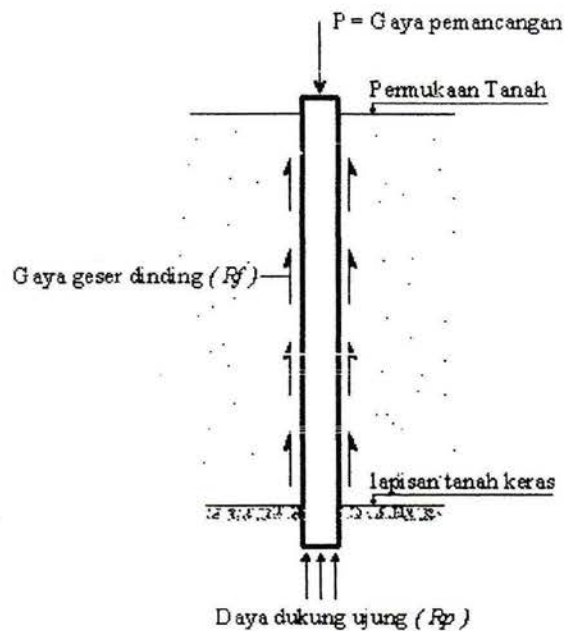
R_a = Daya dukung yang diizinkan

R_U = Daya dukung ultimate pada tanah pondasi (ton)

R_p = Daya dukung terpusat tiang (ton)

R_f = Gaya geser dinding tiang (ton)

n = Faktor keamanan



Gambar II.12. Mekanisme daya dukung tiang
 Sumber: Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi".

Untuk memperkirakan daya dukung ultimate R_U ada suatu cara dimana perkiraan dihitung berdasarkan data-data penyelidikan lapisan dibawah permukaan tanah atau penyelidikan tanah (berdasarkan rumus statika) dan suatu cara dimana perkiraan dilakukan dengan test pembebanan (*loading test*) pada

tiang. Cara yang terakhir ini yaitu dengan test pembebanan memerlukan pertimbangan biaya dan waktu dan tidak dipakai secara luas kecuali untuk pekerjaan konstruksi yang besar.

- jika berat sendiri (*dead weight*) tiang cukup besar, misalnya tiang yang dicor ditempat (*cast in place*):

$$R_a = \frac{1}{n} \times (R_U - W_s) + W_s - W \dots\dots\dots (2.18)$$

- jika berat sendiri tiang, misalnya tiang pracetak yang berdiameter kecil dapat diabaikan :

$$R_a = \frac{1}{n} \times R_U \dots\dots\dots (2.19)$$

$$R_v = (q_d \times A) + (U \times \sum l_i \times f_i) \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana

W_s = Berat efektif tanah yang dipindahkan oleh tiang (ton)

W = Berat efektif tiang dan tanah didalam tiang (ton)

q_d = Daya dukung terpusat tiang (ton)

A = Luas Ujung tiang (m^2)

U = Panjang keliling tiang (m)

l_i = Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang

f_i = Besar gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m^2)

Tabel II.3. Faktor Keamanan

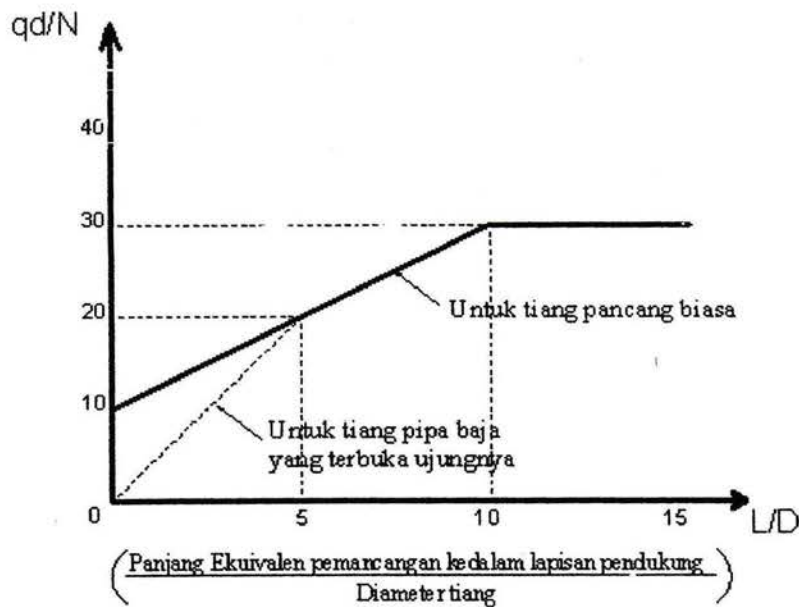
	Jembatan Jalan Raya		Jembatan Kereta Api	Konstruksi pelabuhan	
	Tiang Pendukung	Tiang Geser	-	Tiang Pendukung	Tiang Geser
Beban Tetap	3	4	3	> 2,5	
Beban Tetap + Beban Sementara	-	-	2	-	
Waktu Gempa	2	3	1,5 (1,2)	> 1,5	> 2,0

Angka dalam tanda kurung : bila beban kereta api diperhitungkan

Sumber "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi", Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa. Cetakan IV, 1988 hal. 100

A. Daya dukung terpusat tiang

Perkiraan satuan daya dukung (q_d) dapat diperoleh dari hubungan antara L/D dan q_d/N dapat dilihat pada gambar II.13.



Gambar II.13. Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi pada ujung tiang

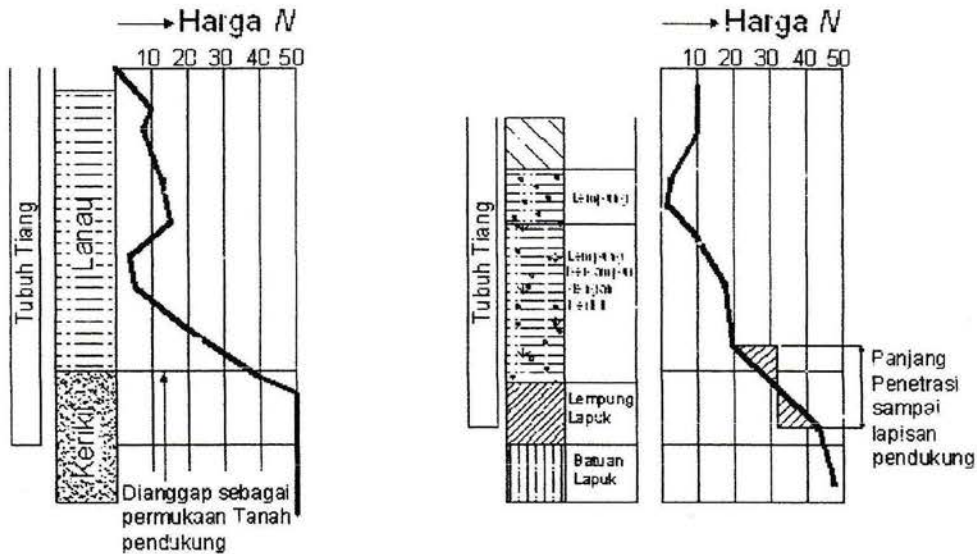
Sumber: Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi".

Dimana :

L = Panjang ekuivalen penetrasi pada lapisan pendukung

D = Diameter tiang

N = Rata-rata N pada ujung tiang



(a) Bila tanah pendukung dianggap “bersih”

(b) Bila lapisan antara dan lapisan Pendukung dianggap “tidak bersih”

Gambar II.14. Cara menentukan panjang ekuivalen penetrasi sampai ke lapisan tanah pendukung

Sumber: Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa “Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi”.

(1) Harga N rencana dari tanah pondasi pad ujung tiang diperoleh dengan :

$$N = \frac{N_1 + N_2}{2} \quad (N \leq 40) \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana :

N = Harga rata-rata N pada ujung tiang

N₁ = Harga N pada ujung tiang

N₂ = Harga rata-rata N pada jarak 4D dari ujung tiang

(2) Jarak dari titik dimanasebagian daerahnya sesuai dengan diagram distribusi

harga N dari tanah pondasi dan garis N (bagian yang diarsir pada gambar)

adalah sama untuk ujung tiang dan dianggap sebagai panjang penetrasi.

Catatan : Harga N rencana diperoleh dengan cara yang sama seperti (b)

Keterangan : Dalam menentukan panjang ekuivalen penetrasi sampai kelapisan pendukung tidak hanya distribusi harga N , tetapi tekstur tanah pada log bor juga harus benar-benar dipelajari untuk memilih antara diagram (a) dan (b) diatas.

B. Gaya geser maksimum dinding tiang

Besarnya gaya geser maksimum dinding (f_t) dapat diperoleh dari tabel II.4 sesuai dengan macam tiang dan sifat tanah pondasi. C (pada tabel II.4) adalah kohesi tanah pondasi di sekitar tiang dan dianggap sebesar $0,5 q_u$ (*kekuatan geser unconfined/ unconfined compression strength*)

Tabel II.4. Intensitas gaya geser dinding

Jenis Tanah Pondasi	Jenis Tiang	
	Tiang Pracetak	Tiang yang Dicor ditempat
Tanah Berpasir	$N/5 (\leq 10)$	$N/2 (\leq 12)$
Tanah Kohesif	$C \text{ atau } N (\leq 12)$	$C/2 \text{ atau } N/2 (\leq 12)$

Sumber: Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa "Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi".



BAB III

MANAJEMEN PROYEK

3.1. Organisasi

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembangunan suatu proyek, agar segala sesuatu didalam pelaksanaannya dapat berjalan dengan lancar dan baik, diperlukan suatu organisasi kerja yang efisien.

Pada saat pelaksanaan kegiatan pembangunan suatu proyek terlibat unsur-unsur utama dalam menciptakan, mewujudkan, dan menyelenggarakan proyek tersebut. Adapun unsur-unsur tersebut adalah :

1. Pemilik proyek
2. Konsultan Perencana
3. Kontraktor Pelaksana
4. Konsultan Pengawas

3.1.1. Pemilik Proyek

Pemilik proyek atau pemberi tugas yaitu seseorang atau perkumpulan atau badan usaha tertentu maupun jawatan yang mempunyai keinginan untuk mendirikan suatu bangunan.

Dalam hal pembangunan **Rumah Susun Sederhana Sewa (RUSUNAWA)** ini, Kementerian Perumahan Rakyat Republik Indonesia (**MENPERA**) sebagai pemilik proyek mempunyai kewajiban sebagai berikut :

- Sanggup menyediakan dana yang cukup untuk merealisasikan proyek dan memiliki wewenang untuk mengawasi penggunaan dana dan pengambilan keputusan proyek

- Memberikan tugas kepada kontraktor untuk melaksanakan pekerjaan seperti yang diuraikan dalam pasal rencana kerja dan syarat sesuai dengan gambar kerja. Berita acara penyelesaian pekerjaan, berita acara klasifikasi menurut syarat-syarat teknik sampai pekerjaan selesai seluruhnya sesuai dengan yang diharapkan
- Memberikan wewenang sepenuhnya kepada konsultan untuk mengawasi dan menilai dari hasil kerja kontraktor.
- Memberikan keterangan-keterangan kepada kontraktor mengenai pekerjaan dengan sejelas-jelasnya.
- Harus menyediakan segala gambar untuk gambar kerja dan buku rencana kerja dan syarat-syarat yang diperlukan untuk melaksanakan pelaksanaan kerja sesuai dengan yang telah disepakati.

Apabila kontraktor menemukan ketidak sesuaian atau penyimpangan antara gambar kerja, rencana kerja dan syarat-syarat, maka ia dengan segera memberitahukan kepada petugas secara tertulis, menguraikan penyimpangan itu, dan pemberi tugas memberikan petunjuk mengenai hal itu, sehingga diperoleh kesepakatan antara kontraktor dengan pemberi tugas.

3.1.2. Konsultan (Perencana)

Konsultan yaitu perkumpulan maupun badan usaha tertentu yang ahli dalam bidang perencanaan, yang akan menyalurkan keinginan-keinginan pemilik dengan mengindahkan ilmu keteknikan, keindahan maupun penggunaan bangunan yang dimaksud.

Tugas dan wewenang Konsultan Perencana adalah :

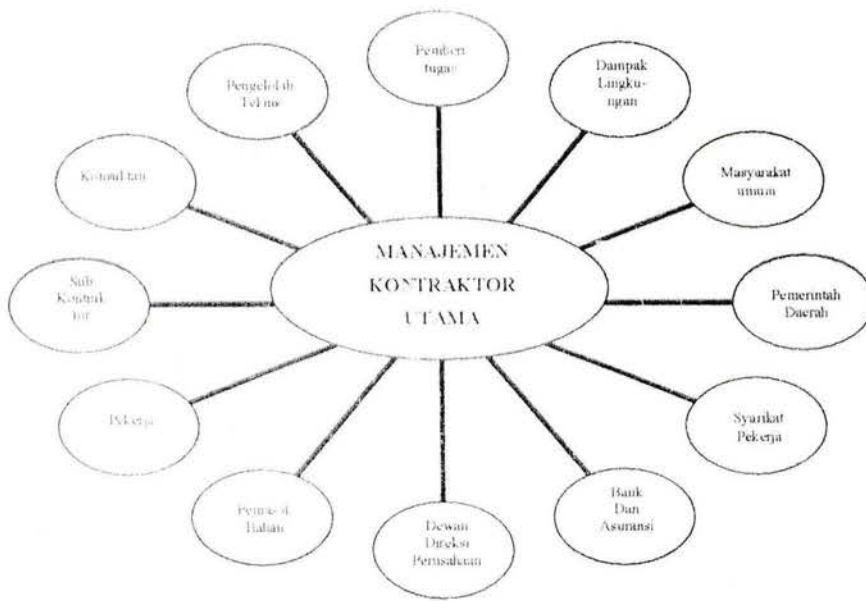
- a. Melaksanakan perencanaan terhadap kualitas bahan-bahan yang akan dipakai sesuai dengan keinginan yang telah disetujui oleh Pemilik Proyek (Owner)
- b. Membuat gambar kerja sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan
- c. Membuat Rencanan Kerja dan Syarat-syarat (RKS) serta membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- d. Mengadakan perencanaan atas teknik pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan ketentuan yang berlaku
- e. Mengurus Surat Izin Mendirikan Bangunan (SIMB)
- f. Mengadakan pengawasan berkala/evaluasi proyek
- g. Memberikan solusi kepada kontraktor dan pengawas lapangan apabila terjadi kendala pada gambar kerja

3.1.3. Kontraktor Pelaksana

Kontraktor yaitu seseorang atau beberapa orang maupun badan usaha tertentu yang mengerjakan pekerjaan menurut syarat-syarat yang telah ditentukan dengan dasar pembayaran imbalan menurut jumlah tertentu sesuai dengan Surat Perjanjian Pekerjaan (SPP) yang telah disepakati antara kontraktor pelaksana dengan Pemilik Proyek (Owner).

Sebagai pengelola segenap sumber daya, kontraktor Pelaksana harus benar – benar menyadari akan kedudukannya sebagai pemeran utama yang menentukan dalam pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Kontraktor juga harus memelihara hubungan baik antara semua pihak yang terkait pada jajarannya.

GAMBAR BAGAN TANGGUNG JAWAB KONTRAKTOR



Sumber : Manajemen Proyek dan Konstruksi jilid I

Dalam hal proyek pembangunan **Rumah Susun Sederhana Sewa – UMSU** ini Kontraktor Pelaksana adalah **PT. RIYAH PERMATA ANUGRAH**.

Kontraktor pelaksana mempunyai tugas dan kewajiban sebagai berikut :

- Melaksanakan dan menyelesaikan pekerjaan yang tertera pada gambar kerja dan syarat-syarat sesuai dengan berita acara penjelasan pekerjaan (Aanwijzing) yang telah dijelaskan, sehingga tidak terjadi kesalahan kerja yang berarti
- Memberikan laporan kemajuan bobot pekerjaan secara terperinci kepada pemilik proyek (Owner)
- Membuat struktur pelaksanaan dilapangan dan harus disahkan oleh pemilik proyek. (Owner)

- d. Menjalين kerjasama dalam pelaksanaan proyek dengan Konsultan Perencana.

3.1.4. Konsultan Pengawas

Konsultan Pengawas adalah yang bertugas mengawasi berlangsungnya pekerjaan di lapangan serta memberikan laporan kemajuan proyek kepada pemilik proyek serta memberi penerangan/penjelasan gambar kepada para pekerja apabila terjadi kekeliruan tentang pengertian gambar.

3.2. Struktur Organisasi Lapangan

Dalam melaksanakan suatu proyek maka pihak Kontraktor (kontraktor), salah satu kewajibannya adalah membuat struktur organisasi lapangan. Pada gambar struktur organisasi lapangan akan diperlihatkan struktur organisasi lapangan dan pihak Kontraktor Pelaksana pada pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa – Medan.

– Site Manager

Site Manager adalah orang yang bertugas dan bertanggung jawab memimpin proyek sesuai dengan kontrak. Dalam menjalani tugasnya ia harus memperhatikan kepentingan perusahaan, pemilik proyek dan peraturan pemerintah yang berlaku, maupun situasi lingkungan dilokasi proyek. Seorang Site Manager harus mampu mengelola berbagai macam kegiatan terutama dalam aspek perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan yaitu jadwal, biaya dan mutu.

– **Pelaksana**

Pelaksana adalah orang yang bertanggung jawab atas pelaksanaan pekerjaan atau terlaksananya pekerjaan pelaksana ditunjuk oleh kontraktor yang setiap saat berada di tempat pekerjaan.

– **Staf Teknik**

Staf Teknik yang dimaksud dalam pelaksanaan proyek ini adalah orang yang bertugas membuat perincian-perincian pekerjaan dan akan melakukan pendetail dari gambar kerja (Bestek) yang sudah ada.

– **Mekanik**

Seorang mekanik bertanggung jawab atas berfungsi atau tidaknya alat-alat ataupun mesin-mesin yang digunakan sebagai alat bantu dalam pelaksanaan pekerjaan di proyek.

– **Seksi Logistik**

Seksi Logistik adalah orang yang bertanggung jawab atas penyediaan bahan-bahan yang digunakan dalam pembangunan proyek serta menunjukkan apakah barang tersebut bisa atau tidaknya bahan atau material tersebut digunakan.

– **Mandor**

Mandor adalah orang berhubungan langsung dengan pekerja dengan memberikan tugas kepada pekerja dalam pembangunan proyek ini. Mandor menerima tugas dan bertanggung jawab langsung kepada pelaksana-pelaksana.

BAB IV

DATA PROYEK

4.1. Data Teknis Tiang Pancang

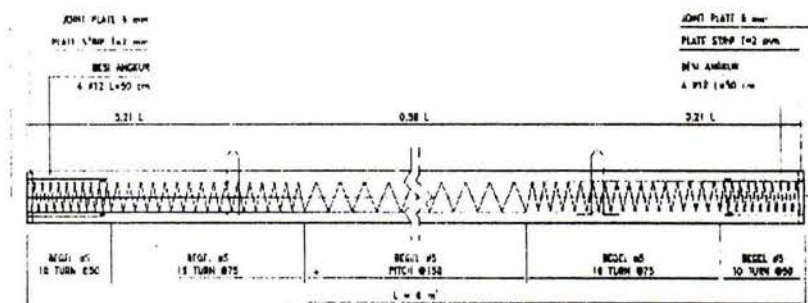
Data ini diperoleh dengan melakukan wawancara dan konsultasi langsung dengan pihak konsultan dan pihak pengawas lapangan dari pihak kontraktor yang ada dilapangan, data-data tersebut lebih jelas terdapat pada lembaran lampiran, meliputi :

- Data Denah Tiang Pancang
- Data Gambar Proyek (terlampir)

4.2. Data Teknis Pemancangan

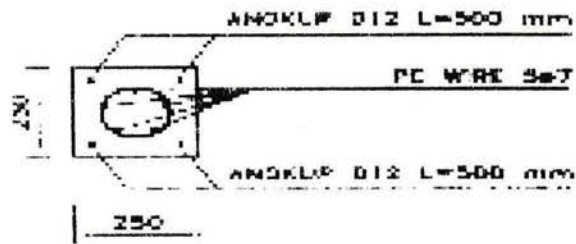
Data ini diperoleh dari lapangan menurut perhitungan dari pihak konsultan, dengan data sebagai berikut:

1. Panjang Tiang Pancang : 6 m



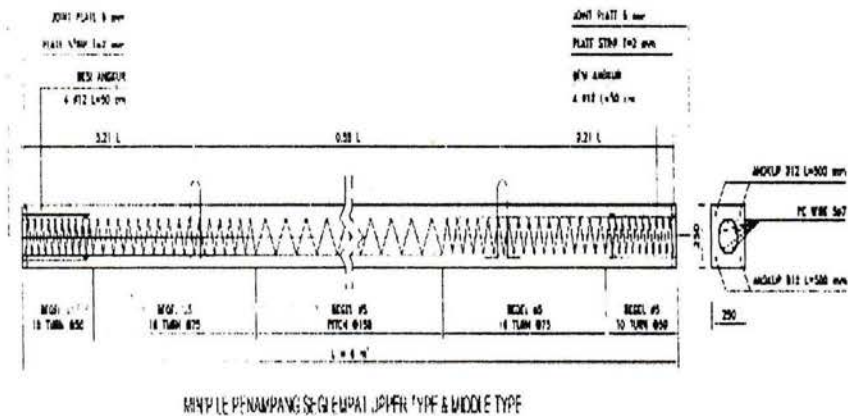
Gambar IV.1. Tiang Pancang

2.a. Dimensi Tampang Tiang Pancang : 250 x 250 mm



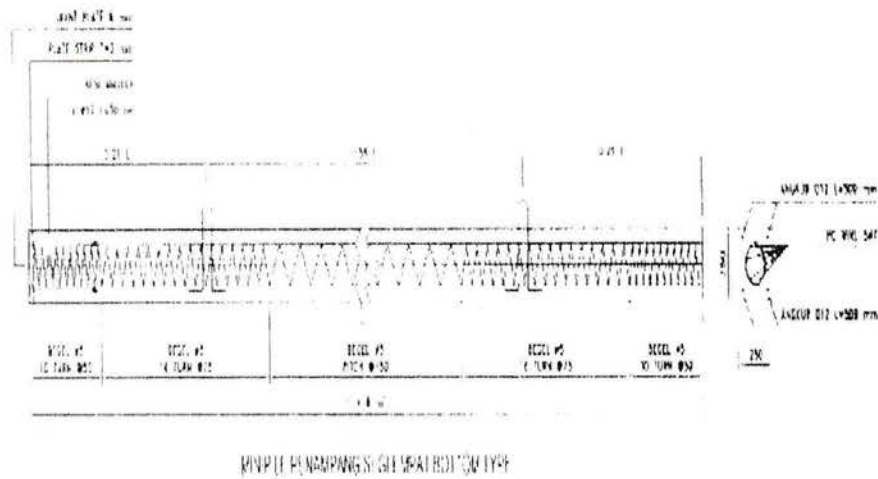
Gambar IV.2. Penampang Tiang Pancang

2.b. Minipile Penampang Segi Empat Upper Type & Middle Type



Gambar IV. 3 Penampang Segi Empat Upper Type & Middle Type

2.c. Minipile Penampang Segi Empat Bottom Type



Gambar IV. 4. Minipile Penampang Segi Empat Bottom Type

3. Spesifikasi Teknik Tiang Pancang Prategang Penampang Segi Empat

SPESIFIKASI TEKNIK TIANG PANCANG PRATEGANG PENAMPANG SEGI EMPAT					
NO. TIANG	JENIS TIANG	PANJANG TIANG		REMARKS	REMARKS
001	PR	18 m	18 m	18 m	REMARKS
002	PR	18 m	18 m	18 m	REMARKS

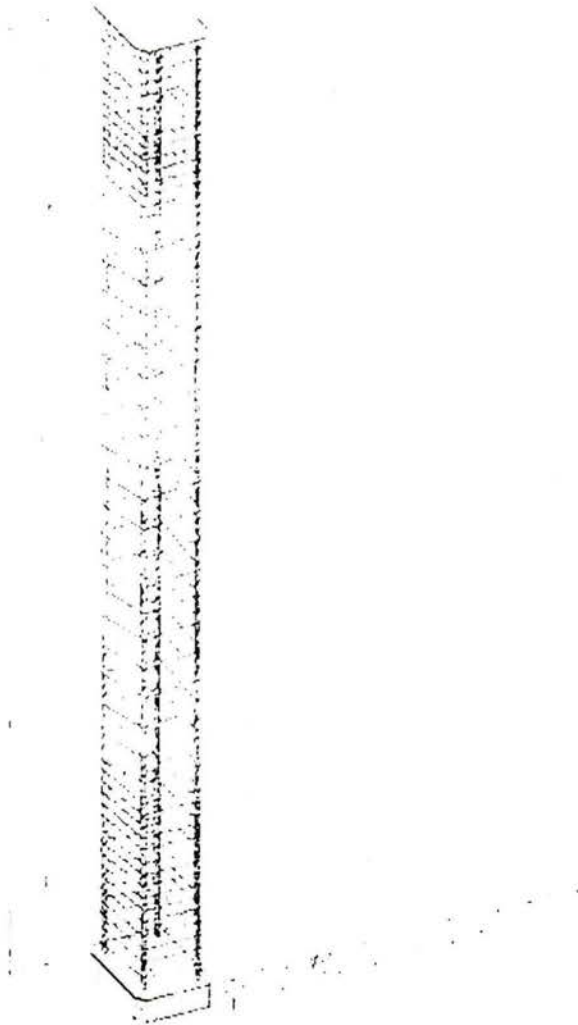
Tabel IV. 5. Spesifikasi Teknik Tiang Pancang Prategang Penampang Segi Empat

4. Detail Tiang Pancang Keseluruhan

Panjang Tiang Pancang Type Bottom : 6 m

Panjang Tiang Pancang Type Middle : 18 m

Panjang Tiang Pancang Type Upper : 6 m



Gambar IV. 6. Gambar Tiang Pancang Keseluruhan



BAB V

PERALATAN DAN BAHAN

5.1. Peralatan Yang Dipakai

Adapun yang mendukung untuk kelancaran proyek pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa ini adalah karena adanya peralatan yang bisa dipakai saat berlangsungnya kegiatan. Didalam pelaksanaan proyek pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa Ini alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Concrete Mixer*

Untuk mengaduk beton dapat digunakan alat pengaduk mekanis yaitu CONCRETE MIXER (Molen), kecuali untuk mutu beton Concrete Mixer (Molen) ini berkapasitas 0.5 m³, dimana waktu untuk pengadukan campuran cor selama 1 menit sampai 1.5 menit. Yang perlu diperhatikan dalam pengadukan adalah hasil dan pengadukan dengan memperhatikan susunan dan warna yang sama

2. *Pump Concrete*

Pengecoran beton pada plat dilakukan dengan alat berat yaitu PUMP CONCRETE, dimana alat ini berfungsi untuk memompa adukan dan molen truk ke plat lantai.

3. *Vibrator*

Vibrator adalah sejenis mesin penggetar yang berguna untuk mencegah timbulnya rongga-rongga kosong pada adukan beton, maka adukan beton harus diisi sedemikian rupa ke dalam bekisting sehingga benar-benar rapat dan padat. Pemadatan ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- a. Dengan cara merojok, menumbuk serta memukul-mukul cetakan/mal dengan besi atau kayu (non mekanis)
- b. Dengan cara mekanis, yaitu dengan cara merojok pakai alat penggetar vibrator, pada cara ini yang perlu diperhatikan adalah :
 - Jarum penggetar dimasukkan kedalam adukan beton secara vertikal, pada keadaan khusus boleh dimiringkan sampai 45^0 .
 - Jarum penggetar tidak boleh bersentuhan dengan tulangan beton, untuk menjaga tulangan tidak terlepas dari beton.
 - Untuk beton yang tebal, penggetar dilakukan dengan berlapis-lapis setiap lapisan mencapai 30 sampai 50 cm.

4. Kereta Sorong

Digunakan untuk mengangkat dan memindahkan campuran beton (concrete), tanah pada pekerjaan timbunan lantai, dan lain-lain yang dapat mempermudah/memperlancar pekerjaan dilapangan.

5. Bar Cutter

Alat ini digunakan untuk memotong besi tulangan sesuai ukuran yang diinginkan setelah itu besi tulangan dapat digunakan sedemikian rupa untuk dipasang pada plat Kolom Joint, balok, dan lain sebagainya. Dengan adanya bar cutter ini pekerjaan pembesian akan lebih rapi dan dapat menghemat besi yang dipakai.

6. Beugel

Beuhel ini terbuat dari besi bulat panjang kira-kira 1 m yang ujung sebelahnyagak berbentuk.

7. Sekop dan Cangkul

Sekop dan cangkul digunakan untuk meratakan adukan pada pengecoran.

8. Mesin Pompa

Mesin pompa adalah alat penghisap atau penyedot air, gunanya untuk memompa air sumur bor yang dipakai pada pengecoran dan didalam proyek ini digunakan untuk membuang air yang mengendap atau tergenang pada pengecoran plat lantai, pondasi bagian bawah, sloof dan pur.

9. Mobil Crane

Berfungsi sebagai pesawat angkat. Misalnya : digunakan untuk mengangkat pelat lantai yang sudah dicor ke atas bangunan.

10. Tower Crane

Sama halnya dengan mobil crane akan tetapi tower crane mempunyai kelebihan dari jangkauan, waktu dan jarak efesiensi kerja dilapangan.

5.2. Bahan-bahan Yang Dipakai

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembangunan Rumah Sakit ini adalah sebagai berikut :

- | | | |
|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| a. Semen Portland (PC) | b. Pasir (Agregat Halus) | c. Kerikil (Agregat Kasar) |
| d. Air | e. Besi Tulangan | f. Bahan-bahan Tambahan |

a. Portland Cement (PC)

Semen adalah bagian yang sangat penting dalam pembuatan beton. Fungsi semen sebagai bahan pengikat yang kohesif. Pengikatan dan pengerasan semen hanya dapat terjadi karena adanya air. Dan air inilah yang dapat melangsungkan reaksi-reaksi kimia guna melarutkan bagian dan semen sehingga menghasilkan

senyawa-senyawa hidrat yang dapat mengeras. Dari hal tersebut diatas, kekuatan beton dapat dipengaruhi oleh mutu semen dan air yang dipakai.

Mengenai air akan diuraikan dalam bagian tersendiri. Dalam proyek ini semen yang dipergunakan adalah semen Andalas yang berasal dari Aceh. Karena dibuat di Indonesia dan dengan kualitas yang tinggi, maka semen tidak perlu lagi diperiksa dilaboratorium. Permasalahan pada semen adalah masalah penyimpanan dan penimbunan. Semen yang berada dalam kantong semen yang sobek atau rusak jahitannya tidak dapat dipergunakan lagi untuk pekerjaan beton karena telah bereaksi dengan udara luar (udara yang telah banyak mengandung air dan zat kimia yang mampu mengurangi mutu semen).

b. Pasir (Sebagai Agregat Halus)

Pasir untuk adukan pasangan, adukan plasteran dan beton bitumen harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Pasir harus tajam dan keras. Harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh – pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
2. Pasir harus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % (ditentukan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur ialah bagian – bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. Apabila kadar lumpur melalui 5 % maka agregat harus dicuci.
3. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dan Adbrams – Harder (dengan larutan NHOH). Agregat halus tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat yang sama.

4. Pasir terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya apabila diayak dengan susunan diatas ayakan yang ditentukan dalam syarat-syarat dibawah ini :

- Sisa diatas ayakan 4 mm, harus minimum 2 % berat.
- Sisa diatas ayakan 1 mm, harus minimum 10 % berat.
- Sisa diatas ayakan 0,25 mm, harus berkisar antara 80 % dan 95 % berat.

c. Agregat Kasar (Kerikil dan Batu Pecah)

Agregat kasar untuk adukan beton dapat berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm, menurut ukuran kerikil dapat dibagi sebagai berikut :

- a. Ukuran butir 5 – 10 mm disebut kerikil halus
- b. Ukuran butir 10 – 20 mm disebut kerikil sedang
- c. Ukuran butir 20 – 40 mm disebut kerikil kasar
- d. Ukuran butir 40 – 70 mm disebut kerikil kasar sekali

Batu pecah atau kerikil adalah bahan yang diperoleh dari batu pecah menjadi pecahan-pecahan berukuran 5 – 70 mm. pemecahan biasanya menggunakan mesin pemecah batu (Jawbreawher / crusher). Agregat kasar harus memenuhi syarat sebagai mana tercantum dalam PBI 71 NI 2 :

1. Agregat kasar untuk beton berupa kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa batu pecah. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan kasar butir lebih dari 5 mm sesuai dengan syarat – syarat pengawasan mutu agregat untuk berbagai mutu beton.

2. Agregat halus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori, agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dapat dipakai, apabila jumlah butiran pipih tersebut tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
3. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 (satu) % (ditentukan terhadap berat kering), yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0.063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1 % maka agregat kasar harus dicuci.
4. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif alkali.
5. Kekerasan dan butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan bahan penguji zat, yang mana harus dipenuhi syarat-syarat berikut :
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9.5 – 1.9 mm, lebih dari 24 % berat
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19 – 30 mm, lebih dari 22 %, atau dengan mesin pengawas Los Angeles.
6. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1 harus memenuhi syarat sebagai berikut :
 - Sisa diatas ayakan 31.5 mm harus 0 % berat
 - Sisa diatas ayakan 4 mm harus berkisar antara 90 % - 98 % berat
 - Selisih antara sisa – sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan, adalah maksimum 60 % dan minimum 10 % berat.

7. Besar butir agregat maksimum tidak boleh terdiri dari pada seperlima jarak terkecil antara bidang – bidang samping dan cetakan, sepertiga dari tebal plat atau tiga perempat dari jarak bersih minimum antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan, penyimpangan dari pembatasan ini diizinkan, apabila menurut penilaian pengawas ahli, cara-cara pengecoran beton adalah sedemikian rupa sehingga terjamin tidak terjadi sarang-sarang kerikil.

d. Air

Penggunaan air terutama untuk campuran beton sangat penting sekali, sebab fungsi air adalah sebagai katalisator dalam hal pengikatan semen terhadap bahan-bahan penyusun. Untuk maksud ini besarnya pemakaian air dibatasi menurut presentase yang direncanakan. Apabila air terlalu sedikit digunakan dalam proses pembuatan beton, campuran tidak akan baik dan sukar dikerjakan, sebaliknya bila air terlalu banyak dalam adukan beton, kekuatan beton akan berkurang dalam penyusutan yang terjadi akan besar setelah beton mengeras.

Air yang digunakan untuk adukan beton adalah air bersih, dan memenuhi syarat-syarat tercantum dalam PBI 71 NI – 2 pasal 3.6 yaitu :

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garaman, bahan-bahan organik atau bahan-bahan lain yang merusak beton atau baju tulangan.
2. Apabila terdapat keraguan-keraguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh-contoh air ke lembaga pemeriksa bahan-bahan yang diakui untuk selidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak tulangan.

3. Apabila pemeriksaan contoh air dapat dilakukan, maka dalam hal adanya keraguan mengenai air halus diadakan percobaan perbandingan antara kekuatan tekan motel semen ditambah pasir dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai apabila kekuatan tekan motel dengan memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90 % dari kekuatan tekan motel dengan memakai air suling pada umur yang sama.
4. Jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat atau harus dilakukan setepat tepatnya.

e. Besi Tulangan

Campuran beton yang memakai baja tulangan yang lazim disebut beton bertulang merupakan suatu bahan bangunan yang dianggap memikul gaya secara bersama-sama. Besi tulangan yang dipakai adalah dari baja yang berpenampang bulat berulir dan polos. Fungsi dari besi dan beton-beton bertulang hanya dapat dipertanggung jawabkan apabila penempatan biji tulangan tersebut pada kedudukannya sesuai dengan rencana gambar yang ada.

Dalam pelaksanaan pekerjaan, faktor kualitas dan ekonomisnya dapat dicapai apabila cara pengerjaannya ditangani oleh pelaksana yang berpengalaman, dengan tetap mengikuti persyaratan-persyaratan yang telah ditetapkan. Tujuan-tujuan ini hanya mungkin dapat dicapai apabila urutan pengerjaan dan pengawasan benar-benar dapat dilaksanakan dengan baik. Sangat diperlukan sekali perhatian kearah ini sejak dari pemilihan/pembelian, cara penyimpanan, cara pemotongan/pembentukan menurut gambar dan lain-lain.

Pada pelaksanaan proyek ini tulangan yang dipakai adalah baja tulangan :

- 1) Baja Tulangan Deform (BJTD) : U – 39 ($f_y = 400$ MPa)
- 2) Baja Tulangan Polos (BJTP) : U – 24 ($f_y = 240$ MPa)
- 3) Modulus Elastisitas (E_s) : 200000 MPa
- 4) Modulus Geser (G) : 80000 MPa
- 5) Nisbah Poisson (μ) : 0.3
- 6) Koefisien Pemuaian (α) : $12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

f. Grouting

ULTRAGROUT CB adalah suatu campuran kering yang terdiri atas semen tipe 1, pasir silica yang dikombinasi secara cermat, bahan pozzolan, bubuk plasticiser, pengurangan gelembung udara, dan bahan kimia lainnya dalam bentuk bubuk. Bersifat tidak susut, mudah dialirkan dan memiliki kuat tekan yang sangat tinggi. Didisain untuk mengisi rongga-rongga tetap, misalnya dibawah plat dasar (base plate) mesin-mesin yang kritis, lubang pada struktur beton, dibawah pelat penyanggah balok pada jembatan, panel-panel beton pra-cetak, celah dibawah kaki kolom baja, balok-balok beton pra tekan, angkur baut, maupun perbaikan keropos pada beton vertical seperti, kolom atau dinding.

- (1) Mutu Bahan Grouting pada kolom : K – 450 ($f'_c = 37.3$ MPa)
- (2) Mutu Bahan Grouting pada titik kumpul : K – 450 ($f'_c = 37.3$ MPa)
- (3) Mutu Bahan Grouting pada balok U : K – 450 ($f'_c = 37.3$ MPa)

DATA - DATA TEKNIS

Kuat Tekan sesuai ASTM C-109 (kg/cm ²)	Penggunaan air maksimum	Penggunaan Air minimum
1 hari	317	471
3 hari	439	656
7 hari	551	771
28 hari	647	890
Derajat kecairan – ASTM C 939-1993		30 detik
Perubahan Volume – ASTM C 940 - 1989		Positif 0.3%
Bleeding – ASTM C 940 – 1989		0 %
Waktu Ikut		Awal 4.16' Akhir 5.18'

g. Kayu dan kayu lapis

- Kayu Untuk Bekisting : Kayu kelas Kuat II
- Kayu Lapis untuk Bekisting : Jenis Phenol Film Tebal -18 mm

g. Bahan – Bahan Tambahan

Untuk memperbaiki mutu, sifat pengerjaan, waktu pengikatan dan pengerasan beton ataupun bentuk maksud lain, dapat dipakai bahan tambahan. Jenis dan jumlah bahan tambahan yang dipakai harus disetujui terlebih dahulu oleh pengawas ahli.

Manfaat dari bahan-bahan tambahan harus dapat dibuktikan dengan hasil percobaan. Dan selama bahan-bahan ini dipakai harus diadakan pengawasan yang cermat terhadap pemakaiannya.

Dalam proyek ini, paku besi dan berbagai ukuran, cat, dempul dan bahan-bahan lain yang merupakan salah satu bahan tambahan yang dipergunakan dalam proyek ini dan diperoleh dari kota Medan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

- a. Pondasi yang dipakai pada Proyek Pembangunan Rumah Susunan Sederhana Sewa (RUSUNAWA) adalah Pondasi Tiang Pancang Segi Empat. Pondasi ini cocok digunakan untuk pembangunan gedung bertingkat banyak.
- b. Teknik Pelaksanaan Pondasi tiang pancang dimulai persiapan lapangan, persiapan alat dan bahan, pelaksanaan pemancangan, dan diakhiri dengan pengambilan data kalendering. Setelah data kalendering didapatkan maka dilakukan perhitungan daya dukung
- c. ~~Pamhantiangan berakhir~~ berakhir apabila piston hammer naik melebihi ketinggian biasanya, yang terjadi berulang-ulang kali dan garis-garis cincin (ujung) piston dapat terlihat.
- d. Tiang pancang harus dibuat memenuhi ketentuan sesuai dengan mutu yang digunakan. Mutu beton untuk tiap jenis unit harus sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar.

6.2. Saran

- a. Pada saat memeriksa kelurusan tiang pancang sebaiknya digunakan theodolit agar kelurusannya dan letaknya, lebih akurat bila dibandingkan dengan menggunakan waterpass
- b. Memberikan penjelasan pada kegiatan Test berkala (*periodict test*)

- c. Adanya pengawasan yang teratur dan baik, baik pengawasan terhadap mutu bahan yang dipakai ataupun pengawasan terhadap jumlah bahan yang dipakai sehingga tidak terjadi pemborosan dalam pengerjaan proyek pembangunan ini.
- d. Mohon diberi kesempatan kepada para Mahasiswa/I untuk ikut serta dalam pengujian sample silinder beton dilaboratorium.

CPT-Test

qc (kg/cm²)

