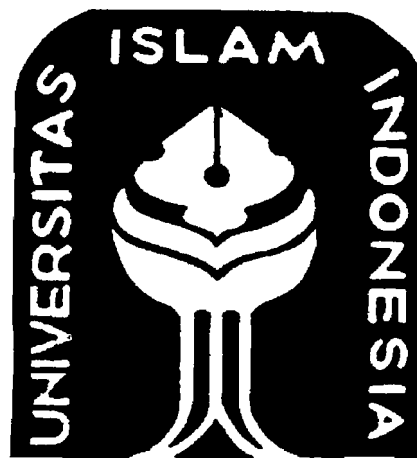


PERPUSTAKAAN	
HADJAH	
TGL. TERIMA :	5 September 2005
NO. JUDUL :	001640
NO. INV. :	920001640001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

METODE KONSTRUKSI PEMBUATAN BASEMENT

(Studi Kasus pada Proyek Pasar Tanah Abang Blok A Jakarta Pusat)



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

xiii, 101 p.; bib. lamp.; 28.

RS
658.404
Bar
m
1

Oleh :

Merty Hariyaniek 00 511 070
Euis Sufitri 00 511 127

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2005

- Man - paper
- Kont. Basement

TUGAS AKHIR

METODE KONSTRUKSI PEMBUATAN *BASEMENT*

(Studi Kasus pada Proyek Pasar Tanah Abang Blok A Jakarta Pusat)

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh :

Merty Hariyaniek 00 511 070

Euis Sufitri 00 511 127

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

METODE KONSTRUKSI PEMBUATAN BASEMENT
(Studi Kasus pada Proyek Pasar Tanah Abang Blok A Jakarta Pusat)



Ir. H. Tadjuddin BMA, MS

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 20/4-05

MOTTO

"Sesungguhnya disamping kesukaran itu ada kemudahan"

(Qs. Al Insyirah : 6)

"Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(Qs. Al Baqoroh : 286)

"...Allah mencap (menutup) mata hati orang-orang yang tiada berilmu"

(Qs. Ar Rum : 59)

*"Barang siapa menolong dengan pertolongan yang baik, adalah baginya
satu bagian dari kebaikan itu, dan Barang siapa menolong dengan pertolongan*

yang jahat adalah baginya satu bagian dari kejahatan itu. ..."

(Qs. An Nissa' : 85)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah – Nya, sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad Rosul Allah beserta para kerabat dan sahabat – sahabat Nabi. Atas rahmat Allah SWT kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul “Metode Pelaksanaan Pembuatan *Basement*, Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Pasar Tanah Abang Blok A Jakarta Pusat ” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S1) di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.

Selama Proses pengerjaan Tugas Akhir ini, kami banyak menemui kesulitan yang timbul karena keterbatasan kemampuan, keterbatasan teoritis dan pengalaman kami. Berkat dorongan dan bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak akhirnya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih pada pihak – pihak yang telah memberikan bantuan dan perhatian pada kami.

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
3. Bapak Ir. H. Tadjuddin BM Aris, MS, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Seluruh Staff Pengajar dan Karyawan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
5. Ibu dan Bapak serta seluruh keluarga tercinta yang selalu mendukung, mendo'akan dan memotivasi kami.
6. Rekan – rekan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah membantu penyusunan laporan ini.

Karena bantuan merekalah penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebaik mungkin.

Penyusun yakin bahwasannya Tugas Akhir ini masih jauh dari suatu kesempurnaan, tentunya masih terdapat kekeliruan dan kekurangan. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan permohonan maaf sebelumnya serta mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan masyarakat luas pada umumnya.

Wassalammu'alaikum Wr. Wb.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil 'Aalamiin

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT

Yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah - Nya serta memberikan

Kemudahan kepada kami sehingga dapat menyelesaikan

Tugas Akhir ini dengan baik,

Dengan izin-Nya pula,

Kupersembahkan karya ini untuk:

- ❖ *Ibu dan Bapak tercinta yang dengan keikhlasan dan kesabarannya tiada henti - hentinya memberikan dukungan dan semangat, serta doa untuk keberhasilanku. Mudah-mudahan ini merupakan suatu bentuk dari sebagian kecil bakti dan patuhku,*
- ❖ *Adik – adikku, Yanti dan Tyas, yang selalu memberi semangat dan memberi motivasi bagiku untuk berhasil*
- ❖ *Semua keluarga di Rembang, Mbah Kakung, Mbah Putri, Bulek dan Om yang selalu mendo'akan aku*
- ❖ *Mas Anang, yang selalu mengerti dan memahamiku, U are My Real Inspirations...*
- ❖ *Keluarga di Wonosobo, Bapak dan Ibu Yasin, Rully, Apip, Mas Bud, Kakung terima kasih untuk do'anya.*
- ❖ *V – 3, my best partner, thanks for everything...*
- ❖ *Teman – temanku, Ime, Anik, Ety, Silvi, In, Willy dan semua teman – teman kosku, sukses buat semua...*

- Mertty Hariyaniek -

HALAMAN PERSEMBAHAN

Allhamdulillah Rabbil 'Aalamîn

*Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT
Yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya serta memberikan
Kemudahan kepada kami sehingga dapat menyelesaikan
Tugas akhir ini dengan baik,*

*Dengan izin-Nya pula,
Kupersembahkan karyaku ini untuk:*

*Mama dan Ayah tercinta yang dengan keikhlasan dan kesabaran
Yang tiada henti - hentinya memberikan dukungan dan semangat, serta doa
Untuk keberhasilanku,
Mudah-mudahan ini merupakan suatu bentuk dari sebagian kecil bakti dan patuhiku,
Buat keluarga besardj jepara...mbah kakung, mbah putri, tante dan om..thanks buat doanya
Buat adek-adek ku, neny...the sweetest thing we ever past will last forever
Dio and dedek faris.....grew up bro, while the world will waiting for U all
Dearest indra.....U are not everything but without U I am nothing
Merty, the best partner. Thanks.....for everything about, U are the best...
Temen-temen kps ku, especially....cik mun ku n mb melly...thanks for our friendship,
My friends, abang, ime, ety, anik, ririn....thanks for your supports,
Temen- temen LIA course ku...thanks for the absent,
Jepara Community.....thanks for all guys
Bapak— bapak yang di pengajaran...makasih ya
And for anyone who support me everything, anything n everywhere...luv u all*

- Euis Sufitri -

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan.....	5
2.2 Beberapa Literatur yang Menunjang Penelitian.....	7
BAB III. LANDASAN TEORI	
3.1 Metode Konstruksi <i>Basement</i>	9
3.1.1 Definisi Metode Konstruksi <i>Basement</i>	9
3.1.2 Pertimbangan Penerapan.....	10

3.1.3 Tahapan Pelaksanaan Pembuatan <i>Basement</i>	11
3.1.4 Keuntungan	12
3.1.5 Pekerjaan Utama.....	13
3.2 Metode Konstruksi <i>Upward</i>	31
3.3 <i>Basement</i>	32
3.4 Manajemen Konstruksi.....	33

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Subyek Penelitian.....	35
4.2 Objek Penelitian.....	35
4.3 Data yang Diperlukan.....	35
4.4 Cara Pengumpulan data.....	36

BAB V. METODE KONSTRUKSI PEMBUATAN BASEMENT

5.1 Deskripsi Proyek.....	38
5.2 Metode Kontruksi Pembuatan Basment.....	41
5.2.1 Analisis Penggunaan Dinding Penahan Tanah	41
5.2.1.1 Dinding Diafragma dengan Tiang Bor.....	41
5.2.1.2 Dinding Diafragma dengan Panel.....	44
5.2.1.3 Dinding Penahan Tanah dengan <i>Soil nailing</i>	48
5.2.1.4 Kesimpulan.....	51
5.2.2 Tekanan dan Stabilitas Tanah.....	53
5.2.2.1 Stabilitas Parit.....	53
5.2.2.2 Tekanan Tanah.....	56
5.2.2.3 Kestabilan dan <i>Deformasi</i> Dinding.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1	Surat Bimbingan Tugas Akhir
Lampiran 1.2	Kartu Peserta Tugas akhir dan Lembar Konsultasi
Lampiran 1.3	Surat Permohonan Permintaan Data Kepada Bapak Ir. Sarwoko
Lampiran 1.4	Daftar Hadir Seminar Proposal Tugas Akhir
Lampiran 2.1	<i>Layout</i> Proyek Pembangunan Pasar Tanah Abang
Lampiran 2.2	Denah Lantai <i>Basement 2</i> - Lantai Atap
Lampiran 2.3	Denah Stek D - Wall
Lampiran 3.1	<i>D-wall Layout</i>
Lampiran 3.2	<i>Reinforcement d-wall 1</i>
Lampiran 4.1	Denah <i>Pile</i> dan <i>Diaphragm Wall</i>
Lampiran 4.2	<i>Detail Pile Cap</i>
Lampiran 5.1	Data Monitoring <i>Diaphragm Wall</i>
Lampiran 5.2	Data Monitoring <i>Dewatering</i>
Lampiran 6.1	Pemasangan <i>Soil Nailing</i>
Lampiran 6.2	<i>Front View Ground Anchor</i>
Lampiran 7.1	Daftar nilai Kp dan Ka

ABSTRAK

Pembangunan prasarana fisik khususnya gedung bertingkat di kota-kota besar makin pesat. Pesatnya laju pembangunan membutuhkan peruntukan lahan yang makin luas. Di lain pihak, harga lahan sangat tinggi, akibatnya biaya pembangunan menjadi mahal. Keadaan ini diatasi dengan mengadakan transformasi *vertical*. Transformasi *vertical* mengakibatkan munculnya bangunan tinggi (*highrise building*). Dari sisi ekonomis bangunan tinggi sangat menguntungkan, namun dari sudut pandang teknis, menimbulkan berbagai permasalahan seperti stabilitas bangunan terhadap angin dan gempa, berat sendiri yang besar, *settlement* dan permasalahan – permasalahan lain yang mengakibatkan timbulnya berbagai *limitasi* pada pembangunan suatu bangunan tinggi. Permasalahan yang kerap muncul pada pembangunan suatu bangunan tinggi adalah saat pembuatan *basement*. Seperti diketahui *basement* adalah struktur spesifik, yang menuntut perlakuan khusus saat pembuatannya. Karenanya diperlukan suatu metode konstruksi galian *basement* yang dapat membuat *basement* tidak lagi menjadi suatu bagian yang *krusial* (kritis) dari keseluruhan proses pelaksanaan bangunan tinggi.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui penerapan Metode Konstruksi pembuatan *basement* dengan cara menguraikan tentang pelaksanaan dan kesulitan atau kendala yang dihadapi di lapangan, dengan menganalisis setiap jenis pekerjaan pada pembuatan *basement*, yaitu : pekerjaan *diaphragm wall*, *dewatering*, *anchor ground*, *ekskavasi* dan pembuatan *bored pile*.

Untuk mencegah keruntuhan tanah pada saat penggalian *multi basement* digunakan *diaphragm wall* sebagai dinding penahan sekaligus dinding *permanent* untuk *basement*. *Diaphragm wall* didefinisikan sebagai selaput beton bertulang yang *relative* tipis, dicor kedalam suatu parit dengan sisi – sisi parit tersebut, sebelum dicor didukung oleh tekanan hidrostatik dari air yang dicampur dengan *bentonite*, yang merupakan *membrane* buatan dengan suatu ketebalan dan kedalaman tertentu, dan dibuat terus menerus didalam tanah dengan pelaksanaan pembuatannya dilakukan dari permukaan tanah asli dan sebelum penggalian ruang bawah tanah dimulai.

Untuk permasalahan Muka Air Tanah diperlukan pekerjaan *dewatering*. Pekerjaan *dewatering* difungsikan untuk mengeringkan lahan galian di bawah Muka Air Tanah dan untuk mengatasi *uplift* selama masa konstruksi *basement*. Pekerjaan *dewatering* mutlak diperlukan sampai bangunan selesai atau berat konstruksi bangunan dapat mengimbangi gaya *uplift*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di Indonesia mengalami kemajuan yang sangat pesat, baik perkembangan fisik maupun non fisik. Pembangunan fisik diantaranya adalah pembangunan jalan, irigasi, dan gedung. Pembangunan gedung adalah untuk mengantisipasi berkembangnya kebutuhan akan ruang kerja sebagai penunjang pelaksanaan suatu pekerjaan.

Kota Jakarta dengan jumlah penduduk yang besar mengakibatkan tingginya volume kegiatan dan aktivitas yang pada akhirnya menuntut tersedianya berbagai fasilitas pendukung, antara lain sarana dan prasarana fisik. Pesatnya pembangunan prasarana fisik di Jakarta yang antara lain berupa bangunan gedung membutuhkan lahan yang tidak sedikit. Kenyataan ini bertolak belakang dengan kondisi yang ada. Peruntukan lahan untuk berbagai kegiatan pembangunan semakin sempit dengan harga yang tinggi serta sulitnya untuk lahan pembangunan gedung - gedung. Akibatnya biaya pembebasan lahan dan biaya pembangunan secara keseluruhan menjadi sangat mahal. Keadaan ini mengakibatkan transformasi vertikal pada pembangunan gedung, baik gedung perkantoran maupun pemukiman.

Transformasi vertikal yang merupakan satu-satunya jawaban terhadap pesatnya pembangunan prasarana fisik dan kelangkaan lahan menyebabkan munculnya bangunan-bangunan tinggi (Schueller, 1989). Bangunan tinggi dari segi ekonomis sangat menguntungkan, karena porsi harga tanah yang terus meningkat bisa diimbangi dengan makin luasnya areal ruang yang bisa dimanfaatkan. Namun secara teknis hal tersebut merupakan tantangan karena makin tinggi suatu bangunan, akan semakin kompleks permasalahan yang dihadapi. Banyak aspek-aspek desain maupun konstruksi yang harus dicermati, misalnya pengaruh angin, faktor gempa dan stabilitas bangunan itu sendiri.

Salah satu permasalahan mendasar yang perlu dicermati dalam merencanakan bangunan tinggi adalah faktor tanah. Kemampuan tanah setempat dalam memikul bangunan tinggi dengan intensitas beban yang sangat besar harus diperhatikan. Pada kondisi tanah lempung seperti di Jakarta yaitu *settlement* sangat berpengaruh dan menjadi faktor penentu, diperlukan struktur bangunan yang ringan misalnya menggunakan struktur baja atau mengkompensasikan dengan *basement* yang dalam agar pengaruh *settlement* dapat diperkecil (Tumilar, 1994).

Pada pekerjaan *basement* dan struktur bawah suatu bangunan tingkat tinggi, permasalahan utama yang sering terjadi adalah lokasi kerja yang sempit serta jarak antar bangunan yang berdekatan. Umumnya proses konstruksi dilaksanakan dari bawah ke atas (*upward Construction*). Pada metode ini pembuatan struktur bawah bangunan dilakukan dari bawah ke atas dengan menggali tanah terlebih dahulu. Aktivitas penggalian dapat dilakukan dengan berbagai metoda misalnya menggunakan sistem *open-cut* (galian terbuka) atau dinding penahan tanah dengan sistem angkur. Penerapan *open-cut* cukup rawan, karena penggalian yang terlalu dalam akan mengakibatkan

instabilitas lereng yang dapat menyebabkan kelongsoran tanah. Selain itu sistem ini sulit diterapkan pada pembuatan multi *basement* dengan lokasi kerja terbatas. Metode-metode galian seperti tersebut diatas tidak mungkin dilaksanakan pada proyek dengan areal sempit, jarak antar bangunan yang berdekatan dan kondisi geologis tanah yang buruk. Apabila penerapannya tetap dipaksakan, stabilitas bangunan di sekitar lokasi kerja akan terganggu bahkan lebih jauh dapat mengakibatkan berbagai kerusakan baik struktural maupun non struktural. Karena itu diperlukan metode pelaksanaan yang mampu mengeliminir berbagai permasalahan di atas.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang menjadi rumusan masalah adalah bagaimana metode pelaksanaan pembuatan *basement* pada areal kerja yang sempit sehingga tidak menimbulkan gangguan stabilitas terhadap bangunan di sekitar lokasi proyek.

1.3. Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan studi tentang pelaksanaan metode konstruksi pada pembuatan *basement* pada bangunan tingkat tinggi dan diharapkan *output* yang dihasilkan dapat memberikan informasi tentang bagaimana pelaksanaan pembuatan *basement* pada areal kerja yang sempit.

Studi literatur dilakukan dengan melakukan serangkaian studi terhadap proyek yang menggunakan metode konstruksi *Upward*, dalam pengerjaan *basement*.

1.4. Batasan Penelitian

Pembatasan masalah perlu dilakukan agar penelitian Tugas Akhir ini lebih terarah dan mudah dipahami sesuai dengan tujuan pembahasan serta untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan. Batasan-batasan itu adalah :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan pasar Tanah Abang.
2. *Basement* terdiri dari semi *basement*, *basement* 1 dan *basement* 2.
3. Dinding diafragma yang digunakan adalah jenis *The Mud Filled Bore Hole* yaitu dinding diafragma yang terdiri dari panel – panel yang disambung menjadi satu membentuk dinding.
4. Pondasi digunakan *bored pile* dengan diameter 1,2 meter.
5. Teori, membahas tentang metode konstruksi pembuatan *basement* dengan peninjauan pada pekerjaan *diaphragm wall* dan *dewatering*, menyangkut arti, penggunaan dinding diafragma sebagai dinding penahan tanah, yang dipersempit sebagai dinding *basement* bangunan gedung.
6. Analisa dan estimasi mengenai waktu serta biaya tidak diperhitungkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan membahas metode pelaksanaan yang berkembang di lapangan/dunia praktisi ke lingkungan pendidikan, diharapkan kaum akademisi khususnya mahasiswa yang akan segera terjun ke dunia praktisi mendapatkan sedikit gambaran tentang permasalahan teknis yang kerap timbul di lapangan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menghindari duplikasi dalam pengerjaan Tugas akhir ini, dipaparkan hasil penelitian dari tugas akhir yang pernah dilakukan dan literatur yang menunjang penyusunan yang dijadikan sebagai acuan seperti yang dijelaskan berikut ini :

2.1. Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

Sebagai bahan perbandingan dan bahan referensi untuk penelitian ini, maka akan dipaparkan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan guna menghindari duplikasi. Hasil penelitian yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Nurmanjaya Dahri K (1999)

Penelitian yang dilakukan oleh Nurmanjaya Dahri K (1999) mengenai perbandingan dua metode pelaksanaan konstruksi untuk suatu kasus yang sama yakni metode konstruksi *upward* dan metode konstruksi *top-down*. Dengan mengambil kasus metode konstruksi pembangunan *basement* pada tiga proyek yang berbeda. Dalam merencana dan menganalisis dibantu dengan suatu program aplikasi yaitu *Microsoft project 4.0*, dengan program ini pengelolaan proyek dibantu antara lain dalam

memperhitungkan jadwal waktu proyek secara terperinci. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa penerapan metode konstruksi *Top-down* memberikan percepatan sebesar 8,56%, 20,81% dan 23,73% untuk jumlah lantai basement 2, 3, dan 5. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa makin banyak jumlah lantai *basement*, penerapan metode konstruksi *Top-down* makin menguntungkan ditinjau dari waktu pelaksanaan. Biaya diasumsikan berbanding lurus dengan waktu pelaksanaan, makin cepat waktu pelaksanaan maka biaya diasumsikan makin rendah.

2. Sri Susanti dan Teresna Asih (1997)

Penelitian yang dilakukan oleh Sri Susanti dan Teresna Asih (1997) mengenai Sistem Penahan Tanah untuk Bangunan Gedung Dengan Menggunakan Dinding Diafragma. (Proyek Pembangunan Menara Merdeka di Jl. Thamrin, Jakarta). Dari penelitian tersebut didapatkan cara yang tepat untuk mengatasi adanya tekanan tanah dan tekanan air dalam pembangunan *basement* adalah dengan menggunakan sistem dinding diafragma. Sebagai dinding penahan tanah, dinding diafragma digunakan dalam berbagai situasi, diantaranya yaitu *basement* yang dalam, *shaft* pembuka untuk pekerjaan-pekerjaan bawah tanah. Sebagai penyekat kedap air, dinding diafragma digunakan untuk mengontrol aliran air tanah misalnya di bawah bendungan, di sekeliling *reservoir*, dan penggalian yang dalam dibawah permukaan air tanah.

Pelaksanaannya dimulai dengan penggalian lubang berbentuk persegi panjang yang disebut parit sampai kedalaman tertentu dan pada saat penggalian dialirkan suatu cairan penstabil untuk menahan keruntuhan isi parit.

3. Ery Saptina Yulianti dan Dyan Septita (1996)

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Ery Septina Yulianti dan Dyan Septita (1996) mengenai Mekanisme Transfer Beban Pada *Soil Nailing* sebagai struktur Perkuatan Dinding *Basement* Bangunan Bertingkat Banyak (Proyek Menara DEA, Jakarta). Dari penelitian tersebut dapat diketahui pelaksanaan perkuatan dinding galian dengan metode *soil nailing*. Pemilihan metode *soil nailing* sebagai dinding perkuatan galian *basement* proyek ini lebih kepada pertimbangan kemudahan pekerjaan serta efisiensi waktu pelaksanaan.

2.2. Beberapa Literatur yang Menunjang Penelitian

Literatur yang digunakan merupakan dasar dari penelitian yang dilakukan dan berkaitan dengan manajemen konstruksi. Literatur yang menunjang penelitian diantaranya adalah sebagai berikut ini :

1. Hamid Shahab (1996)

Metode pelaksanaan atau metode konstruksi adalah suatu metode atau aturan yang digunakan sebagai acuan pihak pelaksana dalam melaksanakan / mengelola suatu proyek sehingga mencapai hasil yang diinginkan seefisien mungkin. Metode pelaksanaan umumnya ditentukan oleh pihak perencana dan merupakan suatu rangkaian studi, desain dan supervisi. Metode konstruksi ditentukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek terkait seperti teknologi dan peralatan yang digunakan serta limitasi-limitasi yang membatasi gerak / laju proyek, seperti arus lalu lintas, kondisi lingkungan sekitar, kondisi tanah, jarak bangunan terdekat dan kemampuan tenaga kerja serta pelaksana.

Metode konstruksi harus direncanakan dengan baik sebelum proyek dimulai agar tidak menimbulkan berbagai permasalahan pada waktu pelaksanaan. Kasus-kasus pembongkaran, penambahan tulangan, redesain dan kasus-kasus lapangan yang lain pada dasarnya adalah akibat dari tidak matangnya perencanaan metode kerja, sehingga mengakibatkan proyek menjadi terganggu bahkan tertunda, yang menyebabkan berbagai inefisiensi baik waktu maupun biaya.

2. Wiratman Wangsadinata (1990)

Dinding diafragma merupakan suatu struktur bawah tanah yang dapat digunakan untuk pembuatan ruang bawah tanah, jalan bawah tanah, dan lain-lain. Apabila digunakan ruang bawah tanah pada gedung maka dinding diafragma ini dapat berfungsi sebagai dinding penahan tanah sekaligus sebagai dinding basement.

Dinding diafragma didefinisikan sebagai selaput beton bertulang yang relatif tipis yang dicor ke dalam suatu parit, dengan sisi-sisi parit tersebut sebelum dicor di dukung oleh tekanan hidrostatik dari air yang dicampur dengan *bentonite*, yang merupakan suatu membran buatan dengan suatu ketebalan dan kedalaman tertentu dan dibuat terus menerus di dalam tanah, dengan pelaksanaan pembuatannya dilakukan dari permukaan tanah asli dan sebelum penggalian ruang bawah tanah dimulai.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Metode Konstruksi *Basement*

3.1.1. Definisi Metode Konstruksi *Basement*

Metode Konstruksi *Basement* adalah suatu metode pelaksanaan (konstruksi) yang pada prinsipnya merupakan acuan bagi pihak pelaksana dalam melaksanakan / mengelola suatu proyek basement sehingga mencapai hasil yang diinginkan seefisien mungkin. (Shahab, 1997). Penerapannya antara lain pada:

- a. Sebagai *Shaft* / pembuka untuk pekerjaan – pekerjaan bawah tanah.
- b. Sebagai ruang penyimpanan bawah tanah.
- c. Bangunan parkir bawah tanah.
- d. Terowongan.
- e. *Basement* pada bangunan tingkat tinggi.

Secara singkat Metode Konstruksi pembuatan *basement* dapat dijelaskan sebagai suatu metode konstruksi pada pembuatan *basement*, dimana pada pelaksanaan urutan pekerjaannya dimulai dari pekerjaan arah ke bawah (*downward*) dan pekerjaan

arah ke atas (*upward*), setelah pelaksanaan arah ke bawah selesai, pelaksanaan arah ke atas baru dimulai.

Dalam prakteknya, pelaksanaan metode konstruksi ini terdiri dari pekerjaan arah ke bawah (*downward*) dan pekerjaan arah ke atas (*upward*), setelah pelaksanaan arah ke bawah selesai, pelaksanaan arah ke atas baru dimulai.

3.1.2. Pertimbangan Penerapan

Metode Konstruksi pembuatan *basement* sebenarnya bukan metode baru dalam dunia konstruksi. Metode ini sudah digunakan secara luas di Eropa dan beberapa negara di Asia (Hongkong, Singapura, Thailand) selama bertahun-tahun. Pertimbangan penerapan metode ini adalah pertimbangan geoteknik, pertimbangan struktur, manajemen konstruksi, kondisi dan situasi setempat dan lain-lain :

a. Pertimbangan geoteknik

Dari segi geoteknik, pertimbangan utama dilaksanakannya Metode Konstruksi pembuatan *basement* adalah adanya kondisi lahan yang tidak menguntungkan hal ini mengakibatkan timbulnya berbagai permasalahan dalam pembangunan struktur bawah tanah, dalam hal ini *basement*.

Permasalahan yang kerap mengganggu adalah:

- 1) Tekanan air tanah ke atas (*uplift pressure*) yang tinggi, dapat mengakibatkan struktur *basement* dan bangunan secara ekstrim terangkat.
- 2) Tekanan lateral tanah yang besar, akibatnya harus dibuat struktur dinding penahan tanah yang cukup kuat.

- 3) Adanya lapisan pasir yang dapat mengakibatkan kelongsoran lahan saat dilaksanakan ekskavasi tanah.

b. Pertimbangan struktur

Metode Konstruksi pembuatan *basement* ini dilaksanakan jika dari tinjauan struktur memang disyaratkan dan memungkinkan untuk diterapkan. Misalnya secara struktural dibutuhkan *basement* dengan *slab* lantai dan dinding yang tebal, hal ini sesuai dengan Metode Konstruksi pembuatan *basement* yang pelaksanaannya membutuhkan dinding dan *slab* lantai *basement* yang tebal.

c. Batasan dan persyaratan khusus

Ada beberapa hal yang dijadikan pertimbangan dalam melaksanakan Metode Konstruksi pembuatan *basement* disampingkan pertimbangan di atas, misalnya pertimbangan kemudahan pelaksanaan dan persyaratan setempat.

3.1.3. Tahap Pelaksanaan Metode Konstruksi Pembuatan *Basement*

Pelaksanaan Metode Konstruksi Pembuatan *Basement* dibedakan menjadi tahapan pelaksanaan arah kebawah (*downward*) dan tahapan pelaksanaan arah keatas (*upward*).

Tahapan pelaksanaan arah ke bawah dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Pekerjaan *dewatering* dikerjakan lebih dahulu untuk menurunkan muka air tanah.
- b. *Diaphragm wall* sebagai dinding penahan tekanan lateral tanah dan pemutus aliran air tanah (*cut off wall*) dikerjakan setelah pekerjaan *dewatering*.
- c. Setelah pekerjaan *diaphragm wall*, dilanjutkan dengan pekerjaan ekskavasi / galian.
- d. Pada pelaksanaan pekerjaan ekskavasi pada kedalaman tertentu dipasang angkur.

- e. Pekerjaan fondasi (*bored pile*) dikerjakan setelah pekerjaan galian mencapai kedalaman yang diinginkan.

Tahap pelaksanaan arah ke atas pada Metode Konstruksi pembuatan *basement* adalah :

- a. Setelah pekerjaan pondasi (*bored pile*) dilanjutkan dengan pembuatan lantai kerja.
- b. Pembuatan *pilecap* yaitu pekerjaan yang menyatukan pondasi *bored pile* dilaksanakan setelah pembuatan lantai kerja selesai.
- c. Setelah pekerjaan *pilecap*, dilanjutkan dengan pembuatan *tie beam*.
- d. Pembuatan kolom dilaksanakan setelah pembuatan *tie beam* selesai.
- e. Setelah pembuatan *tie beam* selesai, dilaksanakan pembuatan pelat lantai *basement* terdalam dikerjakan.
- f. Setelah pembuatan pelat lantai *basement* dilanjutkan dengan pelaksanaan pekerjaan dari lantai dasar sampai dengan lantai tertinggi, pelaksanaan pekerjaannya sama dengan metode konvensional yang urutan pekerjaannya lazim dilaksanakan pada pekerjaan struktur, yaitu pekerjaan kolom, balok dan pelat.

3.1.4. Keuntungan

Jika dibandingkan dengan sistem *open-cut* dalam, Metode Konstruksi *Basement* ini memiliki berbagai keuntungan sebagai berikut (Shahab, 1997) :

- a. Dapat membuat dinding *basement* sedekat mungkin ke batas bangunan yang bersebelahan.
- b. *Strutting* horisontal (*bracing*) yang sifat struktur sementara dapat ditiadakan atau dikurangi. Struktur lantai *basement* yang permanen difungsikan juga sebagai *strutting*.

- c. *Displacement* arah horisontal dari dinding penahan tanah pada umumnya dapat banyak dikurangi.
- d. Bangunan dan sarana di sekitarnya lebih aman stabilitasnya.

3.1.5 Pekerjaan Utama

Pada metode konstruksi *up-ward* ini terdapat beberapa bagian pekerjaan utama sebagai berikut:

a. Dewatering

Pelaksanaan *basement* yang berlapis – lapis memerlukan proses penggalian tanah yang tidak jarang harus dilakukan hingga belasan meter di bawah permukaan air tanah. Keberadaan air tanah ini jelas mempengaruhi perencanaan dan tehnik pelaksanaan struktur *basement* tersebut. Ketidaktahuan atau pengabaian akan keadaan dan perilaku air tanah ini dapat berpengaruh besar terhadap kelancaran proyek. Tidak jarang aspek ini mengakibatkan tertundanya pelaksanaan proyek dan bahkan proye harus di desain ulang.

Pengerjaan *dewatering* diperlukan untuk mengeringkan lahan galian dibawah muka air tanah dan untuk mengatasi *up lift* selama masa konstruksi *basement*. Pekerjaan *dewatering* mutlak diperlukan sampai bangunan selesai atau berat konstruksi bangunan dapat mengimbangi gaya *up lift*.

Metode pelaksanaan sebagai berikut :

- i. Penentuan titik *dewatering* harus berada dalam areal galian. Penentuan titik *dewatering* ditentukan oleh tim surveyor agar letak sumur *dewatering* tidak berada pada posisi pondasi atau *pile caps*.

ii. Dengan sistem pemompaan apabila di dalam pelaksanaan masih ada genangan air tanah akibat porositas tanah, maka di dalam pelaksanaan digunakan sistem *dewatering* dengan pit pada beberapa lokasi dengan dibuatkan parit-parit yang berfungsi sebagai *subdrain* yang mengalirkan air ke parit-parit tertentu.

iii. Konstruksi sumur *dewatering*.

iv. Tempat pompa *sump* atau pompa permukaan akan dibuat disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.

v. Perbandingan berat bangunan terhadap gaya *up lift* air tanah

b. Dinding Diafragma (*Diaphragm wall*)

Dinding diafragma sangat diperlukan pada konstruksi *basement* yang dalam dengan muka air tanah yang tinggi. Kombinasi dari dinding diafragma dan Metode Konstruksi *Basement* memberikan berbagai keuntungan dan pemecahan inovatif terhadap *dewatering* lokal pada lahan sekitarnya.

Dinding diafragma sendiri merupakan salah satu jenis dinding penahan tanah dengan atau tanpa beban pengaku yang digunakan pada galian. Dinding diafragma dapat dianggap sebagai deretan bersambungan dari unit panel dinding rapat sepanjang tepi daerah galian.

Fungsi utama dinding diafragma adalah untuk menahan gerakan tanah pada saat tanah digali dan sebagai *cut off wall* (pemutus aliran air) sehingga *basement* dapat dikerjakan dalam keadaan kering. Terkadang dinding juga dirancang untuk mendukung beban bangunan, tergantung dari kapasitas bantalan (*bearing capacity*) dari dinding itu sendiri serta struktur tanah di atasnya (Howe, 1993).

Sebagai struktur penahan tanah, terdapat berbagai variasi dinding diafragma, yang penerapannya disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi setempat. Fungsi kedua sebagai pemutus aliran (*cut off wall*), kedalaman dinding diafragma sangat penting karena jika dinding tidak cukup dalam dan aliran air tanah dibawah dinding terlalu tinggi untuk diatasi dengan sistem drainase dibawah *slab basement* terdalam, maka *slab* tersebut harus dirancang untuk dapat menahan tekanan air keatas (*uplift*) tersebut. Selain itu dinding yang kurang dalam dapat menyebabkan *settlement* pada sekitar dinding. Namun untuk menentukan kedalaman, harus diperhitungkan pula dengan harganya yang mahal yakni sekitar US\$ 300/m² (Nolan, 1993). Ketebalan dan tulangan dinding diafragma ditentukan oleh tekanan lateral tanah dan ruang internal, yakni tinggi antar *slab* lantai *basement*. Dinding diafragma mulai dikerjakan pada saat tanah belum digali sama sekali (Nolan, 1993).

Pada pelaksanaan Metode Konstruksi *Basement* dengan menggunakan dinding penahan tanah berjenis *diaphragm wall* terdapat beberapa keuntungan, yaitu :

- i. Dapat dilakukan pada segala macam jenis tanah dan secara teoritis tanpa pembatasan kedalaman.
- ii. Dapat mempunyai 3 fungsi sekaligus yaitu sebagai penahan tanah, sebagai dinding *basement*, sebagai penyekat yang kedap air dan sebagai elemen pemikul beban bangunan.
- iii. Dapat dilaksanakan praktis tanpa jarak dengan bangunan yang bersebelahan.
- iv. Dinding penahan tanah galian akan juga merupakan bagian dari struktur permanen. Dengan perkataan lain dinding struktur galian yang bersifat sementara

bisa ditiadakan (termasuk aktivitas pencabutan kembali *steel sheet pile* menjadi hilang).

- v. Penerapan konstruksi ini menyebabkan suara dan getaran yang ditimbulkan selama proses konstruksinya minimal.
- vi. Dinding diafragma dapat dibuat sangat dalam. Umumnya dibuat dengan kedalaman 45 m – 60 m.
- vii. Area galian tanah relatif lebih kecil dengan tidak diperlukan lagi penyediaan ruang kerja antara penahan tanah sementara dengan struktur dinding permanen.
- viii. Area kerja yang bisa dimanfaatkan kontraktor menjadi lebih besar.
- ix. Luas *basement* terpakai menjadi lebih besar.
- x. Keandalan kedap air menjadi relatif lebih tinggi.
- xi. Dalam kaitan dengan struktur keamanan yang memerlukan dinding tebal, sebagian sudah terpenuhi fungsinya.

Pada pembuatan dinding diafragma, sebelumnya harus ditinjau dahulu keadaan tanah dan yang berhubungan dengannya. Pada tanah tersebut ditinjau keseimbangan - keseimbangan gaya yang ada. Tekanan dan stabilitas tanah merupakan hal yang sangat penting untuk diperhitungkan.

1) Pembuatan Dinding pengarah (*guide wall*)

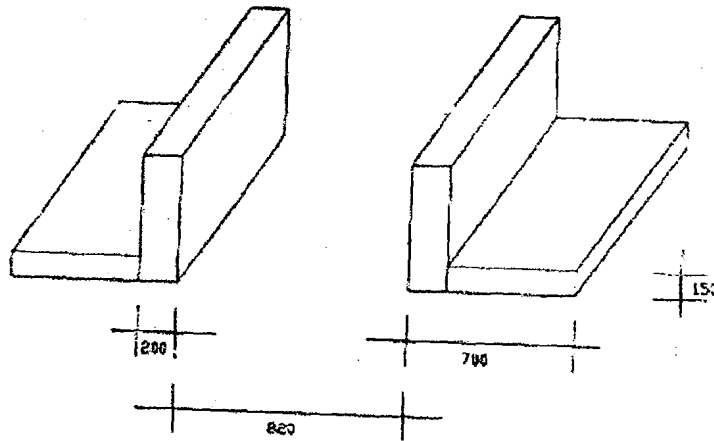
Langkah pertama yang selalu dilakukan dalam pelaksanaan *diaphragm wall* adalah pembuatan *guide wall*. Dinding pengarah ini merupakan dua balok beton bertulang yang dipasang searah dengan posisi dinding diafragma yang di buat. *Guide wall* adalah suatu konstruksi beton bertulang yang bersifat sementara, dibangun sejajar dengan permukaan parit.

Fungsi dari dinding pengarah adalah :

1. Melindungi sisi atas panel dari kerusakan akibat terhantam alat penggali panel.
2. Mencegah atau mengurangi pergerakan horisontal lapisan tanah permukaan pada saat penggalian dilakukan.
3. Penstabil lapisan permukaan dari keruntuhan.
4. Untuk mengarahkan alat penggali panel.
5. Sebagai saluran penghantar cairan penstabil ke dalam dan ke luar lubang panel.

Agar *guide wall* dapat berfungsi dengan baik, harus memenuhi kriteria di bawah ini :

- i. Permukaan *guide wall* harus datar dan rata, sehingga dapat dipasang rel untuk landasan kerja dan gali
- ii. Konstruksinya harus benar-benar *vertical*
- iii. Garis tengah *guide wall* harus segaris dengan dinding diafragma
- iv. Jarak bersih antara *guide wall*, lebih besar 5 cm dari lebar dinding diafragma
- v. Penopang dari timber perlu dipasang untuk menghindari pergerakan atau keruntuhan dari *guide wall*
- vi. Dipasang tulangan baja
- vii. Desain berdasarkan beban yang akan bekerja di atasnya.



Gambar 3.1 Penampang dinding pengarah.

2) Pembuatan Parit

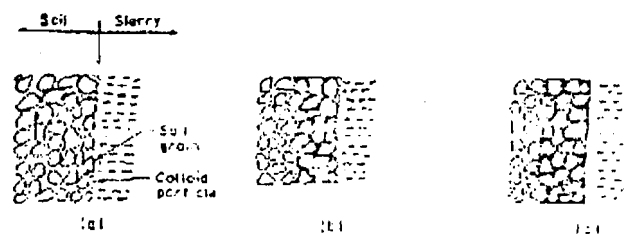
Dalam pembuatan parit dikenal beberapa metode yaitu ; *trenching* dengan *drill* dan *trenching* dengan *grab*. Dalam perencanaan ini digunakan *trenching* dengan *grab*, dimana *grab* adalah sebuah *bucket* yang pada ujung - ujungnya terdapat gigi - gigi, yang digerakkan secara mekanik atau hidrolik. Penggalan parit dengan *grab* harus mengikuti langkah - langkah berikut, pertama adalah menggali pada salah satu sisi panel, kemudian dilanjutkan pada sisi satunya, dan terakhir penggalian ditengah-tengah panel.

3) Stabilitas Parit

Masalah kestabilan parit merupakan faktor yang penting dalam pelaksanaan dinding diafragma. Kestabilan ini harus sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan penurunan pada jalan, bangunan, atau sarana-sarana yang ada disekitar proyek.

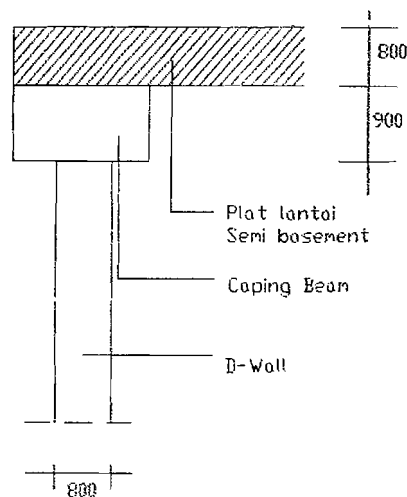
Slurry Bentonite atau lumpur *bentonite* merupakan bahan yang digunakan pada pembuatan dinding diafragma, yang sifatnya untuk menjaga dinding galian agar tetap stabil, karena adanya tekanan hidrostatik dari *slurry*. Stabilitas parit akan terjadi lebih efisien dan efektif, mengingat hal-hal sebagai berikut :

- i. Lumpur *Bentonite* mempunyai berat jenis yang lebih besar daripada air (1.05 – 1.10), sehingga memberikan tekanan yang lebih besar kepada dinding parit dan karenanya memberi efek pemantapan yang lebih besar.
- ii. Larutan *Slurry Bentonite* secara perlahan merembes ke dalam pori-pori tanah sambil mengendapkan partikel-partikel koloid di dalamnya, disusul dengan terbentuknya suatu lapisan lempung tipis pada permukaan dinding, lapisan lempung permukaan ini sangat kedap air, sehingga tekanan dari *slurry* dapat bekerja penuh pada permukaan dinding parit.



Gambar 3.2 Pembentukan tahu lumpur

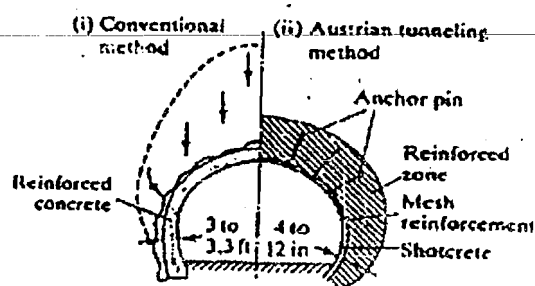
- a. Pengendapan partikel koloid di dalam pori tanah.
- b. Agar – agar (gel) membentuk tahu lumpur
- c. Pembentukan lapisan permukaan yang kedap air.



Gambar 3.6 Capping Beam

c. Anchor Ground

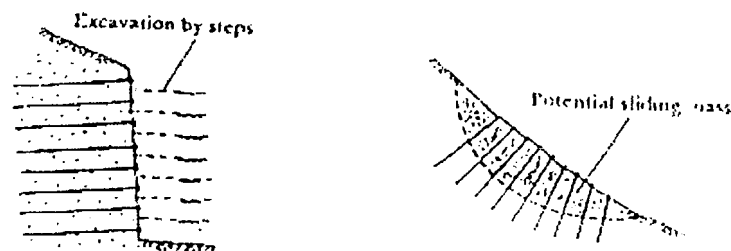
Anchor ground atau *soil nailing* lahir dari pengembangan system kombinasi antara *shotcrete* dan *rockbolting* yang dipakai sebagai system penunjang pada galian terowongan yang dipakai pada *New Austrian Tunelling Methode*.



Gambar 3. 7 Perbedaan metode konvensional dengan metode *soil nailing* pada pekerjaan galian terowongan di Austria.

Pada prinsipnya metode ini dapat dikatakan sebagai struktur *reinforced earth*, dimana perbedaan utama keduanya hanya pada masalah pemakaian *soil nailing* digunakan pada pekerjaan penggalian dan pekerjaan penanggulan.

Pada dasarnya aplikasi metode *soil nailing* ini adalah perkuatan lereng dan struktur perkuatan dinding galian.



Gambar 3.8 Soil nailing

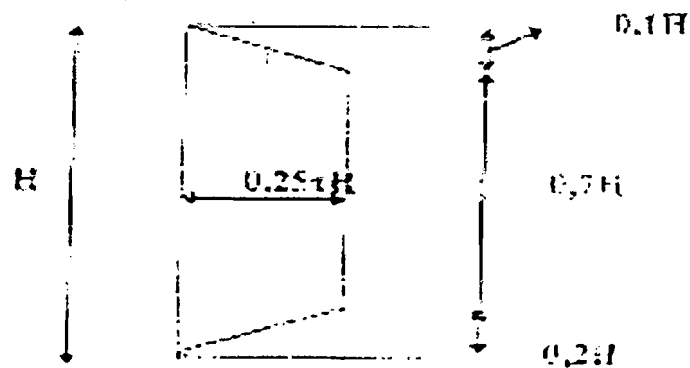
a). sebagai struktur dinding penahan tanah b). sebagai perkuatan lereng.

Perbedaan diantara keduanya adalah :

1. Pada *soil nailing* sebagai perkuatan lereng penempatan inklusinya mendekati tegak lurus terhadap bidang kelongsoran, fungsi yang bekerja dominan adalah tegangan geser dan kekakuan dari inklusi tersebut.
2. Pada *soil nailing* sebagai struktur perkuatan dinding galian penempatan inklusinya cenderung ke arah horizontal sedangkan fungsi yang bekerja dominan adalah kuat tariknya.

Metode *free earth support* menganggap bahwa dinding adalah kaku dan dapat berotasi pada permukaan batang *ground anchor*, dan keruntuhan yang terjadi akibat rotasi ada disekitar batang *ground anchor*.

Perencanaan hitungan *ground anchor*, menggunakan diagram tekanan tanah lateral dari *Tschebotarioff* (1973), yaitu :



Gambar 3.9 Diagram tekanan tanah lateral
dari *Tschebotarioff* (1973)

Daya dukung dari *ground anchor* dihitung dari persamaan :

$$T = A_s \cdot \tau = \pi \cdot D \cdot L_a \cdot \tau \dots\dots\dots (3.1)$$

Maka panjang lekatan *ground anchor* adalah :

$$L_a = \frac{T}{\pi \cdot D \cdot \tau} \dots\dots\dots (3.2)$$

Panjang total *ground anchor* :

$$L = \frac{Fs. \sigma_u. v. h}{\pi. D. \sigma_v. \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi\right)} \dots\dots\dots (3.3)$$

d. Penggalian

Sebelum penggalian / *ekskavasi*, terlebih dahulu dilakukan pemasangan sumur-sumur *dewatering* untuk memperkecil tekanan air tanah. Sumur-sumur *dewatering* tersebut terenuhi dengan kerikil dan pemompaan dimulai segera setelah pengerjaan dinding diafragma.

Penggalian dimulai setelah *dewatering* dioperasikan. Material digali sampai batas *slab* lantai *basement*. Selama proses penggalian ini alat-alat berat menggunakan *strutting* lantai *basement* sebagai lantai operasional. Metode kerja galian lantai dasar sampai dengan *basement 2*, yaitu :

- i. Menentukan peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan galian, struktur, pengangkutan dan pembuangan hasil galian.
- ii. Menentukan jalur distribusi alat dan barang / material.
- iii. Membuat jadwal pekerjaan per subsektor area dari lantai dasar sampai dengan *basement 2*.
- iv. Menentukan area untuk *ramp* kerja sementara.
- v. Menentukan tahapan area penggalian, level bawah galian pada tiap lantai *basement*, kemiringan galian, waktu penggalian dan pengangkutan tanah hasil galian.

Pada Metode Konstruksi pembuatan *basement* lantai *basement* paling bawah adalah lantai pertama yang dikerjakan lengkap (tidak ada bagian yang ditinggal).

Setelah lantai selesai, konstruksi pekerjaan berikutnya berjalan ke atas seperti penyelesaian kolom, dinding dan *upper structure*, sesuai rencana bangunan.

e. Bored pile

Pondasi tiang digolongkan berdasarkan material, cara pelaksanaan dan lain sebagainya. berdasarkan material bahan tiang, tiang dibedakan menjadi empat yaitu tiang kayu, tiang baja, tiang beton dan tiang komposit. Tiang beton dalam pembuatannya dibedakan menjadi tiang beton pracetak (*precast concrete pile*) dan tiang beton cor di tempat (*cast in place*).

Pembuatan tiang dengan cara dicor di tempat (*cast in place*) yang sering disebut juga dengan *bored pile* atau tang bor adalah suatu cara tiang di cetak pada lubang dalam tanah, berbentuk seperti tiang, kemudian ke dalam lubang tersebut dituangkan adukan beton. Pondasi tiang bor dibuat dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu kemudian mengisinya dengan beton.

Tiang bor dapat diklasifikasikan berdasarkan desainnya dalam meneruskan beban ke lapisan bawahnya. Macam tiang bor berdasarkan hal tersebut adalah :

1. Tiang bor lurus

Tiang tersebut menerus melalui tanah jelek dengan ujungnya terletak pada tanah baik ataupun cadas (*rock*). Tahanan terhadap beban yang bekerja terdiri dari tahanan ujung serta gesekan antara permukaan kulit tiang dengan tanah.

2. Tiang bor dengan pembesaran ujung (*underreamed pile*)

Tiang tersebut terdiri dari badan tiang (*shaft*) dengan ujung yang membesar.

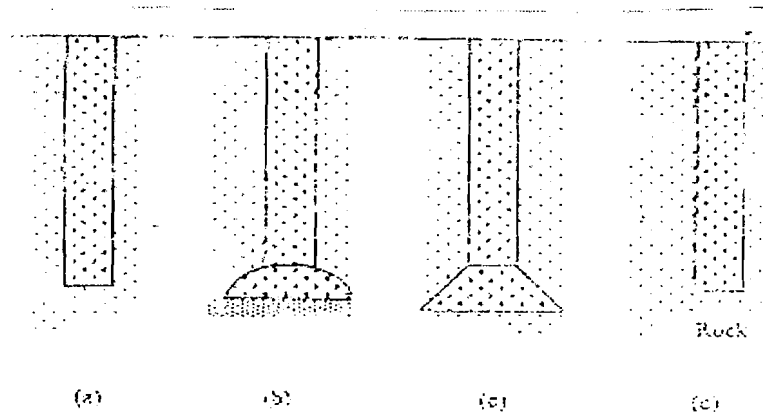
Ujung tiang yang membesar tersebut terletak pada tanah dengan kapasitas dukung

yang baik. Ujung tiang dapat berupa kubah (*dome*) ataupun bersudut (*angle*).

Besar sudut tiangnya antara 30° - 45° dengan arah vertikal.

3. Tiang bor lurus dengan ujung menembus lapisan cadas (*rock*).

Tiang tersebut perhitungan kapasitasnya dengan anggapan seluruh beban didukung oleh gesekan kulit dan tahanan ujungnya



Gambar 3.10 Macam tiang bor

berdasarkan desain bentuk dalam transfer beban

Penggunaan tiang bor mempunyai beberapa keuntungan dan kekurangan, yang antara lain.

Keuntungannya :

1. Tiang bor dapat dipakai secara individu atau tunggal tanpa menggunakan pilecap
2. Pada pembuatannya tidak merusakkan struktur didekatnya, karena tidak seperti tiang pancang yang pada saat dipancang menggunakan hammer sehingga menimbulkan getaran tanah.
3. Tiang yang dipancang pada tanah lempung dapat menimbulkan pengangkatan tanah (*ground heaving*) serta dapat mengakibatkan pergerakan ke samping

(*lateral*) dari tiang sekitarnya yang telah dipancang sebelumnya. Kondisi tersebut tidak terjadi pada pembuatan tiang bor.

4. Kondisi tanah sebenarnya dapat diketahui saat pengeboran, dibandingkan dengan prediksi sebelumnya.
5. Jika didapati kondisi diluar perencanaan awal, perubahan diameter dan panjang tiang dapat segera disesuaikan.
6. Pada pelaksanaan pembuatan tiang bor, tidak ada polusi suara dari *hammer* seperti pada tiang pancang.
7. Permukaan tanah pada dasar lubang sebagai ujung dari tiang bor dapat dilihat secara visual.

Kekurangannya yaitu :

1. Kualitas pencoran memerlukan pengawasan yang ketat.
2. Pekerjaan pembuatan tiang bor ditunda apabila cuaca buruk.
3. Pengangkatan tanah pada pembuaan lubang bornya dapat mengakibatkan longsornya tanah yang bisa membahayakan stuktur didekatnya.
4. Tahanan ujung tiang bor relatif lebih kecil di banding dengan tiang pancang.

Untuk pondasi tiang bor sebagai penahan tanah kemampuan daya dukungnya dapat dimasukkan/digolongkan ke dalam *adhesive pile*

Daya dukung dari tiang bor tersebut dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{O.L.H}{n} \dots\dots\dots(3.4)$$

f. Pile cap / pencoran mass concrete

Pekerjaan ini berfungsi untuk menyatukan tiang pondasi *bored pile* dan meratakan beban dari kolom untuk dilimpahkan pada tiang pondasi.

g. Strutting Lantai Basement

Fungsi dari pelat lantai beton pada Metode Konstruksi Basement tidak hanya sebagai lantai untuk menahan beban vertikal, tetapi juga berfungsi sebagai pengaku yang menahan deformasi lateral dinding diafragma. Dengan demikian pelaksanaan pencoran lantai ini harus diatur sedemikian rupa urutannya agar bisa berfungsi secara optimal sebagai komponen struktur.

Untuk kemudahan pelaksanaan pelat biasanya dibentuk tanpa balok. Hal ini mengingat bekisting pelat langsung dikerjakan diatas tanah, sehingga lebih mudah jika tinggi pelat dan balok dibuat sama.

Inti dari pekerjaan ini adalah menentukan *peil* lantai kerja, kedudukan lantai kerja dan pembagian daerah pembesian, bekisting dan pencoran.

3.2. Metode Konstruksi *Upward*

Metode konstruksi arah ke atas (*upward*) adalah metode pelaksanaan yang kerap dilaksanakan pada suatu proyek. Secara singkat metode konstruksi arah keatas dapat diterangkan bahwa proses pembangunan dilaksanakan sesuai urutan dari bawah keatas. Untuk pembuatan suatu struktur bawah tanah, khususnya *basement*, secara garis besar urutan aktivitas yang dilaksanakan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan *dewatering* yang berfungsi untuk menurunkan muka air tanah.

2. Pekerjaan dinding tanah, yang berfungsi menahan tekanan lateral tanah dan sebagai pemutus aliran tanah. Dalam prakteknya dinding penahan tanah dapat berupa turap *bored pile*, *diaphragm wall* dan lain-lain.
3. Proses *ekskavasi* tanah, proses ekskavasi tanah dilaksanakan sampai level *basement* terdalam.
4. Pekerjaan pondasi, yang dapat berupa tiang pancang atau tiang bor.
5. Pekerjaan *pilecap* yang menyatukan seluruh pondasi.
6. Pekerjaan struktur *basement*, yang dimulai dengan pembuatan kolom, balok pelat lantai *basement* dan dinding *basement*.
7. Pekerjaan struktur atas

3.3. *Basement*

Basement secara sederhana dapat didefinisikan sebagai ruangan pada gedung bertingkat yang terletak di bawah permukaan tanah. Ditinjau dari segi struktur, konstruksi *basement* mempunyai fungsi utama antara lain memperdalam kedalaman dasar pondasi yang memberikan pengaruh terhadap kenaikan besarnya daya dukung *ultimite* tanah dasar pondasi (Soeryolelono, 1993). Selain itu *basement* juga berfungsi untuk memperbesar stabilitas konstruksi gedung terhadap gaya geser atau gaya guling yang mungkin terjadi. Karena dalam pembuatan *basement* akan dilakukan penggalian, jika berat tanah yang digali sama dengan berat bangunan di atasnya, maka secara *teoritis* tidak terjadi penurunan bangunan. Sedangkan fungsi sekunder yang terlihat dilapangan sebenarnya tidak lebih dari pemanfaatan *basement*, misalnya sebagai ruang mesin, tempat parkir, gudang dan *utilitas* lainnya.

Pembuatan *basement* sangat kompleks karena terkait langsung dengan tanah yang karakteristiknya tidak bisa diduga. Sering suatu proyek bangunan terhambat karena aktivitas pembuatan *basement* yang bermasalah. Permasalahan yang sering timbul adalah retak pada dinding *basement* akibat tekanan air tanah serta *basement* yang terangkat akibat tekanan air tanah keatas (*uplift pressure*)

Mengingat fungsi *basement* yang sangat penting dan pelaksanaan pembuatannya yang spesifik, diperlukan suatu metode pelaksanaan pembuatan *basement* yang selain dapat mengantisipasi permasalahan yang mungkin timbul, juga dapat mempercepat waktu pelaksanaannya proyek secara keseluruhan. Dalam tugas akhir ini akan dicoba dipaparkan cara pembuatan *basement* pada suatu proyek yang mempunyai lokasi yang sempit.

3.4. Manajemen Konstruksi

Manajemen selalu dikaitkan dengan usaha bersama dari sekelompok orang untuk mencapai suatu tujuan tertentu yang berupa kesejahteraan dan kebahagiaan bagi semua orang / masyarakat dengan cara / tehnik terarah yang didukung oleh perlengkapan peralatan serta dilaksanakan dengan urutan kegiatan tertentu dengan maksud agar dengan usaha yang minimal diperoleh hasil yang maksimal (Djojowiriono, 1991). Pengertian konstruksi dapat dideskripsikan sebagai usaha kreatif untuk mengelola 4 faktor M, yakni *Materials, Manpower, Machines dan Money* untuk diwujudkan menjadi suatu fasilitas konstruksi (Halpin & Woodhead, 1980).

Dari kedua pengertian tersebut manajemen konstruksi dapat diartikan bagaimana suatu sasaran (pembangunan) dikelola dengan melibatkan berbagai faktor, agar

diperoleh hasil sesuai dengan tujuan. Lingkup dan kompleksitas manajemen suatu proses konstruksi sangat tergantung dari kompleksitas konstruksi, teknologi yang digunakan, organisasi konstruksi yang mendukung dan keadaan lingkungan sekitar serta hubungan antar pihak yang terlibat.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa penerapan suatu teknologi (metode) dalam sebuah proses konstruksi sangat mempengaruhi hasil akhirnya, yang secara nyata dapat dilihat dari parameter dasar dalam dunia konstruksi, yakni *cost, quality dan time* (biaya, mutu, waktu)

Dalam kaitannya dengan tugas akhir ini, metoda konstruksi pembuatan *basement* adalah salah satu metode pelaksanaan alternatif yang pelaksanaanya diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi suatu proyek. Pelaksanaan metode konstruksi pembuatan *basement* ini diharapkan dapat menguntungkan ditinjau dari sudut manajemen konstruksi khususnya cara pengerjaan dan pelaksanaan proyek.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Subyek Penelitian

Subyek dalam penelitian ini adalah pembangunan gedung pasar Tanah Abang Blok A, Jakarta Pusat.

4.2 Objek Penelitian

Objek Penelitian ini adalah pembuatan *Basement* pada proyek pembangunan gedung Pasar Tanah Abang Blok A dengan pembahasan pada pekerjaan *dewatering* dan *diaphragm wall* dengan system *The Mud Filled Bore Hole*.

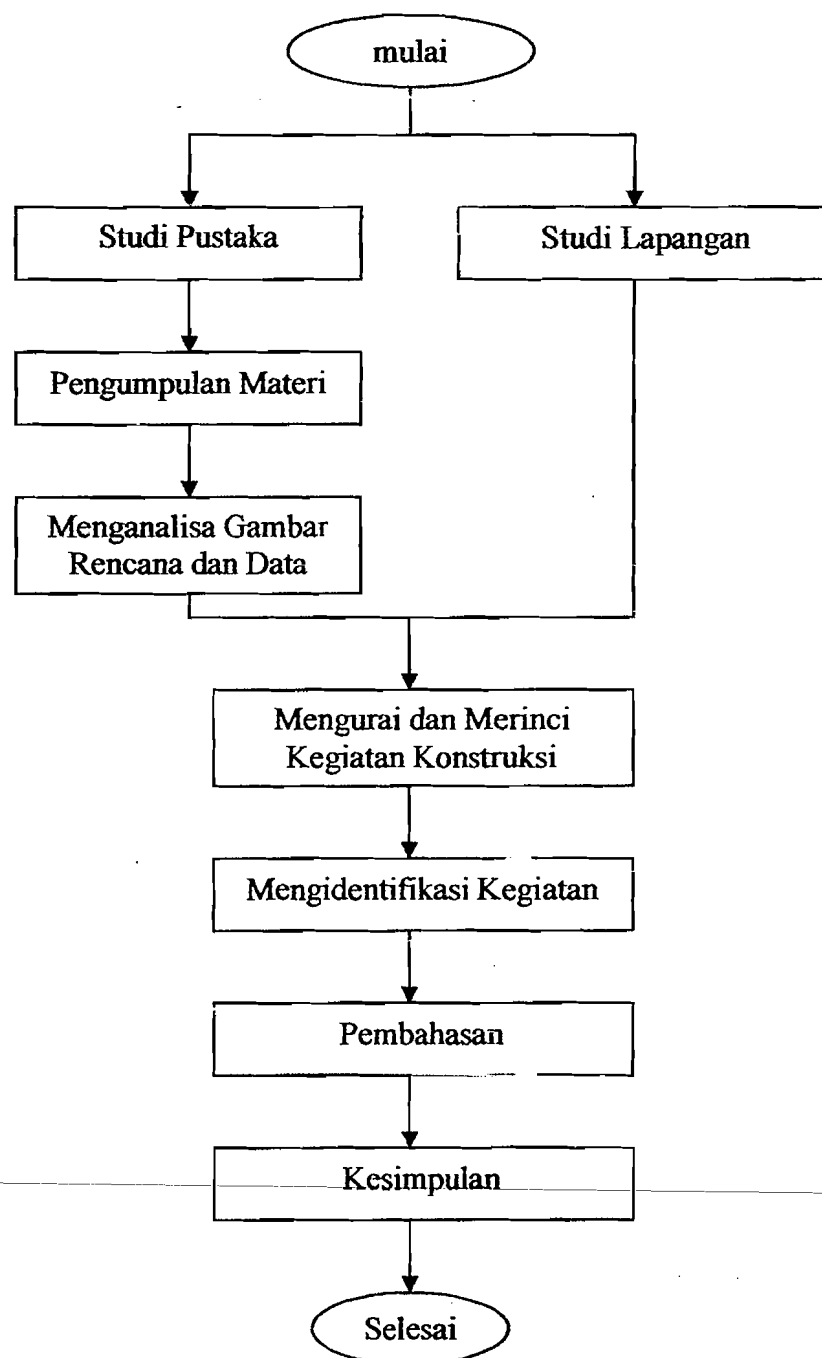
4.3 Data yang Diperlukan

Data yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Gambar rencana
2. Denah lokasi
3. Laporan monitoring pergerakan *diaphragm wall* dan monitoring *dewatering*
4. Rencana kerja dan syarat-syarat (RKS)

4.4 Cara Pengumpulan Data

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dengan cara "*study literature*" dan melihat langsung cara pelaksanaan pekerjaan pada proyek pasar Tanah Abang Blok A, Jakarta Pusat. Hal-hal yang berhubungan dengan materi pembahasan diambil dari berbagai buku literatur dan tulisan ilmiah dari majalah.



Gambar 4.1

Bagan Alur Penelitian

BAB V

METODE KONSTRUKSI PEMBUATAN *BASEMENT*

DAN ANALISIS TIAP PEKERJAAN

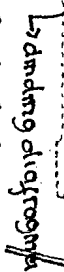
5.1 Deskripsi Proyek

Lokasi pembangunan proyek pasar Tanah Abang terletak di Jalan Fachrudin Jakarta Pusat.

Secara geografis dibatasi oleh :

- a. Sebelah Utara : Ruko dan vihara
- b. Sebelah Timur : Pasar blok F2
- c. Sebelah Selatan : Pasar blok B
- d. Sebelah Barat : Kantor pemasaran

Lokasi ini terletak diantara bangunan – bangunan yang memiliki mobilitas aktivitas tinggi untuk itu diperlukan metode konstruksi yang baik dan benar sehingga tidak mengganggu jalannya aktivitas lingkungan sekitar proyek.. Karena letak lokasi proyek yang sempit, maka tempat persediaan material ditempatkan di luar lokasi proyek. Selanjutnya denah lokasi proyek dapat dilihat pada gambar 5.1.



FOR INFORMATION
DCE
PROPERTY OF THE DEPARTMENT OF COMMERCE
DO NOT WRITE IN THESE SPACES

Proyek pembangunan pasar Tanah Abang blok A dilakukan secara bertahap yang terdiri dari 14 lantai, dengan 2 lantai *basement*, 1 lantai *semi basement*, 1 lantai *lower ground* dan 1 lantai *ground*. Secara keseluruhan bangunan menempati areal seluas 8260,72 m². Proyek pembangunan pasar Tanah Abang blok A secara keseluruhan diselesaikan dalam waktu kurang lebih 7 bulan dan pelaksanaan pembangunan dimulai pada tanggal 17 Juli 2004 sampai dengan tanggal 25 Februari 2005, waktu kerja proyek dilaksanakan 24 jam dalam sehari.

Dari data *boring profile* didapatkan keadaan tanah pada proyek pasar Tanah Abang sebagai berikut :

- a. Dari elevasi 0,0 sampai dengan -6 m keadaan tanah adalah *clay*.
- b. Dari elevasi -6 m sampai dengan -11 m keadaan tanah adalah *silt*.
- c. Dari elevasi -11 sampai dengan -26,25 m keadaan tanah adalah *clay*.

Dari data di atas didapatkan bahwa sebagian besar tanah terdiri dari lempung. Tanah lempung mengandung atau terletak di atas lapisan tanah pendukung yang tidak kedap air, air tanah tidak akan menimbulkan kesulitan untuk membuat suatu penggalian yang bersifat sementara. Sebaliknya, kestabilan lereng yang bersifat temporer dalam tanah lempung tergantung tidak hanya pada kekuatan lempung, tetapi juga kedalaman penggalian dan kedalaman lapisan tanah keras. Karena itu diperlukan suatu metode konstruksi yang baik dan tepat dalam melakukan penggalian supaya aman bagi stabilitas tanah dan bangunan yang ada di sekitar lokasi proyek.

Pada proses penggalian tanah untuk area *basement*, kemungkinan dapat terjadi kelongsoran tanah. Untuk menghindari hal itu maka diperlukan dinding penahan tanah yang dapat menjaga kestabilan tanah selama proses penggalian berlangsung. Dinding penahan tanah yang dipakai dapat bersifat temporer maupun permanen.

Dinding penahan tanah dibedakan menjadi 3 yaitu ;

1. Dinding diafragma terdiri dari tiang – tiang bor.
2. Dinding diafragma terdiri dari panel – panel yang dikombinasikan dengan angkur
3. Dinding penahan tanah dengan perkuatan *soil nailing*.

5.2 Metoda Konstruksi Pembuatan *Basement*

5.2.1 Analisis Penggunaan Dinding Penahan Tanah

5.2.1.1 Dinding Diafragma Terdiri dari Tiang Bor

The continuous bored pile wall adalah dinding diafragma yang terdiri dari tiang – tiang bor yang disusun secara berhimpit beruntun dan membentuk suatu dinding. Pada metode ini dinding dengan tiang beruntun tersebut dapat berfungsi juga sebagai pondasi dan juga sebagai dinding diafragma. Dinding diafragma jenis tiang bor ini memiliki beberapa keunggulan antara lain :

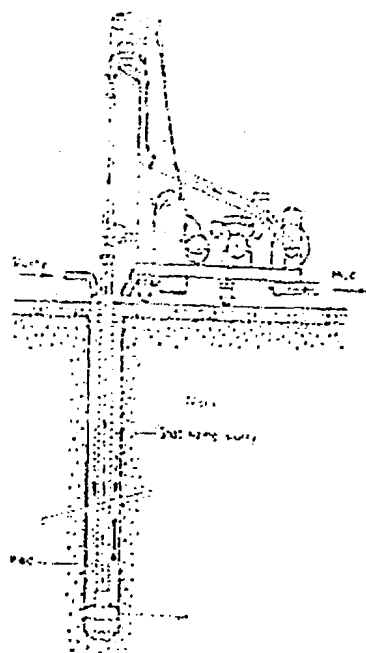
1. Dibandingkan dengan pemancangan *sheet pile* yang menggunakan *hammer* pengendali, maka system dinding diafragma dengan tiang bor lebih efektif karena tidak menimbulkan getaran dan tidak berisik sehingga tidak mengganggu aktifitas lingkungan sekitar dan tidak menimbulkan instabilitas bangunan sekitar.
2. Suatu dinding diafragma dimungkinkan dapat memenuhi tugas sebagai *retaining wall* (pemikul tekanan tanah) yaitu sebagai dinding diafragma dan sebagai *load bearing* (pemikul beban) yaitu sebagai pondasi. Sejak tugas – tugas ini dapat dipikul hanya oleh satu jenis struktur yaitu dinding diafragma dalam satu operasi pelaksanaan, berarti ini merupakan penghematan waktu dan uang.

3. Setiap fase pelaksanaan dilaksanakan dengan mekanisasi, sehingga upah buruh minimal dan produktifitas tinggi.
4. Dalam lingkungan yang telah padat dengan bangunan, serta jarak yang terbatas antar bangunan seperti kota Jakarta merupakan solusi tepat yaitu dengan penggunaan system diafragma.

Sebagaimana umumnya setiap metode konstruksi, disamping keunggulan yang ada tentunya dinding diafragma ini juga mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya :

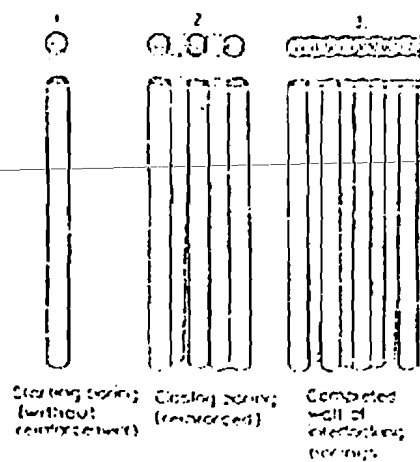
1. Karena pemasangannya dilakukan tiang demi tiang , atau juga disebut dengan metode pemasangan “dengan antara” tiang bor, sehingga memerlukan waktu yang relative lama dalam pengerjaannya dibandingkan dengan dinding diafragma dengan panel, sehingga biayanya pun relative lebih mahal.
2. Pada dinding diafragma yang menggunakan tiang fungsi dinding sebagai *water proofing* (pcatup lapisan – lapisan pembawa air pada konstruksi bawah tanah) kurang dapat bekerja dengan baik karena air masih dapat merembes melalui sela diantara tiang – tiang bor.

Dalam pembuatan parit pada system ini (*continuous bore pile*) digunakan metoda *trenching* dengan *drill*, untuk pembuatan dinding tiang bor beruntun, *drill* bekerja secara vertical.

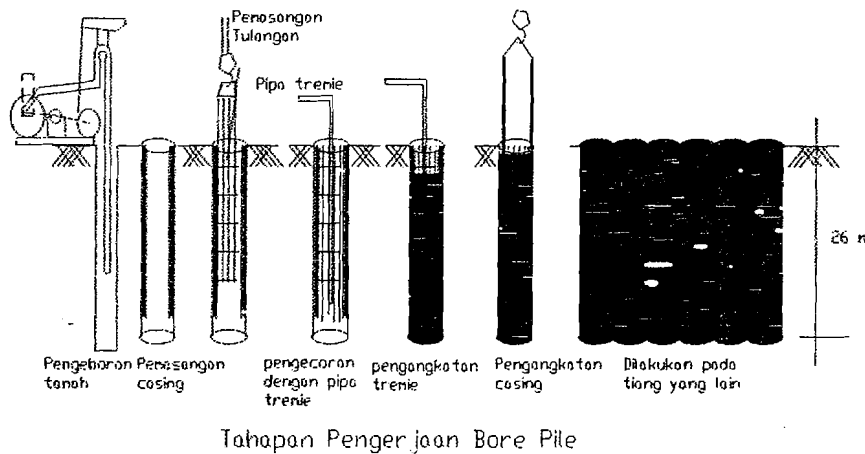


Gambar 5.2 Pengeboran untuk Tiang Bor Beruntun

Dinding tiang bor beruntun dibuat “dengan antara” tiang bor ditutup dengan tiang penutup antara, pembuatan dinding tiang bor “ dengan antara ” tiang bor (gambar 5.3)



Gambar 5.3 Penyambungan tiang bor



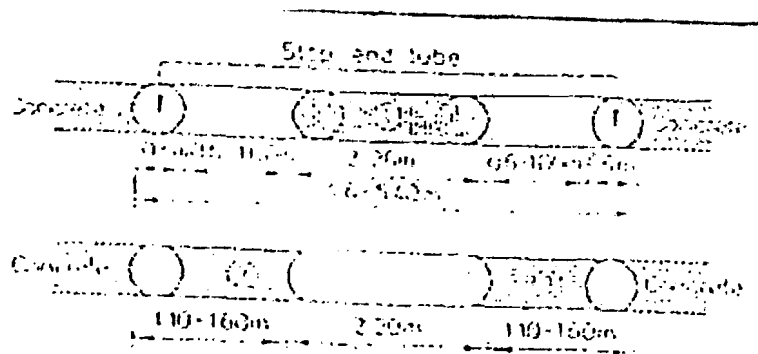
Gambar 5.4 Tahapan Pengerjaan Bore pile

5.2.1.2 Dinding Diafragma Terdiri dari Panel – Panel

The Mud Filled Bored Hole, yaitu dinding diafragma yang terdiri dari panel – panel yang kemudian diisi dengan lumpur bentonit. Untuk jenis ini dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu *diaphragm wall* yang terdiri dari panel dengan angkur dan *diaphragm wall* terdiri dari panel tanpa angkur.

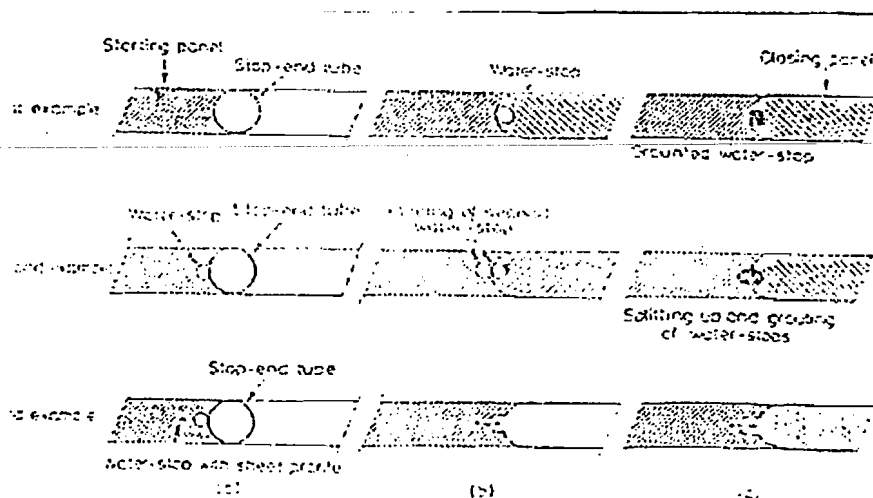
Pembuatan dinding diafragma membutuhkan berbagai macam bahan selain tulangan dan beton, yang paling khusus dari dinding diafragma ini adalah digunakannya *slurry bentonite* untuk menahan dinding galian agar tetap stabil, karena adanya tekanan *hidrostatik* dari *slurry* maka kerontokan dari butiran tanah dan keruntuhan pada dinding dapat diatasi, sehingga dinding ini disebut juga dinding *slurry* atau *slurry wall*.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pembuatan dinding diafragma adalah dengan menyambung panel – panel, untuk pembuatan sebuah panel diperlukan *stop – end* yang dipasang kedalam parit secara vertical pada kedua sisi daripada panel berfungsi sebagai bekisting.

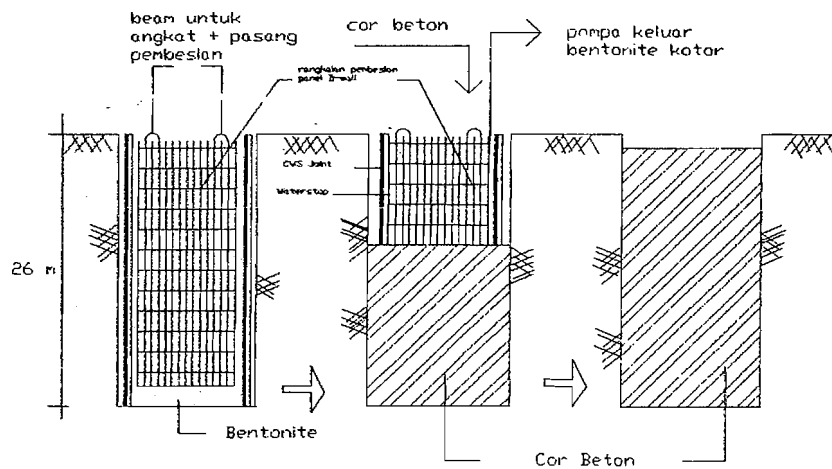


Gambar 5.6 Pemakaian *stop – end*

Pada penyambungan panel – panel, supaya tidak ada rembesan air pada dinding diafragma, maka dipasang/dipakai *water stop* pada setiap sambungan panel (joint). Contoh pemakaian *water stop* ini dapat dilihat pada gambar 5.6



Gambar 5.7 Variasi Pemakaian *Water stop*

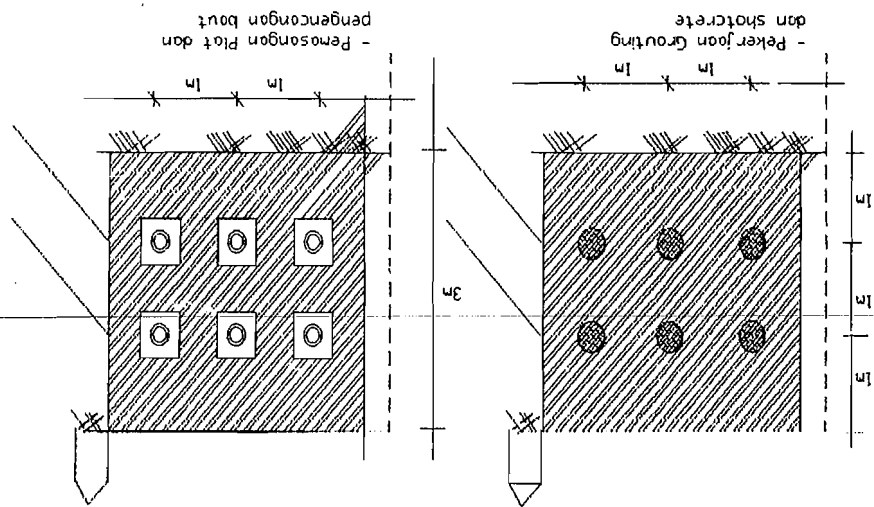
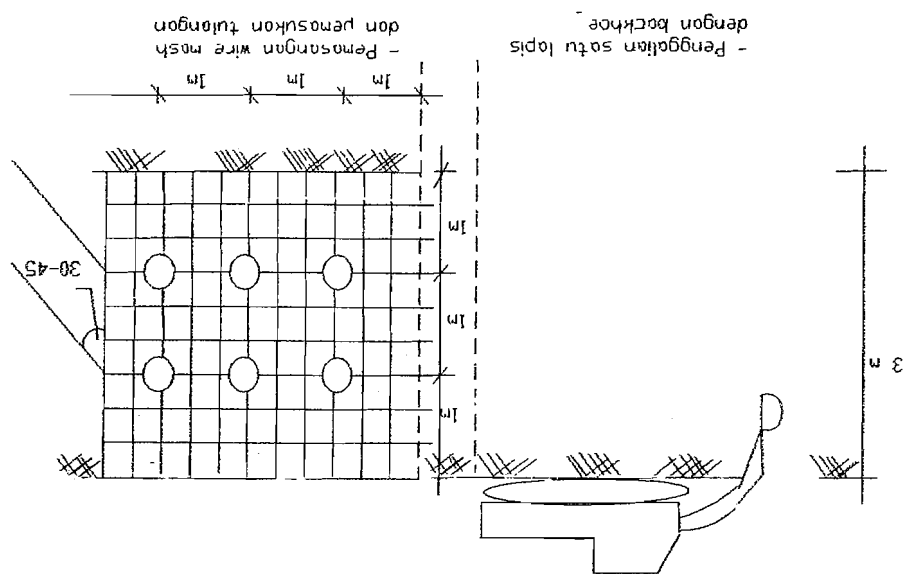


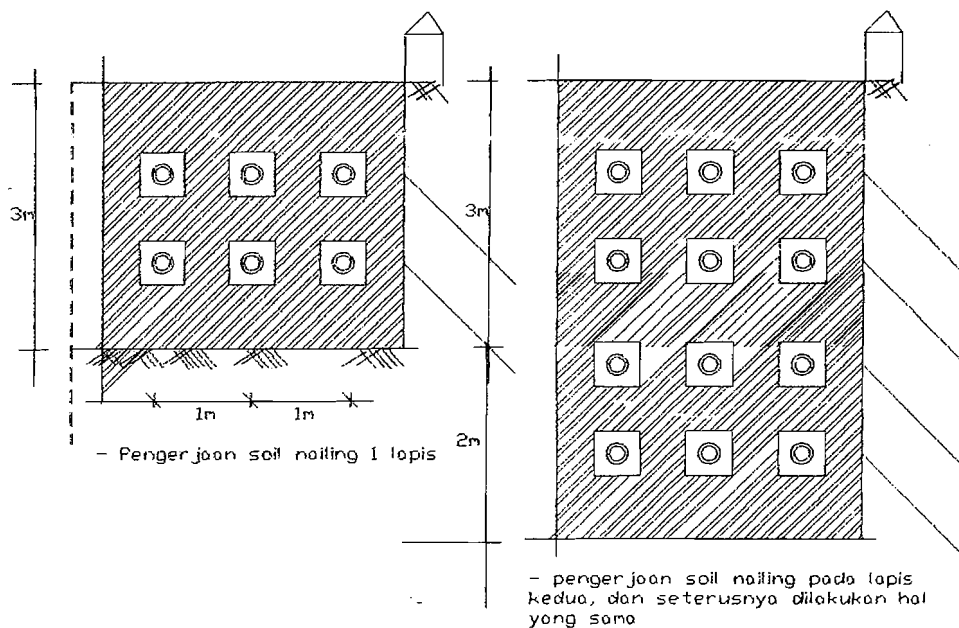
Gambar 5.8 Pengerjaan panel pada dinding diafragma

5.2.1.3 Dinding Penahan Tanah dengan Perkuatan *Soil Nailing*

Anchor ground atau *soil nailing* lahir dari pengembangan system kombinasi antara *shotcrete* dan *rockbolting* yang dipakai sebagai system penunjang pada galian terowongan yang dipakai pada *New Austrian Tunelling Methode*. Pada prinsipnya metode ini dapat dikatakan sebagai struktur *reinforced earth*, dimana perbedaan utama keduanya hanya pada pemakaian *soil nailing* digunakan pada pekerjaan penggalian dan pekerjaan penanggulan. Pada dasarnya aplikasi metode *soil nailing* ini adalah perkuatan lereng dan struktur perkuatan dinding galian.

Nilai ekonomis dan efektif pada metoda ini didasarkan pada tingkat pelaksanaannya yang fleksibel serta komponen – komponen utamanya yang mudah diperoleh. Oleh karena itu, sangat diperlukan pengetahuan tentang teknologi pemasangan dan pengetahuan tentang material komponen itu sendiri.





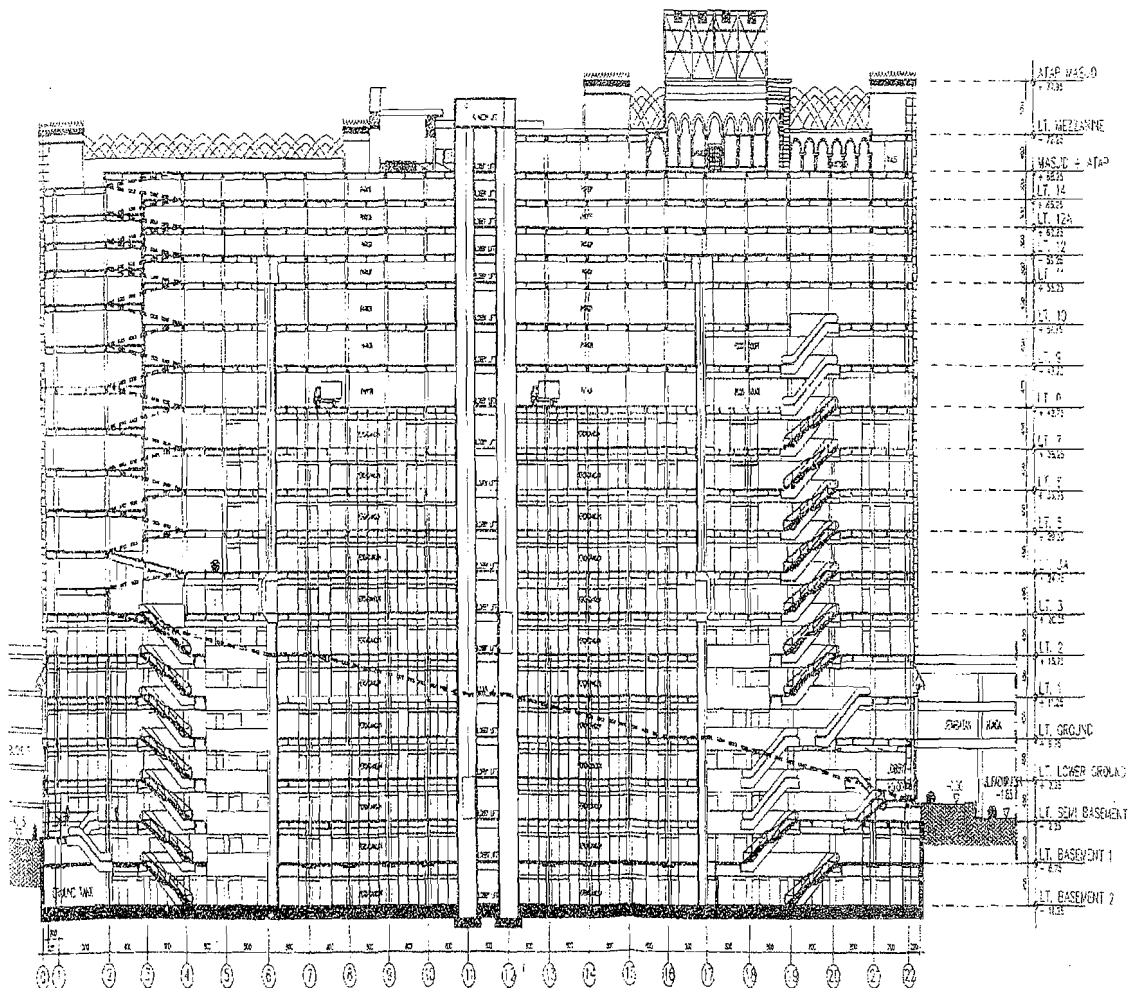
Gambar 5.9 Pengerjaan dinding penahan tanah dengan *soil nailing*

Kekurangan dari pemakaian dinding penahan tanah dengan perkuatan soil nailing dibandingkan dengan dinding diafragma adalah :

1. Dinding penahan tanah jenis ini dibuat dengan ketebalan yang relatif tipis dibandingkan dengan dinding diafragma sehingga dinding ini hanya dapat dipakai sementara sebagai dinding penahan tanah, sedangkan pada dinding diafragma yang dibuat dengan ketebalan yang memadai dapat digunakan sebagai dinding bangunan (*basement*) dan sebagai dinding penahan tanah pada saat bersamaan. Tentu saja penggunaan dinding diafragma sebagai dinding penahan tanah lebih efisien dan hemat.
2. Pada dinding penahan tanah dengan perkuatan *soil nailing* menggunakan banyak *soil nailing* sebagai *strutting* dinding, sedangkan pada dinding diafragma hanya diperlukan beberapa *soil nailing* untuk *strutting* dinding. Dengan penggunaan jumlah *soil nailing* yang cukup banyak tentu saja hal itu mengganggu areal bangunan yang ada di sekitar lokasi proyek.

5.2.1.4 Kesimpulan Analisis Penggunaan Dinding Penahan Tanah pada Proyek Pasar Tanah Abang Blok A

Dari uraian diatas, terlihat bahwa dalam pembuatan *basement* pada proyek pembangunan Pasar Tanah Abang blok A lebih efisien, praktis dan hemat apabila digunakan dinding penahan tanah yang berupa dinding diafragma dengan panel – panel yang dikombinasikan dengan *soil nailing*. Hal itu dapat disimpulkan selain dari kondisi lingkungan sekitar yang padat oleh bangunan dan juga jenis tanah yang ada maka dinding diafragma dengan panel dapat diterapkan.



Gambar 5.10 Rencana elevasi gedung pasar tanah abang blok A

The Continuos Bored Pile Diaphragm, yaitu dinding diafragma dengan tiang beruntun. Pada metode ini dinding dengan tiang beruntun tersebut dapat berfungsi juga sebagai pondasi dan juga sebagai dinding diafragma. Dalam pelaksanaan pengerjaannya metode ini tidak mengganggu lingkungan tetapi untuk waktu pelaksanaannya membutuhkan waktu yang relative lama dibandingkan *diaphragm wall* dengan panel – panel, sehingga biayanya pun relative lebih mahal sedangkan pada proyek pasar Tanah Abang diperlukan metoda pembuatan yang singkat karena permintaan dan kebutuhan bangunan yang mendesak agar dapat dipergunakan untuk fasilitas umum yaitu pasar.

The Mud Filled Bored Hole, yaitu dinding diafragma yang terdiri dari panel – panel yang kemudian diisi dengan lumpur bentonit. Untuk jenis ini dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu *diaphragm wall* yang terdiri dari panel dengan angkur dan *diaphragm wall* terdiri dari panel tanpa angkur.

Pada proyek pembangunan pasar Tanah Abang Blok A ini, untuk pekerjaan *diaphragm wall* menggunakan jenis ini yaitu *diaphragm wall* terdiri dari panel – panel dengan angkur. Penggunaan jenis ini mempunyai kerugian dan keuntungan antara lain, dapat mengganggu lingkungan sekitarnya apabila pemasangan angkurnya tidak dicabut sehingga jika ada pembangunan *basement* yang lokasinya berada di sebelah proyek pembangunan tersebut maka tidak dapat terlaksana, disisi lain keuntungannya adalah waktu pelaksanaan yang relative lebih singkat daripada dinding diafragma dengan tiang beruntun dan juga masuknya rembesan air dapat dikurangi karena adanya panel – panel yang membentuk dinding diafragma sehingga masuknya air dapat terhalang oleh dinding. *Lay out* dinding diafragma dan detail dinding diafragma dapat dilihat pada lampiran (**lampiran 3.1 dan lampiran 3.2**)

5.2.2 Tekanan dan Stabilitas Tanah

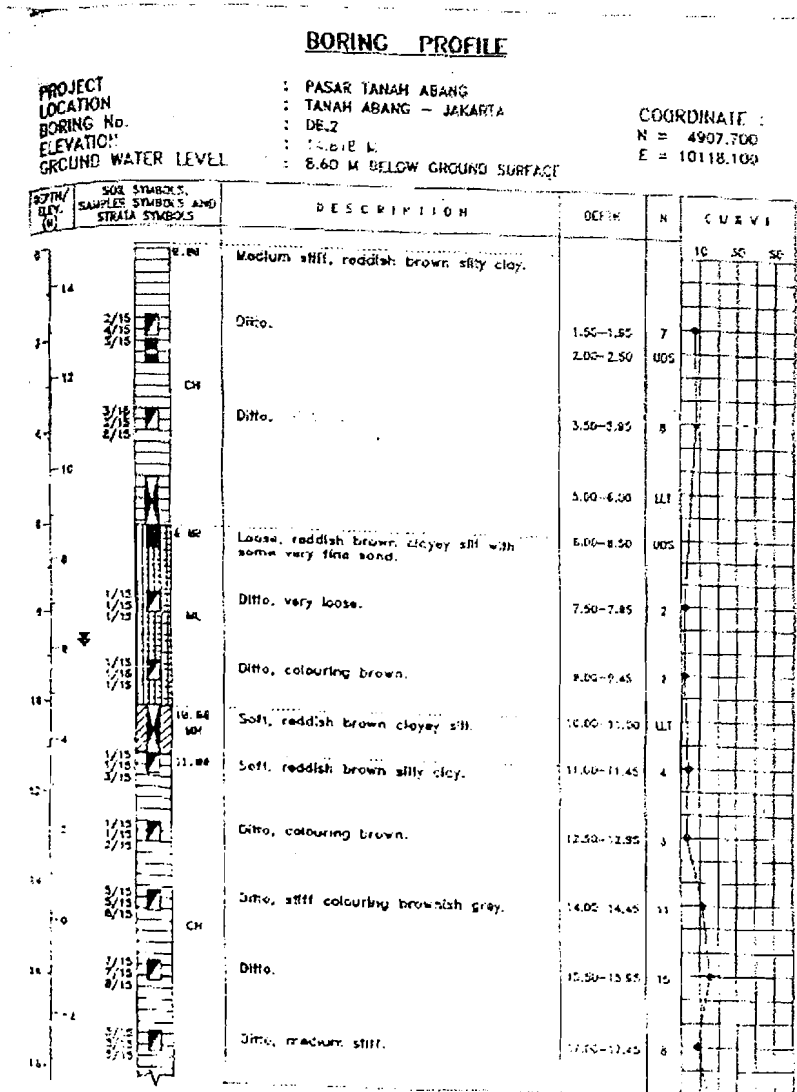
Seperti yang diketahui bahwa untuk pembangunan ke bawah, kendala yang penting untuk diperhitungkan adalah tekanan tanah dan tekanan air. Cara yang dapat digunakan untuk mengatasi adanya tekanan air salah satunya adalah *dewatering* dan untuk mengatasi adanya tekanan tanah dapat digunakan system diafragma. Sistem ini dapat langsung digunakan sebagai struktur permanent, yang berfungsi sebagai dinding *basement*

Pada pekerjaan dinding diafragma, sebelumnya harus ditinjau dahulu keadaan tanah dan yang berhubungan dengannya. Pada tanah tersebut ditinjau keseimbangan – keseimbangan gaya yang ada. Tekanan dan stabilitas tanah merupakan hal yang sangat penting untuk diperhitungkan. Disini akan dianalisa mengenai stabilitas tanah dan tekanan tanah yang bekerja pada dinding diafragma, dijelaskan pada perhitungan dibawah ini ;

5.2.2.1 Stabilitas Parit

Masalah kestabilan parit merupakan factor yang penting dalam pelaksanaan dinding diafragma. Kestabilan ini harus sedemikian rupa sehingga tidak menimbulkan penurunan pada jalan, bangunan, atau sarana – sarana yang ada disekitar lokasi proyek.

Kestabilan parit ini berbeda – beda pada setiap kondisi. Dibawah ini akan dibahas mengenai kestabilan parit dengan kondisi tanah sesuai dengan data *boring profile* yang diambil pada proyek Pasar Tanah Abang, blok A.



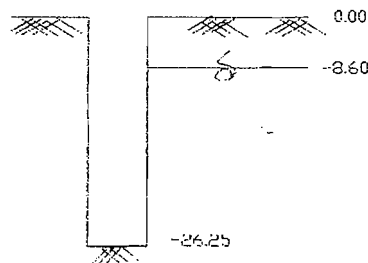
Gambar 5.11 Boring Profile

Berdasarkan data – data yang ada di dapat keadaan tanah sebagai berikut :

1. Dari 0,00 sampai – 6,00 m, keadaan tanah *clay*, CH dengan $\tau = 1,22 \text{ t/m}^3$; $c' = 1,8 \text{ t/m}^2$; $\phi = 26^\circ$
2. Dari -6,00 sampai – 11,00 m, keadaan tanah *silt*, ML / MH dengan $\tau = 1,4 \text{ t/m}^3$; $c = 1 \text{ t/m}^2$; $c' = 0,7 \text{ t/m}^2$; $\phi = 30^\circ$; $\phi' = 34^\circ$

3. Dari -11,00 sampai -26,25 m, keadaan tanah *clay*, CH dengan $\tau = 1,22 \text{ t/m}^3$; $c' = 1,8 \text{ t/m}^2$; $\phi = 26^\circ$
4. Harga $q = 1 \text{ t/m}$

Perhitungan Stabilitas Parit



Gambar 5.12 Potongan Melintang Parit

$$\bar{\phi} = \frac{34^\circ + 26^\circ}{2} = 30^\circ$$

$$\bar{\tau} = \frac{1,40 + 1,22}{2} = 1,31 \text{ t/m}^3$$

$$\tau f = 1,3 \text{ t/m}^3$$

$$\tau' = 0,6 \text{ t/m}^3$$

$$\tau' f = 0,3 \text{ t/m}^3$$

$$FS = \frac{2\sqrt{(\tau' f) \tan \phi}}{\tau - \tau' f}$$

$$= \frac{2\sqrt{(0,6 \cdot 0,3) \tan 30^\circ}}{0,6 - 0,3}$$

$$= 1,63 > \tau_f = 1,3 \quad \text{ok.}$$

Dari perhitungan stabilitas parit ini didapatkan angka keamanan daya dukung tanah sebesar 1,63 dimana nilai ini lebih besar dari pada nilai kuat geser tanah sebesar 1,3 sehingga stabilitas parit ini dianggap aman.

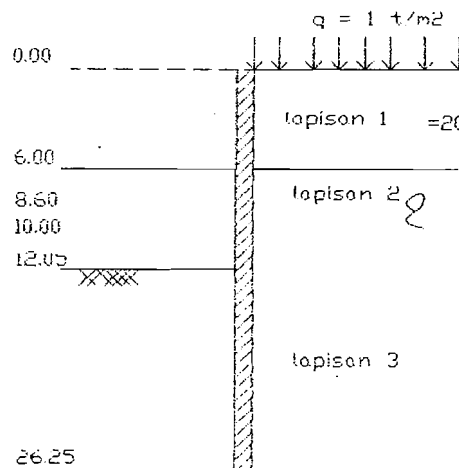
5.2.2.2 Tekanan Tanah

Tekanan dari tanah ke struktur disebut tekanan tanah. Struktur atau dinding penahan tanah umumnya berada pada salah satu dari tiga kondisi tanah dibawah ini :

1. Tekanan tanah dalam kondisi diam, yaitu tekanan yang terjadi akibat massa tanah pada dinding penahan dalam keadaan seimbang.
2. Tekanan tanah aktif (tekanan aktif)
3. Tekanan tanah pasif (tekanan pasif)

Tekanan tanah timbul selama pergeseran tanah (*soil displacement*), tetapi sebelum tanah tersebut mengalami keruntuhan (*on the verge of failure*). Tekanan tanah aktif adalah tekanan tanah yang dapat menimbulkan pergeseran. Pada prinsipnya tegangan tanah efektif terjadi apabila dinding bergerak menjauhi atau mendekati tanah. Dibawah ini adalah perhitungan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang terjadi;

Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Pasif



Gambar 5.13 Detail Lapisan Tanah

Koefisièn tekanan tanah aktif dan pasif didapatkan :

Lapisan 1	$K_{a1} = 0,345$	$\sqrt{K_{a1}} = 0,587$
	$K_{p1} = 4,857$	$\sqrt{K_{p1}} = 2,204$
Lapisan 2	$K_{a2} = 0,333$	$\sqrt{K_{a2}} = 0,577$
	$K_{a1} = 0,283$	$\sqrt{K_{a1}} = 0,532$
Lapisan 3	$K_{a3} = 0,345$	$\sqrt{K_{a3}} = 0,587$
	$K_{p3} = 4,857$	$\sqrt{K_{p3}} = 2,204$

a. Kedalaman 0 – 6 m

$$\text{Besarnya tekanan, } P_a = q \cdot K_{a1} - 2 \cdot c_1 \cdot \sqrt{K_{a1}}$$

$$= 1 \cdot 0,345 - 2 \cdot 1,8 \cdot 0,587$$

$$= - 1,768 \text{ t/m}$$

b. Kedalaman 6 m – 8,6 m

$$\begin{aligned}\text{Besarnya tekanan, } Pa' &= (q + \tau_1 \cdot h_1) \cdot Ka_1 - 2 \cdot c_1 \cdot \sqrt{Ka_1} \\ &= (1 + 1,22 \cdot 6) \cdot 0,345 - 2 \cdot 1,8 \cdot 0,587 \\ &= 0,757 \text{ t/m}\end{aligned}$$

c. Kedalaman 8,6 m – 10 m

$$\begin{aligned}\text{Besarnya tekanan, } Pa' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2) \cdot Ka_1 - 2 \cdot c_1 \cdot \sqrt{Ka_1} \\ &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6) \cdot 0,345 - 2 \cdot 1,8 \cdot 0,587 \\ &= 2,013 \text{ t/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Pa'' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2) \cdot Ka_2 - 2 \cdot c_2 \cdot \sqrt{Ka_2} \\ &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6) \cdot 0,333 - 2 \cdot 1 \cdot 0,577 \\ &= 2,829 \text{ t/m}\end{aligned}$$

d. Kedalaman 10 m – 12,05 m

$$\begin{aligned}\text{Besarnya tekanan, } Pa' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2 + \tau_2 \cdot h_3) \cdot Ka_2 + \tau_w \cdot h_2 \\ &\quad - 2 \cdot c_2 \cdot \sqrt{Ka_2} \\ &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6 + 1,4 \cdot 1,4) \cdot 0,333 + \\ &\quad 1 \cdot 2,6 - 2 \cdot 1 \cdot 0,577 \\ &= 6,081 \text{ t/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Pa'' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2 + \tau_2 \cdot h_3) \cdot Kai + \tau_w \cdot h_2 \\ &\quad - 2 \cdot c_i \cdot \sqrt{Kai} \\ &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6 + 1,4 \cdot 1,4) \cdot 0,259 \\ &\quad + 1 \cdot 2,6 - 2 \cdot 0,7 \cdot 0,283 \\ &= 5,795 \text{ t/m}\end{aligned}$$

e. Kedalaman 12,05 m – 26,25 m

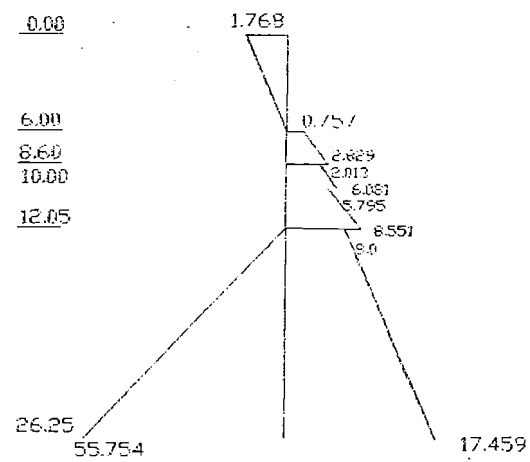
$$\begin{aligned}
 \text{Besarnya tekanan, } Pa' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2 + \tau_2 \cdot h_3 + \tau_3 \cdot h_4) \cdot K_{ai} \\
 &\quad + \tau_w \cdot h_2 + \tau_w \cdot h_3 - 2 \cdot c_i \cdot \sqrt{K_{ai}} \\
 &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6 + 1,4 \cdot 1,4 + 1,4 \cdot 2,05) \\
 &\quad \cdot 0,259 + 1 \cdot 2,6 + 1 \cdot 1,4 - 2 \cdot 0,7 \cdot 0,532 \\
 &= 8 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Pa'' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2 + \tau_2 \cdot h_3 + \tau_3 \cdot h_4) \cdot K_{a3} \\
 &\quad + \tau_w \cdot h_2 + \tau_w \cdot h_3 - 2 \cdot c_3 \cdot \sqrt{K_{a3}} \\
 &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6 + 1,4 \cdot 1,4 + 1,4 \cdot 2,05) \\
 &\quad \cdot 0,345 + 1 \cdot 2,6 + 1 \cdot 1,4 - 2 \cdot 1,8 \cdot 0,345 \\
 &= 8,551 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

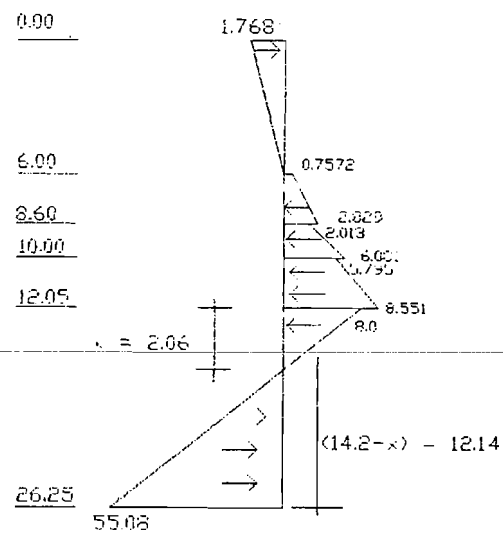
f. Kedalaman 26,25 m

$$\begin{aligned}
 \text{Besarnya tekanan, } Pa' &= (q + \tau_1 \cdot h_1 + \tau_2 \cdot h_2 + \tau_2 \cdot h_3 + \tau_3 \cdot h_4 \\
 &\quad + \tau_3 \cdot h_5) \cdot K_{a3} + \tau_w \cdot h_2 + \tau_w \cdot h_3 + \tau_w \cdot h_4 \\
 &\quad - 2 \cdot c_3 \cdot \sqrt{K_{a3}} \\
 &= (1 + 1,22 \cdot 6 + 1,4 \cdot 2,6 + 1,4 \cdot 1,4 + 1,4 \cdot 2,05 \\
 &\quad + 1,4 \cdot 14,2) \cdot 0,345 + 1 \cdot 2,6 + 1 \cdot 1,4 + 1 \cdot 2,05 \\
 &\quad - 2 \cdot 1,8 \cdot 0,345 \\
 &= 17,459 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_p &= (\tau_3 \cdot h_4 + \tau_3 \cdot h_5) \cdot K_{p3} + \tau_w \cdot h_4 + \tau_w \cdot h_5 \\
 &= (1,22 \cdot 2,05 + 1,22 \cdot 14,2) \cdot 4,857 + 1 \cdot 2,05 \\
 &\quad + 1 \cdot 14,2 \\
 &= 72,54 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5.14 Diagram Tekanan Tanah



Gambar 5.15 Diagram Tekanan Gaya

Sesuai dengan gambar 5.15 didapatkan :

$$\frac{55,08}{8} = \frac{14,2 - x}{x}$$

$$55,08 \cdot x = 113,6$$

$$x = 2,06 \text{ m}$$

Jumlah tekanan aktif

$$\begin{aligned} P_a &= - (1,768 \cdot 6 \cdot 0,5) + (0,7572 \cdot 2,6 + 2,6 \cdot 2,072 \cdot 0,5) + (2,013 \cdot 1,4 \\ &\quad + 1,4 \cdot 4,068 \cdot 0,5) + (5,397 \cdot 2,05 + 2,05 \cdot 3,154 \cdot 0,5) \\ &\quad + (1,126 \cdot 7,541) \\ &= 67,564 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_p &= (0,5 \cdot 55,081 \cdot 12,14) \\ &= 342,60 \text{ ton} \end{aligned}$$

Pada hasil perhitungan di atas yang menggunakan metode Coulomb didapatkan tekanan tanah pasif yang besar yaitu 334,34 ton, karena tekanan tanah pasif lebih besar daripada tekanan tanah aktif maka biasanya digunakan perhitungan menggunakan metode Sokolovski, hasil perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_p &= K_p \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \\ &= 3 \cdot 15,421 - 2 \cdot 1,8 \cdot 1,7321 \\ &= 40,028 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tanah dimodelkan sebagai elasto plastis dengan tekanan tanah dibatasi pada nilai tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Bila dinding diperbolehkan berdeformasi hingga tekanan tanah aktif dan pasif termobilisasi, maka permasalahannya akan menjadi serupa dengan system balok berperletakan elastis, namun biasanya deformasi yang akan dialami untuk keadaan diatas tidak bisa ditolerir. Umumnya pergerakan dinding dibatasi, akibatnya tekanan tanah aktif tidak akan termobilisasi penuh dan tekanan akan berada diantara tekanan tanah dalam keadaan diam dan tekanan aktif. Apabila pada saat penggalian, pergerakan (*deformasi*) dinding betul –betul dapat dicegah, maka akan berlaku tekanan tanah dalam keadaan diam. Kenyataannya disamping sangat tidak ekonomis, juga hampir tidak mungkin membuat dinding diafragma yang tidak akan berdeformasi sama sekali, dalam prakteknya dinding dibiarkan berdeformasi hanya saja deformasi ini perlu dibatasi hingga derajat yang dapat diterima, dalam arti tidak akan menimbulkan kerusakan pada sarana dan bangunan lain sekitar proyek

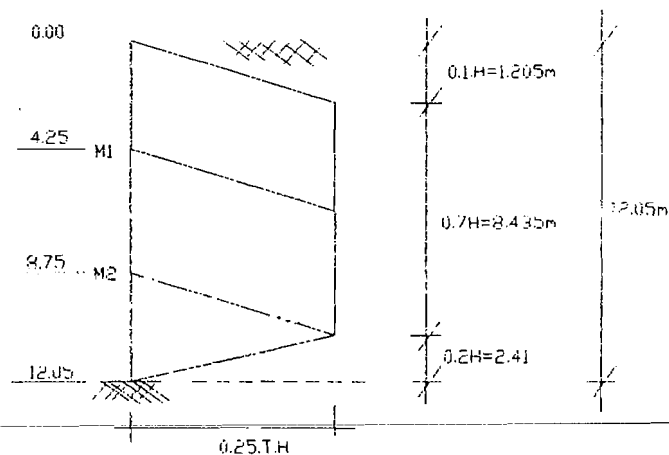
5.2.2.3 Kestabilan dan deformasi dinding

Untuk dinding diafragma kantilever atau yang menggunakan satu lapis angkur analisa kestabilan dilakukan sebagaimana layaknya analisa kestabilan turap, yaitu menggunakan metode kesetimbangan batas. Untuk dinding diafragma dengan angkur lebih dari satu lapis system menjadi statis tak tentu tingkat banyak.

Proyek Pasar Tanah abang Blok A merupakan proyek pembangunan *Multistorey building* di kawasan tanah abang , Jakarta Pusat dengan ciri khas proyek metropolitan : bertingkat 14 lantai, basement 2 Lantai dan

kondisi tapak bangunan terbatas. Untuk mengatasi deformasi hingga tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif dapat termobilisasi dengan baik, maka dipilih metode *soil nailing* sebagai dinding perkuatan galian *basement*, pemilihan *soil nailing* juga dipilih pada proyek ini dikarenakan lebih kepada pertimbangan kemudahan pekerjaan serta efisiensi waktu pelaksanaan.

Adapun prosedur perencanaan dijelaskan dengan menghitung gaya yang dipikul *ground anchor* sehingga dapat merencanakan gaya pratekan yang diperlukan, panjang total *ground anchor*. Dengan diagram hitungan momen maka dapat direncanakan hitungan seperti dibawah ini :



Gambar 5.16 Diagram Perhitungan Momen

Dari gambar diperoleh :

Perhitungan gaya yang dipikul *Ground Anchor*

$$0,25 \cdot \tau \cdot H = 0,25 \cdot 1,31 \cdot 12,05 = 3,95 \text{ ton}$$

$$\sum M_1 = 0$$

$$T_2 \cdot \cos 45^\circ \cdot 4,5 = - (3,95 \cdot 1,21 \cdot 0,5) 3,85 + (3,95 \cdot 8,44) 1,18 + (3,95 \cdot 2,41 \cdot 0,5) 6,19$$

$$T_2 \cdot \cos 45^\circ = 13,25 \text{ ton}$$

$$T_2 = 18,73 \text{ ton}$$

$$\sum M_2 = 0$$

$$T_1 \cdot \cos 45^\circ \cdot 14,85 = - (3,95 \cdot 2,41 \cdot 0,5) 1,69 + (3,95 \cdot 8,44) 3,33 + (3,95 \cdot 1,21 \cdot 0,5) 8,35$$

$$T_1 \cdot \cos 45^\circ = 1,84 \text{ ton}$$

$$T_1 = 3,43 \text{ ton}$$

Gaya Pratekan yang Diperlukan

Jarak Horizontal Ground Anchor = 3 meter, maka :

$$T_p = L \cdot f \cdot T$$

$$T_{p1} = 3 \cdot 1 \cdot 3,43 = 10,29 \text{ ton}$$

$$T_{p2} = 3 \cdot 1 \cdot 18,73 = 56,19 \text{ ton}$$

Panjang Total *Ground Anchor*

$$\begin{aligned} \alpha &= (6 \cdot 1,22 \cdot 0,345 + (2,6 \cdot 1,4 \cdot 0,333) + (1,4 \cdot 1,4 \cdot 0,333) + (2,05 \cdot 1,22 \\ &\quad \cdot 0,345)) \\ &= 5,253 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_v = (6 \cdot 1,22) + (2,6 \cdot 1,4) + (1,4 \cdot 1,4) + (2,05 \cdot 1,22) = 15,421 \text{ t/m}^2$$

$$v = 4,5 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$FS = 1,63$$

$$L = \frac{FS \cdot \sigma_v \cdot v \cdot h}{\pi \cdot D \cdot \sigma_v \cdot \tan(2/3\phi)}$$

$$L = \frac{1,63 \cdot 5,253 \cdot 4,5 \cdot 3}{\pi \cdot 0,203 \cdot 15,421 \cdot \tan(2/3 \cdot 45^\circ)} = 2,83 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$$

5.2.2.4 Kesimpulan

Dari uraian analisis tekanan dan stabilitas tanah di atas didapatkan bahwa diperlukan *soil nailing* yang digunakan sebagai *strutting* atau pengaku sementara untuk mengatasi adanya tekanan tanah setelah tanah digali. Setelah struktur *permanent basement* 1 dan *basement* 2 selesai dibuat maka tidak diperlukan *soil nailing* sebagai *strutting* dari dinding penahan tanah yang dalam proyek ini menggunakan dinding penahan tanah berupa dinding diafragma yang terdiri dari panel – panel yang diperkuat oleh *soil nailing* sebagai *strutting* sementara.

Dari perhitungan kestabilan dan deformasi dinding yang dijabarkan di atas maka dapat dipakai *soil nailing* atau angkur dengan panjang 3 meter dan jarak horizontal antara angkur adalah 3 meter. Detail pemakaian *soil nailing* pada proyek pasar tanah abang dapat dilihat pada lampiran (**lampiran 6.1**)

Kestabilan dinding diafragma juga dapat dilihat pada pergerakan dinding diafragma yang dilihat dengan alat *inclinometer*. Data pembacaan *inclinometer* dapat dilihat pada lampiran (**lampiran 5.1**)

5.2.3 Perilaku Air tanah

Proyek pembangunan pasar Tanah Abang blok A dilakukan secara bertahap yang terdiri dari 14 lantai, dengan 2 lantai *basement*, 1 lantai *semi basement*, 1 lantai *lower ground* dan 1 lantai *ground*. Pelaksanaan *basement* yang berlapis - lapis itu memerlukan proses penggalian tanah yang tidak jarang harus dilakukan hingga belasan meter di bawah muka muka air tanah. Berdasarkan data yang ada, Muka Air Tanah yang ada di lokasi proyek adalah 8,60 m dibawah permukaan tanah. Hal ini merupakan hambatan bagi pembangunan *basement* yang direncanakan berada pada elevasi - 11,25m, keberadaan air tanah ini jelas mempengaruhi perencanaan dan tehnik pelaksanaan struktur *basement* tersebut.

Ketidaktahuan atau pengabaian akan keberadaan akan keadaan dan perilaku air tanah ini dapat berpengaruh besar terhadap kelancaran proyek, tidak jarang aspek ini mengakibatkan tertundanya pelaksanaan proyek dan bahkan proyek harus di desain ulang. Pengetahuan akan perilaku tanah di suatu proyek akan lingkungan sekitarnya sangatlah penting karena alasan -alasan sebagai berikut :

1. Untuk memperkirakan besarnya volume air tanah yang ada dan yang akan mengalir ke dalam galian
2. Pengaruh dari resapan air tanah (*groundwater seepage*) terhadap kestabilan tanah
3. Memperkirakan besarnya pengaruh penurunan muka air tanah terhadap bangunan - bangunan atau sarana lain yang ada di sekitar proyek, misalnya : keringnya sumur - sumur penduduk di sekitar lokasi

proyek, turunnya bangunan di sekitar proyek akibat penurunan air tanah.

Ketiga aspek di atas penting untuk diketahui guna perencanaan dan pelaksanaan dewatering yang baik dalam arti penurunan muka air tanah di dalam proyek dapat menjamin aman dan lancarnya pelaksanaan proyek serta tidak akan menimbulkan (atau paling tidak meminimalkan) dampak negative terhadap lingkungan sekitar proyek.

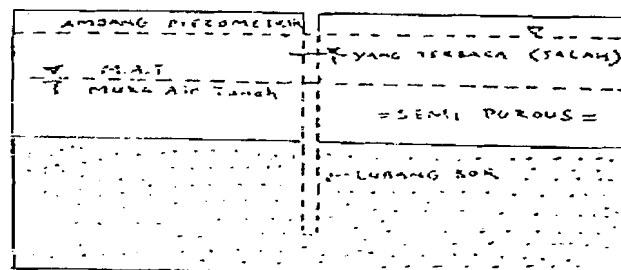
Persamaan – persamaan dan model – model matematika untuk memecahkan masalah aliran air di dalam tanah sudah lama dikembangkan. Namun demikian, kehandalan dari model – model matematis tersebut sangat tergantung kepada ketepatan parameter – parameter hidrolik yang digunakan dan juga kepada asumsi kondisi batas (*boundry conditions*) yang dipakai. Dapat dipastikan bahwa perhitungan aliran tanah akan sangat jauh menyimpang bila parameter – parameter hidrolik dan kondisi batasnya tidak diketahui dengan memadai.

Pengamatan muka air dan uji coba pemompaan merupakan salah satu cara yang amat berguna dalam menentukan perilaku dan parameter – parameter hidrolik dari suatu lapisan tanah yang mengandung air (*aquifer*)

5.2.3.1 Pengukuran Muka Air Tanah

Dalam penyelidikan tanah, pada umumnya letak muka air tanah diukur dengan jalan mengukur letak air tanah di dalam lubang bor bekas penyelidikan tanah. Biasanya lubang bor hasil penyelidikan tanah ini dibor melalui dua lapis (atau bahkan lebih) jenis tanah yang berbeda, pada proyek pasar tanah abang secara umum tanah terdiri dari dua lapisan yaitu clay dan silt. Ini berarti tercipta hubungan vertical diantara lapisan – lapisan tanah yang berbeda

tersebut, akibatnya pengukuran muka air tanah di dalam lubang seringkali tidak mencerminkan letak muka air tanah yang sebenarnya. Bila lubang bor penyelidikan tanah dibor dengan cara bor cuci (*wash boring*) maka air yang digunakan dalam proses pemboran dapat memperburuk hasil pengukuran.



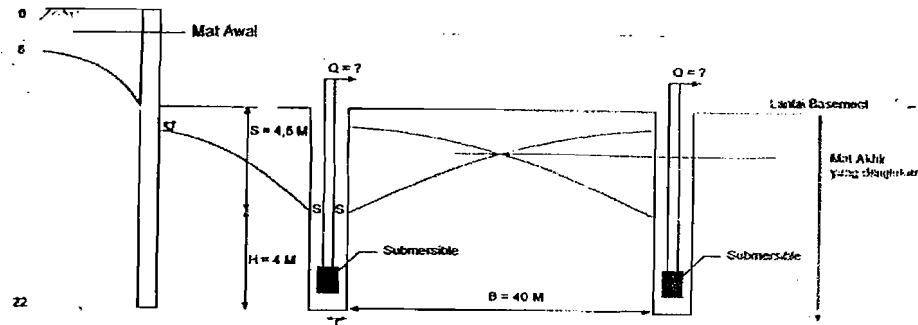
Gambar 5.17 Pengukuran Muka Air Tanah pada *Aquifer* Semi Tertutup

Untuk mencari letak muka air tanah yang sesungguhnya sebaiknya dipelajari dulu keadaan dan susunan lapisan tanah setempat yang diperoleh melalui penyelidikan tanah yang terencana dengan baik. Kemudian dipasang beberapa *piezometer* dan sumur pemantau. *Piezometer* dipasang pada tiap – tiap lapisan tanah yang dijumpai dan sumur pemantau dipasang pada lapisan teratas dan juga melalui beberapa lapisan tanah yang dijumpai. Dengan cara demikian, letak muka air tanah yang sesungguhnya dapat diketahui dengan memadai.

5.2.3.2 Uji Coba Peniompaan dan Uji Coba Pemulihan

Yang dimaksud dengan uji coba pemompaan atau *pumping test* adalah suatu proses pengamatan turunnya muka air tanah akibat pemompaan yang dilakukan dengan debit tertentu. Biasanya uji coba pemompaan ini dilakukan dengan menggunakan satu atau lebih sumur pompa dan beberapa sumur pemantau atau *piezometer* yang ditempatkan pada jarak tertentu dari sumur pompa. Sumur pompa digunakan untuk memompa air tanah dan sumur

luas galian dan kedalaman galian maka dapat direncanakan jumlah dan posisi titik sumur dengan Kurva penurunan Muka Air Tanah dibawah ini :



Gambar 5.19 Kurva Penurunan Muka Air Tanah

Dari kurva diatas dapat dibuat asumsi perhitungan :

- a) *Transimibility* (T) : 324 m²/det
- b) *Permeability* (K) : 2,0 x 10⁻⁴ m/det
- c) Radius Pengaruh (R) : 300 x S x K
: 603 M
- d) Jari-jari Sumur (r) : 0,072 M
- e) Apabila direncanakan menggunakan 1 pompa maka debit

$$\text{pemompaan yang dihasilkan adalah } (Q_1) = \frac{2,72 \times T \times S}{\ln(R/r)}$$

$$= 439 \text{ liter/menit}$$

Apabila dibuat dua sumur atau lebih dengan kapasitas yang sama maka kurva penurunan Muka Air Tanah akan berpotongan di dalam jari-jari "Zero drawdown" sehingga tercapai Muka Air Tanah

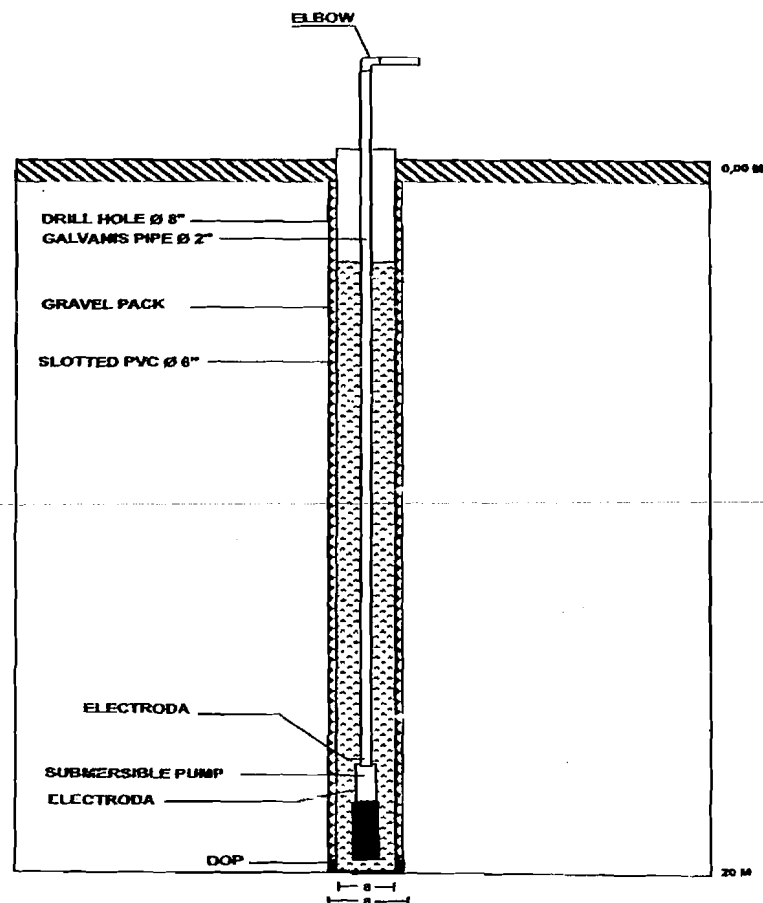
yang diinginkan, sedangkan debit pemompaan akan bertambah dan debit masing-masing pompa akan berkurang.

Asumsi perhitungan dengan 2 pompa dan 3 pompa :

$$Q_1 = Q_2 = \frac{2,72 \times T \times S}{\ln(R^2 / r \times B)} = 337 \text{ liter/menit}$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \frac{2,72 \times T \times S}{\ln(R^2 / r \times B)} = 274 \text{ liter/menit}$$

Dari data diatas maka dapat dibuat konstruksi *Dewatering Well* seperti dibawah ini :



Gambar 5.20 Konstruksi Dewatering Well

2) Sistem *Dewatering*

Dengan asumsi perhitungan tersebut di atas maka dapat dibuatkan

Sistem *Dewatering* berikut :

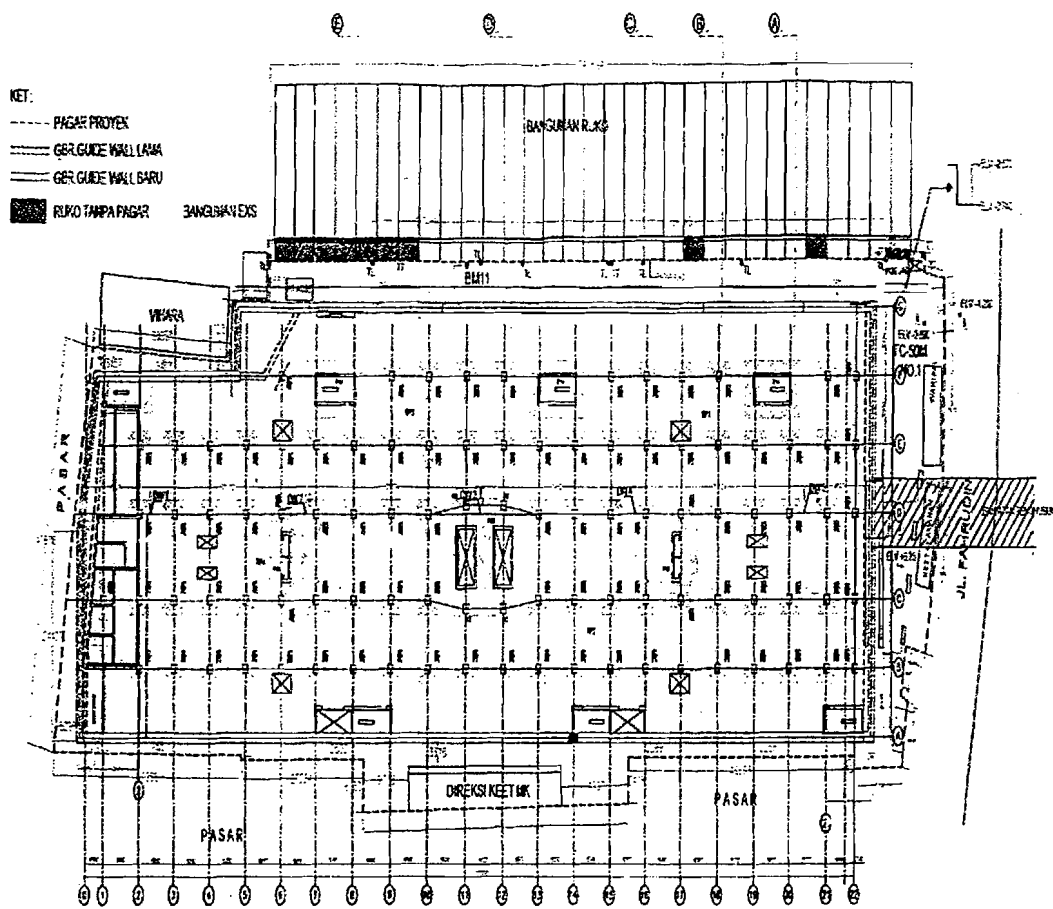
- a) Jumlah Sumur *Dewatering* : 5 titik
- b) Kedalaman : - 20,00 meter
- c) Elevasi *Screen* : 10 m - 20 m
- d) Diameter Sumur *Dewatering* : 8 inci
- e) Diameter *Cassing* PVC : 6 inci
- f) *Filter* / Saringan : *Gravell*
- g) Kapasitas Pompa : $\pm 200 \text{ lt/m} - 250 \text{ lt/m}$
- h) Jarak antara sumur *Dewatering* : ± 40 meter
- i) Penurunan muka air tanah : ± 4 meter

Dengan *system* pemompaan tersebut di atas akan dapat mengeringkan

lahan galian Proyek Pembangunan pasar Tanah Abang Blok A.

Untuk penempatan masing – masing sumur *dewatering* dapat dilihat pada gambar rencana penempatan sumur *dewatering* pada lahan galian

dibawah ini :



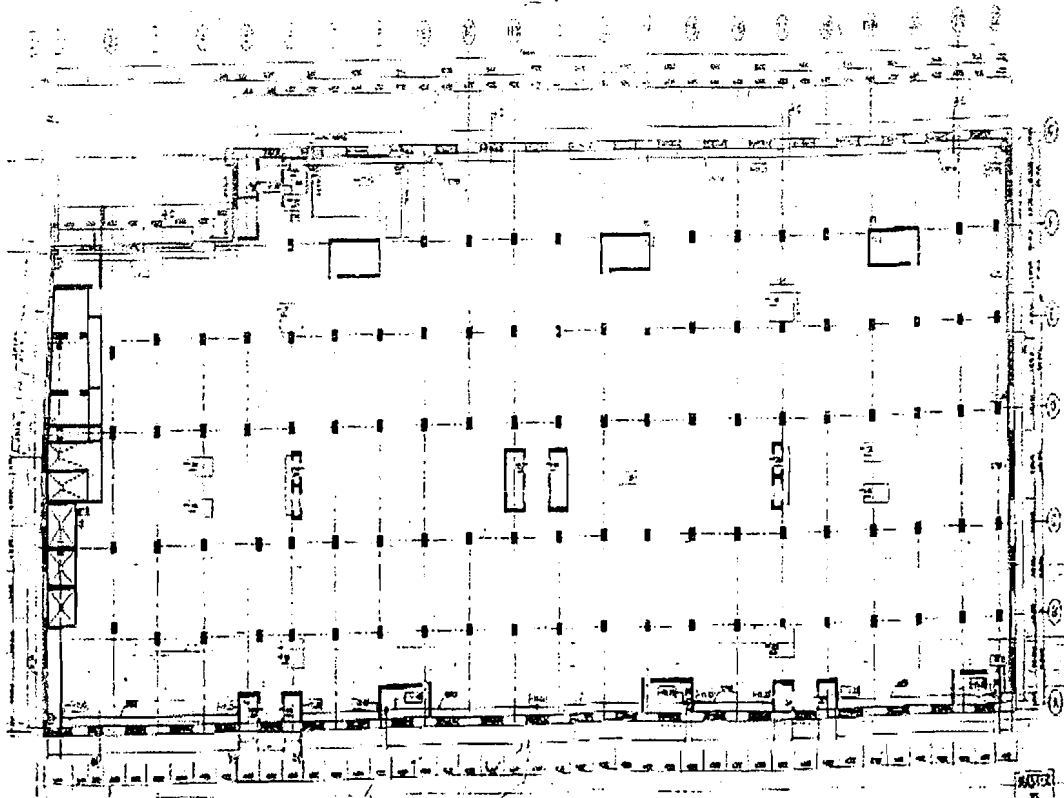
Gambar 5.21 Penempatan Sumur Dewatering

3) Konstruksi *Pit* atau Tempat Pompa *Sumppit*.

Apabila di dalam pelaksanaan masih ada genangan air tanah akibat porositas tanah, maka di dalam pelaksanaan akan digunakan Sistem *dewatering* dengan *pit* pada beberapa lokasi dengan dibuatkan parit-parit yang berfungsi sebagai *subdrain* yang mengalirkan air ke parit-parit tertentu.

Parit-parit ini dapat diisi dengan batu kerikil dan pada saat pengecoran ditutup dengan plastik agar dapat dibuatkan lantai kerja.

Tempat pompa *sumppit* atau pompa permukaan akan dibuat disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Dari perhitungan diatas dapat direncanakan



Gambar 5.22 Denah Gutter dan Sumpit

4) Perbandingan Berat Bangunan terhadap Gaya *Up Lift* Air Tanah

Untuk mengatasi gaya *Uplift* tanah pada saat pengerjaan konstruksi maka dilakukan perhitungan apakah gaya *Uplift* air tanah aman terhadap bangunan yang ada diatasnya.

Pekerjaan *dewatering* dilaksanakan selama 5 bulan. Pada waktu itu berdasar pada *master schedule* pekerjaan telah menyelesaikan lantai

2. Volume beton sampai lantai 2 adalah sebesar :

Hitungan Beton s/d Lt 2

No.	Uraian	Volume	Sat.
1	Pie Cap	3.134.81	m3
2	Tie Beam	160.16	m3
3	Diafragma Wall	3.984.12	m3
3	Plat Basement 2	4.987.26	m3
5	Kolom Basement 2	497.08	m3
6	Plat Basement 1	2.179.24	m3
7	Kolom Basement 1	496.60	m3
8	Plat Semi Basement	1.010.81	m3
9	Retaining Wall	262.72	m3
10	Capping Beam	524.06	m3
11	Balok Semi Basement	624.10	m3
12	Kolom Semi Basement	576.53	m3
13	Plat Lower Ground	1.044.47	m3
14	Balok Lower Ground	717.35	m3
15	Kolom Lower Ground	511.47	m3
16	Plat Ground	1.040.35	m3
17	Balok Ground	722.38	m3
18	Kolom Ground	511.47	m3
19	Plat Lantai 1	1.030.17	m3
20	Balok Lantai 1	701.57	m3
21	Kolom Lantai 1	511.47	m3
22	Plat Lantai 2	1.045.04	m3
23	Balok Lantai 2	699.86	m3
24	Kolom Lantai 2	657.32	m3
Total Volume Beton		27.630.39	m3

Berdasar data *boring profile*, maka muka air tanah (mat) tertinggi berada pada kedalaman – 8,60 m dibawah permukaan tanah. Sedangkan lantai *basement* 2 berada pada kedalaman – 11,25 m terhadap permukaan tanah. Luas bangunan adalah 8.198,21 m²

Perhitungan berat bangunan :

$$\text{Berat Bangunan} = 27.630 \times 2,4 = 66.312 \text{ ton}$$

Perhitungan Up Lift :

_____	± 0,00 permukaan tanah
_____	- 8,60 m M. A. T. tertinggi
_____	- 11,25 m Lantai <i>basement</i> 2

Tinggi air tanah terhadap lantai *basement* 2

$$= 11,25 \text{ m} - 8,60 \text{ m}$$

$$= 2,65 \text{ m}$$

Volume air tanah dari lantai *basement* 2 sampai dengan muka air tanah tertinggi

$$= (\text{tinggi air tanah terhadap lantai } \textit{basement} 2) \times (\text{luas bangunan})$$

$$= 2,65 \text{ m} \times 8.198 \text{ m}^2$$

$$= 21.725,26 \text{ m}^3 \quad \text{setara dengan } 21.725,26 \text{ ton}$$

Perbandingan berat bangunan terhadap *Up Lift*

$$= 66.312 \text{ ton} : 21.725,26 \text{ ton}$$

$$= 3,05 \Rightarrow \text{Aman}$$

5.2.3.6 Kesimpulan

Dari uraian hitungan yang dibahas diatas didapat bahwa untuk mengeringkan daerah galian selama proyek berlangsung dibutuhkan 5 sumur *dewatering* pada kedalaman 20 meter dengan masing – masing kapasitas pompa *submersible* 200 – 250 lt/dtk. Sedangkan untuk

mengatasi pengaruh air hujan selama proses *dewatering* dipakai pompa *sump pit* sebanyak 7 pompa dimana air akan disalurkan ke dalam parit – parit yang di buat disekeliling dinding diafragma. Untuk gaya *uplift* air tanah terhadap berat bangunan didapat perbandingan rasio 1 : 3.05, yang berarti berat bangunan lebih besar 3 kali lipat besar gaya *uplift* air tanah yang terjadi sehingga bangunan tidak akan terangkat secara ekstrim oleh gaya *uplift* air tanah.

Dalam perhitungan dan pelaksanaan *dewatering* hendaknya dilakukan dengan teliti, sistematis dan sedapat mungkin menghindarkan efek – efek yang tidak di inginkan terhadap lingkungan di sekitar lokasi proyek, karena proses *dewatering* bukanlah hanya proses *pumping out*, tetapi suatu proses pengeringan daerah galian karena itu perlu dilakukan monitoring apakah *system dewatering* berjalan dengan baik yaitu dengan tidak terjadinya pengeringan sumur – sumur pada lingkungan sekitar proyek. Data monitoring *dewatering* dapat dilihat pada lampiran (**lampiran 5.2**)

5.2.4 Perencanaan Pondasi

Seperti yang diketahui bahwa semua beban struktur didukung oleh pondasi kemudian diteruskan ke tanah, maka keberhasilan sebuah struktur sangat tergantung pada ketepatan dalam pemilihan dan pemakaian pondasi. Pada saat ini, keseluruhan kegiatan perencanaan, perancangan, dan pelaksanaan setiap proyek memerlukan kerjasama dengan berbagai disiplin ilmu.

Dalam pemilihan Tipe bentuk pondasi yang paling cocok untuk suatu bangunan tergantung dari beberapa factor, yaitu ; fungsi bangunan dan beban

yang harus dipikul, kondisi permukaan serta biaya pondasi dibanding dengan biaya bangunan. Karena beberapa factor ini saling mempengaruhi, ada beberapa penyelesaian untuk setiap problem pondasi.

Dengan memperhatikan factor diatas dan didukung oleh data *soil boring* maka dapat direncanakan bentuk pondasi yang dapat dipakai pada pembangunan Proyek Pasar Tanah Abang Blok A, Jakarta Pusat.

5.2.4.1 Pemilihan Bentuk Pondasi

Pada keadaan tanah dibawah kedalaman dengan struktur tanah lempung, dimana pondasi telapak dan plat akan didirikan terlalu lemah atau terlalu kompresibel untuk menyediakan daya dukung yang cukup, beban perlu dipindahkan ke material yang lebih kuat di tanah yang lebih dalam misalnya dengan menggunakan tiang (*pile*).

Tiang beton dalam pembuatannya dibedakan menjadi tiang beton pracetak (*precast concrete pile*) dan tiang beton cor di tempat (*cast in place*), sedangkan menurut pemasangannya dibedakan menjadi dua yaitu ; tiang pancang (*driven pile*) dan tiang bor (*bored pile*)

Tiang sering digabungkan menjadi satu, dengan tiap kelompok terdiri dari beberapa tiang untuk mendukung beban. Pada beberapa bangunan, kolom dengan beban kecil diperbolehkan menggunakan satu tiang saja, namun karena kondisi lapangan dapat menyebabkan posisi tiang berubah beberapa inchi dari rencana semula, maka terjadinya beban eksentris tidak dapat dihindari. Untuk itu bagian ujung tiang tunggal biasanya diperkuat dalam dua arah dengan menggunakan balok – balok melintang. Jika hanya dua tiang yang diperlukan, bagian kepala tiang dapat dihubungkan dengan *concrete cup* yang dihubungkan dengan balok melintang pada satu arah

tegak lurus yang menghubungkan dua buah tiang tersebut. Kelompok tiang yang terdiri dari tiga tiang atau lebih dilengkapi dengan *concrete cup* yang diberi tulangan.

5.2.4.2 Pemilihan Cara Pemasangan Tiang

a. Berdasarkan Kondisi Lingkungan

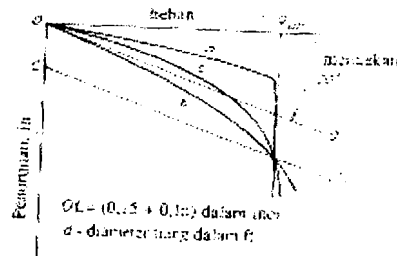
Berdasarkan Data *boring profile* yang sudah diambil pada proyek Pasar Tanah Abang, Blok A. Pada kedalaman 12.5 m adalah tanah lempung (*clay*) karena itu digunakan tipe pondasi tiang yang digabungkan menjadi kelompok. Pada proyek Pasar Tanah Abang Blok A, dipakai enam jenis kelompok dimana tiap kelompok terdiri dari ; 2, 3, 4, 6, 8 dan 20 tiang.

Menurut pemasangannya tiang dibedakan menjadi dua yaitu ; tiang pancang (*driven pile*) dan tiang bor (*bored pile*). Dalam pemasangan tiang harus dilihat kondisi lingkungan dan bangunan disekitar lokasi proyek. Seperti yang dapat dilihat pada *layout* proyek, letak proyek berada di tengah kompleks pertokoan dan pasar tanah abang blok B, C dan D dimana selalu terjadi aktivitas yang tinggi pada kesehariannya. Pemasangan tiang dengan cara pemancangan tidak dapat digunakan pada proyek ini, selain menimbulkan getaran yang dapat merusak bangunan struktur disekitarnya, tiang pancang juga menimbulkan kebisingan pada saat pemancangan dengan menggunakan *electric hammer*.

b. Berdasarkan kondisi Tanah

Cara tiang yang dipancang ke dalam tanah lempung dalam mendukung beban dipengaruhi pada beban aman pada tiang gesekan.

Beban yang dapat didukung oleh tiang dalam tanah lempung dapat ditentukan dengan pengujian beban statis. Kurva penurunan akibat pembebanan dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 5.23 Kurva Hasil Pengujian Pembebanan
pada Beberapa Tipe Dukungan Tiang

Kurva asimtot vertical yang berhubungan dengan gerakan mendadak tiang ke tanah atau penetrasi tetap dibawah tiang yang ada. Beban yang mengakibatkan keruntuhan diwakili oleh absis tangent vertical kurva penurunan beban.

Dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa penurunan akibat tiang pancang dengan dukungan pada gesekan tanah lebih besar daripada penurunan yang terjadi pada tiang dengan dukungan ujung dan dukungan gesekan tanah dan ujung tuiang pada tanah keras.

5.2.4.3 Penurunan Pondasi Tiang

Selalu terjadi perubahan kondisi tegangan akibat perubahan konsistensi dan kerapatan kerana pengaruh pengeboran tiang. Hal ini juga akan menimbulkan pengaruh terhadap perilaku tiang tidak hanya selama perancangan tetapi juga selama tiang tersebut mendukung beban yang diberikan. Perilaku kelompok tiang secara langsung tidak dapat dianggap

sama dengan perilaku tiang tunggal meski menahan beban yang sama tiap tiang dan dalam lokasi yang sama.

Hal penting adalah kontribusi dukungan dari gesekan kulit dan ujung tiang yang mencapai lapisan tanah keras. Jika beberapa tiang saling berdekatan sehingga tanah sekeliling akan mendukung tiang, tegangan akan diberikan pada seluruh blok tanah dimana kelompok tiang tersebut dipancang, perlahan – lahan akan cenderung menekan tanah, dan tiang akan turun sedikit, saat sebagian besar beban dipindahkan secara langsung oleh tiang ke lapisan keras. Pada kelompok tiang yang besar, sebagian besar beban cepat atau lambat akan didukung oleh dukungan ujung tiang, dengan mengabaikan gesekan kulit yang terjadi pada pengujian pembebanan tiang tunggal.

Perbedaan yang ada tidak hanya kapasitas tiang tunggal dengan kapasitas tiang dalam grup, namun juga penurunan karena pembebanan. Penurunan tiang grup, sulit diperkirakan dari uji pembebanan tiang tunggal. Jika pondasi diletakkan pada kedalaman yang sudah diperhitungkan, pada tanah kompresibel seluruh pondasi tetap turun, karena ada lapisan konsolidasi lapisan dibawahnya. Penurunan struktur yang didukung pondasi pada tanah lempung sesungguhnya tidak hanya dipengaruhi oleh bekerjanya secara singkat pembebanan yang sangat besar pada satu atau lebih pondasi, dan keruntuhan pondasi tidak tercapai . Hal ini disebabkan karena lambatnya respon lempung terhadap aplikasi beban, penurunan harus dihitung berdasarkan beban mati ditambah perkiraan yang paling realistic dari beban sepanjang umur struktur.

5.2.4.4 Daya Dukung Pondasi

Seperti juga pada system pondasi dalam lainnya, daya dukung aksial pondasi tiang juga terdiri dari 2 (dua) bagian, yaitu : daya dukung akibat gesekan sepanjang badan tiang dengan tanah dan daya dukung (dasar) dari tiang.

$$Q_{ult} = Q_{su} + Q_{bu} \dots \dots \dots (5.1)$$

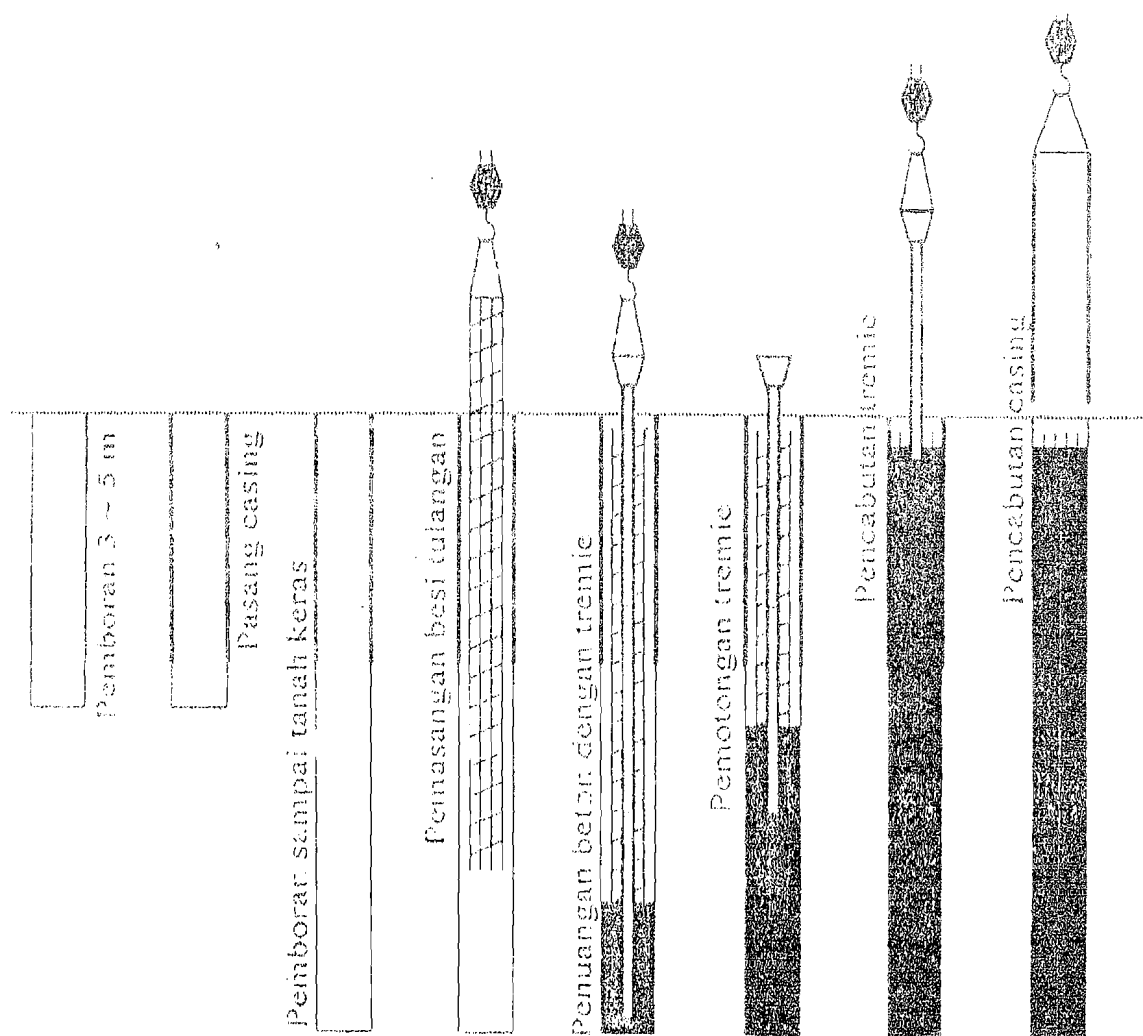
Cara atau rumus – rumus yang digunakan untuk memperkirakan daya dukung gesek dan daya dukung ujung tiang sama dengan teori perhitungan daya dukung yang umum dipakai.

Penelitian dan pengalaman menunjukkan bahwa pondasi yang dicor di tempat, perlawanan gesek akan termobilisasi penuh pada penurunan yang relative kecil, yaitu saat penurunan relative tiang terhadap tanah mencapai kurang lebih 0,5 % dari diameter (lebar) badan tiang atau kurang lebih 5 – 10 mm. Sebaliknya diperlukan penurunan yang jauh lebih besar, yaitu antara 10 -20 % dari diameter (lebar) ujung tiang, agar kapasitas ujung tiang dapat termobilisasi penuh. Ini berarti pada beban kerja tertentu beban yang dipikul oleh ujung tiang pada umumnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan beban yang dipikul oleh gesekan di sepanjang tiang.

Atas dasar ini daya dukung ijin, Q_{all} tiang bor yang juga merupakan tiang yang dicor ditempat, dapat ditentukan dengan mengambil factor keamanan yang lebih kecil untuk perlawanan gesek dan factor keamanan yang lebih besar untuk perlawanan ujung.

$$Q_{all} = \frac{Q_{su}}{1,5} + \frac{Q_{bu}}{3} \dots \dots \dots (5.2)$$

Karena daya dukung ijin tiang bor yang kecil maka pada umumnya untuk memikul satu kolom digunakan beberapa tiang bor.



Gambar 5.24 Proses pengerjaan pondasi *bore pile*

5.2.4.5 Kesimpulan

Dengan semakin besarnya beban kerja yang harus dipikul oleh pondasi akibat bangunan yang kini cenderung semakin tinggi, maka diperlukan pondasi yang tepat dalam fungsinya menahan beban untuk diteruskan

kedalam tanah. Pondasi tiang bor merupakan satu pilihan yang patut dipertimbangkan. Teknik ini, terutama bila dikombinasikan dengan penggunaan dinding diafragma, dan tentunya bila didesain secara efisien dan terpadu akan merupakan pilihan yang handal dan cukup ekonomis dalam arti waktu dan biaya.

Dengan system dinding diafragma dan pondasi tiang bor, pembangunan gedung juga dapat dilakukan dalam 2 (dua) arah ke atas dan ke bawah. Artinya *basement* dibangun bersamaan dengan dibangunnya lantai atas. Teknik ini biasa dikenal dengan nama *top down* (lebih tepat sama dengan *Up down Construction*). Dengan teknik ini waktu pelaksanaan pembangunan lebih singkat. Detail pemakaian pondasi tiang dan perencanaan pile cap dapat di lihat pada lampiran (**lampiran 4.1 dan lampiran 4.2**)

5.3 Proses Pelaksanaan Konstruksi

5.3.1 Pelaksanaan Konstruksi *top - down*

a. Pekerjaan *Site Clearing*

Site Clearing merupakan pekerjaan awal dari suatu proyek. Pada pekerjaan ini lokasi dibersihkan dari barang – barang bekas yang ada, perataan lokasi dan penentuan as – as untuk penggalian. Pada perataan lokasi, tanah diratakan sesuai elevasi yang telah disepakati, hal ini untuk memudahkan pekerjaan pembuatan *acces road* bagi peralatan yang akan digunakan.

b. Pekerjaan *Setting out*

Setting out merupakan pengukuran-pengukuran tanah yang diterapkan dari gambar ke alam. Perencanaan letak konstruksi berkaitan dengan fungsi bangunan tersebut. Maka sebelum ditetapkan letak dari bangunan tersebut perlu diadakan *survey* atau penyelidikan mengenai keadaan lokasi proyek tersebut. *Survey* lokasi proyek dimaksudkan untuk memperoleh data dan informasi tentang keadaan lokasi proyek serta situasi yang ada disekitarnya sebagai data awal perencanaan.

Data tersebut meliputi :

- i. Lokasi dan situasi proyek beserta tata letak kedudukan dan lingkungan sekitarnya
- ii. Batas-batas lokasi serta fasilitas bangunan yang telah ada.
- iii. Luas lahan yang tersedia serta keadaan khusus yang istimewa di lapangan
- iv. Garis kontur permukaan tanah

Bangunan pasar yang berada disekitar lingkungan proyek serta bangunan lama yang berada dilingkungan proyek dijadikan acuan pengukuran pembangunan gedung Pasar tanah Abang Blok A, Jakarta Pusat.

Data luas lahan digunakan dalam perencanaan denah dan luas bangunan, data garis kontur permukaan tanah digunakan sebagai pedoman dalam menentukan elevasi titik-titik bangunan, dengan bantuan alat ukur *theodolit* dan *waterpass*.

c. Pekerjaan *Diaphragm wall*.

- i. Penggalan *guide wall* sesuai dengan luas bangunan yang direncanakan.

Lebar *guide wall* ini dibuat 0,5 meter lebih besar dari dinding diafragma yang akan dibuat untuk memudahkan pergerakan *grabber*.

- ii. *Fabrikasi* tulangan dilakukan ketika penggalian dilakukan, setelah tulangan siap, *guide wall* diperiksa maka tulangan dipasang. Pemeriksaan selalu dilakukan untuk menghindari pemasangan yang tidak tegak lurus dan tidak sejajar.
- iii. Pemasangan *Formwork* atau bekisting dengan perhitungan bahwa as *guide wall* selalu berada ditengah-tengah.
- iv. Pengecoran dinding pengarah, dilakukan dengan menggunakan *bucket* dan dilakukan terus menerus supaya tidak terjadi pengeringan beton yang tidak merata.
- v. Pembongkaran bekisting dilakukan setelah 1-2 hari pengecoran. Pada sisi *guide wall* dipadatkan kemudian dicor untuk digunakan sebagai lantai kerja. Pada bagian dalam *guide wall* dipasang *stud - stud* untuk mencegah terjadi keruntuhan.
- vi. Perakitan panel yang terdiri dari dua jenis, yaitu : *female* dan *male*. Harus dibuat sedemikian rupa agar bagian samping yang akan disambung tidak mengalami ketidaksesuaian ukuran dan dapat menjadi tulangan yang kaku dan kuat.
- vii. Mobilisasi dan persiapan alat-alat, alat-alat yang digunakan adalah *grabber, excavator, water pump, ultrasonic testing machine* untuk penggalian. *Bar cutter, bar bender, welding set* untuk pabriksi *steel cage*, untuk penempatan *steel cage* dipakai *crawler crane*. Sedangkan untuk pembetonan dipakai *tremie, truk mixer* dan *crawler crane*.
- viii. Penggalian panel, dilakukan secara bertahap yakni dilakukan pada bagian *female* terlebih dahulu. Hal ini dilakukan karna bagian *female* dilakukan

grab sebanyak 3 kali angkat, sedangkan untuk untuk bagian male dilakukan sekali *grab*.

ix. Pengangkatan tulangan ke lubang galian dengan menggunakan *crane*. Pada saat penyambungan, panel pertama yang diturunkan tidak langsung menyentuh dasar galian tetapi ditahan dulu dengan *crane* untuk mengerjakan penyambungan dengan las. Penurunan harus diperiksa dengan teliti, bahwa panel telah tegak vertical pada galian.

x. Pemasangan pipa PVC pada kedalaman 4.25m dan 8.75m digunakan untuk bekisting *anchor ground*.

xi. Pengecoran atau *concreting* dilakukan dengan pipa tremi, saat pengecoran berlangsung ujung pipa dibenamkan kedalam beton minimal 1 meter, hal ini untuk menghindari terjadinya pengerasan beton sebelum beton selanjutnya masuk Pekerjaan pengecoran dilakukan per panel.

xii. Pekerjaan *capping beam*

d. Pekerjaan galian / ekskavasi I

Pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut :

i. Pelaksanaan galian dimulai dari muka tanah, hingga mencapai elevasi semi *basement* secara bertahap, yaitu dari elevasi 0,0 sampai dengan elevasi - 2,25 meter.

ii. Pelaksanaan galian semi basement menggunakan *dozer* dan *excavator*..

f. Pemasangan *Ground Anchor*

Tahapan pelaksanaan pemasangannya adalah sebagai berikut :

i. Tanah di gali sampai kedalaman 4,25 meter di bawah permukaan tanah asli.

- ii. Dengan alat *soilmach*, ditempatkan di depan titik yang akan dibor. pengeboran dilaksanakan dengan sudut 45° dari arah horizontal dengan *system wash boring*. Pengeboran pertama dilakukan sedalam 3m. Alat *soilmach* mampu mengerjakan 3 - 4 lubang per jam.
- iii. Setelah pengeboran selesai lubang bor dicuci dengan memompakan air ke dalam lubang bor melalui pipa PVC, dengan pencucian ini diharapkan semua lumpur sisa pengeboran keluar dari lubang sehingga memperlancar pekerjaan selanjutnya.
- iv. Pemasukan baja tulangan, digunakan *nail* berupa baja tulangan dengan diameter 12.7 mm. Sebelum dimasukkan ke dalam lubang, terlebih dahulu masing – masing baja tulangan tersebut dilengkapi dengan *centralizer* dan *draat*. Pemasukan baja tulangan dilakukan dengan manual, apabila tidak dapat dimasukkan karna terhalang sesuatu dapat dibantu dengan menggunakan alat *soilmach*.
- v. Pekerjaan *grouting* yaitu dengan menginjeksi campuran air dan semen yang ditambahkan dengan zat *additive* 0.5% dari berat semen untuk mempercepat pengerasan.
- vi. Pekerjaan *shotcrete* disemprotkan dengan bantuan alat *sprayer* setebal 15 – 20 cm, Material *shotcrete* berupa campuran air + semen + pasir + kerikil.
- vii. Setelah *shotcrete* selesai dilaksanakan, selanjutnya adalah pemasangan plat serta pengencangan baut pada ujung baja tulangan.
- viii. Pemantauan dengan *inclinometer*, untuk memonitor perilaku struktur pasca konstruksi, alat *inclinometer* dipasang pada sisi permukaan dinding dan beberapa titik *control* pada permukaan tanah. Berjarak 2 meter dari dinding galian.

ix. Test *pull out* merupakan pengujian terhadap kapasitas rencana. Test dilakukan pada beberapa *nail* secara acak setelah umur mencapai umur beton *grout* rencana. Gaya prategang yang diberikan pada *nail* adalah sebesar 50% dari gaya *nail* tersebut. Penggeseran plat akan terbaca pada *dial gauge*.

b. Pekerjaan *Dewatering*

Pekerjaan *dewatering* tahap ini dilakukan untuk mengurangi muka air tanah pada saat sebelum pekerjaan galian II karena muka air tanah ditemukan pada elevasi -8.60m.

i. Pengadaan perlengkapan *Dewatering* terdiri dari :

1. 5 unit pompa *submersible*
2. 7 unit pompa *sump pit* untuk air permukaan / air hujan
3. Kabel instalasi listrik berikut panel control dan panel induk
4. Instalasi pemipaan pembuangan air *dewatering* ke saluran kota atau sungai
5. Pembuatan *sump pit* dan saluran untuk mengatasi air permukaan

ii. Pengeboran sumur *dewatering* sebanyak 5 (lima) titik dengan diameter 8 inchi menggunakan alat mesin bor tanah dengan sistem *wash boring*, sampai kedalaman minus 20.00 meter.

iii. Pemasangan casing PVC AW dengan diameter 6 inchi.

iv. Pengisian *gravell* antara casing dengan dinding bor yang berfungsi sebagai filter.

v. Instalasi pompa *submersible* berikut perlengkapan: elektroda, pipa galvanis dan kabel listrik.

vi. Instalasi listrik dari genset ke panel induk dan panel otomatis pompa.

- vii. Instalasi plumbing (selang dan pemipaan) dan pemompaan *dewatering* siap difungsikan sampai pekerjaan *Basement* telah selesai dan berat struktur yang ada telah cukup mengimbangi tekanan air tanah.
 - viii. Konstruksi pompa *Sump pit* atau pompa permukaan pada beberapa tempat akan dibuatkan parit yang berfungsi sebagai subdrain yang mengalirkan air ke parit-parit tertentu.
- c. Pekerjaan galian / ekskavasi II
- Pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut :
- i. Pelaksanaan galian dimulai dari elevasi -4,25 meter, hingga mencapai elevasi *basement* 1 secara bertahap, yaitu sampai dengan elevasi -8,75 meter.
 - ii. Pelaksanaan galian *basement* 1 menggunakan *dozer* dan *excavator*
- d. Pemasangan *Ground Anchor*
- Ground Anchor* dipasang pada dasar galian dengan jarak horizontal antar angkur 2 meter dan sudut kemiringan 45° dengan kedalaman bor 2 meter. Pelaksanaan sama dengan pemasangan *ground anchor* pertama. Setelah *grouting* pada ujung angkur mencapai umur yang cukup maka diberi gaya prategang.
- e. Pekerjaan galian / ekskavasi III
- Pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut :
- i. Pelaksanaan galian dimulai dari elevasi -8,75 meter, hingga mencapai elevasi *basement* 2 secara bertahap, yaitu sampai dengan elevasi -11,25 meter.
 - ii. Setelah level bawah *basement* 2 dicapai dengan luas sesuai rencana dilanjutkan pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran.

- iii. Pelaksanaan galian *basement* 2 menggunakan *dozer* dan *excavator*.

5.3.2 Pelaksanaan Konstruksi *Upward*

Pelaksanaan pekerjaan *upward* (ke atas) adalah pelaksanaan dari Pondasi sampai dengan struktur atas. Pelaksanaan pekerjaannya sama dengan metode konvensional yang urutan pekerjaannya meliputi pekerjaan pembesian, bekisting, pencoran dan pembongkaran bekisting kolom, balok dan pelat.

a. Pekerjaan *bored pile*

Pelaksanaan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

- i. Menentukan letak titik yang akan dibor dengan menggunakan theodolite.
- ii. Setelah didapatkan letak titik tersebut maka pada as *bored pile* diberi tanda dengan menancapkan patok kayu.
- iii. Selanjutnya melakukan pengeboran tepat di atas patok kayu tersebut dengan *boring machine*.
- iv. Pengeboran diawali dengan mengebor tanah sedalam 2 meter, di ikuti dengan pembersihan dasar lubang bor yang disusul dengan pengukuran kembali panjang lubang bor. Jika terjadi pendangkalan, berarti terjadi kelongsoran dan harus dibersihkan.
- v. kemudian pada lubang tersebut dipasang casing sesuai dengan diameter *bored pile*, casing ini diangkat dengan bantuan *service crane*.
- vi. Pengeboran dilanjutkan sampai kedalaman yang telah ditentukan.
- vii. Setelah pengeboran selesai maka dilakukan pemasangan tulangan *bored pile* yang telah dirakit, dengan menjaga sifat vertikalnya serta posisinya tidak bergeser ke sisi lubang. Rangkaian tulangan ini diangkat dan dimasukkan ke dalam casing memakai *service crane*.

- viii. Tahap selanjutnya adalah memasukkan *tremie* sampai dasar *bored pile* menggunakan *service crane*.
- ix. Setelah *tremie* masuk maka dilakukan pengecoran. Adukan beton dituang dari *truck mixer* ke *concrete pump truck* dan dipompakan menuju *bored pile* yang akan dicor tepat diatas *tremie*. Tremie dimasukkan di tengah – tengah pembesian, dengan ujung ditutup kertas semen agar beton yang pertama kali keluar tidak tercampur dengan air. Didalam pekerjaan pengecoran ini *tremie* selalu digerakkan naik turun maksudnya supaya adukan beton yang lewat didalamnya dapat keluar dan adukan beton yang sudah berada didalam *casing* menjadi merata (pengganti vibrator), Ujung *tremie* berada minimum 1 meter di bawah permukaan beton supaya air tidak tercampur pada beton yang keluar selanjutnya
- x. Setiap penuangan 1 m³ beton, kedalaman lubang diukur (untuk mengetahui penambahan tinggi permukaan beton).
- xi. Penuangan beton dilanjutkan dengan cara yang sama sampai pada level yang direncanakan.
- xii. Pengecoran dihentikan apabila adukan beton sudah sampai pada bagian atas atau permukaan *casing*.
- xiii. Tahap terakhir adalah mengangkat casing dengan bantuan *service crane*.

b. Pekerjaan lantai kerja

- i. Pemadatan tanah dilakukan dengan bantuan alat berat *dozer*
- ii. Pengurugan dengan pasir setebal 0.1m
- iii. Pembuatan lantai kerja dengan tebal 0.05m
- iv. Pembuatan lapisan *waterproofing* dengan menggunakan *plastic*

Detail lapisan lantai kerja dapat dilihat pada lampiran (lampiran 2.3)

c. Pekerjaan *Pilecap*

Pile cap digunakan untuk mengikat bored pile sehingga menjadi suatu pondasi.

Pada proyek ini menggunakan pondasi *bored pile* dengan ukuran *pile cap* :

- i. *Pile Cap* dengan bentuk persegi, dimensi 5.5m X 2.8m, tebal pelat pondasi 1.6m, terdiri dari 2 tiang *bored pile*. Tulangan yang dipakai D22-100. *Pile Cap* diletakkan sebagai pondasi, dengan jarak antara pondasi 80 m.
- ii. *Pile Cap* dengan bentuk segi tiga, dimensi 5.5m X 5.5m, tebal pelat pondasi 1.6m, terdiri dari 3 tiang *bored pile*. Tulangan yang dipakai D22-100. *Pile Cap* diletakkan sebagai pondasi, dengan jarak antara pondasi 80 m.
- iii. *Pile Cap* dengan bentuk persegi , dimensi 6.6m X 5.8m, tebal pelat pondasi 1.6m, terdiri dari 6 tiang *bored pile*. Tulangan yang dipakai D22-100. Diletakkan sebagai pondasi dibawah tangga , dengan jarak antara tiang 2.5 m.
- iv. *Pile Cap* dengan bentuk persegi , dimensi 9.5m X 5.8m, tebal pelat pondasi 1.6m, terdiri dari 8 tiang *bored pile*. Tulangan yang dipakai D22-100. Diletakkan sebagai pondasi dibawah lift, dengan jarak antara tiang 2.6 m.

d. Pekerjaan *Tie beam*

Pada pekerjaan *tie beam* diawali dengan penulangan, pembuatan *bekisting* dengan batu bata merah, kemudian setelah *bekisting* siap dapat dilakukan pengecoran.

- i. Penulangan *tie beam* dilaksanakan setelah lantai kerja yang terbuat dari beton tidak bertulang mengering. Baja tulangan disusun

langsung dilapangan berdasarkan dimensi tulangan yang direncanakan.

- ii. Penyusunan didahului dengan tulangan pokok bagian bawah *tie beam* yang berada pada permukaan lantai kerja, dialasi dengan beton tahu untuk menjaga ketebalan selimut beton
- iii. Pemasangan tulangan begel dan tulangan pokok bagian atas *tie beam*, tulangan di ikat dengan kawat pengikat agar susunannya tetap dan tidak berubah-ubah dan sesuai dengan jarak tulangan yang sudah direncanakan.
- iv. Pemasangan *bekisting* yang terbuat dari bata merah ini dibuat menjadi *bekisting* yang permanen tidak dilepas seperti *bekisting* yang terbuat dari kayu
- v. Pencoran *tie beam* dilakukan setelah penyusunan tulangan *tie beam* selesai dan susunannya telah kuat dan kokoh dalam *bekisting*. Campuran beton *ready mix* dituang ke dalam *tie beam* melalui pipa *tremie*.

e. Pekerjaan kolom

Kolom adalah bagian *vertical* dari portal yang merupakan bagian yang penting karena kolom memikul semua beban yang bekerja dan beratnya sendiri, kemudian diteruskan ke pondasi, dan oleh pondasi discbarkan ke dalam tanah.

f. Pekerjaan Pelat lantai *basement 2*

Pekerjaan *tie beam* dilakukan berurutan dengan pekerjaan pelat lantai, agar didapatkan *tie beam* dan pelat lantai yang *monolite*. Pekerjaan balok dan pelat lantai meliputi pembesian pelat, pembersihan dan pengecoran. Sebelum

melaksanakan pengecoran pelat lantai terlebih dahulu adanya persiapan pengukuran, pemotongan, pembengkokan serta penyetelan tulangan baja.

- g. Pekerjaan selanjutnya adalah pelaksanaan pekerjaan dari lantai *basement* 1 sampai dengan lantai 21 pada daerah *highrise*. Pelaksanaan pekerjaannya sama dengan metode *konvensional*, yang urutan pekerjaannya meliputi pekerjaan pembesian, *bekisting*, pengecoran, dan pembongkaran *bekisting* kolom, balok dan pelat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari bab - bab sebelumnya ada beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan akhir dari tugas akhir ini.

1. Penerapan metode konstruksi *basement* akan memberikan berbagai keuntungan waktu pelaksanaan pada kondisi / keadaan seperti tersebut di bawah ini :
 - a. Pada proyek pembangunan pasar Tanah Abang menggunakan dinding diafragma yang terdiri dari panel – panel dengan angkur, dikarenakan dinding diafragma mempunyai keunggulan yaitu lebih kedap air dan dapat sekaligus sebagai dinding *basement*, serta dikarenakan kebutuhan dari bangunan tersebut yaitu sebagai fasilitas umum sehingga pelaksanaanya membutuhkan waktu yang singkat daripada penggunaan dinding diafragma dengan tiang bor.
 - b. Lahan kerja sempit dan disekitarnya terdapat bangunan-bangunan yang perlu diamankan pondasinya dengan menggunakan dinding diafragma agar tanah di sekitar lokasi proyek tidak runtuh dan juga tidak merusak struktur bangunan sekitar proyek.

- c. Pada bangunan yang ada disekitar lokasi proyek tidak ada yang menggunakan struktur bawah tanah atau *basement* sehingga pemasangan angkur tidak akan mengganggu bangunan sekitar.

6.2 Saran

Setelah penyusun melaksanakan tugas akhir ini, ada beberapa hal yang dijadikan saran penyusun pada pembaca sekalian yang mungkin dapat dijadikan bahan pertimbangan dan pemikiran di masa datang.

1. Perkembangan teknologi ketekniksipilan secara umum yang pesat perlu untuk senantiasa diikuti dan diketahui oleh semua insan teknik sipil, baik praktisi, akademisi maupun mahasiswa.
2. Perkembangan yang pesat dari metode konstruksi dan manajemen konstruksi serta pentingnya manajemen konstruksi dalam pelaksanaan suatu proyek hendaknya diantisipasi oleh kalangan pendidikan dengan memperkenalkan manajemen konstruksi secara lengkap pada mahasiswa.
3. Suatu teknologi baru dalam dunia konstruksi, hendaknya tidak langsung diterapkan, tetapi harus dilakukan terlebih dahulu studi secara menyeluruh, baik teknis, ekonomis bahkan sosial.
4. Mengingat pada tugas akhir ini tidak dilakukan studi tentang perbandingan waktu dan biaya, perlu dilakukan studi lanjutan penerapan metode konstruksi semi *top down* ditinjau dari waktu dan biaya pelaksanaan.
5. Masih terbuka kesempatan untuk melakukan studi terhadap berbagai komponen penunjang metode konstruksi semi *top down*, seperti *diaphragm wall*, *kingpost*, *bored pile*, manajemen peralatan dan sumberdaya manusia dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1996, **Konstruksi Top Down Suatu Tinjauan Pelaksanaan**, Team BI-C.
2. Awal Surono, 1997, **Laporan Penelitian Mengenai Pekerjaan Dinding Diafragma**, Laporan ITB, Bandung.
3. Nurmanjaya Dahri, 1999, **Metode Konstruksi Pada Pembuatan Basement Ditinjau Dari Sudut Manajemen Konstruksi**.
4. Schueller, Wolfgang, 1989, **Struktur Bangun Tingkat Tinggi**, PT. Eresco, Bandung.
5. Shahab, Hamid, 1997, **Filosofi Desain dan Supervisi**, Penerbit Djambatan, Jakarta.
6. Sri Susanti, 1997, **Sistem Penahan Tanah untuk Bangunan Gedung Dengan Menggunakan Dinding Diafragma**.
7. Suryo Lelono, Kabul Basah, 1992, **Teknik Pondasi bagian I**, Penerbit Nafiori, Jogjakarta.
8. Tumilar, Steffie, 1994, **Buletin HAKI**, edisi Agustus 1994, Jakarta.
9. Wiratman Wangsadinata, 1990, **Perencanaan Dinding Diafragma**, Majalah Konstruksi, Jakarta.
10. Woodhead, Ronald and Halpin, Daniel, 1980, **Construction Management**, John Willey and Sons, New York.

LAMP IRAN



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
 Email : dekanat@ftsp.uui.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : 259 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./VIII/2004
 Lamp. : -
 Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
 Periode Ke : I (Sep 04 - Feb 05)

Jogjakarta, 11-Sep-04

Kepada :
 Yth. Bapak / Ibu : Tadjuddin BMA,Ir,H,MT
 di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- | | | | |
|---|---------------|---|------------------|
| 1 | Na m a | : | Merty Hariyaniek |
| | No. Mhs. | : | 00 511 070 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2004 - 2005 |
| 2 | Na m a | : | Euis sufutri |
| | No. Mhs. | : | 00 511 127 |
| | Bidang Studi | : | Teknik Sipil |
| | Tahun Akademi | : | 2004 - 2005 |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

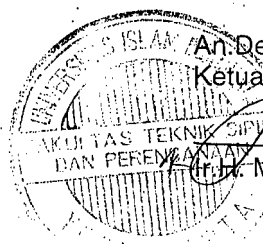
Dosen Pembimbing I	:	Tadjuddin BMA,Ir,H,MT
Dosen Pembimbing II	:	*

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Metode pelaksanaan basement proyek perbelanjaan Tanah Abang blok A
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.


 An. Dekan
 Ketua Jurusan Teknik Sipil
 Ir. H. Munadhir, MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 9/23/2004 11:34:17 AM



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL. KALIURANG KM. 14,4 TELP. 895042
EMAIL : FTSP.UILAC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Merty Hariyaniek	00 511 070	Teknik Sipil
2.	Euis sufitri	00 511 127	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

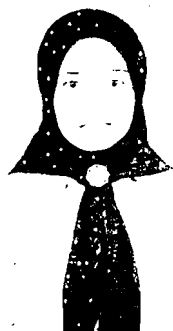
Metode pelaksanaan basement proyek perbelanjaan Tanah Abang blok A

PERIODE KE : I (Sep 04 - Feb 05)
TAHUN : 2004 - 2005

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		SEP	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	FEB.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Tadjuddin BMA,Ir,H,MT

Dosen Pembimbing II : *



Jogjakarta , 23-Sep-04
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : 3 - 1 - 2005
Sidang : 14 - 3 - 2005
Pendadaran : 18 - 4 - 2005



جامعة اسلام اندونيسيا

Lampiran 1.3

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440, Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id, Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 507 /Dek.70/FTSP/IX/2004
Lamp.
Hal : **Permohonan Data & Survey**

Jogjakarta, 9-Sep-04

Kepada Yth : Ir. Sarwoko
Proyek Pasar Tanah Abang Blok A Jakarta
di –
Jakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama	No.Mhs
1.	Merty Hariyaniek	00 511 070
2.	Euis Sufitri	00 511 127

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan informasi/data/bahan, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami, atas perkenan serta bantuan diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Dekan



Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D

Tembusan :

- Mahasiswa Ybs
- Arsip.