

TUGAS AKHIR

STUDI METODA KONSTRUKSI “TOP DOWN”

SEBAGAI ALTERNATIF PEMBANGUNAN “BASEMENT”



Disusun Oleh :

Nama : Wawan Supriyadi
No. Mhs. : 93 310 348
Nirm. : 93 0051013114342

Nama : Emmy Rosana
No. Mhs. : 93 310 006
Nirm. : 93 0051013114120

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI METODA KONSTRUKSI "TOP DOWN"
SEBAGAI ALTERNATIF PEMBANGUNAN "BASEMENT"

Disusun Oleh :

Nama : Wawan Supriyadi
No. Mhs. : 93 310 348
Nirm. : 93 0051013114342

Nama : Emmy Rosana
No. Mhs. : 93 310 006
Nirm. : 93 0051013114120

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Ir. H. M. Samsudin, MT

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Eddy Purwanto, CES, DEA

Dosen Pembimbing II



Tanggal : 1-5-1999

Tanggal : 1-Mei-1999

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan ridho-Nya kepada kita semua, khususnya kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang merupakan syarat guna memperoleh derajat strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyelesaian tugas ini tidak lepas dari dukungan serta sumbangan pikiran dan saran dari berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama penyusunan. Untuk itu dengan segala hormat dan keikhlasan hati penyusun haturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir.H.M. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I,
2. Bapak DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Pembimbing II,
3. Ayah, Ibu tercinta, Kakak yang telah banyak memberi bantuan dan dorongan moril maupun materiil dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
4. Bapak DR. Ir. Widodo Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,
5. Bapak Ir. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta,

6. Mas Didik, teman-teman di Teratai 8 dan Asem 9, atas bantuan dan dorongan moril maupun materiil dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
7. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari dalam penyelesaian Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena keterbatasan pengetahuan akan metode konstruksi “top-down” itu sendiri. Untuk itu penyusun mengharap kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan dimasa mendatang.

Akhir kata, penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca umumnya.

Semoga Allah memberkati kita semua, Amien.

Wassalammu’alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 1999

Penyusun

MOTTO

“ Kemalasan mengerjakan ibadah disebabkan oleh masih banyaknya dosa dalam diri manusia ” (Imam Al-Ghozali)

**Kupersembahkan untuk :
Ibunda, bapak, dan kakak tercinta.**

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Halaman pengesahan	ii
Motto	iii
Kata pengantar	iv
Daftar isi	v
Daftar gambar.....	x
Daftar tabel.....	xiii
Daftar lampiran	xiv
Daftar simbol	xv
Intisari	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah dan Ruang Lingkup	3
1.6. Metode Penelitian	4
1.7. Tinjauan Pustaka	5
1.7.1. Metoda “top down”	5
1.7.2. “Diaphragma wall”	5
1.7.3. “King post”	6

BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Teori Tekanan Tanah Lateral	7
2.2. Tekanan Tanah Lateral untuk Tanah Kohesif	9
2.3. Gaya Vertikal	11
2.4. Analisa Gaya	11
2.5. Kestabilan Dinding Penahan Tanah	12
2.6. Bidang Kelongsoran pada Galian Tanah	13
2.7. Tekanan Tanah Lateral Akibat Beban Lajur	14
2.8. Daya Dukung Vertikal	15
2.8.1. Daya Dukung Dasar	14
2.8.2. Daya Dukung Selubung	15
2.9. Gaya Angkat (“uplift”)	17
2.10. “Dewatering”	19
2.11. Peralatan Pekerjaan Tanah “Basement”	20
BAB III METODA KONSTRUKSI “TOP DOWN”	24
3.1. Pendahuluan.....	24
3.2. Pelaksanaan “Bored pile” dan pemasangan “king post”.....	26
3.3. Pelaksanaan “Diaphragma Wall”	27
3.3.1. Dinding pengarah	27
3.3.2. Penggalian panel dan pengecoran beton	28
3.3.3. Cairan penstabil penggalian panel (“bentonite slurry”)	31
3.3.4. Stabilitas dinding galian	31
3.3.5. Pekerjaan “Capping Beam”.....	34

3.4.	Pelat Lantai Beton	34
3.5.	“Base Floor” (lantai dasar)	36
3.6.	Pekerjaan “dewatering”	37
3.7.	Pelaksanaan Metoda Konstruksi “Top down”	37
3.8.	Pelaksanaan Antara Dinding dan Plat	52
3.9.	Pelaksanaan pengecoran kolom	53
BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN		56
4.1.	Lokasi Proyek	56
4.2.	Perhitungan Beban di Sekitar Lokasi Proyek	57
4.3.	Bidang Kelongsoran Tanah	58
4.4.	Tekanan Tanah Akibat Beban Lajur	59
4.5.	Tekanan Tanah Lateral	62
4.6.	Gaya Angkat (“Uplift”)	66
4.6.1.	“Uplift” pada “bored pile”	66
4.6.2.	“Uplift” pada dinding diafragma	68
4.7.	Stabilitas Dinding Galian	69
4.8.	“Dewatering”	71
4.9.	Daya Dukung Vertikal	75
4.9.1.	Daya dukung vertikal pada “diaphragma wall”	75
4.9.2.	Daya dukung vertikal pada “bored pile”	76
4.10.	Peralatan Pekerjaan Tanah	75
BAB V PEMBAHASAN		83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		86

89	LAMPIRAN
88	DAFTAR PUSTAKA
87	6.2. Saran
86	6.1. Kesimpulan

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
2.1	Ilustrasi konsep kesetimbangan elastis dan plastis	8
2.2	Galian Pada tanah kohesif	10
2.3	Analisa gaya	12
2.4	Diagram tekanan tanah aktif dan pasif	12
2.5	Bidang kelongsoran tanah	13
2.6	Resultante tekanan lateral akibat beban lajur	14
2.7	Nilai α rekomendasi API (1984)	17
2.8	“Uplift”	18
2.9	Skets jaringan aliran	18
3.1	Penampang dinding pengarah	28
3.2	Tahap penggalian	29
3.3	Penempatan CWS	29
3.4	Detail penempatan CWS	30
3.5	Diagram tekanan tanah pada lubang galian	32
3.6	Diagram tekanan “bentonite slurry”, tanah dan air	33
3.7	“Capping beam”	34
3.8	Denah lokasi penempatan “bored pile dan king post”	40
3.9	Arah galian menuju tempat pembuangan	41
3.10	Urutan pelaksanaan penggalian dan pengecoran	41

3.11	Tampak samping tanah yang akan digali	42
3.12	Pelaksanaan lantai “basement” satu	42
3.13	Arah penggalian melalui void	43
3.14	Penggalian tanah dibawah lantai “basement” satu	43
3.15	Pelaksanaan lantai “basement” dua	44
3.16	Arah penggalian tanah	44
3.17	Penggalain tanah dibawah lantai “basement” dua	45
3.18	Pelaksanaan lantai “basement” tiga	45
3.19	Arah penggalian tanah dibawah “basement” tiga	46
3.20	Potongan VII – VII	46
3.21	Pelaksanaan lantai “basement” empat	47
3.22	Potongan VIII – VIII	47
3.23	Pelaksanaan pengecoran kolom lantai “basement” 4	48
3.24	Tampak samping pelaksanaan “basement” 4	48
3.25	Pelaksanaan lantai “basement” 3 dan 2	49
3.26	Tampak samping pelaksanaan lantai “basement” 3 dan 2	49
3.27	Pelaksanaan lantai “basement” 2 dan 1	50
3.28	Tampak samping pelaksanaan lantai “basement” 2 dan 1	50
3.29	Pelaksanaan struktur kolom, balok dan plat diatas basement	51
3.30	Tampak depan pembesian dengan overlap tulangan	52
3.31	Pertemuan antara dinding diaphragma dengan plat “basement” satu, dua dan tiga.	53
3.32	Pertemuan antara dinding diafragma dengan plat “basement”	

	empat.	53
3.33	Tampak samping konstruksi corong penuangan beton	54
3.34	Hubungan Tulangan antara king post dan flat slab	55
4.1	Lokasi Proyek	56
4.2	Jaringan aliran pada bored pile	68
4.3	Jaringan aliran pada dinding diafragma	68
4.4	Sket untuk rumusan debit equilibrium sumuran air artesis	71

102	Lampiran 5	Ilustrasi penggalan tanah
101	Lampiran 4	Tahapan prinsip pelaksanaan "bored pile"
98	Lampiran 3	Tahapan prinsip pelaksanaan dinding diaphragma
97	Lampiran 2	Kencana "basement"
		Proyek Gedung Muhammadiyah Semarang
83	Lampiran 1	Data uji laboratorium tanah
		Halaman

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
4.1.	Data Boring log 1	62
4.2.	Tabel tekanan tanah aktif	64
4.3	Tabel tekanan tanah pasif	64
4.4	Perhitungan berat volume "slurry" untuk tiap lapisan	70
4.5	Hasil perhitungan ($d_2 - d_1$)	72
4.6	Perbandingan hasil perhitungan "draw down"	72
4.7	Jumlah peralatan berat yang digunakan	80

DAFTAR SIMBOL

- c = kohesi tanah
- c' = kohesif tanah efektif
- β = sudut gesek permukaan tanah miring
- ϕ = sudut gesek tanah
- e = angka pori
- E = epsilon = 2,7182
- f_s = tahanan kulit
- τ_b = berat satuan tanah basah
- τ_d = berat satuan tanah seandainya seluruh air digantikan udara
- G_s = spesifik gravity / berat jenis
- k = perbandingan gaya lekatan dengan kekuatan geser tanah
- μ = faktor reduksi
- N_c = faktor daya dukung
- \emptyset = sudut gesek dalam
- \emptyset' = sudut gesek dalam efektif
- q = beban merata diatas muka tanah
- Q_s = daya dukung satu tiang
- R = resultante berat tanah pada garis longsor
- SF = faktor keamanan
- w = kadar air
- W = titik berat tanah menurut rankine

Intisari

Pembangunan disektor konstruksi semakin lama semakin kompleks seiring bertambahnya kebutuhan manusia dan semakin canggihnya teknologi yang digunakan. Kebutuhan ruang sebagai sarana aktivitas tak bisa ditawar lagi mutlak diperlukan. Kecanggihan manusia kini berhasil memanfaatkan ruang bawah tanah sebagai tempat aktivitas, salah satu kecanggihan tersebut adalah metode konstruksi "top down". Secara prinsip metode konstruksi "top down" adalah pelaksanaan "basement" yang dimulai atas kebawah diikuti penggalian lokasi "basement" secara bertahap.

Kondisi tanah kohesif dan kondisi lokasi yang padat bangunan merupakan pertimbangan utama "top down". "Diaphragma wall" sebagai sarana pendukung efektif untuk menahan gaya lateral tanah hal ini terbukti dengan angka kemanan(SF) =1,98 melebihi dari faktor kemanan ijin yaitu 1,5. Disamping itu mampu memberikan daya dukung sebesar 76,44 ton, yang berarti dapat pula berfungsi sebagai struktur pemikul beban vertikal dan sekaligus sebagai dinding "basement" yang mampu menahan rembesan air tanah sisi luar dinding diafragma.

Gaya angkat("uplift") yang terjadi dari dinding diafragma dan "bored pile" tidak memberikan pengaruh yang berarti karena gaya perlawanan "uplift" yang lebih besar. Disamping itu bertambahnya struktur akan semakin meningkatkan kestabilan konstruksi "basement" karena penambahan berat struktur itu sendiri.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan di bidang struktur dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat yang semakin kompleks. Hal ini juga berarti akan berkembang pula kebutuhan terhadap bangunan sebagai fasilitas penunjang dalam memenuhi tuntutan masyarakat yang semakin kompetitif dan selektif.

Salah satu masalah dalam menunjang pembangunan struktur gedung adalah kebutuhan lahan yang semakin mahal. Maka diperlukan solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan tersebut. Salah satu cara yang telah lazim diterapkan adalah dengan menambah volume ruang di bawah permukaan tanah atau "basement", cara ini terbukti efektif dan efisien untuk mengatasi ketergantungan terhadap lahan yang luas. Disamping itu bangunan bawah tanah akan memberikan stabilitas terhadap struktur itu sendiri.

Pembuatan "basement" pada lahan yang terbatas masih banyak menemui kendala. Maka diperlukan metode untuk mengantisipasinya. Salah satu metode yang digunakan adalah sistem "top-down" yang mulai diperkenalkan di Indonesia sejak tahun 1994. Secara garis besar prinsip dari metoda "top-down" adalah pelaksanaan

“basement” yang dimulai dari atas ke bawah yang di ikuti dengan penggalian tanah lokasi “basement” secara bertahap menurut jumlah lantai “basement”.

Dalam pelaksanaannya pembuatan “basement” dengan metoda “top-down” harus didukung oleh berbagai pihak yang saling mempunyai keterkaitan yang kuat, antara lain arsitek yang harus mendapat persetujuan dari ahli struktur dalam menciptakan konsep, fungsi dan bentuk dari gedung karena peranan ahli struktur sebagai pengambil langkah dalam pelaksana pembangunan. Ahli geoteknik mempunyai peranan yang sangat besar dalam menentukan keberhasilan seorang ahli struktur untuk mengantisipasi kondisi lapangan yang mempunyai sifat dan karakteristik tanah yang bermacam-macam.

Struktur “basement” menggunakan metoda “top-down” dapat dilaksanakan pada berbagai macam kondisi tanah serta lahan proyek yang terbatas dengan lingkungan sekitar proyek yang telah padat dengan struktur bangunan, sehingga bila dilakukan secara konvensional akan membahayakan stabilitas struktur disekitar lokasi proyek mengingat elevasi “basement” yang relatif dalam.

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang menjadi latar belakang dari studi ini adalah :

1. Diperlukan suatu metoda pelaksanaan agar tidak menimbulkan gangguan stabilitas terhadap bangunan di sekitar lokasi proyek.
2. Diperlukan suatu metoda alternatif untuk mengatasi kendala ruang gerak pada pembuatan struktur bangunan terutama pada pembuatan “basement”.

1.3. Tujuan

Tujuan dari studi ini adalah mempelajari, memahami serta mengkaji metoda “top-down” sehingga dapat diterapkan sebagai alternatif pembangunan “basement”, terutama pada kawasan padat bangunan.

1.4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari studi ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang teknis pelaksanaan struktur bangunan menggunakan metoda “top-down” pada bangunan tinggi pada kawasan padat bangunan.

1.5. Batasan Masalah dan Ruang Lingkup.

Batasan masalah pada penulisan ini dilakukan agar analisa menjadi sederhana, lebih mudah dipahami dan diusahakan tetap realistis. Batasan tersebut disebabkan pula oleh keterbatasan referensi. Pembatasan permasalahan tersebut meliputi hal – hal sebagai berikut :

1. Data tanah diambil dari laporan penyelidikan tanah boring log 1 proyek Gedung Muhammadiyah Jalan Singosari Semarang .
2. Analisa dan estimasi mengenai waktu serta biaya tidak diperhitungkan.
3. “Basement” terdiri dari empat lantai, tinggi lantai “basement” masing - masing adalah 3 meter.
4. Dinding penahan tanah dipergunakan “Diaphragma wall” dengan dimensi 2 meter x 0,6 meter.

5. Pondasi digunakan “bored pile” diameter 1,00 meter dan profil IWF 350 x 350 x 12 x 19 sebagai “king-post”.
6. Dipakai tebal plat lantai “basement” satu, dua dan tiga 25 cm sedang tebal pelat “basement” 4 adalah 1,5 meter.
7. Hanya memperhitungkan beban statis.
8. Lapisan tanah keras dianggap hampir sama di semua areal proyek.
9. Perhitungan dengan mengasumsikan model struktur terlampir.

1.6. Metodologi Penelitian

Metoda yang dipakai dalam menyelesaikan tugas akhir ini adalah :

1. Mengumpulkan data tanah yang diperlukan.

Data tanah diperoleh dari hasil test laboratorium terutama pada tanah yang mendukung pelaksanaan “top down” dalam penelitian ini digunakan tanah lempung.

2. Mengumpulkan berbagai referensi penunjang.
3. Mempelajari dan menelaah berbagai sumber referensi penunjang.
4. Data tanah yang telah terkumpul kemudian dianalisis untuk mendapatkan jenis tanah yang sesuai dengan metoda yang akan diterapkan.
5. Membuat uraian tentang metoda konstruksi “top down” didukung referensi penunjang.
6. Analisa perhitungan stabilitas dinding diafragma berdasarkan data tanah yang telah diperoleh serta berbagai asumsi sesuai peraturan dan ketentuan yang di ijin, meliputi :

- a) Perhitungan pembebanan, meliputi beban sekitar proyek dan beban plat lantai “basement”.
- b) Perhitungan tekanan tanah lateral pada lokasi proyek akibat beban lajur.

7. Pembahasan.

Dari hasil perhitungan dibuat pembahasan untuk memperoleh suatu kesimpulan.

1.7. Tinjauan Pustaka

1.7.1. Metoda konstruksi “top down”

Pada umumnya pemilihan atas metoda konstruksi “top-down” menonjol pada pembuatan basement yang relatif dalam (minimum 8,00 meter) pada proyek dengan luas lahan relatif sempit hingga pelaksanaan galian tanah dengan menggali secara langsung (“open cut”) secara praktis tidak memungkinkan karena akan mengganggu stabilitas bangunan bangunan sekitar proyek (Dradjat Hoedajanto,1993).

1.7.2. “Diaphragma wall”

Mahalnya harga tanah, terutama di jalan-jalan protokol di DKI Jakarta, mendorong para pemilik modal untuk menggunakan lahannya seefisien mungkin. Gedung-gedung pencakar langit semakin tinggi dan “basement” semakin dalam. Kini bahkan terdapat banyak gedung yang direncanakan untuk mempunyai tidak kurang dari lima hingga enam “basement”. Untuk konstruksi “basement” yang demikian dalam tentunya diperlukan sistem dinding penahan tanah yang memadai. Kini teknik dinding penahan tanah yang dikenal dengan nama dinding diafragma mulai diterapkan di beberapa proyek di Jakarta (Gouw Tjie-Liong, 1994).

1.7.3. "King post"

Satu kekhasan sistem ini ("top down" – penulis), adalah adanya kolom sementara yang biasa disebut "king post". "King post" diperlukan untuk menopang pelat lantai mengingat saat pelat lantai dikonstruksi belum ada penopangnya. King post ini merupakan bagian dari struktur permanen. Oleh karenanya "king post" diletakkan diposisi kolom dan persis dibawah "king post" ada titik pondasi. Pembuatan "king post" dilaksanakan setelah pekerjaan pondasi, mendahului pekerjaan pelat lantai dasar dan penggalian (Ir. Hamid Shabab, 1995).

BAB II

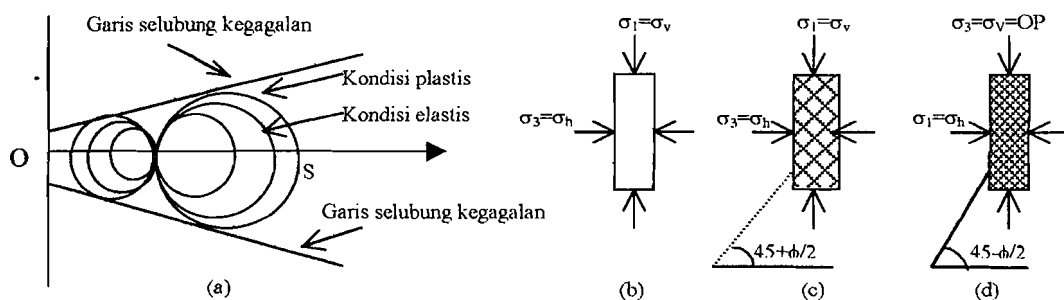
LANDASAN TEORI

2.1 Teori Tekanan Tanah Lateral

Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu saat massa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (Rankine, 1857). Kedudukan keseimbangan plastis ini hanya dapat dicapai bila terdapat deformasi yang cukup pada massa tanahnya.

Besarnya dan distribusi tekanan tanah adalah fungsi dari perubahan letak dan regangan. Untuk mempelajari kondisi keseimbangan plastis, ditinjau kondisi tegangan yang ditunjukkan oleh lingkaran-lingkaran Mohr dalam Gambar 2.1a. Setiap lingkaran yang digambar lewat titik P mewakili kedudukan dan memenuhi persyaratan keseimbangan elastis dengan satu dari tegangan utamanya (σ_1 atau σ_3) sama dengan OP. Disini terdapat 2 lingkaran Mohr yang digambarkan melalui P yang menyinggung garis selubung keagalannya. Kedua lingkaran ini mewakili kondisi keseimbangan plastis dari tanahnya. Kondisi keseimbangan plastis yang bekerja pada suatu elemen tanah dalam Gambar 2.1b. Elemen tanah mula-mula dipengaruhi oleh

tegangan-tegangan utama $\sigma_1 = OP$ dan $\sigma_3 = OR$. Jika tekanan vertikal OP ditahan tetap dan tekanan lateral ditambah sampai pada kedudukan OS (Gambar 2.1d). Tegangan utama mayor menjadi OS. Lingkaran Mohr akan lewat P dan S dan bidang kegagalan membuat sudut $45^\circ - \theta/2$ dengan bidang horisontal. Gambar 2.1d yang menunjukkan kondisi permukaan longsoran akibat geser pada teori tekanan tanah pasif. Jika pada kondisi Gambar 2.1b, tekanan arah lateral dikurangi mencapai OQ, keruntuhan akan terjadi karena lingkaran QP menyinggung garis selubung kegagalan. Disini tegangan OP adalah tegangan mayor dan bidang keruntuhan akan membentuk sudut $45^\circ + \theta/2$ dengan bidang horisontal. Gambar 2.1c menunjukkan kondisi permukaan longsoran akibat geser pada teori tekanan tanah aktif.



Gambar 2.1. Ilustrasi konsep kesetimbangan elastis dan plastis (Joseph E. Bowles, 1991).

- (a) Keadaan tegangan sebelum runtuh (elastis) dan pada waktu runtuh (plastis)
- (b) Kondisi awal dengan tegangan sel OP
- (c) Bidang longsor untuk teori tekanan aktif

(d) Bidang longsor untuk teori tekanan pasif

Jika dinding penahan tanah bergerak ke arah luar dari tanah urugan di belakangnya, maka tanah urugan akan bergerak longsor kebawah dan menekan dinding penahannya. Tekanan seperti ini disebut tekanan tanah aktif.

Jika sesuatu gaya mendorong dinding penahan ke arah tanah urugannya, tekanan tanah dalam kondisi ini disebut tekanan tanah pasif.

2.2. Tekanan Tanah Lateral untuk Tanah Kohesif

Untuk tanah urugan kembali yang berupa tanah kohesif seperti tanah lempung, besarnya tekanan tanah aktif menjadi berkurang. Bell (1915) mengerjakan suatu penyelesaian hitungan tekanan tanah lateral pada dinding penahan dengan tanah urugan lempung (Gambar 2.2). Hitungan didasarkan pada persamaan Rankine dan Coulomb dengan mempertimbangkan kondisi-kondisi tegangan pada lingkaran Mohr.

Dengan menggunakan lingkaran Mohr, dapat diperoleh persamaan untuk tekanan tanah arah horisontal $\sigma_h = P_a$ (tekanan aktif),

$$P_a = \gamma \cdot z \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \theta/2) - 2 \cdot c \cdot \text{tg}(45^\circ - \theta/2) \quad (2-01)$$

Dengan melihat persamaan (2-01), terdapat kemungkinan bahwa galian tanah pada tanah kohesif dapat dibuat dengan tebing galian yang vertikal. Dipermukaan tanah di mana $z = 0$, maka:

$$P_a = -2 \cdot c \cdot \text{tg}(45^\circ - \theta/2) \quad (2-02)$$

$$= -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a} \quad (2-03)$$

Nilai negatif memberikan pengertian adanya gaya tarik yang bekerja, dimulai dari kedalaman tertentu (h_c) dari permukaan (Gambar 2.2b). Kedalaman dimana $P_a = 0$, akan memberikan kedalaman retakan tanah urugan akibat gaya tarikan,

$$h_c = \frac{2.c}{\gamma \cdot \sqrt{K_a}} \quad (2-04)$$

Karena tanah mengalami tarikan sampai kedalaman h_c dari permukaan, pada galian tanah-tanah kohesif, sering terlihat adanya retakan di sepanjang galiannya.

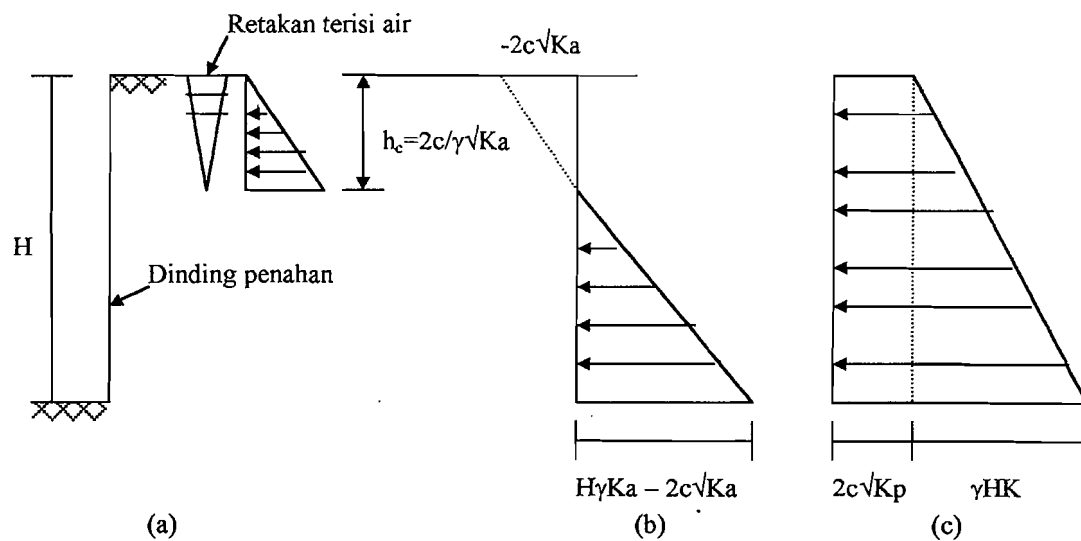
Untuk tekanan tanah pasif,

$$P_p = \gamma \cdot z \cdot \text{tg}^2(45^\circ + \theta/2) + 2.c \cdot \text{tg}(45^\circ + \theta/2) \quad (2-05)$$

Diper permukaan tanah dimana $z = 0$, maka:

$$P_p = -2.c \cdot \text{tg}(45^\circ + \theta/2) \quad (2-06)$$

$$= -2.c \cdot \sqrt{K_p} \quad (2-07)$$



Gambar 2.2 Galian pada tanah kohesif

(a) Pengaruh retakan yang terisi air

(b) Diagram tekanan aktif secara teoritis

(c) Diagram tekanan pasif

Besarnya tekanan tanah aktif dan pasif pada dinding penahan setinggi H , dengan tanah urugan yang berupa tanah kohesif, dapat dinyatakan oleh:

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_a} \quad (2-08)$$

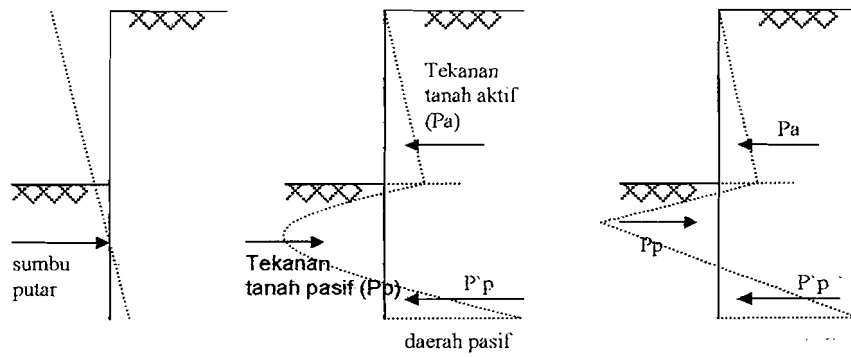
$$P_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_p} \quad (2-09)$$

2.3. Gaya Vertikal

Pada metode "Top Down" ini dipergunakan dinding diafragma sebagai struktur penahan tanah dan pada dinding diafragma ini bekerja gaya vertikal, yaitu berat dari struktur itu sendiri dan reaksi dari pelat lantai dan balok yang berhubungan dengan dinding diafragma tersebut.

2.4. Analisa Gaya

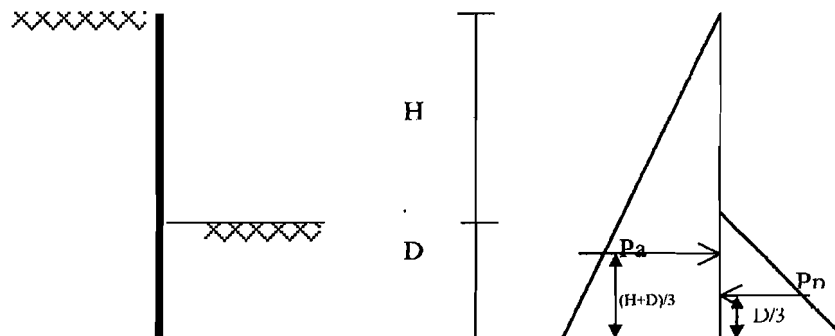
Pada pelaksanaan pekerjaan dinding diafragma harus ditinjau terlebih dahulu gaya-gaya yang bekerja pada dindingnya. Pada perhitungannya dapat digunakan pendekatan dari teori Rankine, seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Analisa gaya

- (a) anggapan dari garis elastis dinding
- (b) distribusi tekanan tanah kualitatif
- (c) diagram tekanan yang disederhanakan

2.5. Kestabilan Dinding Penahan Tanah



Gambar 2.4. Diagram Tekanan Aktif dan Pasif

dengan : H = kedalaman galian

D = kedalaman turap untuk stabilitas

P_a = tekanan tanah aktif total

P_p = tekanan tanah pasif total

Kestabilan dinding penahan tanah ini ditinjau dengan momen terhadap ujung bawah dinding penahan, sehingga :

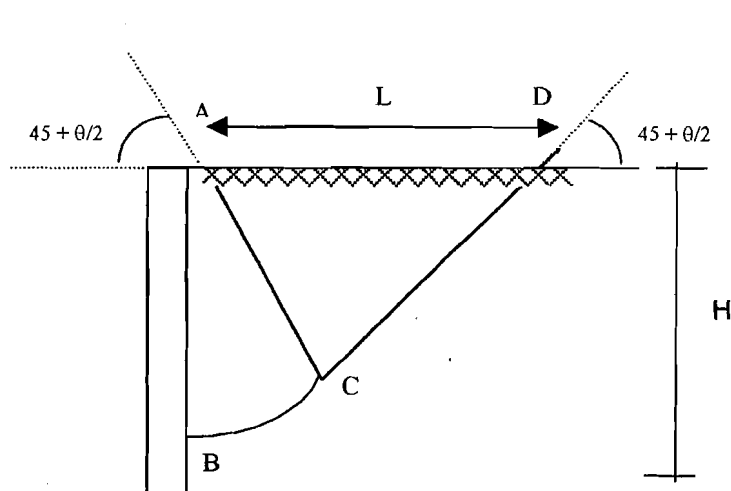
$$P_p \times \frac{D}{3} = P_a \times \frac{(H + D)}{3} \quad (2-10)$$

Jika $P_a < P_p$ maka stabil.

Jika $P_a > P_p$ maka tidak stabil, perlu untuk memperdalam panjang turap (D).

2.6. Bidang Kelongsoran pada Galian Tanah

Pada analisis bidang kelongsoran ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh beban lajur berpengaruh pada tekanan tanah aktif. Untuk analisis kelongsoran ini dapat ditunjukkan dengan gambar seperti dibawah ini :

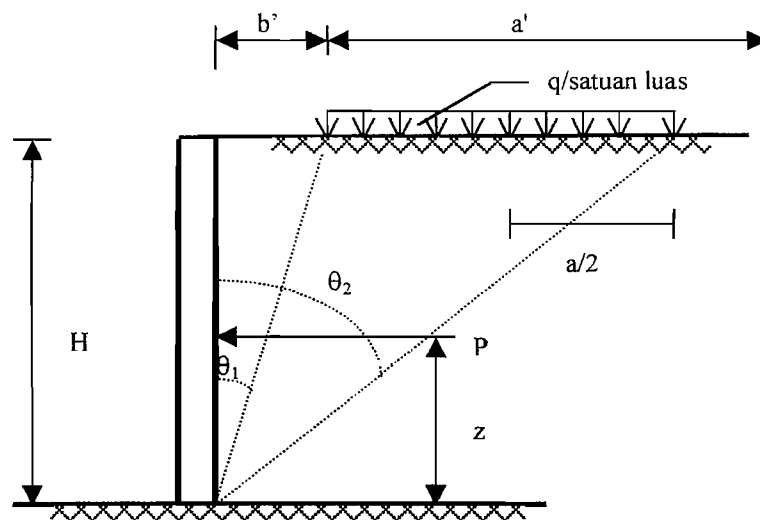


Gambar 2.6. Bidang kelongsoran tanah

Pada gambar diatas dapat terlihat bahwa jarak kemungkinan kelongsoran tanah adalah AD atau $L = 2(H \cdot \sin(90 - (45 + \phi/2)))$, sehingga dapat ditentukan beban lajur berpengaruh sampai titik D.

2.7. Tekanan Lateral Akibat Beban Lajur

Beban lajur yang dimaksud adalah beban bangunan di sekitar lokasi proyek yang mengakibatkan penambahan tekanan lateral yang terjadi pada “diaphragma wall”.



Gambar 2.7. Resultante tekanan lateral akibat beban lajur

Gaya total per satuan panjang (P) dan pada lokasi resultan gaya (z), dengan beban lajur q per satuan luas dapat ditulis sebagai berikut (Braja M. Das, 1981):

$$P = \frac{q}{90} [H(\theta_2 - \theta_1)] \quad (2-11)$$

dengan :

$$\theta_1^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{H}\right)$$

$$\theta_2^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b'+a'}{H}\right)$$

$$(H - z) = \frac{H^2 \cdot (\theta_2 - \theta_1) - (R - Q) + 57,30 \cdot a' \cdot H}{2 \cdot H \cdot (\theta_2 - \theta_1)} \quad (2-12)$$

$$z = H - (H - z)$$

$$\text{Dimana : } R = (a' + b')^2 \cdot (90 - \theta_2)$$

$$Q = b'^2 \cdot (90 - \theta_1)$$

dengan : b' = jarak antara dinding penahan dan beban merata

a' = panjang beban merata yang diperhitungkan

θ_1 = sudut yang dibentuk antara b' dan H

θ_2 = sudut yang dibentuk antara $(b' + a')$ dan H

H = kedalaman yang ditinjau

2.8. Daya Dukung Vertikal

Perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan daya dukung tanah yang bersangkutan.

Apabila kekuatan daya dukung tanah terlampaui akan terjadi penurunan yang berlebihan atau akan terjadi keruntuhan tanah (Braja M. Das, 1985).

Daya dukung aksial pondasi dalam pada umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu daya dukung ujung tiang dan daya dukung akibat gesekan sepanjang badan tiang, seperti diformulasikan berikut ini :

$$Q_{ult} = Q_s + Q_b \quad (\text{Gouw Tjie Liong, 1994}) \quad (2-13)$$

dengan : Q_{ult} = daya dukung batas tiang

Q_s = daya dukung gesek sepanjang badan tiang

Q_b = daya dukung dasar

2.8.1 Daya Dukung Dasar

Daya dukung dasar ini diberi simbol Q_b .

Pada tanah kohesif :

$$Q_b = S_u \cdot N_c \cdot A_b \quad (2-14)$$

dengan, S_u = kuat geser "Undrained"

N_c = faktor daya dukung biasanya diambil 9

A_b = luas dasar ujung tiang.

Pada tanah non kohesif :

$$Q_b = q' \cdot (N_q - 1) A_s$$

dengan : N_q = faktor daya dukung yang tergantung pada sudut geser tanah(ϕ)

q' = tegangan efektif pada ujung tiang

2.8.2 Daya Dukung Selubung

Perkiraan daya dukung gesek menurut Gouw Tjie liong :

$$Q_s = f \times A_s \quad (2-15)$$

dengan :

f = koefisien gesek sepanjang badan tiang.

A_s = luas badan tiang.

untuk koefisien gesek tanah lempung perkiraan dengan metode Alpha (Tomlinson, 1971):

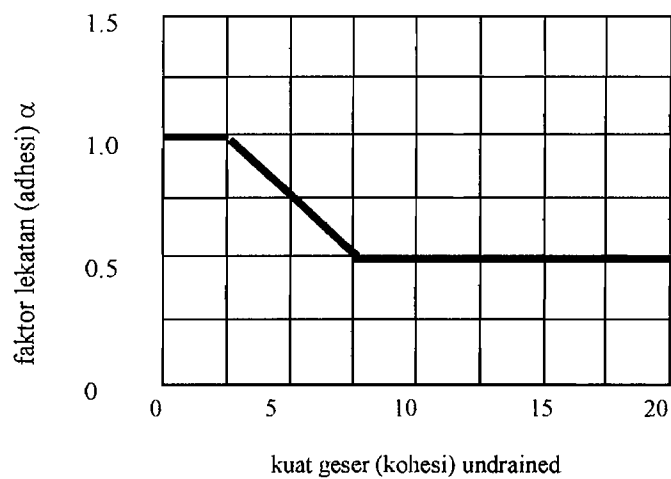
$$f = \alpha \cdot S_u \quad (2-16)$$

dengan :

α = faktor lekatan (adhesi) antara tiang dengan tanah.

A_s = nilai kuat geser (kohesi) “undrained”

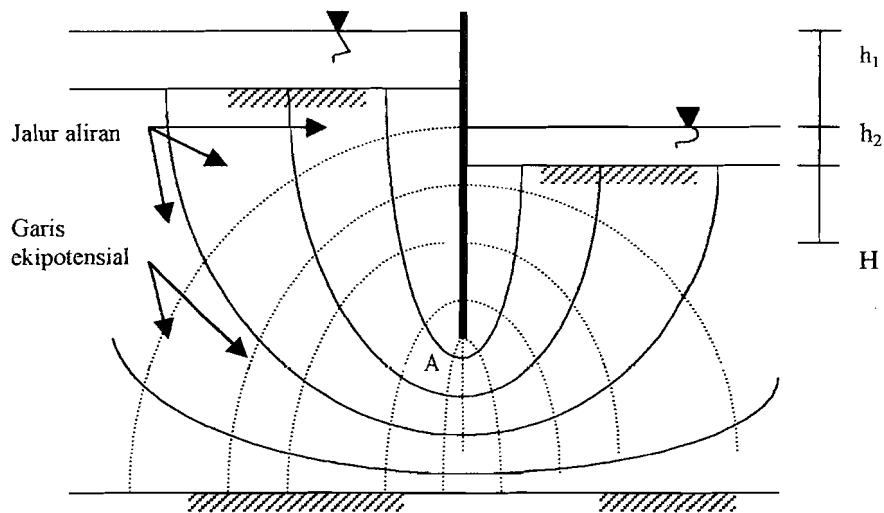
dengan nilai α diperoleh dari rekomendasi API (1984).



Gambar 2.8 Nilai α rekomendasi API (1984)

2.9. Gaya Angkat (“Uplift”)

“Uplift” adalah gaya angkat oleh tekanan air tanah dimana akan menyebabkan perlunya diadakan penelitian atas stabilitas. Perhitungan penting untuk aliran dan stabilitas dapat dilakukan dengan jaringan aliran pada dinding halang berturap.



Gambar 2.9. Skets jaringan aliran (Joseph E. Bowles, 1993)

Tekanan efektif titik A pada turap adalah (Joseph E. Bowles, 1993) :

$$\sigma' = \sigma_{\text{total kebawah}} - u \quad (2-17)$$

$$\sigma_{\text{total kebawah}} = W_{\text{turap}} + (h_2 \cdot \gamma_w) + (H \cdot \gamma') \quad (2-18)$$

$$\sigma_{\text{keatas}} = u = \left(\frac{h_1}{n_d} + h_2 + H \right) \cdot \gamma_w \quad (2-19)$$

Jika $\sigma' > 0$, titik A tidak dalam kondisi apung karena $\sigma_{\text{total kebawah}} > \sigma_{\text{keatas}}$.

Dimana : σ' = tekanan efektif

$\sigma_{\text{total kebawah}}$ = tekanan vertikal total akibat berat material diatas titik A

u = tekanan keatas

W = berat tiang pondasi

h_1, h_2 = kedalaman air

H = kedalaman titik yang ditinjau pada turap

N_d = jumlah garis ekuipotensial

2. 10. "Dewatering"

Pada percobaan "dewatering" ini dipakai cara pengeringan tertutup ("deepwell system"). Dengan menganggap bahwa butir-butir tanah itu berbentuk bola dengan diameter yang sama, permeabilitas dapat dirumuskan sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1980) :

$$k = D_s \cdot \frac{\gamma_w}{\eta} \cdot \frac{e^3}{1+e} \cdot C \quad (2-20)$$

Koefisien permeabilitas searah bidang lapisan (k_x) :

$$\bar{k}_x = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j \cdot k_{xj}}{\sum Z_j} \quad (2-21)$$

Koefisien permeabilitas pada arah tegak lurus bidang lapisan (k_z) :

$$\bar{k}_z = \frac{\sum Z_j}{\sum \frac{Z_j}{k_j}} \quad (2-22)$$

dengan, k = koefisien permeabilitas

D_s = diameter lempung

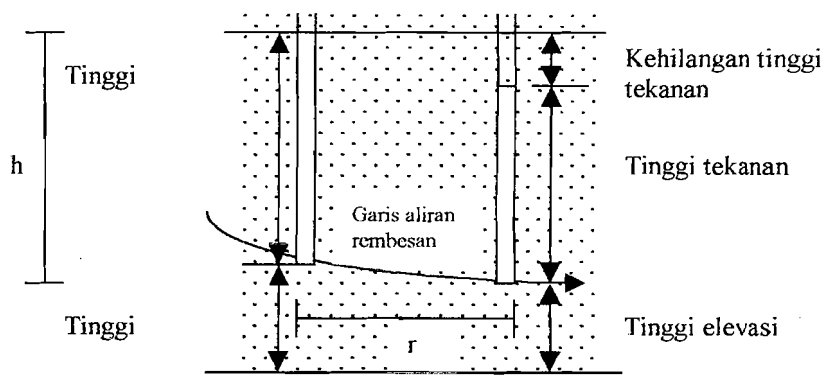
γ_w = berat isi air

η = porositas

e = angka pori

Z = ketebalan lapisan tanah

Permeabilitas tanah merupakan salah satu karakteristik yang penting untuk memperkirakan volume air rembesan pada pekerjaan galian sedalam muka air tanah atau lebih dalam.



Gambar 2.9. Aliran rembesan dan tinggi rembesan (Sumber : Suryono Sosrodarsono, 1980).

Kecepatan aliran air rembesan dinyatakan oleh hukum Darcy sebagai berikut :

$$v = k \cdot i \quad (2-23)$$

$$q = A \cdot v \quad (2-24)$$

Luas tampang tanah yang dilewati air :

$$A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \quad (2-25)$$

Gradien hidrolis :

$$i = \frac{\Delta h}{r} \quad (2-26)$$

dimana : v = kecepatan aliran air rembesan (m/det)

i = gradien hidrolis

q = debit aliran air (m³/det)

r = jarak dengan sumur observasi (m)

h = tinggi referensi (m)

Δh = selisih permukaan air setelah pemompaan (m)

2.11. Peralatan Pekerjaan Tanah Basement

Peralatan yang digunakan adalah untuk pelaksanaan penggalian, penggusuran dan pengangkutan tanah pada lokasi “basement” selain tenaga manusia. Peralatan pekerjaan tanah tersebut (Rochmanhadi, 1984) :

2.11.1 Bulldozer

Bulldozer merupakan alat yang digunakan untuk menggosur dan memindahkan tanah pada lokasi “basement”.

Produksi Bulldozer :

$$Q = qx \frac{60}{Cm} x E \quad (2-27)$$

Dimana : q = produksi per siklus (m^3)

E = efisiensi kerja

Cm = waktu siklus dalam menit

Produksi per siklus :

$$q = LxH^2xa \quad (2-28)$$

Dimana : L = lebar blade (cm)

H = tinggi blade (m)

a = faktor blade

Waktu siklus :

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (2-29)$$

Dimana : D = jarak angkut (m)

F = kecepatan maju (m/menit), berkisar 3-5 km/jam

R = kecepatan mundur (m/menit), berkisar 5-8 km/jam

Z = waktu ganti persnelling (menit)

2.11.2. Backhoe

Merupakan alat untuk menggali dan pemuat untuk galian yang terletak dibawah permukaan tanah atau dibawah kedudukan alat dengan arah bucket (pengeduk) ke belakang.

Produksi Backhoe :

$$Q = qx \frac{3600}{Cm} x E \quad (2-30)$$

Dimana : q = produksi per siklus (m^3)

E = efisiensi kerja

Cm = waktu siklus dalam detik

Produksi per siklus :

$$q = q' \times k \quad (2-31)$$

Dimana : q' = kapasitas munjung yang tercantum dalam spesifikasi alat

k = faktor bucket yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Waktu siklus :

$$Cm = \text{waktu gali} + \text{waktu putar} \times 2 + \text{waktu buang} \quad (2-32)$$

2.11.3. Dumptruck

Merupakan peralatan/kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihanannya dalam kecepatan, kapasitas dan fleksibilitasnya.

Produksi Dumptruck :

$$Q = qx \frac{60}{Cm} x E \quad (2-33)$$

Dimana : q = kapasitas / volume bak (m^3)

Waktu siklus (C_m) :

$$C_m = T \text{ muat} + T \text{ angkut} + T \text{ buang} + T \text{ kembali} + T \text{ tunggu,putar}$$

$$= n.C_{ms} + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \quad (2-34)$$

$$n = \frac{C_1}{q_1 \cdot k} \quad (2-35)$$

Dimana : n = jumlah siklus yang diperlukan pemuat untuk memuat truck

C_1 = kapasitas rata-rata dumptruck (m^3)

q_1 = kapasitas bucket pemuat (m^3)

k = faktor bucket pemuat

C_{ms} = waktu siklus pemuat (menit)

D = jarak angkut dumptruck (m)

V_1 = kecepatan rata-rata dumptruck bermuatan (m/menit)

V_2 = kecepatan rata-rata dumptruck kosong (m/menit)

t_1 = waktu buang, berhenti sampai pembuangan mulai (menit)

t_2 = waktu untuk posisi pengisian dan pemuat mulai mengisi (menit)

Perkiraan jumlah dumptruck yang diperlukan :

$$M = \frac{C_{mt}}{n.C_{ms}} \quad (2-36)$$

Dimana : M = jumlah dumptruck

C_{mt} = waktu siklus dumptruck (menit)

n = jumlah siklus yang diperlukan pemuat untuk mengisi dumptruck

C_{ms} = waktu siklus pemuat (menit)

$n.C_{ms}$ = waktu muat dumptruck

BAB III

METODE KONSTRUKSI “TOP DOWN”

3.1. Pendahuluan

Secara sederhana metoda konstruksi “top-down” dapat didefinisikan sebagai suatu metoda konstruksi “basement” dimana pada saat pelaksanaan, urutan pekerjaan pengecoran lantai tidak dimulai dari lantai basement yang paling bawah (“base floor”) tetapi dimulai dari pelat lantai dasar (“ground floor”). Pengecoran pelat lantai dasar tadi dikerjakan setelah selesainya pembuatan dinding penahan bagi tanah dibawah pelat yang akan digali dan “king-post” yang merupakan kelanjutan dari tiang pondasi pada posisi kolom “basement”.

Sesuai fungsinya maka dinding penahan tanah dibuat kearah bawah dengan menggunakan metoda :

- a) Menggali tanah secara kotak perkotak yaitu jenis “diaphragma wall”.
- b) Menggunakan teknik bor yaitu jenis “contiguous concrete bored piles” atau dikenal dengan nama “shoulder piles”.
- c) Di pancang yaitu jenis “sheet piles” dan “contiguous pipe piles”.

Untuk pembahasan pada studi ini dipakai jenis “diaphragma wall”. Karena mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

- a) Dapat dilakukan pada segala macam jenis tanah dan secara teoritis tanpa pembatasan kedalaman. Kedalaman yang dapat dilakukan hanya dibatasi oleh peralatan penggalian yang ada.
- b) Dapat mempunyai tiga fungsi sekaligus, yaitu: sebagai penahan tanah juga sekaligus sebagai dinding “basement”, sebagai penyekat yang kedap cairan dan sebagai elemen pemikul beban bangunan.
- c) Bentuk geometris ruangan yang dapat dibuat sangat bervariasi, karenanya teknik dinding diaphragma ini juga berguna sebagai elemen pemikul beban.
- d) Dapat dilaksanakan praktis tanpa jarak dengan bangunan yang bersebelahan. Pada proses pelaksanaan suara dan getaran yang ditimbulkan peralatan yang digunakan tidak mengganggu lingkungan.

Tiang pondasi dalam yang direncanakan dilaksanakan pembuatannya dari permukaan tanah. Dengan demikian bagian dari tiang pondasi yang tidak menerus dapat dihentikan hingga kedalaman “base floor”, dan bagian yang menerus dilanjutkan hingga melampaui level permukaan lantai dasar dengan “king post” profil atau pipa baja. Jadi hingga saat tersebut sama sekali belum dilaksanakan pekerjaan penggalian tanah.

Pelat lantai dasar beton bertulang dicor langsung diatas tanah yang nantinya akan digali. Pada posisi kolom, pelat lantai tadi menyatu dengan kolom sementara yang umumnya dinamakan “king post”. “King post” ini umumnya digunakan profil baja dan merupakan kelanjutan dari tiang pondasi yang terdapat dibawahnya. Dengan demikian saat tanah dibawah pelat tersebut digali, pelat selanjutnya di topang oleh “king post” tersebut. Proses ini diulang untuk setiap

lantai dibawahnya hingga mencapai “base floor”. Bila kapasitas dari king-post memungkinkan, kadang-kadang setelah lantai dasar selesai di cor pelaksanaan konstruksi bergerak secara bersamaan keatas dan kebawah.

3.2. Pelaksanaan “Bored pile” dan Pemasangan “King-post”.

Tahap pengeboran dikerjakan setelah dilakukan penetapan titik bor di lapangan sesuai rencana. Untuk menjaga kestabilan lubang, selama proses penggalian lubang yang dihasilkan selalu diisi dengan lumpur “bentonit” yang dikontrol kekentalan dan berat jenisnya sebelum dituangkan kedalam lubang galian.

Setelah lubang selesai dikerjakan pembesian dimasukkan diikuti dengan pengecoran dengan menggunakan pipa tremi. Selama proses pengecoran kualitas beton harus tetap dijaga.

Setelah pengecoran selesai kemudian dilakukan pemasangan “king post” dari profil baja IWF yang berfungsi :

1. Sebagai kolom sementara yang mendukung pelat lantai “basement” atau “strutting” pada saat penggalian “basement”.
2. Memegang plat lantai dan menyalurkan beban yang bekerja pada pelat lantai “basement” ke tiang pondasi dimana “king post” tertanam.

“King post” ini sangat berperan pada pelaksanaan sistem ‘top down’ yang memungkinkan pelaksanaan pembangunan serentak keatas dan kebawah. Penanaman profil sedalam 2.00 meter sesaat setelah pengecoran selesai, selanjutnya sisa galian diisi dengan koral untuk menjaga kestabilan “king-post”.

Dalam penanaman “king post” diusahakan agar profil baja tersebut sentris terhadap titik berat penampang kolom.

3.3. Pelaksanaan “Diaphragma Wall”.

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan dinding diaphragma adalah masalah kestabilan panel-panel yang digali. Ada dua faktor yang mempengaruhi kestabilan yaitu : gaya-gaya yang menyebabkan keruntuhan dinding galian (tekanan air tanah, beban-beban yang bekerja, tekanan tanah) dan gaya-gaya yang menstabilkan dinding galian (kuat geser tanah, faktor stabilisasi dari lumpur penstabil galian dan kontribusi dinding pengarah),(Gouw Tjie-Liong, 1994).

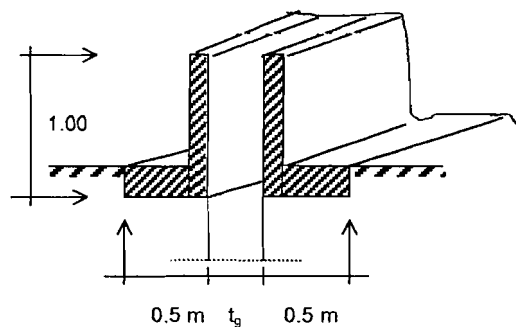
3.3.1. Dinding pengarah.

Langkah pertama yang selalu dilakukan dalam pelaksanaan dinding diaphragma adalah pembuatan dinding pengarah (“guide wall”). Dinding pengarah ini merupakan dua balok beton bertulang yang dipasang searah dengan posisi dinding diaphragma yang akan dibuat.

Fungsi dari dinding pengarah menurut Gouw Tjie-Liong adalah :

1. Melindungi sisi atas panel dari kerusakan akibat terhantam alat penggali panel.
2. Mencegah (mengurangi) pergerakan horisontal lapisan tanah permukaan pada saat penggalian dilakukan.
3. Penstabil lapisan permukaan dari keruntuhan.
4. Untuk mengarahkan alat penggali panel.
5. Sebagai tolok ukur ambang horisontal dari dinding diaphragma yang dibuat.

6. Sebagai saluran penghantar cairan penstabil kedalam dan keluar kelubang panel.
7. Sebagai tumpuan untuk penggantung pembesian dinding diaphragma beton bertulang.



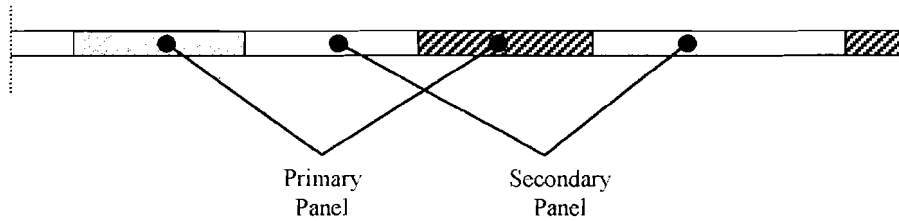
Gambar 3.1. Penampang Dinding Pengarah

3.3.2. Penggalian panel dan pengecoran beton.

Penggalian panel dilakukan berselang-seling, artinya pertama dilakukan penggalian panel utama (“primary panel”) setelah panel utama dicor baru dikerjakan panel sekunder (“secondary panel”) yang terletak diantara dua panel utama digali dan dicor.

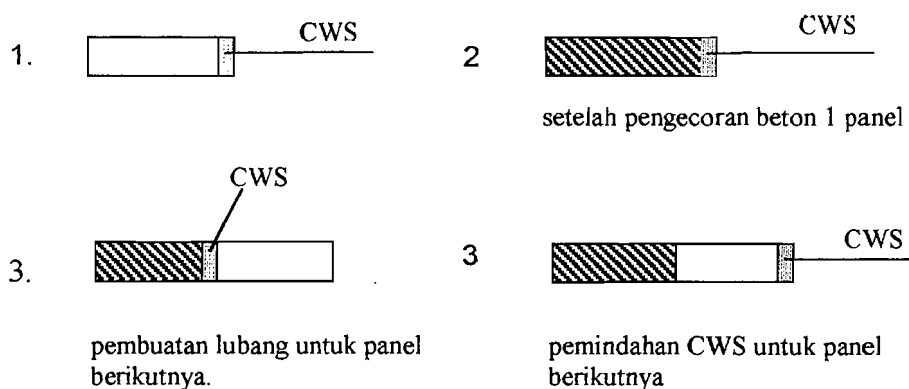
Tebal panel tergantung dari ketebalan yang diperlukan sesuai perencanaan kestabilan dinding diaphragma. Sedangkan lebar masing-masing panel tergantung bentuk geometris dinding diaphragma yang akan dibuat dan juga kondisi lapangan yang ada. Biasanya panel-panel tersebut bervariasi antara 2-6 m. Umumnya ukuran lebar alat penggali (baik tipe “grab” maupun tipe bor/”hidrofraise”) lebih kecil dari lebar panel yang akan dibuat, karenanya untuk setiap panel diperlukan

beberapa tahapan penggalian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar tahapan prinsip penggalian panel dinding diaphragma berikut :

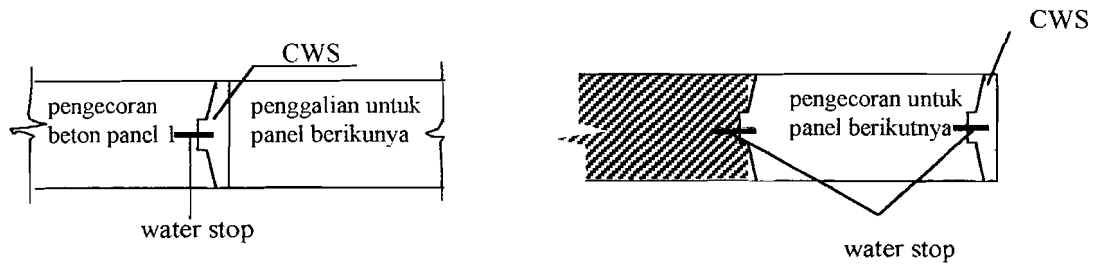


Gambar 3.2. Tahap Penggalian Panel

Untuk mencegah terjadinya kebocoran antar panel setelah dinding diaphragma selesai dicor, dipasang “water stop” arah vertical sampai kedalaman 3 meter dibawah “dredge level”. Proses penggalian satu panel dilakukan 3 tahap. Setelah penggalian selesai dilaksanakan, pada satu sisi galian dipasang CWS yang merupakan batas pengecoran panel dan untuk menempatkan “water stop”.



Gambar 3.3. Penempatan CWS



Gambar 3.4. Detail penempatan CWS

CWS dipasang sebelum pengecoran dimulai dan CWS dibongkar setelah penggalian panel berikutnya dilaksanakan dan kemudian dipindahkan posisinya pada sisi yang lain dari galian untuk panel berikutnya.

Pelaksanaan pengecoran beton adalah:

1. Pengecoran beton kedalam lubang galian dilakukan dengan menggunakan pipa tremi berupa pipa baja diameter 12 inchi.
2. Ujung atas pipa tremi dilengkapi dengan corong segi empat untuk memudahkan memasukkan beton kedalam pipa,
3. Pada corong pipa tremi terdapat kait yang dihubungkan dengan "sling" dari "crane", sehingga pada saat pengecoran berlangsung pipa tremi dapat dinaik turunkan agar beton dalam lubang dapat tersebar dengan merata (pada pengecoran dengan sistem ini tidak digunakan vibrator). "Slump" yang digunakan pada sistem pengecoran ini cukup besar yaitu 18 – 20 cm, sehingga penyumbatan pada pipa tremi dapat dihindari.
4. Pada saat pengecoran pertama, pipa tremi sampai elevasi "bentonite slurry" diisi dengan "styrofoam", yang maksudnya agar tidak terjadi segregasi beton dalam pipa tremi.

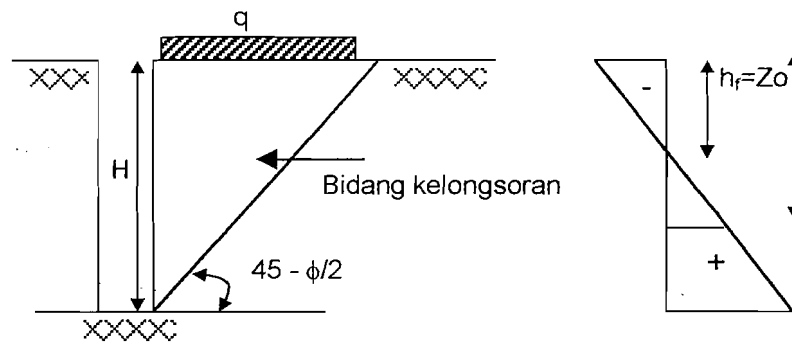
5. Selama pengecoran ujung bawah pipa tremi tetap dipertahankan berada pada jarak minimum (3 meter) dibawah permukaan beton yang sudah tercor. Hal ini dilakukan untuk menghindari tercampurnya beton yang keluar dari pipa tremi dengan “bentonite slurry” di dalam lubang galian.
6. Beton yang berasal dari awal pengecoran yang dikhawatirkan sudah terkontaminasi oleh “bentonite slurry” akan terus terangkat kepermukaan untuk selanjutnya dibuang.

3.3.3. Cairan penstabil penggalian panel (“bentonit slurry”)

Selama proses penggalian dilakukan, kestabilan panel dijaga dengan memasukan cairan (lumpur) penstabil secara bersamaan kedalam lubang yang terbentuk. Biasanya dipakai cairan penstabil “bentonit”. Agar dapat berfungsi dengan baik cairan penstabil harus cukup kental dan berberat jenis cukup. Cairan penstabil ini berfungsi untuk menjaga agar dinding panel yang telah digali tidak mengalami kelongsoran. “Bentonit slurry” akan membentuk “filter skin” atau “cake” setebal kurang lebih 3 mm pada permukaan dinding galian karena adanya “gel action”. Kestabilan dinding galian akibat tekanan horisontal terjadi karena perimbangan tekanan horisontal dari “bentonite slurry” yang dapat diatur kekentalanya sesuai dengan tekanan tanah dan air tanah setempat.

3.3.4. Stabilitas dinding galian.

Secara teoritis dapat dijelaskan peranan “bentonite slurry” dalam menahan terjadinya kelongsoran tanah pada dinding galian sebagai berikut:



Gambar 3.5. Diagram tekanan tanah pada lubang galian

Keterangan :

h_f = kedalaman dimana tegangan aktif tanah horisontal = 0

γ = berat volume tanah

c = kohesi tanah

H_{cr} = tinggi galian maksimum yang masih stabil

SF = 1

ϕ = sudut geser dasar

Tegangan sama dengan nol (0) akan terjadi terjadi pada kedalaman h_f dimana besarnya h_f adalah :

$$P_a = (q_s + \gamma h) \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3-01)$$

$$k_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3-02)$$

$$h = h_t = \frac{2c\sqrt{k_a - q_s k_a}}{\gamma k_a} \quad (3-03)$$

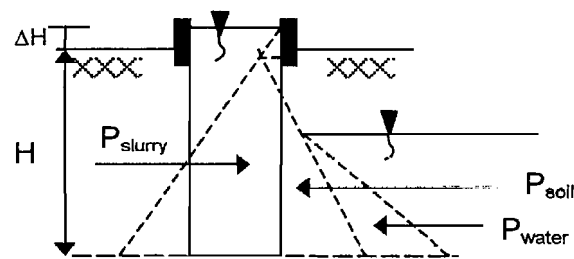
Apabila tidak ada beban luar, maka :

$$h_t = \frac{2c\sqrt{k_a}}{\gamma k_a} = \frac{2c}{\gamma\sqrt{k_a}} \quad (3-04)$$

untuk tanah clay, ϕ (sudut geser) dapat dianggap = 0, maka :

$$h_t = \frac{2c}{\gamma} \quad (3-05)$$

dengan menambah “bentonite slurry” pada lubang galian akan terjadi lapisan filter pada dinding galian yang akan menghambat mengalirnya “slurry” keluar dari lubang galian. Tekanan aktif dan tekanan air tanah akan diimbangi oleh tekanan hidrostatik dari “slurry” sehingga posisi tegangan sama dengan nol berada lebih dalam atau kedalaman galian kritis h_t lebih besar.



Gambar 3.6. Diagram tekanan bentonite slurry, tanah dan air tanah

$$P_{\text{slurry}} = \frac{1}{2} \gamma_{\text{slurry}} (h + \Delta H)^2 \quad (3-06)$$

$$P_{\text{soil}} = \frac{1}{2} (\gamma_{\text{soil}} - \gamma_{\text{water}}) k_a H^2 - 2c\sqrt{k_a} H \quad (3-07)$$

$$P_{\text{water}} = \frac{1}{2} \gamma_{\text{water}} H^2 \quad (3-08)$$

Posisi tegangan = 0 didapat dari persamaan tekanan dibawah ini :

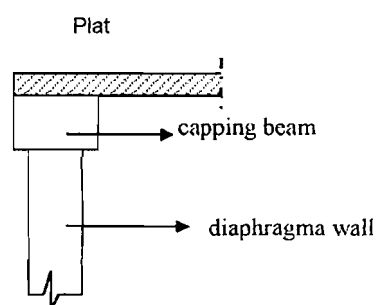
$$P_{\text{slurry}} = P_{\text{soil}} + P_{\text{water}} \quad (3-09)$$

Dari persamaan diatas akan didapat besar H sebagai fungsi dari γ_{slurry} .

Besarnya H menunjukkan kedalaman galian yang dapat diperoleh berdasarkan kondisi tanah setempat dan dengan jalan mengatur volume bentonite yang digunakan dengan besarnya γ_{slurry} yang direncanakan, untuk dapat diperoleh galian yang stabil terhadap kelongsoran.

3.3.5. Pekerjaan “capping beam”

Pekerjaan capping beam dilaksanakan setelah selesai pekerjaan dinding diaphragma, “capping beam” ini berfungsi sebagai poer yang akan meneruskan beban aksial yang bekerja diatas dinding diaphragma dan sebagai penyatu antara panel dinding satu dengan yang lain serta meratakan beban yang bekerja diatas dinding diaphragma.



Gambar 3.7. “Capping beam”

3.4. Pelat Lantai Beton

Selain berfungsi sebagai penahan beban gravitasi yang bekerja padanya pelat lantai pada metoda konstruksi “top down” juga berfungsi penting sebagai “strut” pengaku yang menahan deformasi lateral dari dinding penahan tanah. Hal yang perlu diperhatikan dalam desain pelat lantai ini adalah tersedianya kapasitas

“shear transfer” yang cukup pada daerah “king post”. Untuk menambah kapasitas “shear transfer” pada “king post” di pasang “shear studs”. Bila kapasitasnya masih belum cukup maka dapat dipertimbangkan penggunaan “shear head” pada profil baja.

Masalah kapasitas “shear transfer” ini perlu kita perhatikan dengan seksama pada “king post” yang terbuat dari pipa baja dimana praktis bila tidak dibantu dengan “shear stud” atau “shear head” kapasitas yang bisa dikembangkan sepenuhnya dari “bond stress” antara permukaan pipa dengan pipa sekelilingnya. Bila perlu dibuat kapital untuk meningkatkan area kontak antara pipa baja dengan pelat lantai.

Pelat ini bila terpaksa bisa juga dikombinasikan dengan balok (jadi bukan pelat tanpa balok). Bila alternatif ini yang dipilih, maka akan dijumpai sedikit kesukaran pada saat pelaksanaan pengecoran lantai karena tidak sepenuhnya kita dapat menggunakan permukaan tanah yang rata sebagai dasar dari acuan beton.

Dari sudut desain, hal yang harus kita perhatikan adalah rencana penggunaan lantai tersebut pada saat konstruksi. Sistem “top down” memungkinkan keadaan dimana pelat lantai dasar setelah dicor digunakan sebagai lantai operasional utama dari kegiatan konstruksi. Dengan demikian pelat lantai harus direncanakan paling tidak untuk dapat menahan beban 1.0 hingga 1.5 ton/m² yang mewakili kondisi :

- a) alat berat
- b) muatan tumpukan bahan konstruksi.

Hal yang juga mendapat perhatian adalah rencana ketinggian lantai ke lantai dari pelat “basement” merupakan hal yang penting untuk direncanakan dengan

seksama. Kaitan dan kebutuhan ini adalah dari kenyataan bahwa alat gali (“back-hoe”) yang dapat digunakan membutuhkan ruang gerak minimum tertentu. Bila jarak lantai terlalu dekat maka penggalian tidak dapat dilaksanakan secara berurutan, tapi harus meloncat satu lantai. Sebaliknya bila jarak terlalu besar maka akan timbul kemungkinan “lateral deformation” yang besar, hal ini harus dihindari karena bisa menimbulkan keruntuhan dan juga akan menyukarkan dalam upaya untuk mendapatkan dinding yang rata permukaannya.

Untuk tujuan kemudahan pelaksanaan, bagian pelat lantai ini dibuat sebagai pelat tanpa balok (“flat slabs”) dengan pelaksanaan sebagai berikut :

1. Ratakan sekaligus padatkan hingga level sesuai rencana.
2. Cor beton ringan yang berfungsi sebagai lantai kerja.
3. Pasang lembaran “multiplex” yang sudah disapu dengan minyak untuk acuan beton dan letakkan diatas lantai kerja.
4. Pasang tulangan yang telah disediakan kemudian cor dengan beton.

3.5. “Base Floor” (lantai dasar)

Seringkali didapat kebutuhan ruang pilecap yang hampir memenuhi seluruh ruang lantai basement bawah. Desain pelat ini sekaligus difungsikan sebagai pile cap yang lebar. Dengan demikian sering pelat ini mempunyai ketebalan diatas 1.5 meter.

Ada empat hal penting yang perlu diperhatikan dalam desain dan pelaksanaan pelat ini:

1. Pelat harus didesain sebagai “uncracked section” baik untuk beban gravitasi maupun untuk beban “lift”.
2. Memasang tulangan atas dan bawah secukupnya untuk mengatasi masalah “shrinkage”
3. Beton yang digunakan harus dirancang campurannya agar menghasilkan beton yang padat
4. Pada saat pelaksanaan pengecoran pelat, perlu diatur agar tidak terjadi kumulasi panas hidrasi yang terlalu tinggi.

Tujuan dari langkah diatas adalah untuk menghindari retak pada pelat beton yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya kebocoran pelat dan dapat menghindarkan keperluan penggunaan “waterproofing membrane”.

3.6. Pekerjaan “Dewatering”

Sebelum dilakukan penggalian terhadap tanah area “basement” maka terlebih dulu dilakukan pemompaan air tanah supaya tidak menggenangi lokasi pekerjaan saat digali. “Dewatering” ini dilakukan setiap kali penggalian akan dilakukan yaitu sampai elevasi satu meter dibawah lantai “basement” yang akan dikerjakan.

3.7. Pelaksanaan Metoda Konstruksi “Top Down”

Proses pelaksanaan dimulai setelah pekerjaan “bored pile” , “diaphragma wall” dan “capping beam” selesai dilakukan termasuk pemasangan “king post”.

Dalam pelaksanaan pengecoran plat lantai harus disisakan lubang yang berfungsi sebagai sirkulasi udara, pencahayaan dan arah penggalian.

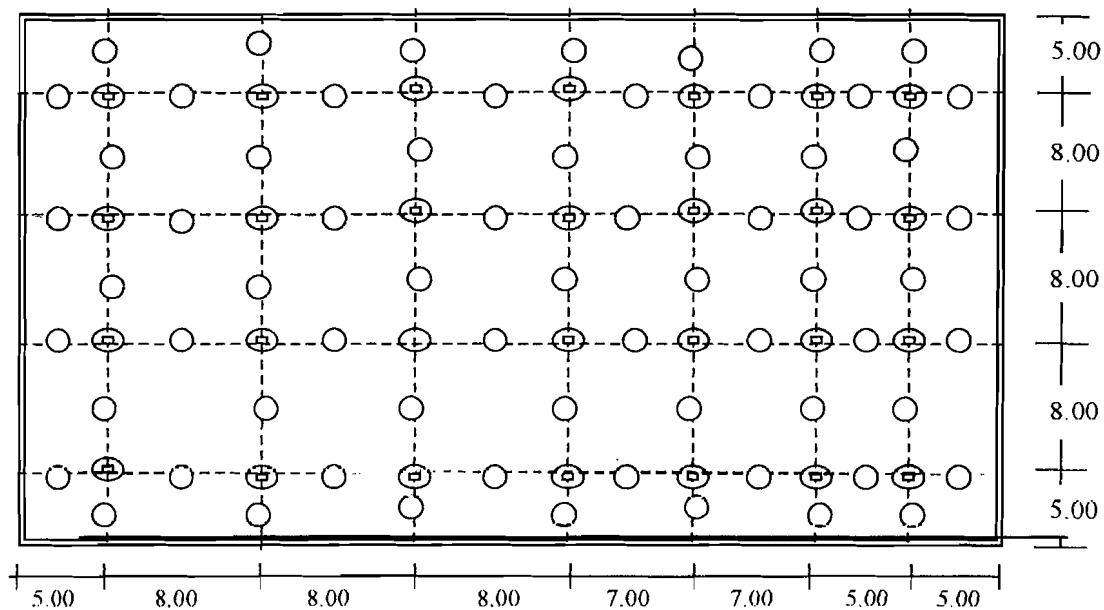
Urutan kerja :

1. Pelaksanaan “bored pile”
2. Pemasangan “king post”
3. Pelaksanaan dinding diaphragma
4. Pekerjaan “capping beam”
5. “Dewatering” tahap 1
6. Galian tanah tahap 1
7. Pelaksanaan lantai “basement” 1
8. “Dewatering” tahap 2
9. Galian tanah tahap 2
10. Pelaksanaan lantai “basement” 2
11. “Dewatering” tahap 3
12. Pelaksanaan galian tahap 3
13. Pelaksanaan lantai basement 3
14. “Dewatering” tahap 4
15. Pelaksanaan galian tahap 4
16. Pelaksanaan lantai “basement” 4.
17. Pelaksanaan “core lift” – pengecoran kolom lantai “basement” 4 – penutupan void lantai “basement” 3.

18. Pengecoran kolom lantai "basement" 3 – penutupan void lantai "basement" 2.
19. Pengecoran kolom lantai "basement" 2 – penutupan void lantai "basement" 1(satu).
20. Pelaksanaan lantai berikutnya dengan "high rise area" mendapat prioritas.

TAHAPAN DALAM METODA KONSTRUKSI "TOP DOWN"**Tahap I**

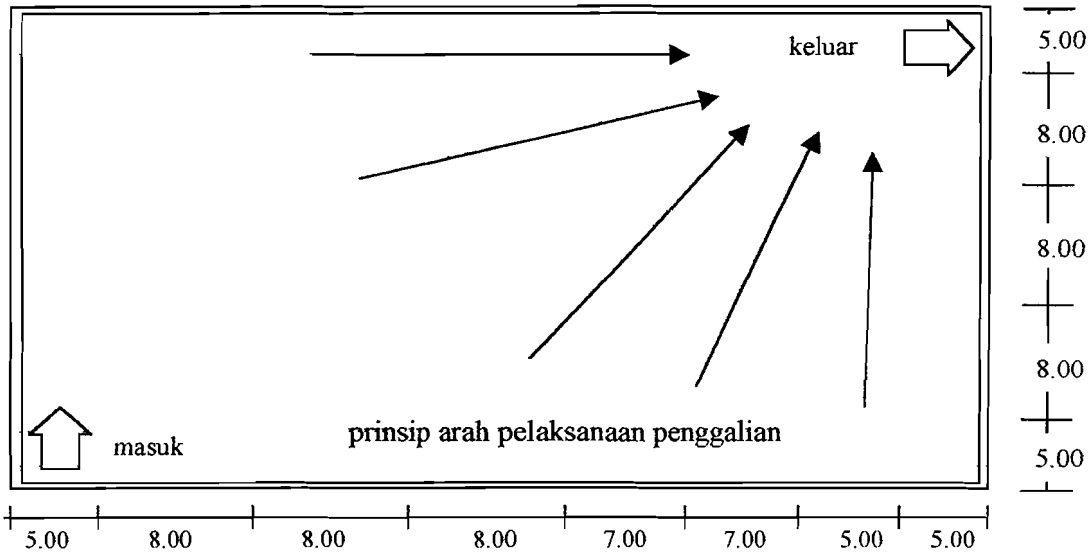
1. Pekerjaan dinding diaphragma, "capping beam", "bored pile" dan "king post" telah selesai dilaksanakan.
2. Dilaksanakan pekerjaan "dewatering" tahap 1 sampai 1 meter dibawah elevasi lantai "basement" 1.



Gambar 3.8. Denah lokasi penempatan "bored pile" dan "king post".

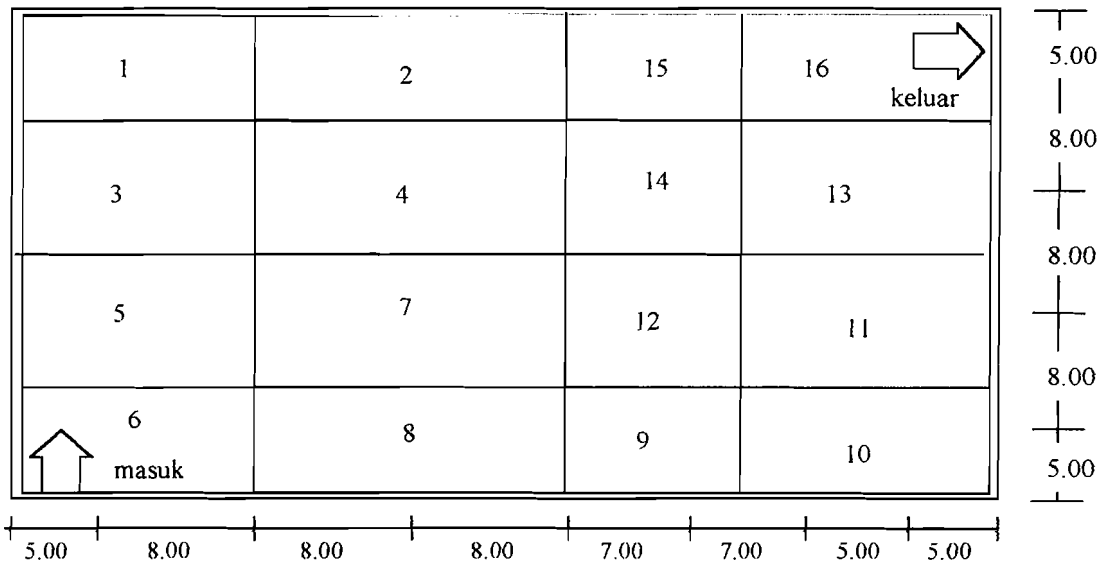
Tahap II

1. Dilaksanakan pekerjaan penggalian tahap 1 sampai elevasi lantai "basement" 1.

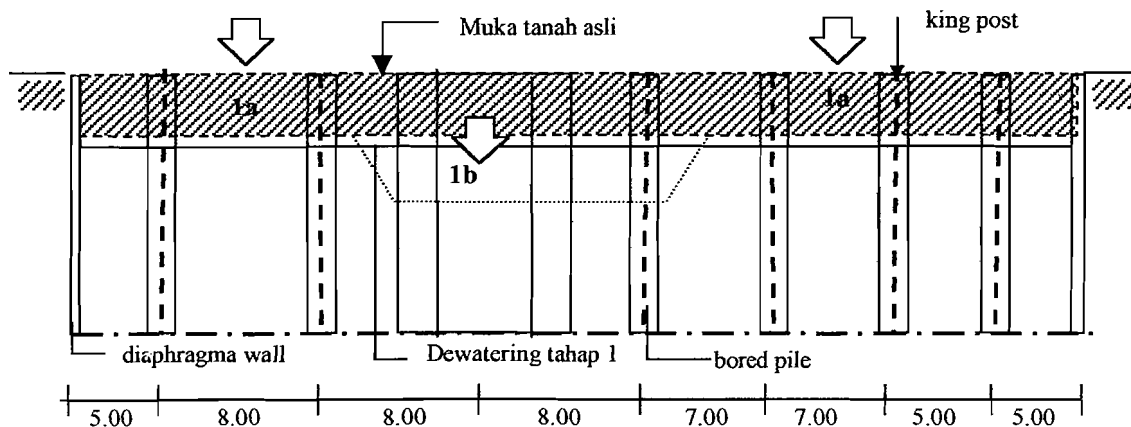


Gambar 3.9. Arah galian menuju tempat pembuangan

2. Urutan penggalian dan pengecoran adalah sebagai berikut :



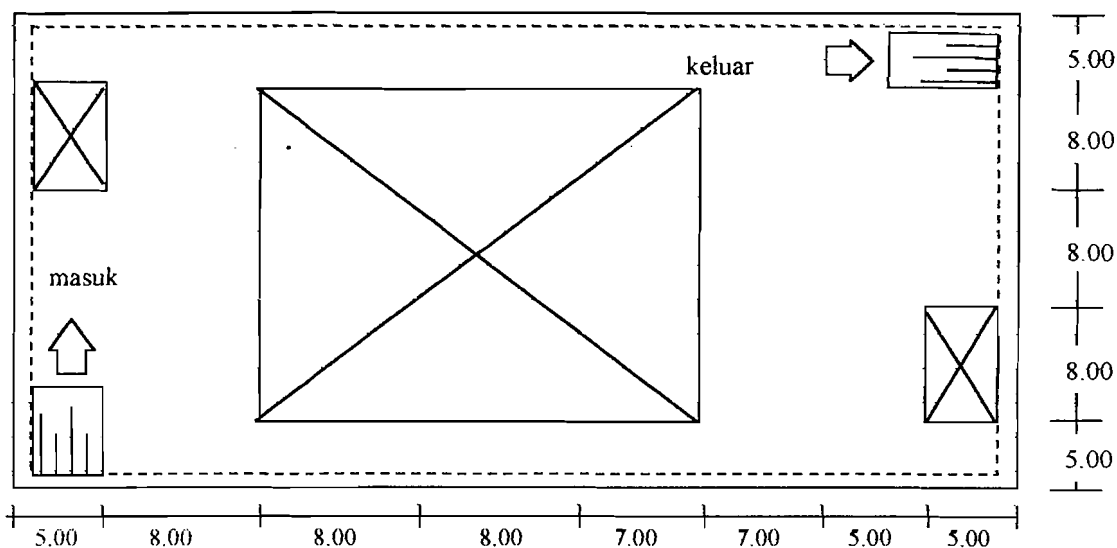
Gambar 3.10. Urutan pelaksanaan penggalian dan pengecoran.



Gambar 3.11. Tampak samping tanah yang akan digali didahulukan bagian terarsir

Tahap III

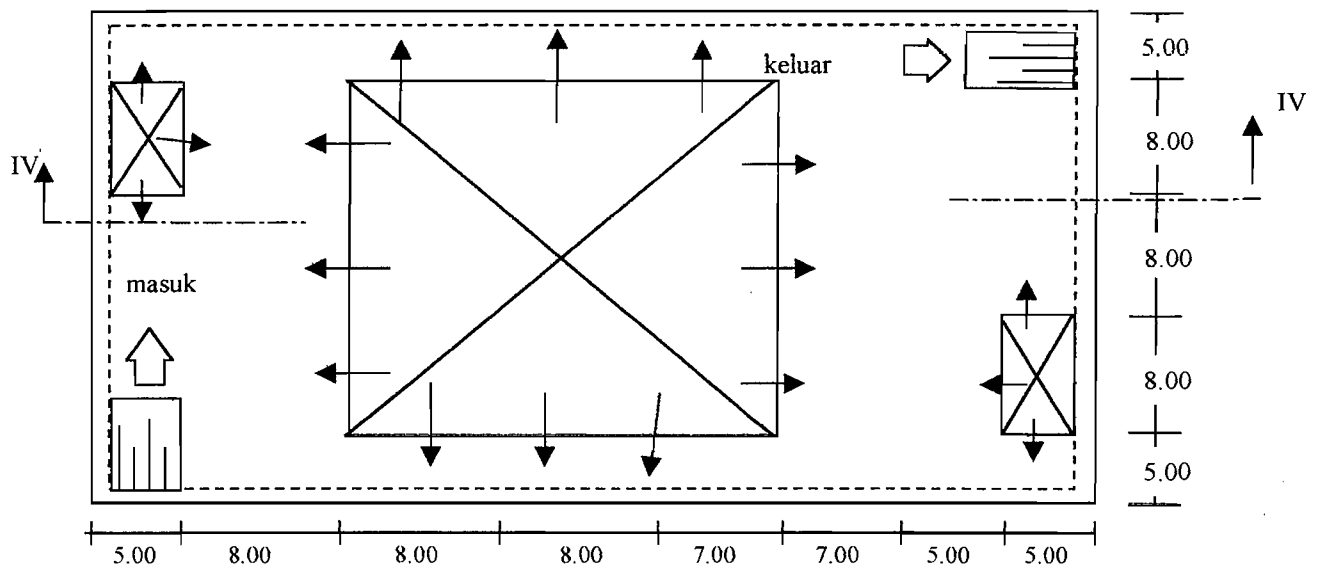
1. Pelaksanaan pekerjaan lantai "basement" 1 meliputi pembuatan lantai kerja, pembesian dan pengecoran dengan menyisakan "void" untuk arah penggalian (tengah dengan ukuran 24x23 m), serta untuk konstruksi "ramp" untuk lalu lintas alat berat dan mobil karena nantinya berfungsi sebagai area parkir (pinggir dengan ukuran 8x5 m)
2. Disiapkan "ramp" dari baja untuk jalan masuk "excavator" dan "dump truck" ke lantai "basement" 1
3. Pekerjaan "dewatering" tahap 2 sampai 1 meter dibawah lantai "basement" 2.



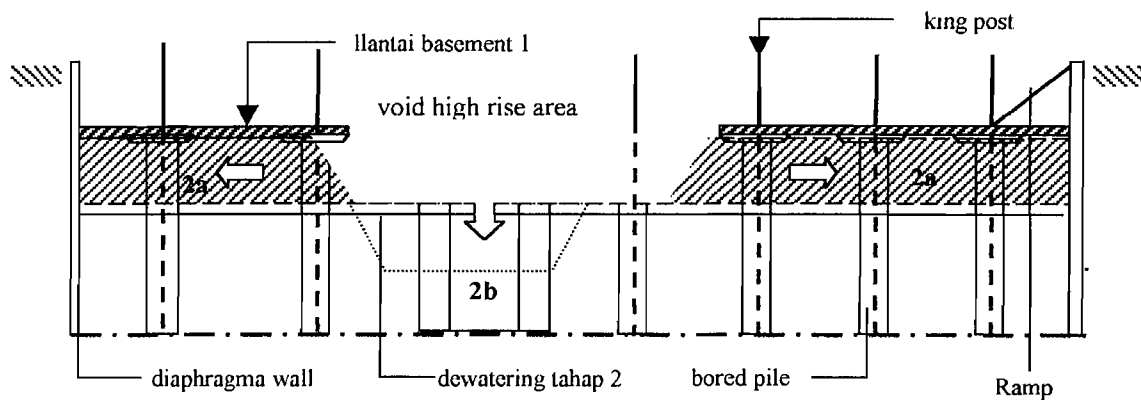
Gambar 3.12. Pelaksanaan lantai "basement" satu.

Tahap IV

1. Pekerjaan penggalian tahap 2 sampai dengan elevasi lantai "basement" 2.
2. Penggalian dengan cara tanah didorong kearah "void", diangkut oleh "excavator", dituang kedalam "dump truck" yang selanjutnya ke pembuangan tanah.



Gambar 3.13. Arah penggalian melalui "void"

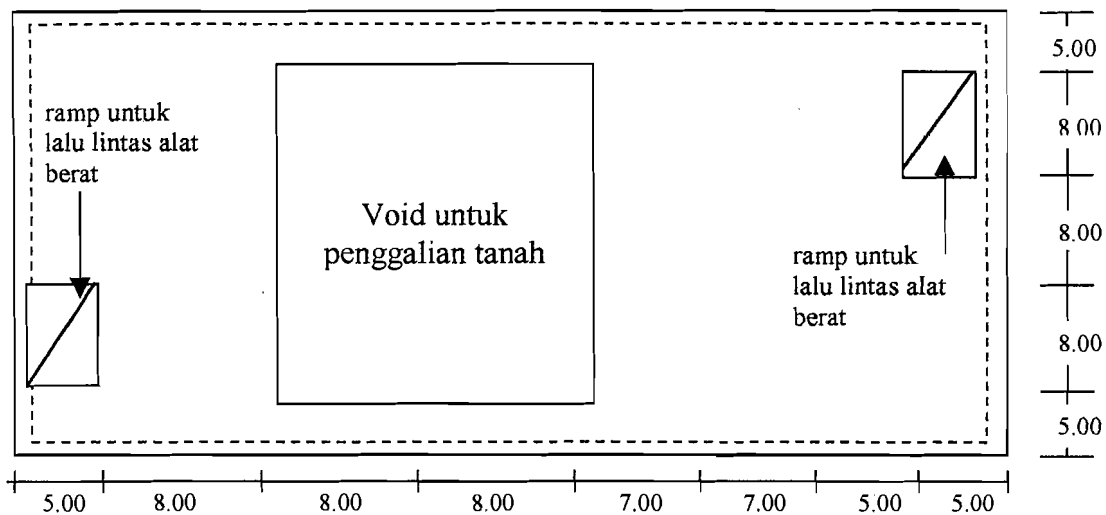


Potongan IV - IV

Gambar 3.14. Penggalian tanah dibawah lantai "basement" satu.

Tahap V

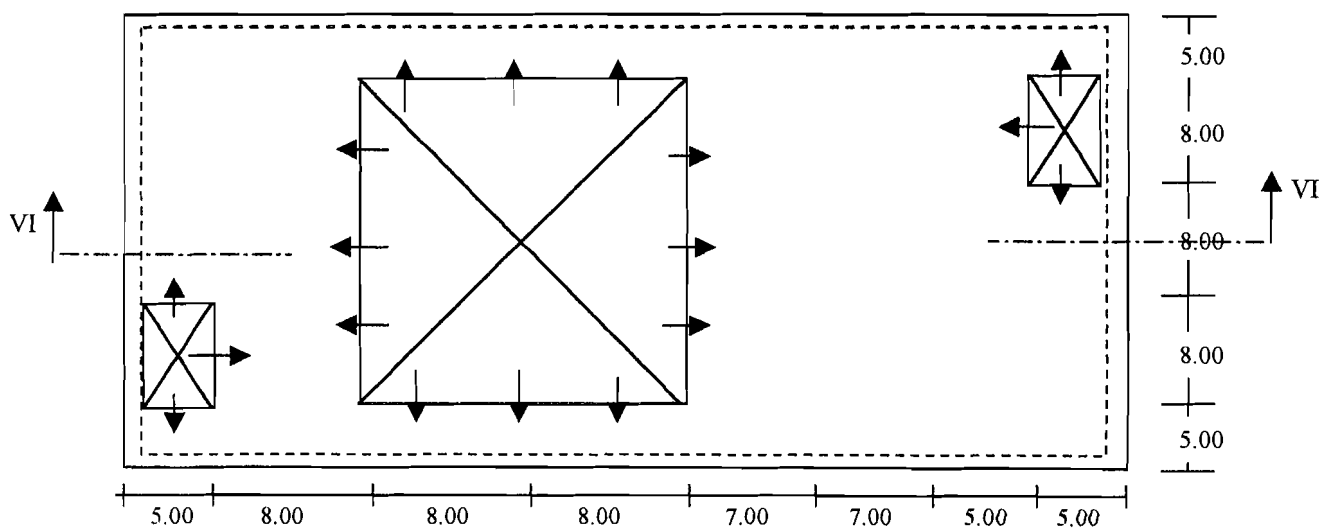
1. Pekerjaan lantai "basement" 2 dengan menyisakan "void" seperti gambar.
2. Pelaksanakan pekerjaan "dewatering" tahap 3



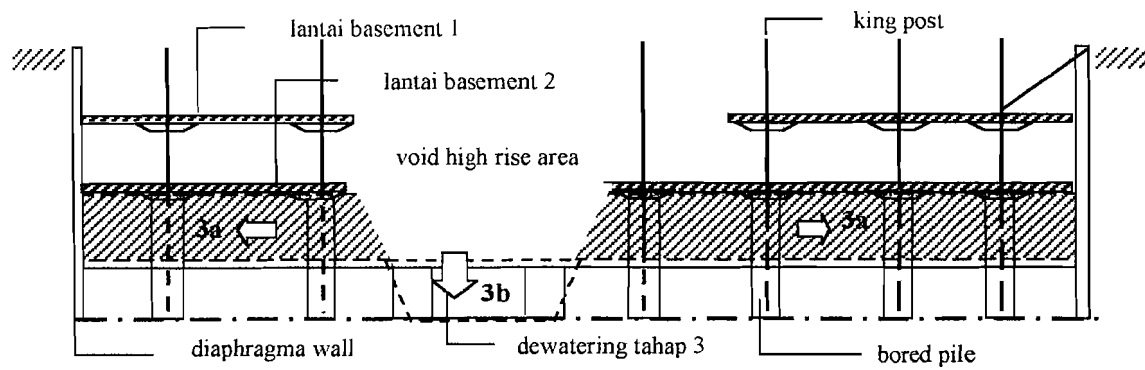
Gambar 3.15. Pelaksanaan lantai "basement" dua.

Tahap VI

1. Penggalian Tahap 3 sampai elevasi "basement" 3.
2. Anak panah menunjukkan arah penggalian tanah dari permukaan lubang.



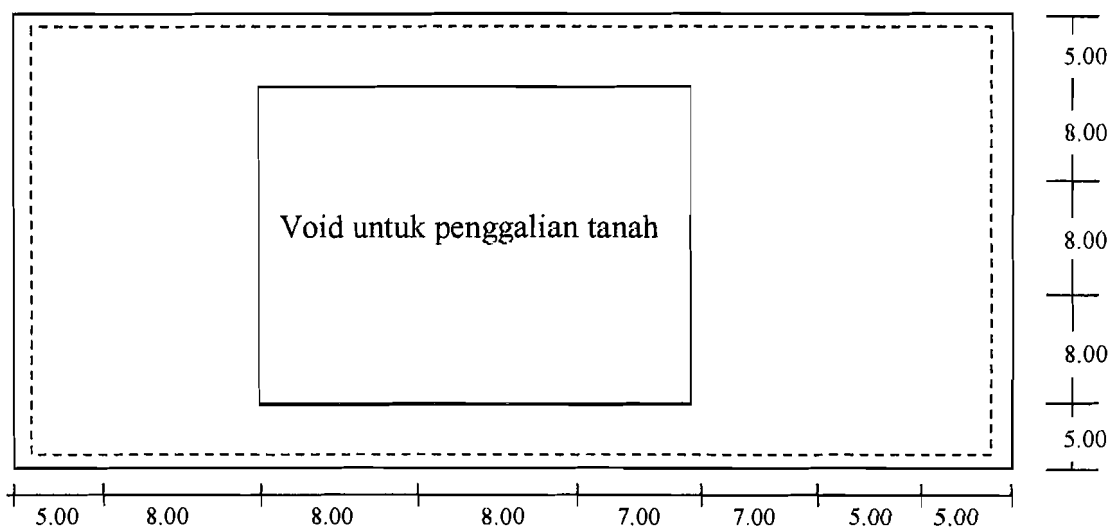
Gambar 3.16. Arah penggalian tanah



Gambar 3.17. Penggalian tanah dibawah lantai "basement" dua

Tahap VII

1. Pelaksanaan lantai "basement" 3 dengan menyisakan "void" untuk penggalian
2. Dilaksanakan pekerjaan "dewatering" ke 4 sedalam 1 meter dibawah lantai "basement" 4.

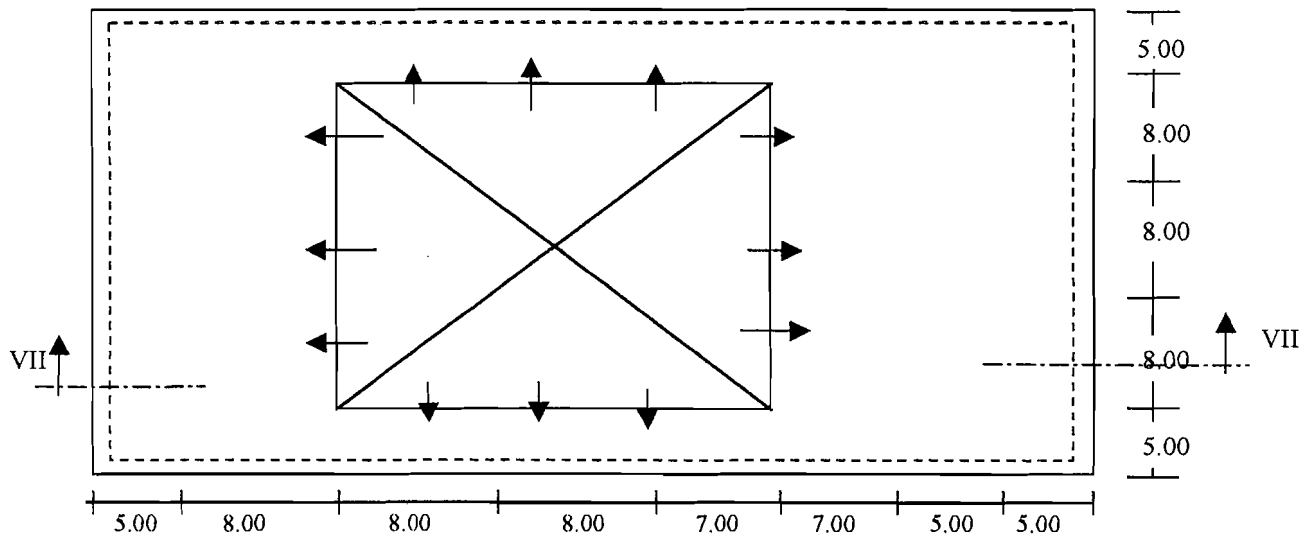


Gambar 3.18. Pelaksanaan lantai "basement" tiga

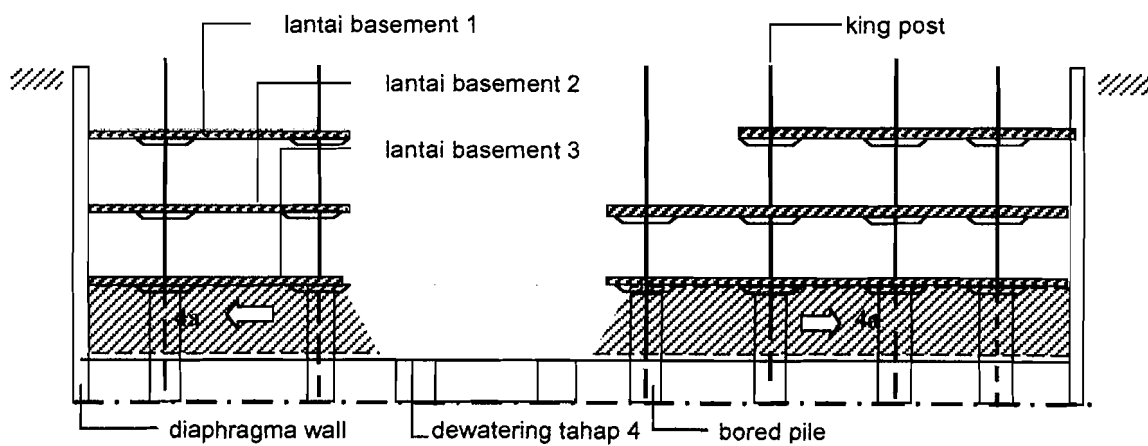


Tahap VIII

1. Pelaksanaan penggalian tahap 4 sampai kedalaman lantai "basement" 4
2. Arah anak panah menunjukkan arah pengeluaran tanah pada permukaan lubang



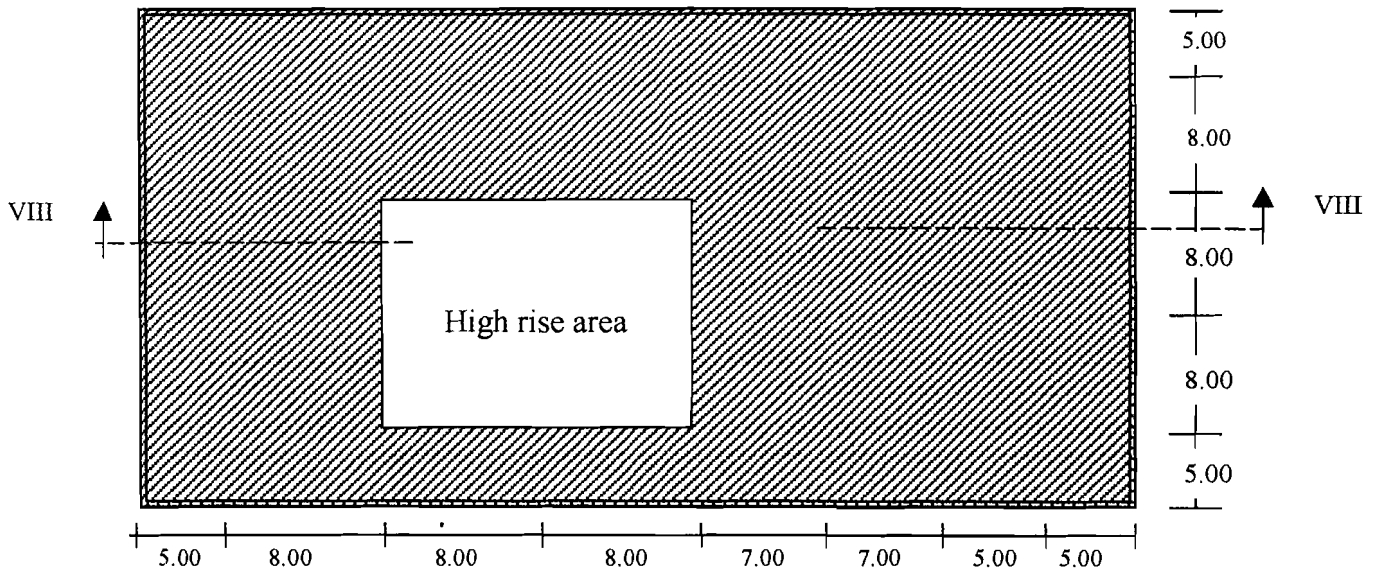
Gambar 3.19. Arah penggalian tanah dibawah lantai "basement" tiga



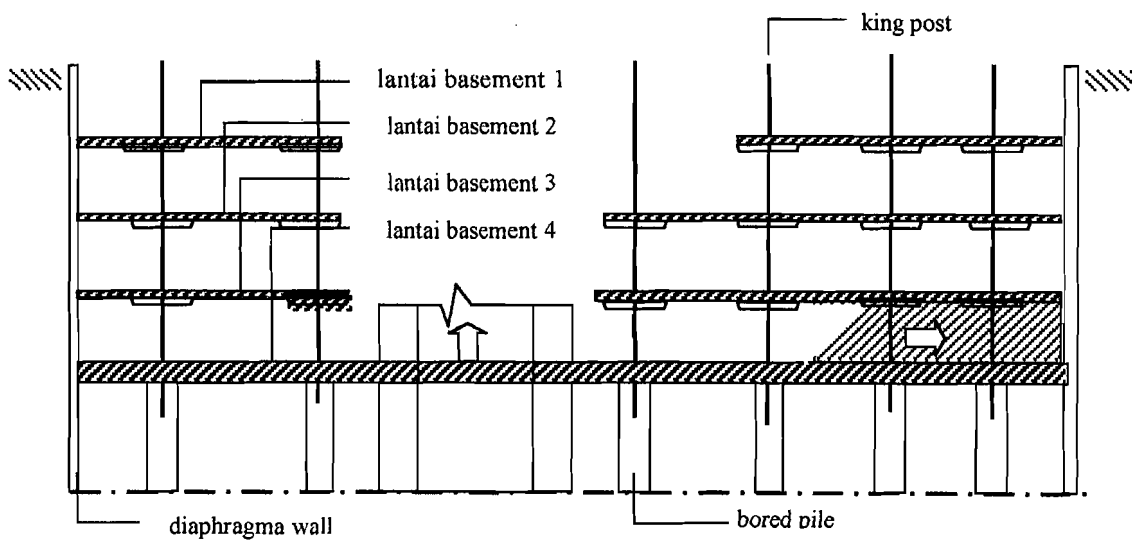
Gambar 3.20. Potongan VII - VII

Tahap IX

1. Pembuatan lantai "basement" 4 meliputi pembuatan "pile cap" yang sekaligus sebagai lantai "basement" 4. Pelaksanaan "core area" tetap dapat prioritas



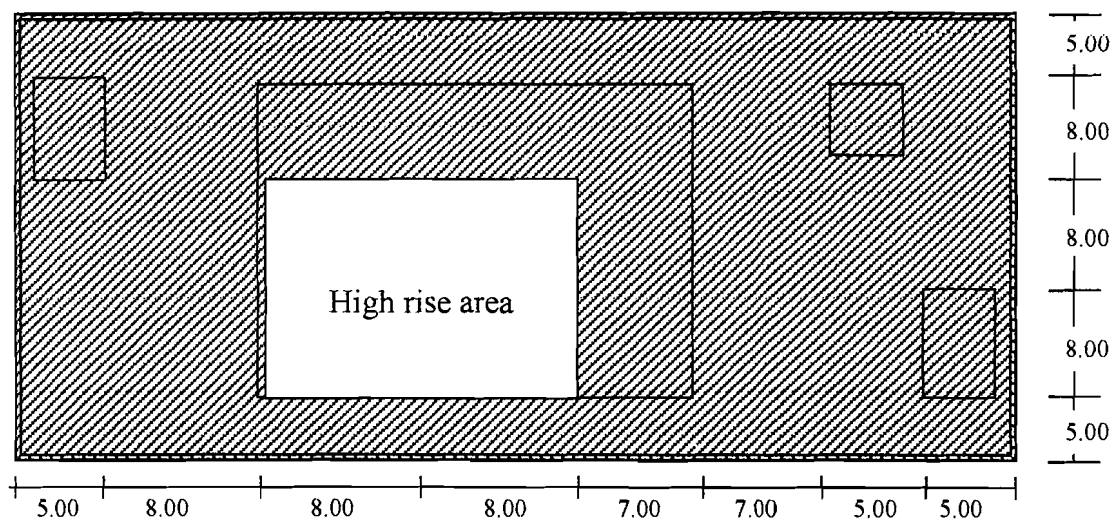
Gambar 3.21. Pelaksanaan lantai "basement" empat



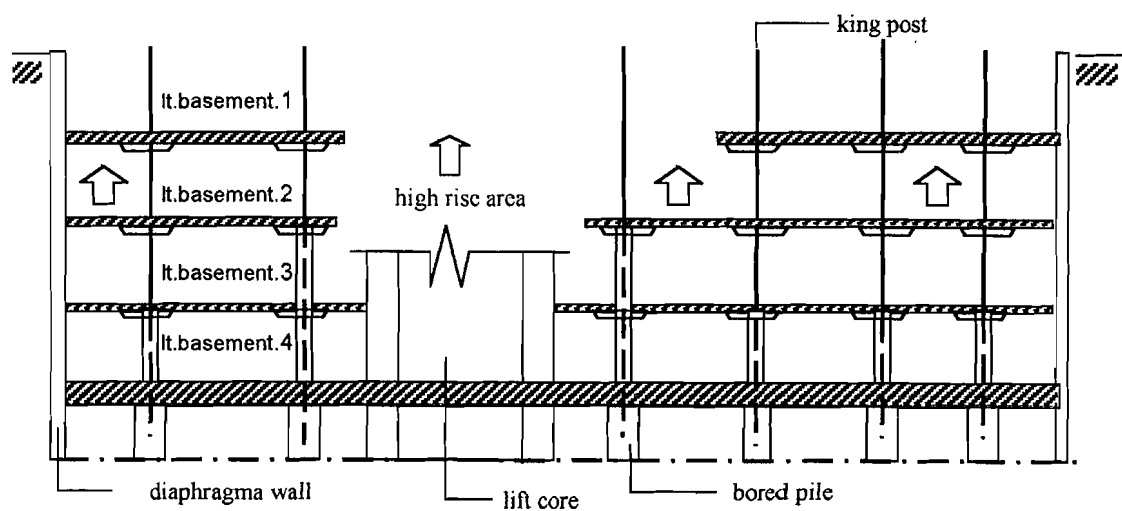
Gambar 3.22. Potongan VIII - VIII

Tahap X

1. Pelaksanaan lantai “basement” 4 yaitu pengecoran kolom lantai “basement” 4 sebagian lantai 3.
2. Penutupan void lantai 3 serta pelaksanaan *core area*.



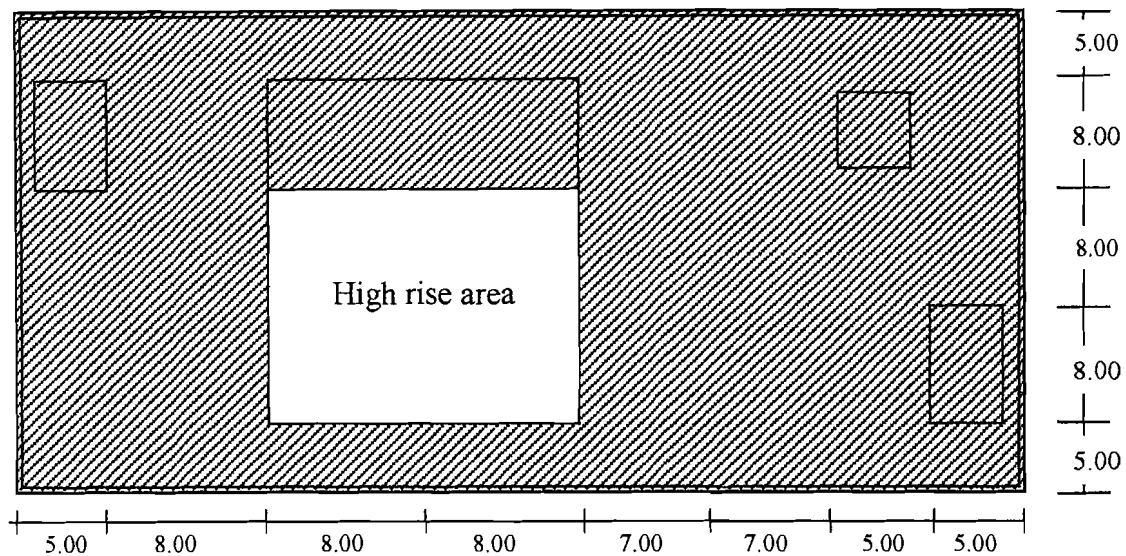
Gambar 3.23. Pelaksanaan pengecoran kolom lantai “basement” 4



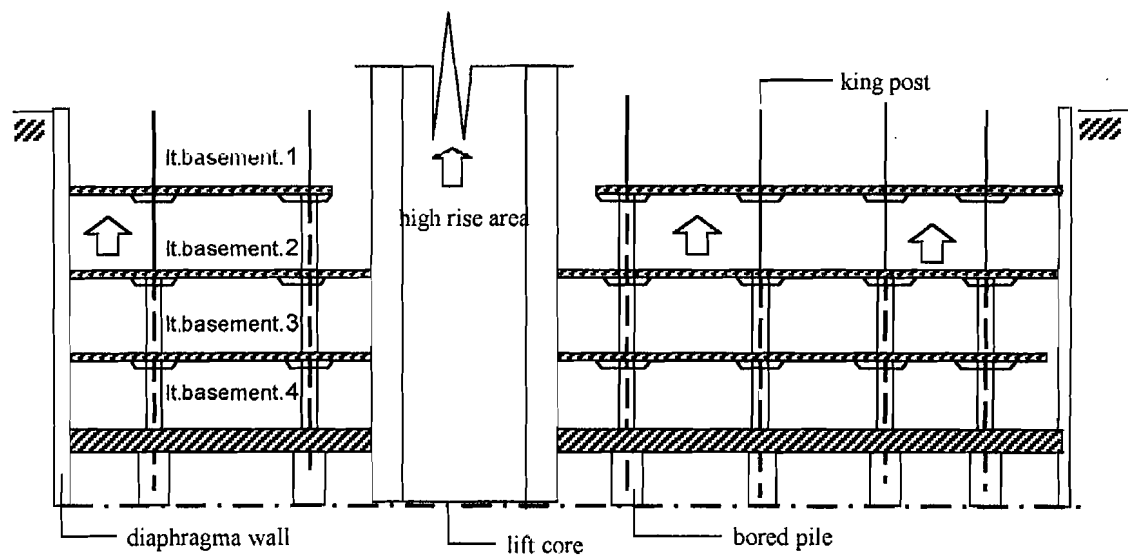
Gambar 3.24. Tampak samping pelaksanaan “basement” empat dan tiga

Tahap XI

1. Pengecoran kolom lantai "basement" 3 sebagian lantai 2.
2. Penutupan "void" lantai 2 dan prioritas core area



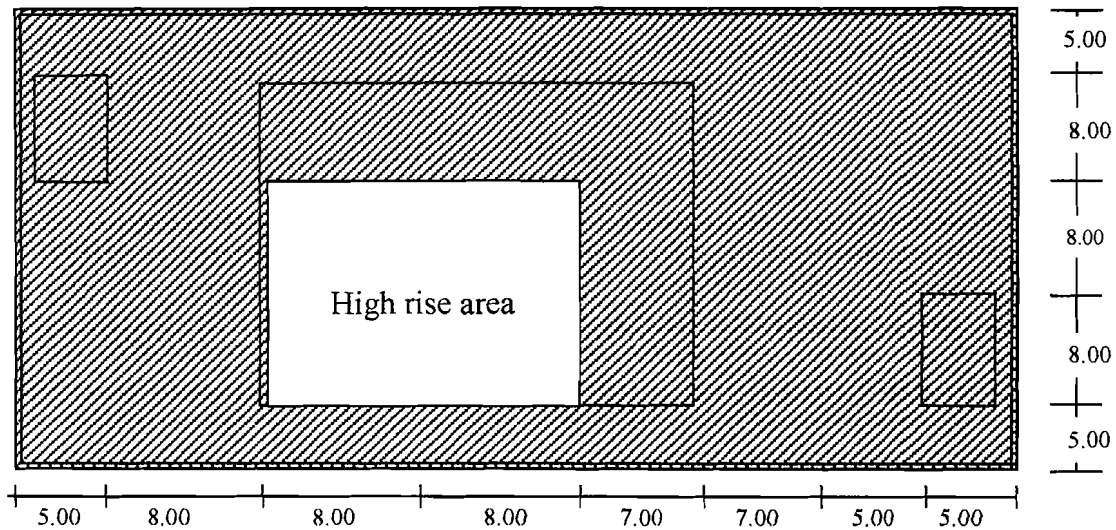
Gambar 3.25. Pelaksanaan lantai "basement" tiga dan "basement" dua



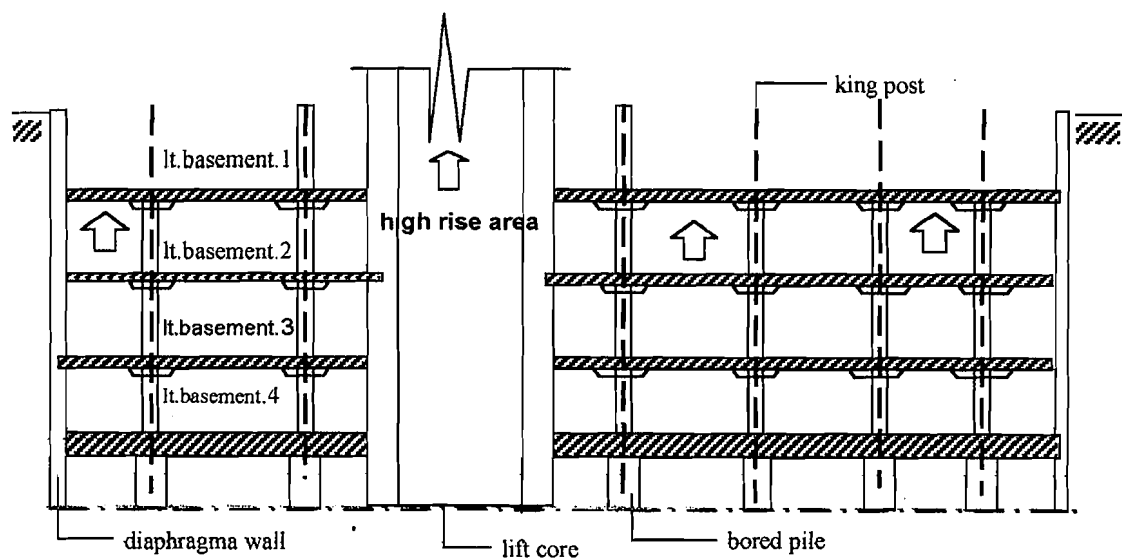
Gambar 3.26. Tampak samping pelaksanaan lantai "basement" tiga dan dua

Tahap XII

1. Pengecoran kolom lantai "basement" 2 sebagian lantai 1
2. Penutupan void lantai satu serta prioritas core area.



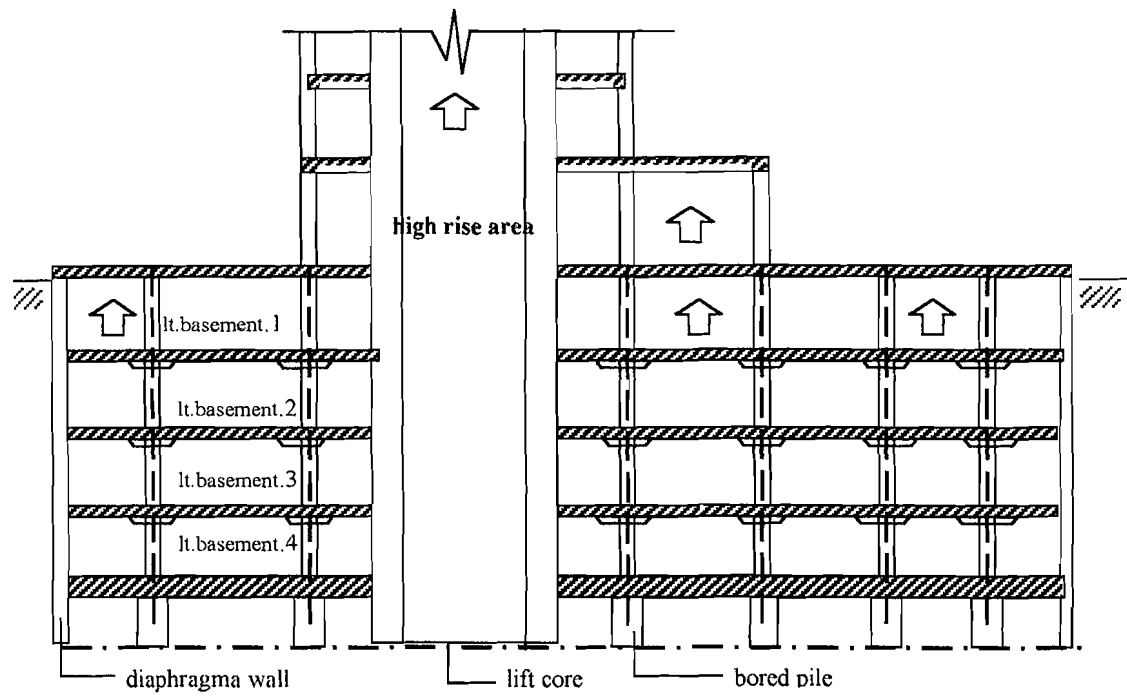
Gambar 3.27. Pelaksanaan lantai "basement" dua dan satu.



Gambar 3.28. Tampak samping pelaksanaan lantai "basement" dua dan satu.

Tahap XIII

1. Pelaksanaan lantai dasar dan lantai di atasnya ("high rise area")



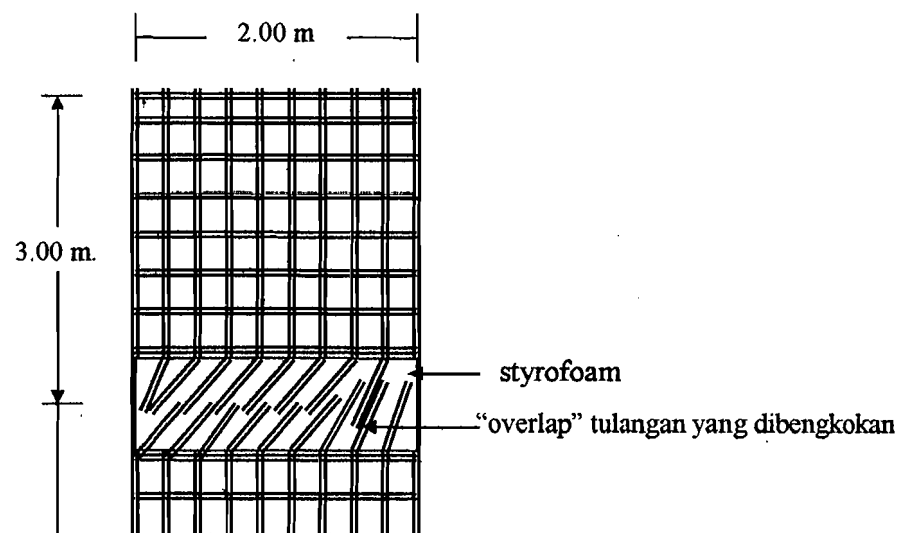
Gambar 3.29. Pelaksanaan struktur kolom plat dan balok diatas "basement"

3.8. Pelaksanaan Sambungan Antara Dinding dan Plat

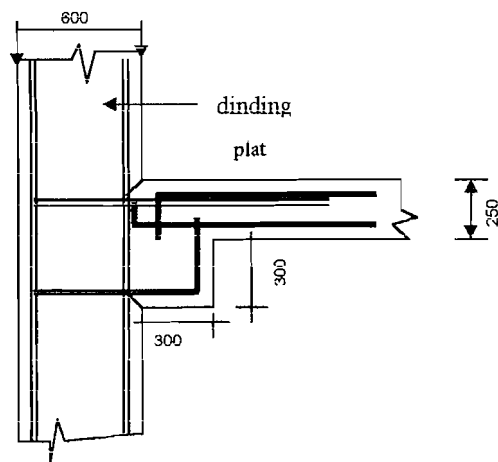
Setelah penggalian mencapai elevasi yang telah direncanakan sesuai dengan kedalaman lantai “basement” maka segera dilakukan pekerjaan pembesian untuk lantai “basement” setelah terlebih dahulu dibuat lantai kerja dari beton ringan.

Pada saat pembesian panel dinding diaphragma pada kedalaman rencana lantai “basement” dibuat “overlap” tulangan yang ditutup dengan “styrofoam” dan berfungsi sebagai penyambung yang akan dihubungkan dengan tulangan lantai “basement”. Sedangkan langkahnya adalah:

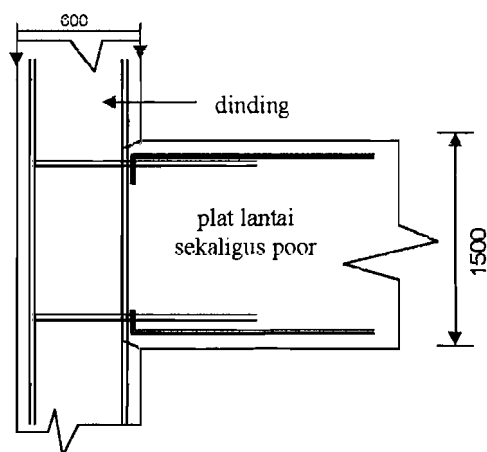
- 1) Pembuatan lantai kerja untuk plat lantai “basement”.
- 2) Sementara itu “styrofoam” yang menempel pada dinding diafragma dibersihkan dan diratakan.
- 3) Luruskan tulangan “overlap” yang dibengkokkan untuk kemudian disambung dengan penulangan plat lantai.



Gambar 3.30. Tampak depan pembesian dengan “overlap” tulangan



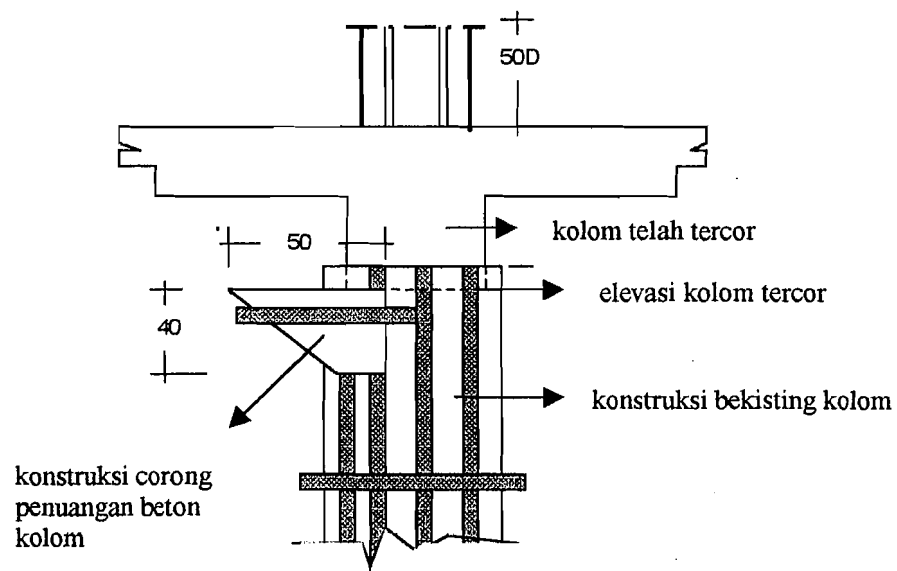
Gambar 3.31. Pertemuan antara dinding diafragma dengan plat "basement" 1,2,3



Gambar 3.32. Pertemuan antara dinding diaphragma dengan plat "basement" 4

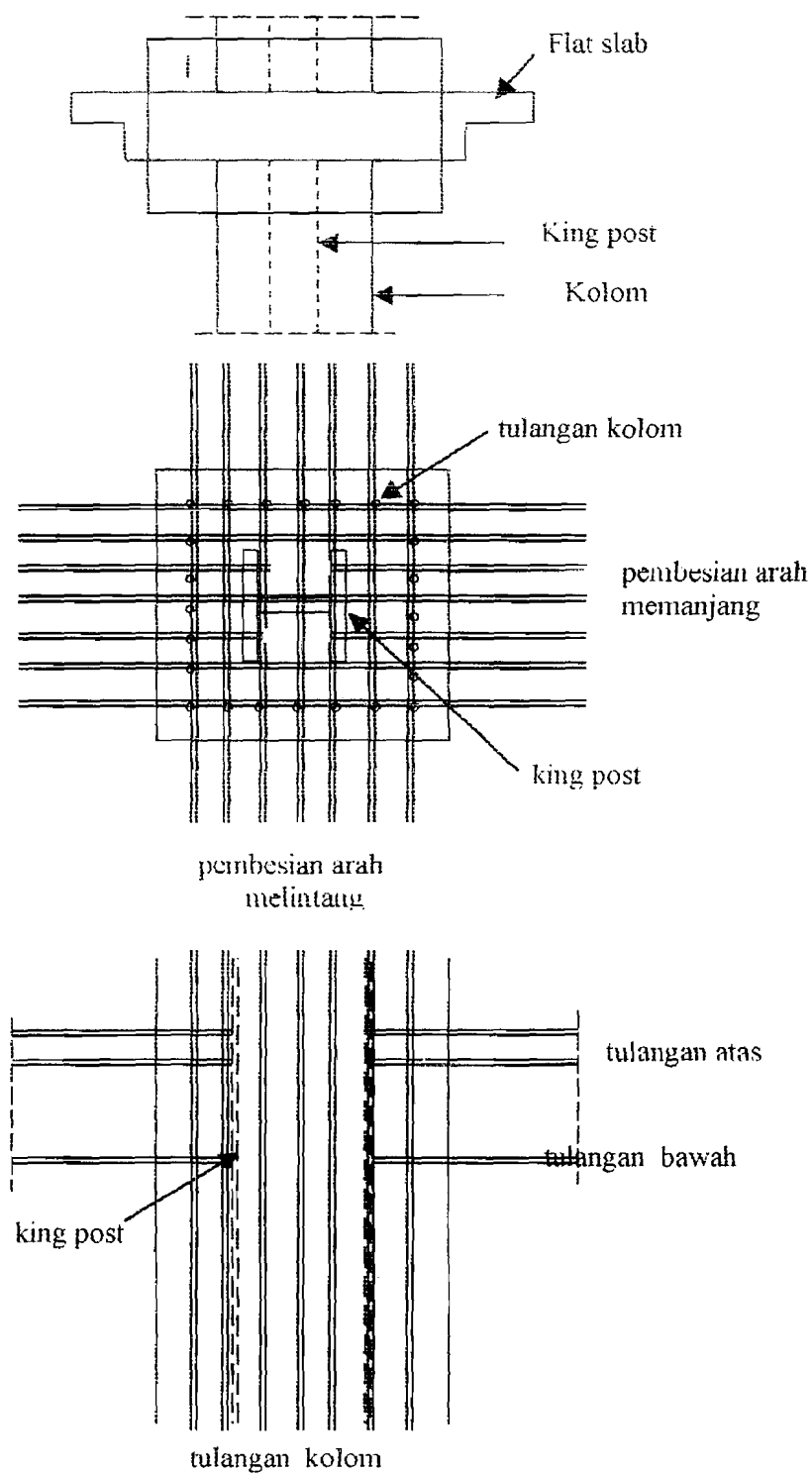
3.9. Pelaksanaan pengecoran kolom

“King post” yang berfungsi sebagai kolom sementara penyangga lantai “basement” akan menjadi permanen setelah pengecoran kolom pada area “basement”. Pengecoran kolom ini dilaksanakan dengan membuat bekisting yang disertai corong untuk memasukkan adukan beton (“ready mix”).



Gambar 3.33. Tampak samping konstruksi corong penuangan beton

3.10. Hubungan Tulangan pada Pertemuan King Post dan Plat Lantai

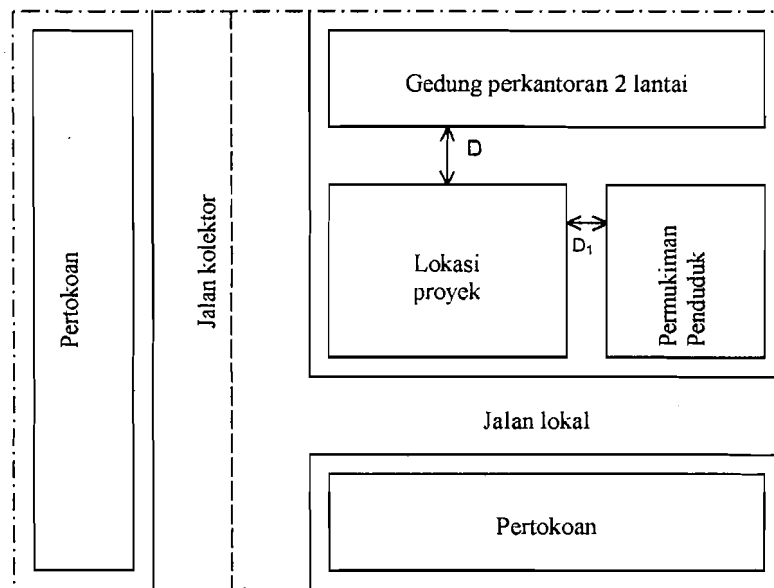


Gambar 3.34 hubungan tulangan kingpost-flat slab

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1. Lokasi proyek



Gambar 4.1 Lokasi Proyek

Keterangan :

- ◇ D = Jarak antara lokasi proyek dengan gedung perkantoran 2 meter.
- ◇ D₁ = Jarak antara lokasi proyek dengan permukiman penduduk 1 meter.
- ◇ Jarak antara lokasi proyek dengan tepi jalan adalah 4 meter.

4.2. Perhitungan beban di sekitar lokasi proyek

a) Beban di sebelah utara proyek (gedung perkantoran lantai dua)

1	berat atap genteng	:	50	kg/m ²
2	eternit + pengantung (11+7)	:	17	kg/m ²
3	dinding pasangan ½ batu bata	:	250	kg/m ²
4	plat 0,12 x 2400	:	288	kg/m ²
5	lantai keramik	:	24	kg/m ²
6	pondasi pasangan batu kali 0,4 x 0,5 x 2200	:	528	kg/m ²
7	pondasi foot plat 0,15 x 2400	:	360	kg/m ²
8	tangga 0,15 x 2400	:	360	kg/m ²
9	beban hidup	:	250	kg/m ²
	Jumlah	:	2127	kg/m ²

b) Beban sebelah timur gedung merupakan rumah penduduk satu lantai

1	berat atap genteng	:	50	kg/m ²
2	eternit + pengantung (11+7)	:	17	kg/m ²
3	dinding pasangan ½ batu bata	:	250	kg/m ²
4	lantai keramik	:	24	kg/m ²
5	pondasi pasangan batu kali 0,4 x 0,5 x 2200	:	528	kg/m ²
6	sloof 0,15 x 0,20 x 2400	:	72	kg/m ²
7	beban hidup	:	200	kg/m ²
	Jumlah	:	1141	kg/m ²

c) Beban Jalan Raya (kolektor) pada sebelah barat lokasi proyek

1	Aspal	:	14	kg/m ²
2	Batu belah 0,2 x 1500	:	300	kg/m ²
3	Pasir 0,05 x 1600	:	80	kg/m ²
4	kerikil 0,1 x 1650	:	165	kg/m ²
5	selokan pasangan ½ batu	:	250	kg/m ²
6	beban hidup (tekanan gandar)	:	7000	kg/m ²
	Jumlah	:	7809	kg/m ²

d) Beban jalan kolektor di sebelah selatan lokasi proyek

1	Aspal	:	14	kg/m ²
2	Batu belah 0,2 x 1500	:	300	kg/m ²
3	Pasir 0,05 x 1600	:	80	kg/m ²
4	kerikil 0,1 x 1650	:	165	kg/m ²
5	selokan pasangan ½ batu	:	250	kg/m ²
6	beban hidup (tekanan gandar)	:	3500	kg/m ²
	Jumlah	:	4309	kg/m ²

4.3. Bidang kelongsoran tanah

Jarak yang berpengaruh terhadap kelongsoran tanah sepanjang :

$$L = 2(H \cdot \sin(90 - (45 + \phi/2))) = 2(12 \cdot \sin(90 - (45 + 22/2))) = 13,42 \text{ meter.}$$

Maka beban lajur akan berpengaruh sepanjang 13,42 meter dari tepi dinding penahan tanah.

4.4. Tekanan tanah akibat beban lajur

a) Beban bagian utara

Dari hasil perhitungan beban diperoleh $q = 2127 \text{ kg/m}^2$

dengan $b' = 2 \text{ m}$ sehingga $a' = L - b = 13,42 - 2 = 11,42 \text{ m}$, $H = 12 \text{ m}$.

$$\text{maka: } \theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{2'}{12}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2'}{12}\right) = 9,4623^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} = \tan^{-1}\left(\frac{2'+11,42}{12}\right) = 48,2^\circ$$

Gaya yang bekerja (P) :

$$P = \frac{q}{90}(H(\theta_2 - \theta_1)) = \frac{2127}{90}(12(48,2 - 9,4623)) = 10986 \text{ kg/m}$$

Letak resultan P :

$$(H - z) = \frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) - (R - Q) + 57,30 \cdot a' \cdot 13}{2 \cdot H(\theta_2 - \theta_1)}$$

$$R = (a+b)^2 \cdot (90 - \theta_2) = (11,42+2)^2 \cdot (90 - 48,2) = 7528,0295 \text{ m.}$$

$$Q = b^2(90 - \theta_1) = 4(90 - 9,4623) = 322,1508 \text{ m.}$$

$$(H - z) = \frac{12^2(48,2 - 9,4623) - (7528,0295 - 322,1508) + 57,30 \cdot 11,42 \cdot 12}{2 \cdot 12(48,2 - 9,4623)}$$

$$= 6,6954 \text{ m.}$$

$$z = H - (H-z) = 12 - 5,2874 = 5,3046 \text{ m.}$$

b) beban bagian timur

Dari hasil perhitungan beban diperoleh $q = 1141 \text{ kg/m}^2$

dengan $b = 1 \text{ m}$. maka $a = L - b = 13,42 - 1 = 12,42 \text{ m}$.

$$\text{maka: } \theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1}{12}\right) = 4,7636^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{b'+a'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1+12,42}{12}\right) = 48,2^\circ$$

Gaya yang bekerja (P) :

$$P = \frac{q}{90}(H(\theta_2 - \theta_1)) = \frac{1141}{90}(12(48,2 - 4,7636)) = 6608,1243 \text{ kg/m}$$

Menghitung letak resultan P :

$$(H-z) = \frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) - (R-Q) + 57,30 \cdot a' \cdot 13}{2 \cdot H(\theta_2 - \theta_1)}$$

$$R = (a'+b')^2 \cdot (90 - \theta_2) = (11,42+1)^2 \cdot (90 - 48,2) = 7528,0295 \text{ m.}$$

$$Q = b'^2 \cdot (90 - \theta_1) = 1(90 - 4,7636) = 85,2364 \text{ m.}$$

$$(H-z) = \frac{12^2(48,2 - 4,7636) - (7528,0295 - 85,2364) + 57,30 \cdot 11,42 \cdot 12}{2 \cdot 12(48,2 - 4,7636)}$$

$$= 6,3929 \text{ m.}$$

$$z = H - (H-z) = 12 - 6,3929 = 5,6071 \text{ m.}$$

c) Bagian barat (jalan kolektor)

Dari hasil perhitungan beban diperoleh $q=7809 \text{ kg/m}^2$

dengan $b = 4 \text{ m}$. maka $a = L - b = 13,42 - 4 = 9,42 \text{ m}$.

$$\text{maka: } \theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4}{12}\right) = 18,4349^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{b'+a'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{1+12,42}{12}\right) = 48,2^\circ$$

Gaya yang bekerja (P) :

$$P = \frac{q}{90}(H(\theta_2 - \theta_1)) = \frac{5809}{90}(12(48,2 - 18,4349)) = 30991,4221 \text{ kg/m}$$

Menghitung letak resultan P :

$$(H - z) = \frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) - (R - Q) + 57.30.a'.12}{2.H(\theta_2 - \theta_1)}$$

$$R = (a' + b')^2 \cdot (90 - \theta_2) = (9,42 + 4)^2 \cdot (90 - 48,2) = 7528,0295 \text{ m.}$$

$$Q = b'^2 \cdot (90 - \theta_1) = 16 \cdot (90 - 18,4349) = 1145,0416 \text{ m.}$$

$$(H - z) = \frac{12^2(48,2 - 18,4349) - (7528,0295 - 1145,0416) + 57,30 \cdot 9,42 \cdot 12}{2 \cdot 12(48,2 - 18,4349)}$$

$$= 6,1319 \text{ m.}$$

$$z = H - (H - z) = 12 - 6,1319 = 5,8681 \text{ m.}$$

d) bagian selatan (jalan lokal)

Dari hasil perhitungan beban diperoleh $q = 4309 \text{ kg/m}^2$

dengan $b = 4 \text{ m}$. maka $a = L - b = 13,42 - 4 = 9,42 \text{ m}$.

$$\text{maka: } \theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{b'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4}{12}\right) = 18,4349^\circ$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{b' + a'}{H}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4 + 9,42}{12}\right) = 48,2^\circ$$

Gaya yang bekerja (P) :

$$P = \frac{q}{90} (H(\theta_2 - \theta_1)) = \frac{4309}{90} (12(48,2 - 18,4349)) = 17101,04212 \text{ kg/m}$$

Menghitung letak resultan P :

$$(H - z) = \frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) - (R - Q) + 57.30.a'.12}{2.H(\theta_2 - \theta_1)}$$

$$R = (a' + b')^2 \cdot (90 - \theta_2) = (9,42 + 4)^2 \cdot (90 - 48,2) = 7528,0295 \text{ m.}$$

$$Q = b^2 \cdot (90 - \theta_1) = 16 \cdot (90 - 18,4349) = 1145,0416 \text{ m.}$$

$$(H - z) = \frac{12^2(48,2 - 18,4349) - (7528,0295 - 1145,0416) + 57,30 \cdot 9,42 \cdot 12}{2 \cdot 12(48,2 - 18,4349)}$$

$$= 6,1319 \text{ m.}$$

$$z = H - (H - z) = 12 - 6,1319 = 5,8681 \text{ m.}$$

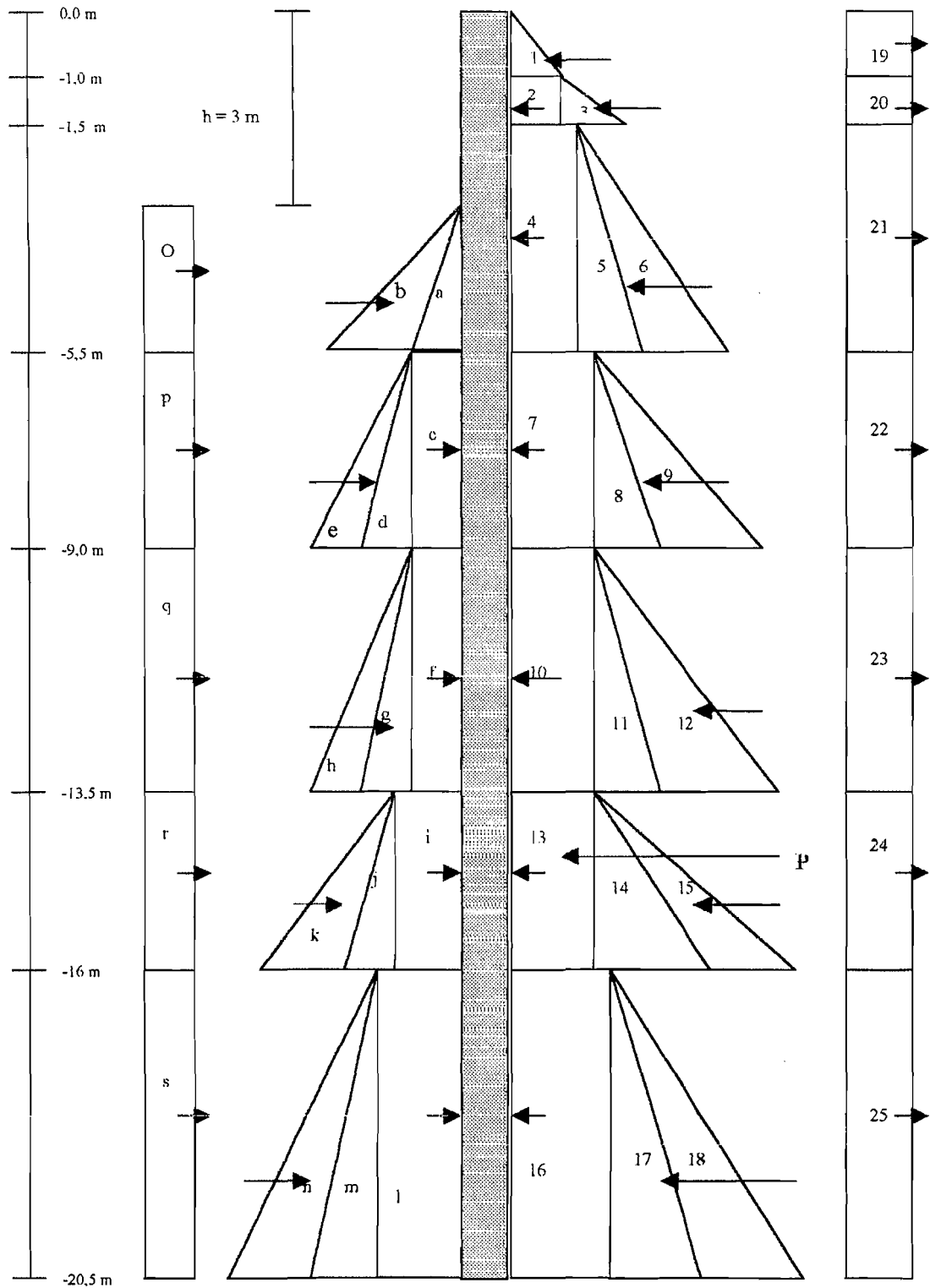
4.5. Tekanan Lateral tanah

Gaya lateral yang disebabkan oleh tanah pada lokasi merupakan tekanan tanah aktif dan pasif, yang dapat dihitung dengan diagram tekanan tanah aktif dan pasif. Data tanah diambil dari boring log I pada proyek Gedung Muhammadiyah Semarang, Jawa tengah. Karena data tanah urug tidak tersedia maka disamakan dengan data tanah pada kedalaman -1 meter.

Tabel 4.1. Data boring log I

No	Dalam (m)	(Ww) (%)	Gs	γ_b (t/m ³)	γ_k (t/m ³)	γ' (t/m ³)	C (t/m ²)	Ka	Kp
1	0 - 1	52,54	2,4875	1,6448	1,0783	0,6448	1,8	0,7041	1,4203
2	1 - 1,5	52,54	2,4875	1,6448	1,0783	0,6448	1,8	0,7041	1,4203
3	1,5 - 5,5	52,54	2,4875	1,6448	1,0783	0,6448	1,8	0,7041	1,4203
4	5,5 - 9,0	48,78	2,4680	1,6661	1,1198	0,6661	0,8	0,7556	1,3233
5	9,0 - 13,5	37,82	2,4945	1,7690	1,2836	0,7690	1,5	0,7041	1,4203
6	13,5 - 15,5	32,63	2,5121	1,8310	1,3805	0,8310	1,6	0,5888	1,6984
7	15,5 - 20,5	35,59	2,5330	1,8063	1,3322	0,8063	0,7	0,4903	2,0396

Beban lajur yang ikut diperhitungkan terhadap kestabilan dinding diafragma adalah beban lajur yang terbesar yaitu di sebelah barat bangunan, $P = 30991,4221 \text{ kg/m}$.



Gambar 4.1 Diagram tekanan tanah aktif dan pasif

Tabel 4.2 tekanan tanah aktif :

No.	Pa (t/m)	Lengan (m)	Pa x L (T)
1	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_{b1} \cdot h_1^2 \cdot ka_1$ = 0,5790	19,8333	11,8435
2	$\gamma_{b1} \cdot h_1 \cdot h_2 \cdot ka_2$ = 0,5790	19,25	11,1467
3	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_{b2} \cdot h_2^2 \cdot ka_2$ = 0,1448	19,1667	2,7734
4	$(\gamma_{b1} \cdot h_1 + \gamma_{b2} \cdot h_2) \cdot h_3 \cdot ka_3$ = 6,9486	17,25	119,8633
5	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_3' \cdot h_3^2 \cdot ka_3$ = 3,6320	16,5	59,9280
6	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_3^2$ = 8	16,5	132
7	$(\gamma_{b1} \cdot h_1 + \gamma_{b2} \cdot h_2 + \gamma_3' \cdot h_3) \cdot h_4 \cdot ka_4$ = 13,3457	13,25	176,8305
8	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_4' \cdot h_4^2 \cdot ka_4$ = 3,0827	12,6667	39,0476
9	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_4^2$ = 6,1250	12,6667	77,5835
10	$(\gamma_{b1} \cdot h_1 + \gamma_{b2} \cdot h_2 + \gamma_3' \cdot h_3 + \gamma_4' \cdot h_4) \cdot h_5 \cdot ka_5$ = 23,3760	9,25	216,2280
11	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_5' \cdot h_5^2 \cdot ka_5$ = 5,4822	8,5	46,5987
12	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_5^2$ = 10,1250	8,5	86,0625
13	$(\gamma_{b1} \cdot h_1 + \gamma_{b2} \cdot h_2 + \gamma_3' \cdot h_3 + \gamma_4' \cdot h_4 + \gamma_5' \cdot h_5) \cdot h_6 \cdot ka_6$ = 15,9539	5,75	91,7349
14	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_6' \cdot h_6^2 \cdot ka_6$ = 1,5290	5,3333	8,1546
15	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_6^2$ = 3,1250	5,3333	16,6666
16	$(\gamma_{b1} \cdot h_1 + \gamma_{b2} \cdot h_2 + \gamma_3' \cdot h_3 + \gamma_4' \cdot h_4 + \gamma_5' \cdot h_5 + \gamma_6' \cdot h_6) \cdot h_7 \cdot ka_7$ = 28,4965	2,25	64,1171
17	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_7' \cdot h_7^2 \cdot ka_7$ = 4,0027	1,5	6,0040
18	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_7^2$ = 10,1250	1,5	15,1875
19	$-2 \cdot c_1 \cdot \sqrt{ka_1} \cdot h_1$ = -3,0208	20	-60,4160
20	$-2 \cdot c_2 \cdot \sqrt{ka_2} \cdot h_2$ = -1,5104	19,25	-29,0752
21	$-2 \cdot c_3 \cdot \sqrt{ka_3} \cdot h_3$ = -12,0831	17,25	-208,4335
22	$-2 \cdot c_4 \cdot \sqrt{ka_4} \cdot h_4$ = -4,8678	13,25	-64,4983
23	$-2 \cdot c_5 \cdot \sqrt{ka_5} \cdot h_5$ = -11,3279	9,25	-104,7831
24	$-2 \cdot c_6 \cdot \sqrt{ka_6} \cdot h_6$ = -6,1387	5,75	-35,2975
25	$-2 \cdot c_7 \cdot \sqrt{ka_7} \cdot h_7$ = -4,4113	2,25	-9,9254
26	P (akibat beban lajur) = 30,9914	5,8681	181,8606
	ΣPa = 132,2835	$\Sigma Pa \times L$ =	850,8420

Tabel 4.3 Tekanan tanah pasif:

No.	Pp (t/m)	Lengan (m)	Pp x L
a	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_3' \cdot h^2 \cdot kp_3$ = 2,8619	15,8333	45,3133
b	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h^2$ = 3,1250	15,8333	49,4791
c	$\gamma_3' \cdot h \cdot h_4 \cdot kp_4$ = 7,4660	13,25	98,9245

d	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_4' \cdot h_4^2 \cdot kp_4$	= 4,0798	12,6667	51,6776
e	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_4^2$	= 6,1250	12,6667	77,5835
f	$(\gamma_3' \cdot h + \gamma_4' \cdot h_4) \cdot h_5 \cdot kp_5$	= 25,2030	9,25	233,1278
g	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_5' \cdot h_5^2 \cdot kp_5$	= 11,0586	8,5	93,9981
h	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_5^2$	= 10,1250	8,5	86,0625
i	$(\gamma_3' \cdot h + \gamma_4' \cdot h_4 + \gamma_5' \cdot h_5) \cdot h_6 \cdot kp_6$	= 31,4365	5,75	180,7599
j	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_6' \cdot h_6^2 \cdot kp_6$	= 4,4105	5,3333	23,5225
k	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_6^2$	= 3,1250	5,3333	16,6666
l	$(\gamma' \cdot h_3 + \gamma_4' \cdot h_4 + \gamma_5' \cdot h_5 + \gamma_6' \cdot h_6) \cdot h_7 \cdot kp_7$	= 87,0213	2,25	195,7979
m	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_7' \cdot h_7^2 \cdot kp_7$	= 16,6509	1,5	24,9763
n	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_7^2$	= 10,1250	1,5	15,1875
o	$2 \cdot c_3 \cdot \sqrt{kp_3} \cdot h$	= 10,7259	16,25	174,2959
p	$2 \cdot c_4 \cdot \sqrt{kp_4} \cdot h_4$	= 6,4419	13,25	85,3552
q	$2 \cdot c_5 \cdot \sqrt{kp_5} \cdot h_5$	= 16,0888	9,25	148,8214
r	$2 \cdot c_6 \cdot \sqrt{kp_6} \cdot h_6$	= 10,4258	5,75	59,9483
s	$2 \cdot c_7 \cdot \sqrt{ka_7} \cdot h_7$	= 8,9973	2,25	20,2439
		$\Sigma Pp = 275,4932$	$\Sigma Pp \times L =$	1681,7419

Angka keamanan:

$$SF = \frac{\Sigma \text{ Momen Penahan}}{\Sigma \text{ Momen Pengguling}} = \frac{1681,7419}{850,8420} = 1,98 > 1,5$$

perhitungan kestabilan dinding:

diketahui kedalaman dinding $D = 8,5$ meter dan dinding yang menahan tanah $H = 12$ meter.

$$Pp \times \frac{D}{3} = Pa \times \frac{(D+H)}{3}$$

$$P_p \times \frac{8,5}{3} = 132,2835 \times \frac{(8,5 + 12)}{3}$$

$$P_p \times 2,8333 = 903,9372$$

$$P_p = 319,0404 \text{ t/m} > P_a = 132,2835 \text{ t/m}$$

Gaya tekanan aktif lebih besar daripada tekanan pasif tanah oleh karena itu panjang dinding diafragma yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah tidak perlu diperpanjang.

Karena angka keamanan lebih dari = 1,5, maka dinding galian masih stabil apabila tanah digali pada kedalaman = -3 meter tanpa pembuatan “strutting” yang berfungsi sebagai penopang terlebih dahulu.

Perhitungan terhadap kestabilan dinding diafragma terhadap gaya lateral bangunan sekitar hanya pada beban disebelah barat saja. Karena beban sebelah barat lokasi “basement” adalah beban yang terbesar dan dinding diafragma ternyata aman terhadap gaya lateral tanah, sehingga beban-beban yang lebih kecil tidak perlu diperhitungkan.

4.6. Gaya Angkat (“Uplift”)

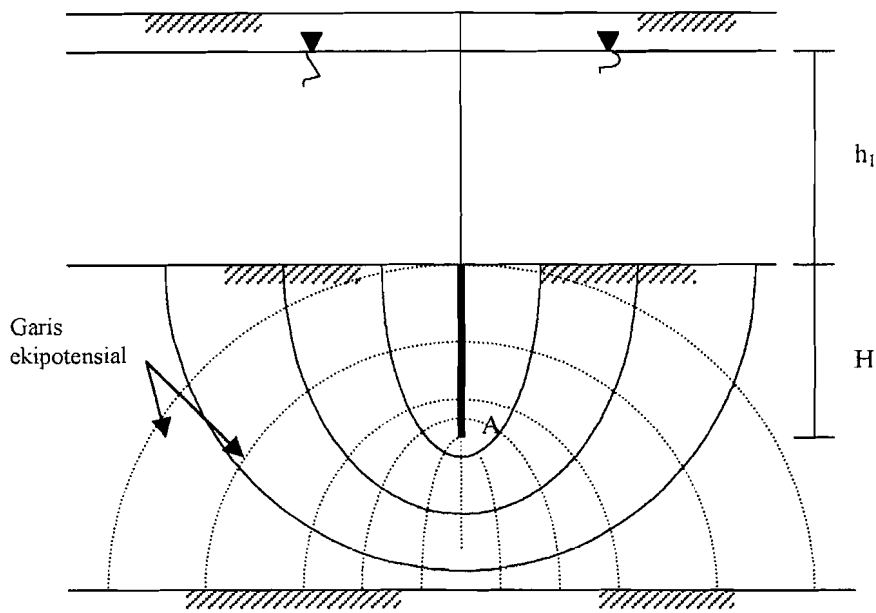
4.6.1. “Uplift” pada “bored pile”

Kedalaman muka air tanah, $h' = -1,5$ meter.

Ketinggian “bored pile”, $H = 8,5$ meter.

Kedalaman galian untuk “basement”, $h = 12$ meter.

Ketinggian air pada galian untuk “basement”, $h_1 = h - h' = 12 - 1,5 = 10,5$ meter.



Gambar 4.2. Jaringan aliran pada bored pile

Jumlah garis ekuipotensial dari gambar diatas = $Nd = 10$.

Kehilangan tinggi energi untuk tiap-tiap penurunan energi potensial dikemukakan oleh Joseph E. Bowles pada Buku Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, adalah h_1/Nd . Tapi pada gambar diatas permukaan air adalah sama maka tidak terdapat beda potensial.

Ditinjau tekanan efektif di titik A, berdasarkan rumus (2-17) – (2-18) adalah :

$$\sigma'_A = \sigma_{\text{total kebawah}} - u$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{total kebawah}} &= W_{\text{bored pile}} + (h_1 \cdot \gamma_w) + (H \cdot \gamma') \\ &= (8,5,2,4) + (10,5,1) + (8,5,0,8063) \\ &= 37,75 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u &= (h_1 \cdot \gamma_w) + (H \cdot \gamma_w) \\ &= (10,5,1) + (8,5,1) \end{aligned}$$

$$= 19 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Maka, } \sigma'_A = 37,75 - 19 = 18,75 \text{ t/m}^2$$

Karena $\sigma'_A > 0$, berarti keadaan di titik A tidak dalam keadaan apung atau aman terhadap gaya angkat.

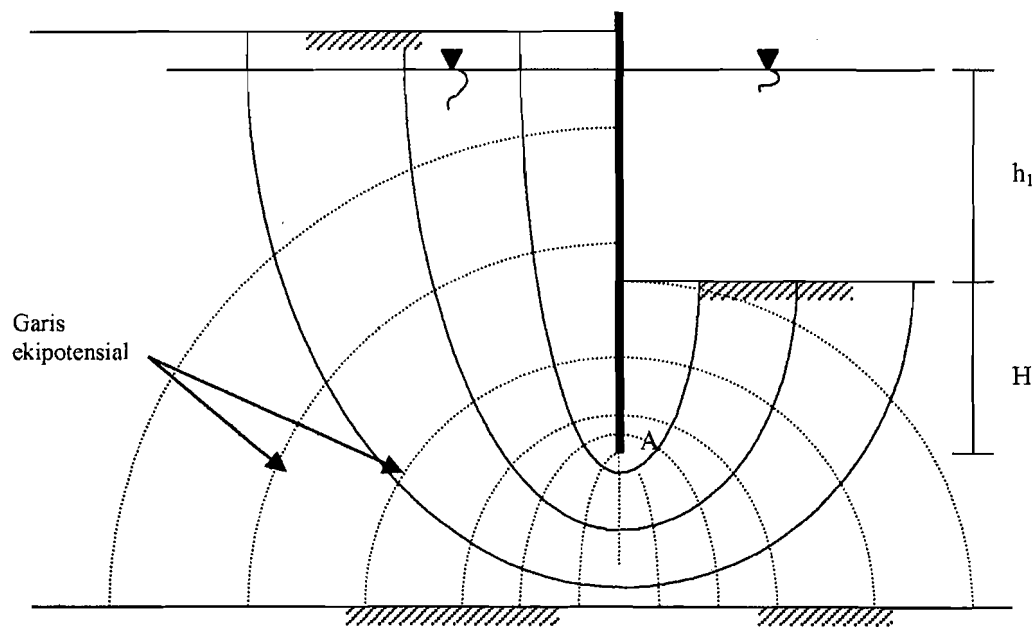
4.6.1. "Uplift" pada dinding diafragma

Kedalaman muka air tanah, $h' = -1,5$ meter.

Ketinggian dinding diafragma, $H = 20,5$ meter.

Kedalaman galian untuk "basement", $h = 12$ meter.

Ketinggian air pada galian untuk "basement", $h_1 = h - h' = 12 - 1,5 = 10,5$ meter.



Gambar 4.2. Jaringan aliran pada dinding diafragma

Jumlah garis ekuipotensial dari gambar diatas = $Nd = 10$.

Kehilangan tinggi energi untuk tiap-tiap penurunan energi potensial dikemukakan oleh Joseph E. Bowles pada Buku Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, adalah h_1/Nd . Tapi pada gambar diatas permukaan air adalah sama maka tidak terdapat beda potensial.

Ditinjau tekanan efektif di titik A, berdasarkan rumus (2-17) – (2-19) adalah :

$$\sigma'_A = \sigma_{\text{total kebawah}} - u$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{total kebawah}} &= W_{\text{dinding diafragma}} + (h_1 \cdot \gamma_w) + (H \cdot \gamma') \\ &= (20,5 \cdot 2,4) + (10,5 \cdot 1) + (8,5 \cdot 0,8063) \\ &= 66,55 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}u &= (h_1 \cdot \gamma_w) + (H \cdot \gamma_w) \\ &= (10,5 \cdot 1) + (8,5 \cdot 1) \\ &= 19 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Maka, } \sigma'_A = 66,55 - 19 = 47,55 \text{ t/m}^2$$

Karena $\sigma'_A > 0$, berarti keadaan di titik A tidak dalam keadaan apung atau aman terhadap gaya angkat.

4.7. Stabilitas Dinding Galian

Karena tanah terdiri dari lapisan dengan karakteristik yang berbeda, maka dari berbagai γ_{slurry} yang dihasilkan dari hitungan dipakai yang terbesar.

Dengan memakai persamaan (3-06) - (3-09) maka :

Untuk tanah lapisan 1:

$$\begin{aligned}P_{\text{slurry}} &= \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{slurry}} \cdot (H + \Delta H)^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{slurry}} \cdot (20,5 + 1)^2 = 231,125 \cdot \gamma_{\text{slurry}}\end{aligned}$$

$$P_{\text{soil}} = \frac{1}{2}(\gamma_{\text{soil}} - \gamma_{\text{water}}) \cdot k_a \cdot H^2 - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} \cdot H$$

$$= \frac{1}{2}(1,6448 - 1) 0,7041 \cdot 20,5^2 - 2 \cdot 1,8 \cdot \sqrt{0,7041} \cdot 20,5 = 33,471 \text{ t/m}^3$$

$$P_{\text{water}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{water}} \cdot H^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 20,5^2 = 210,25 \text{ t/m}^3$$

Posisi tegangan = 0 didapat dari persamaan tekanan dibawah ini :

$$P_{\text{slurry}} = P_{\text{soil}} + P_{\text{water}}$$

$$231,125 \cdot \gamma_{\text{slurry}} = 33,471 + 210,25$$

$$\gamma_{\text{slurry}} = 1,05395 \text{ t/m}^3$$

Dengan analog dan perhitungan yang sama maka untuk lapisan tanah berikutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.4 Perhitungan berat volume “slurry” untuk tiap lapisan

Lapisan tanah	1	2	3	4	5
H (meter)	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
γ (t/m ³)	1,6448	1,6661	1,7690	1,8310	1,8063
c (t/m ²)	1,8	0,8	1,5	1,6	0,7
SF	1	1	1	1	1
γ_{slurry} (t/m ³)	1,0539	1,2434	1,1781	1,1362	1,1816

Pada galian sedalam 20,5 meter dengan SF = 1 diperlukan “slurry” dengan $\gamma \geq 1,2434$ t/m³

4.8. "Dewatering"

Perhitungan pelaksanaan pemompaan air tanah atau "dewatering" menggunakan rumus (2-20) – (2-26).

Perhitungan koefisien permeabilitas menggunakan persamaan (2-20):

$$k = D_s^2 \cdot \frac{\gamma_w}{\eta} \cdot \frac{e}{1+e} \cdot C$$

Tabel 4.5 Porositas dan angka pori per lapisan tanah

Lapisan	η (%)	e
Lapisan 1	56,65	1,3069
Lapisan 2	56,65	1,3069
Lapisan 3	54,63	1,2039
Lapisan 4	48,54	0,9434
Lapisan 5	45,04	0,8197
Lapisan 6	47,41	0,9014

Tabel 4.6 Hasil perhitungan koefisien permeabilitas tanah

Lapisan	k (cm/det)
Lapisan 1	$6,8322 \times 10^{-6}$
Lapisan 2	$6,8322 \times 10^{-6}$
Lapisan 3	$5,7971 \times 10^{-6}$
Lapisan 4	$3,5603 \times 10^{-6}$
Lapisan 5	$2,6880 \times 10^{-6}$
Lapisan 6	$1,7093 \times 10^{-6}$

Koefisien permeabilitas searah bidang lapisan (k_x) menurut persamaan (2-21) :

$$\bar{k}_x = \frac{\sum_1^n Z_j \cdot k_{xj}}{\sum Z_j}$$

$$\bar{k}_x = \frac{(1,6,8322 \times 10^{-6})}{2050} + \frac{(4,5,6,8322 \times 10^{-6})}{2050} + \frac{(3,5,5,7971 \times 10^{-6})}{2050} + \frac{(4,5,3,5603 \times 10^{-6})}{2050}$$

$$+ \frac{(2,5,2,6880 \times 10^{-6})}{2050} + \frac{(4,5,1,7093 \times 10^{-6})}{2050}$$

$$= 4,3073 \times 10^{-6} \text{ cm/detik}$$

Koefisien permeabilitas pada arah tegak lurus bidang lapisan (k_z) menurut persamaan

(2-22) :

$$\bar{k}_z = \frac{\sum Z_j}{\sum \frac{Z_j}{k_j}}$$

$$\bar{k}_z = \frac{2050}{\frac{1}{6,8322 \times 10^{-6}}} + \frac{2050}{\frac{4,5}{6,8322 \times 10^{-6}}} + \frac{2050}{\frac{3,5}{5,7971 \times 10^{-6}}} + \frac{2050}{\frac{4,5}{3,5603 \times 10^{-6}}} + \frac{2050}{\frac{2,5}{2,6880 \times 10^{-6}}}$$

$$+ \frac{2050}{\frac{4,5}{1,7093 \times 10^{-6}}}$$

$$= 3,2877 \times 10^{-6} \text{ cm/detik}$$

$$k_{\text{ekuivalen}} = k = \sqrt{\bar{k}_x \cdot \bar{k}_z}$$

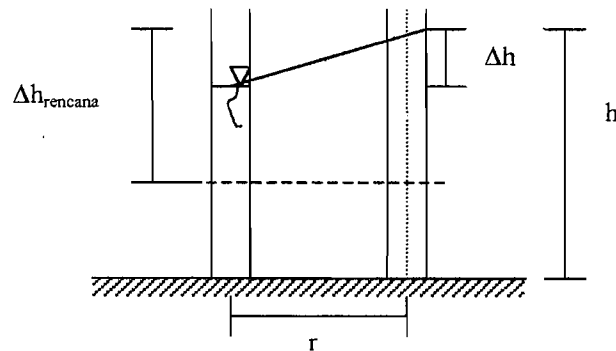
$$k = \sqrt{(4,3073 \times 10^{-6}) \cdot (3,2877 \times 10^{-6})} = 3,7631 \times 10^{-6} \text{ cm} = 3,7631 \times 10^{-8}$$

$$k = 3,7631 \times 10^{-6} \text{ cm/det} = 3,7631 \times 10^{-8} \text{ m/det.}$$

Rumus Darcy menurut persamaan (2-23) dan (2-24):

$$v = k \times i$$

$$q = A \times v = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot k \cdot i$$



Gambar 4.3. Sketsa penurunan muka air tanah

h = ketinggian air mula-mula sebelum pemompaan = $20,5 - \text{m.a.t} = 20,5 - 1,5 = 19 \text{ m}$

Penurunan muka air tanah setelah pemompaan dianggap kecil karena koefisien permeabilitas yang kecil.

$$\Delta h = 0,5 \text{ meter}$$

$$r = 7 \text{ meter}$$

Gradien hidrolis menurut persamaan (2-26) :

$$i = \frac{\Delta h}{r}$$

$$= \frac{0,5}{7} = 0,07$$

$$Q_{\text{air tanah}} = 2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 19 \cdot 3,7631 \times 10^{-8} \cdot 0,07$$

$$= 2,1644 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V_{\text{air tanah}} = \frac{2,1644 \times 10^{-6}}{2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 19}$$

$$= 2,59 \times 10^{-9} \text{ m/det}$$

V_{pompa} harus $< V_{\text{air tanah}} = 2,00 \times 10^{-9} \text{ m/det}$, maka q_{pompa} :

$$q_{\text{pompa}} = 2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 19 \cdot 2,00 \times 10^{-9}$$

$$= 1,6713 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{det}$$

Penurunan muka air tanah yang direncanakan 2 meter dibawah lantai "basement"

adalah $\Delta h = 1,5 + 2 = 3,5$ meter

$$\text{Gradien hidrolis} = i = \frac{3,5}{7} = 0,5$$

Debit air yang dipompa sampai kedalaman = -5 meter, adalah :

$$q_{\text{rencana}} = 2 \cdot \pi \cdot 7 \cdot 19 \cdot 3,7631 \times 10^{-8} \cdot 0,5$$

$$= 1,5723 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{det}$$

Waktu yang diperlukan untuk penurunan muka air tanah sampai kedalaman -5 meter

dengan menggunakan 6 buah pompa :

$$T = (q_{\text{rencana}} \times 24 \times 60 \times 60) / (n_{\text{pompa}} \times q_{\text{pompa}})$$

$$= (1,5723 \times 10^{-5} \times 24 \times 60 \times 60) / (6 \times 1,6713 \times 10^{-6})$$

$$= 1,3585 / (1,0026 \times 10^{-5})$$

$$= 135497,706 \text{ detik} = 1,5683 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} = 38 \text{ jam} = 2 \text{ hari}$$

4.9. Daya Dukung Vertikal

4.9.1. Daya dukung vertikal pada “diaphragma wall”

Perhitungan daya dukung dinding diafragma berdasarkan hasil uji laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Daya dukung ujung

Digunakan persamaan (2-11) untuk tanah lempung :

$$\begin{aligned} Q_b &= S_u \cdot N_c \cdot A_p \\ &= 0,7 \times 9 \times 2 \times 0,6 \\ &= 7,56 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Daya dukung gesekan sepanjang badan dinding diafragma memakai persamaan (2-13) :

$$Q_s = f \times A_s$$

f dicari dengan menggunakan metoda alpha (Tomlinson) persamaan (2-14) :

$$f = \alpha \times S_u \text{ ----- } \alpha \text{ dicari dengan rekomendasi dari API (1984)}$$

$$f_1 = 1 \times 1,8 = 1,8 \text{ t/m}^2$$

$$f_2 = 1 \times 0,8 = 0,8 \text{ t/m}^2$$

$$f_3 = 1 \times 1,5 = 1,5 \text{ t/m}^2$$

$$f_4 = 1 \times 1,6 = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$f_5 = 1 \times 0,7 = 0,7 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{s1} = 1,8 \times 2 \times 3,5 = 12,6 \text{ ton}$$

$$Q_{s2} = 0,8 \times 2 \times 3,5 = 5,6 \text{ ton}$$

$$Q_{s3} = 1,5 \times 2 \times 4,5 = 13,5 \text{ ton}$$

$$Q_{s4} = 1,6 \times 2 \times (2 + 0,6) \times 2,5 = 20,8 \text{ ton}$$

$$Q_{s5} = 0,7 \times 2 \times (2 + 0,6) \times 4,5 = 16,38 \text{ ton}$$

$$Q_{s \text{ total}} = 68,88 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{ult}} = Q_{\text{total}} + Q_b = 68,88 + 7,56 = 76,44 \text{ ton}$$

4.9.2. Daya dukung vertikal pada "bored pile"

Perhitungan daya dukung "bored pile" berdasarkan hasil uji laboratorium adalah :

1. Daya dukung ujung

Digunakan persamaan (2-11) untuk tanah lempung :

$$\begin{aligned} Q_b &= S_u \cdot N_c \cdot A_p \\ &= 0,7 \times 9 \times 0,25 \times \pi \times 1^2 \\ &= 4,95 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Daya dukung gesekan sepanjang badan "bored pile"

Dari persamaan (2-13):

$$Q_s = f \times A_s$$

f dicari dengan menggunakan metoda alpha (Tomlinson) persamaan (2-14) :

$$f = \alpha \times S_u \text{ ----- } \alpha \text{ dicari dengan rekomendasi dari API}$$

$$f_4 = 1 \times 1,6 = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$f_5 = 1 \times 0,7 = 0,7 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{s4} = 1,6 \times 2 \times (2 \times \pi \times 0,5) \times 2,5 = 25,1327 \text{ ton}$$

$$Q_{s5} = 0,7 \times 2 \times (2 \times \pi \times 0,5) \times 4,5 = 19,7920 \text{ ton}$$

$$Q_{s \text{ total}} = 44,9247 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{ult}} = Q_{s \text{ total}} + Q_b = 4,95 + 44,9247 = 49,8747 \text{ ton}$$

4.10. Peralatan Pekerjaan Tanah

Penggalian tanah dilakukan perantai, kedalaman setiap lantai adalah 3 meter.

Maka volume tanah yang akan digali setiap lantai adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah} &= \text{Luas lokasi basement} \times \text{Dalam penggalian rencana} \\ &= (53 \times 34) \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} \\ &= 5406 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan produksi penggalian tanah oleh peralatan berat menurut rumus (2-27) – (2-36), adalah :

4.10.1. Backhoe

-Kapasitas bucket (q') = $0,95 \text{ m}^3$

-Kondisi tanah agak sulit, maka faktor bucket (k) = $0,55$

-Kondisi operasi sedang dan pemeliharaan mesin sedang, maka efisiensi kerja (E) = $0,65$

-Kondisi galian agak sulit dan kedalaman 3 meter, maka waktu gali (T_{gali}) = 17 detik

-Sudut putar = 180° , maka waktu putar (T_{putar}) = $2 \times 8 = 16$ detik

-Pembuangan tanah galian kedalam dumptruck, maka waktu buang (T_{buang}) = 8 detik

Maka waktu siklus backhoe = $C_m = T_{\text{gali}} + T_{\text{putar}} + T_{\text{buang}}$

$$= 17 + 16 + 8 \text{ detik}$$

$$= 41 \text{ detik} = 0,68 \text{ menit}$$

Produksi backhoe :

$$Q = \frac{q \cdot 60 \cdot E}{Cm} = \frac{(q' \cdot xk) \cdot 60 \cdot E}{Cm}$$

$$Q = \frac{(0,95 \times 0,55) \cdot 60 \cdot 0,65}{0,68}$$

$$= 30 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi 1 buah backhoe = $Q = 30 \text{ m}^3/\text{jam}$

Digunakan 2 buah backhoe maka produksi backhoe dalam 1 hari kerja (8 jam) :

$$Q_{\text{backhoe}} = (2 \times 30) \times 8 \text{ jam}$$

$$= 480 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu yang diperlukan untuk menggali tanah lokasi tanpa memperhitungkan tenaga manusia adalah :

$$T = \text{Volume tanah galian} / Q_{\text{backhoe}}$$

$$= 5406 / 480$$

$$= 11,26 \approx 12 \text{ hari}$$

4.10.2. Bulldozer

-Lebar blade (L) = 2 meter

-Tinggi blade (H) = 0,8 meter

-Penggusuran agak sulit, maka faktor blade (a) = 0,65

-Jarak angkut (D) = 25 meter

-Kecepatan maju (F) = 4 km/jam = 66,67 m/menit

-Kecepatan mundur (R) = 5 km/jam = 83,33 m/menit

-Mesin gerak langsung tongkat tunggal, maka waktu ganti persnelling (Z) = 0,1 menit

-Kondisi operasi sedang dan pemeliharaan mesin baik, maka efisiensi kerja (E) =
0,65

Maka produksi per siklus bulldozer :

$$q = L \times H^2 \times a$$

$$q = 2 \times 0,8^2 \times 0,65$$

$$= 0,832 \text{ m}^3$$

Waktu siklus bulldozer :

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

$$Cm = \frac{25}{66,67} + \frac{25}{83,33} + 0,1$$

$$Cm = 0,77 \text{ menit}$$

Produksi bulldozer :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cm}$$

$$Q = \frac{0,832 \times 60 \times 0,65}{0,77}$$

$$= 42,14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi 1 buah bulldozer = Q = 42,14 m³/jam

Digunakan 2 buah bulldozer maka produksi bulldozer dalam 1 hari kerja (8 jam) :

$$Q_{\text{bulldozer}} = (2 \times 42,14) \times 8 \text{ jam}$$

$$= 674,24 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu yang diperlukan untuk menggosur tanah galian tanpa memperhitungkan tenaga manusia :

$$T = \text{Volume tanah galian} / Q_{\text{bulldozer}}$$

$$= 5406 / 674,24$$

$$= 8,02 \approx 9 \text{ hari}$$

4.10.3. Dumptruck

-Volume bak (q) = 5 m^3

-Kondisi operasi sedang dan pemeliharaan baik, maka efisiensi kerja (E) = 0,72

-Jarak angkut (D) = 1000 meter

-Kecepatan kosong (V_1) = $60 \text{ km/jam} = 60 \cdot (1000/60) = 1000 \text{ m/menit}$

-Kecepatan bermuatan (V_2) = $45 \text{ km/jam} = 45 \cdot (1000/60) = 750 \text{ m/menit}$

-Kapasitas backhoe (q') = $0,95 \text{ m}^3$

-Faktor bucket backhoe (k) = 0,55

-Waktu siklus backhoe (C_{ms}) = 0,68 menit

-Waktu muat dumptruck = $(q : (q' \times k)) \cdot C_{ms} = (5 : (0,95 \times 0,55)) \cdot 0,68 = 6,5 \text{ menit}$

-Waktu angkut = $D / V_1 = 1000 / 750 = 1,33 \text{ menit}$

-Kondisi operasi kerja sedang maka waktu buang = 1,3 menit

-Kondisi operasi kerja sedang maka waktu tunggu/putar = 0,35 menit

-Waktu kembali = $D / V_2 = 1000 / 1000 = 1 \text{ menit}$

Maka waktu siklus dumptruck :

$$C_m = T_{\text{muat}} + T_{\text{angkut}} + T_{\text{buang}} + T_{\text{tunggu}} + T_{\text{kembali}}$$

$$= 6,5 + 1,33 + 1,3 + 0,35 + 1$$

$$= 10,48 \text{ menit}$$

Produksi Dumptruck :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cm}$$

$$Q = \frac{5 \times 60 \times 0,72}{10,48}$$

$$Q = 20,61 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi 1 buah dumptruck = $Q = 20,61 \text{ m}^3/\text{jam}$

Untuk pekerjaan kombinasi dumptruck dengan pemuatnya (backhoe), jumlah dumptruck yang dibutuhkan agar efisiensi kerja maksimum adalah :

$$M = \frac{Cmt}{n.Cms}$$

$$M = \frac{10,48}{6,5} = 1,61 \approx 2 \text{ buah dumptruck untuk 1 backhoe.}$$

Digunakan 4 buah dumptruck maka produksi dumptruck dalam 1 hari kerja (8 jam) :

$$\begin{aligned} Q_{\text{dumptruck}} &= (4 \times 20,61) \times 8 \text{ jam} \\ &= 659,52 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan untuk mengangkut tanah galian tanpa memperhitungkan tenaga manusia :

$$\begin{aligned} T &= \text{Volume tanah galian} / Q_{\text{dumptruck}} \\ &= 5406 / 659,52 \\ &= 8,2 \approx 9 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dibawah ini adalah tabel jumlah peralatan berat yang digunakan untuk penggalian satu lantai lokasi basement, dengan mengabaikan perhitungan waktu yang dibutuhkan tenaga manusia dalam pelaksanaan penggalian tersebut.

Tabel 4.8. Jumlah peralatan berat yang digunakan

Nama peralatan berat	Jumlah produksi per hari (m ³)	Jumlah peralatan	Waktu (hari)
Backhoe	480	2	12
Bulldozer	674,24	2	9
Dumptruck	659,52	4	9

BAB V

PEMBAHASAN

Pembangunan “basement” dengan metoda konstruksi “top down” dilakukan untuk menanggulangi keruntuhan tanah pada sisi galian “basement”, pada studi ini dipakai sistem dinding diafragma mengingat berbagai keunggulan yang telah dibahas dalam bab III. Dengan membangun lantai “basement” satu maka akan memberikan “strutting”(penopang) pada dinding penahan, sehingga kemungkinan dinding tidak stabil dapat diatasi. Disamping itu lantai satu dapat dijadikan lantai kerja bagi pelaksanaan struktur dibawahnya, terutama pada saat penggalian.

Dalam penggalian panel dinding diafragma “bentonite slurry” mempunyai peran dalam menjaga dinding galian agar tidak runtuh, hal ini disebabkan “bentonite slurry” mempunyai berat jenis yang lebih besar dari pada air (1,05 – 1,9), sehingga memberi tekanan yang lebih besar pada dinding galian, karenanya memberikan efek pemantapan yang lebih besar. Pada kasus ini didapatkan harga berat jenis maksimum “slurry” $1,2434 \text{ t/m}^3$, harga ini jauh lebih rendah dari harga maksimal sehingga lebih ekonomis dan dari segi teknis akan lebih mudah dipompa ke unit pembuangan setelah pengecoran dinding diafragma dan “bored pile” selesai.

Perhitungan stabilitas dinding diafragma dilakukan sedalam 20,5 meter dengan menghitung beban maksimum yang bekerja pada dinding diafragma dan juga dengan memperhatikan sistem penggalian. Penggalian tahap pertama dilakukan sedalam 3 meter, pada saat ini belum dibuat “strutting” atau penyangga karena

menurut perhitungan stabilitas, dinding relatif aman terhadap guling dan geser dengan faktor keamanan 1,98 sedikit lebih besar dari faktor keamanan ijin yaitu 1,5. Penggalian lantai berikutnya dilakukan setelah pelat lantai sebagai “strutting” terbentuk sehingga penggalian yang sedalam 6 meter dibawah muka tanah tidak akan berpengaruh terhadap terhadap stabilitas dinding diafragma. Penggalian tahap berikutnya juga tidak akan mempengaruhi stabilitas dinding karena telah terdapat plat lantai sebagai “strutting”.

Kondisi tanah kohesif memungkinkan terjadinya “uplift” yang akan menggulingkan struktur “basement”, karena itu perlu diperhitungkan keseimbangan antara berat struktur “basement” dan gaya angkat yang terjadi. Pada perhitungan diperoleh bahwa gaya angkat yang bekerja pada “bored pile” adalah 19 t/m^2 sedang perlawanan yang terjadi adalah $37,75 \text{ t/m}^2$ sedangkan gaya angkat pada dinding diafragma sebesar 19 t/m^2 sedangkan gaya perlawanan adalah $66,55 \text{ t/m}^2$. Bersamaan dengan penambahan lantai “basement” dan “high rise area” maka gaya angkat semakin tidak berpengaruh karena semakin besar pula berat struktur yang mengimbangi gaya angkat.

Muka air tanah yang cukup tinggi (1,5 meter) akan mengganggu dalam pelaksanaan penggalian dan pengecoran pelat lantai “basement”, pada perhitungan “dewatering” dibutuhkan waktu 3 hingga 4 hari untuk menurunkan muka air tanah sampai kedalaman satu meter dibawah elevasi “basement”. Waktu ini relatif cepat seiring mengerasnya pelat lantai beton. Faktor yang mempengaruhi waktu adalah banyaknya pompa yang digunakan yaitu 6 buah pompa.

Penggalian yang dilakukan pada lokasi “top down” dengan menggunakan “backhoe” dan “bulldozer” harus dilakukan dengan hati-hati karena adanya “king post”, juga harus memperhitungkan panjang lengan dari “backhoe” dan “bulldozer”, sehingga pada penggalian ini mempunyai produktivitas rendah. Pada lokasi tertentu harus digali dengan tenaga manusia, karena “backhoe” tidak efektif lagi. Untuk mempercepat pembuangan tanah dari dalam “basement” bisa dimanfaatkan “tower crane” khusus untuk mengangkut tanah lepas yang dimasukkan kedalam “dumptruck”.

Metoda konstruksi “top down” diterapkan juga dengan pertimbangan prioritas struktur diatas “basement” (“high rise area”), hal tersebut dapat dilihat dalam proses penggalian dimana pembuatan struktur “basement” (kolom, balok, pelat) belum selesai sudah dapat dilaksanakan untuk area “lift”nya, sehingga pelaksanaan struktur dapat secara bersamaan antara struktur atas dan struktur bawah (“top-down”).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil penjelasan proses pelaksanaan metoda konstruksi “top down” dan hasil perhitungan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

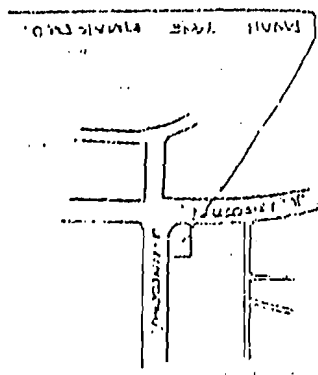
1. Metoda konstruksi “top down” merupakan solusi bagi pembangunan “basement” yang relatif dalam dan sisi – sisi bangunan sekitar yang padat. Disamping itu efektif untuk mengatasi kendala ketersediaan ruang terutama pada saat pekerjaan berlangsung.
2. Metoda konstruksi “top down” dapat dilaksanakan pada tanah kohesif .
3. Proses penggalian tanah memerlukan koordinasi dan perhatian yang seksama.
4. Dinding diafragma yang digunakan sebagai struktur pendukung metode konstruksi “top down” relatif aman dan efektif karena bisa langsung dimanfaatkan sebagai dinding “basement”.
5. Kekurangan dari metode ini adalah diperlukan waktu yang agak lama untuk penggalian Tanah.

6.2. Saran

1. Perlu dikembangkan metode konstruksi “top down” pada jenis tanah yang lain serta dengan analisa perhitungan yang lebih lengkap.
2. Perlu dipikirkan solusi metode konstruksi “top down” untuk “basement” yang dalam dengan lapisan tanah keras yang berbeda kedalaman.
3. Bagi mahasiswa jurusan manajemen konstruksi dapat melanjutkan metode konstruksi “top down” dengan menitik beratkan masalah pada estimasi peralatan penggalian serta waktu dan biaya yang diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Braja M.Das 1981, MEKANIKA TANAH JILID 2, Jakarta
2. Dradjat Hoedajanto STSi, MEng,Phd, 1993, STRATEGI PENERAPAN METODA KONSTRUKSI TOP DOWN BAGI AHLI STRUKTUR, Jakarta
3. Gouw Tjei-Liong, 1994, DINDING DIAPHRAGMA, ASPEK PELAKSANAAN DAN PERENCANAANNYA, Universitas Tarumanegara, Jakarta.
4. Harry Christady Hariyatmo, DR, Ir, MEKANIKA TANAH II, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 1992.
5. Joseph E. Bowles, 1991, ANALISIS DAN DESAIN PONDASI, Erlangga Jakarta.
6. J.Patrick Powers, P.E. CONSTRUCTION DEWATERING, John Wiley & Sons, Inc.New York, 1991.
7. METODE PELAKSANAAN PROYEK BANK INDONESIA GEDUNG- C (METODE KONSTRUKSI TOP DOWN), 1996, Divisi Bangunan Gedung, PT. Wijaya Karya, Jakarta.
8. METODE PELAKSANAAN PROYEK GEDUNG MENARA MERDEKA, 1996, KSO PP-WIKA, Jakarta.
9. Suyono Sosrodarsono, Dr.Ir. Kazuto Nakazawa ,1990, MEKANIKA TANAH DAN TEKNIK PONDASI, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
10. Sujarwadi, Ir. PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR, KMTS UniversitasGajah Mada, Yogyakarta.
11. Universitas Katholik Parahiyangan, PROSIDING GEOTEKNIK, SEMINAR GEOTEKNIK, Bandung1990.
12. Wiratman Wangsadinata, Ir. PENGGUNAAN BENTONITE DALAM STRUKTUR BAWAH GEDUNG TINGGI, Konstruksi Januari 1990.
13. Wiratman Wangsadinata, Ir. PERENCANAAN DINDING DIAPHRAGMA, Konstruksi Februari 1990.
14. Joseph E. Bowles, 1993, SIFAT-SIFAT FISIS DAN GEOTEKNIS TANAH, Erlangga Jakarta.



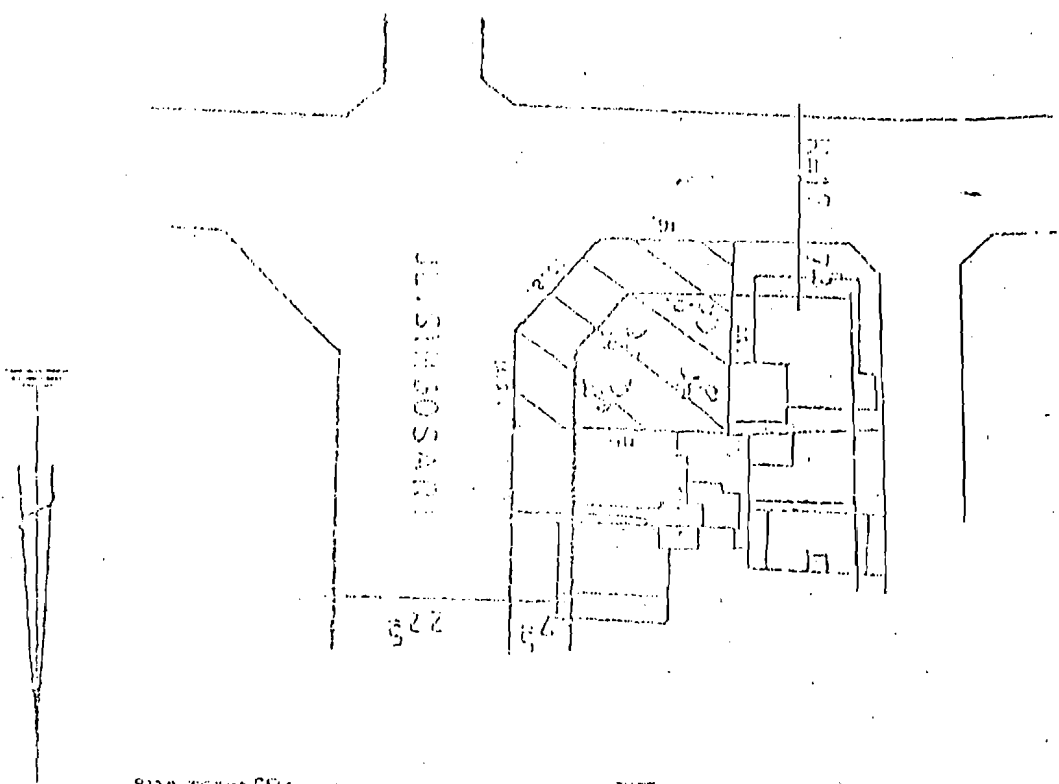
Plan Lokasi Skala 1 : 10.000

Kepala Dinas
 Ir. Hoessein
 TATA KOTA
 KOTA SEMARANG
 Jember
 H.P. 500055700
 500082401

DINAS TATA KOTA
 KOTA BATA II SEMARANG



Dikeluarkan tanggal 25 FEBRUARI 1997
 Berlaku sejak tanggal 23 FEBRUARI 2002



GAMBAR STRUKTUR : 1000
 (Tidak merupakan suatu hak atas tanah)
 7. berdasarkan di Yogyakarta.

Perizinan
 Nomor: 1000/Agri.113/1997
 Tanggal: 23 FEBRUARI 1997
 Lokasi: Jl. Siliwangi No. 646
 Kota: Semarang
 Kecamatan: Semarang Utara
 Kabupaten: Semarang
 Provinsi: Jawa Tengah

PEMERINTAH KORYADYA DAERAH
 TINGKAT II SEMARANG
 Plebataran
 SPPB 1000/Agri.113/1997
 1000/Agri.113/1997

$1,6948 \frac{98/cm^3}{10^{-3} kg / 10^{-2.5} m^2} = 10^2 \frac{kg}{m^3} = 10^3 \cdot 10^{-3}$



100
↓



LABORATORIUM MEKANIS TERAPAN
 JURUSAN SIFIL TEKNIK
 UNIVERSITAS DIPONEGORO

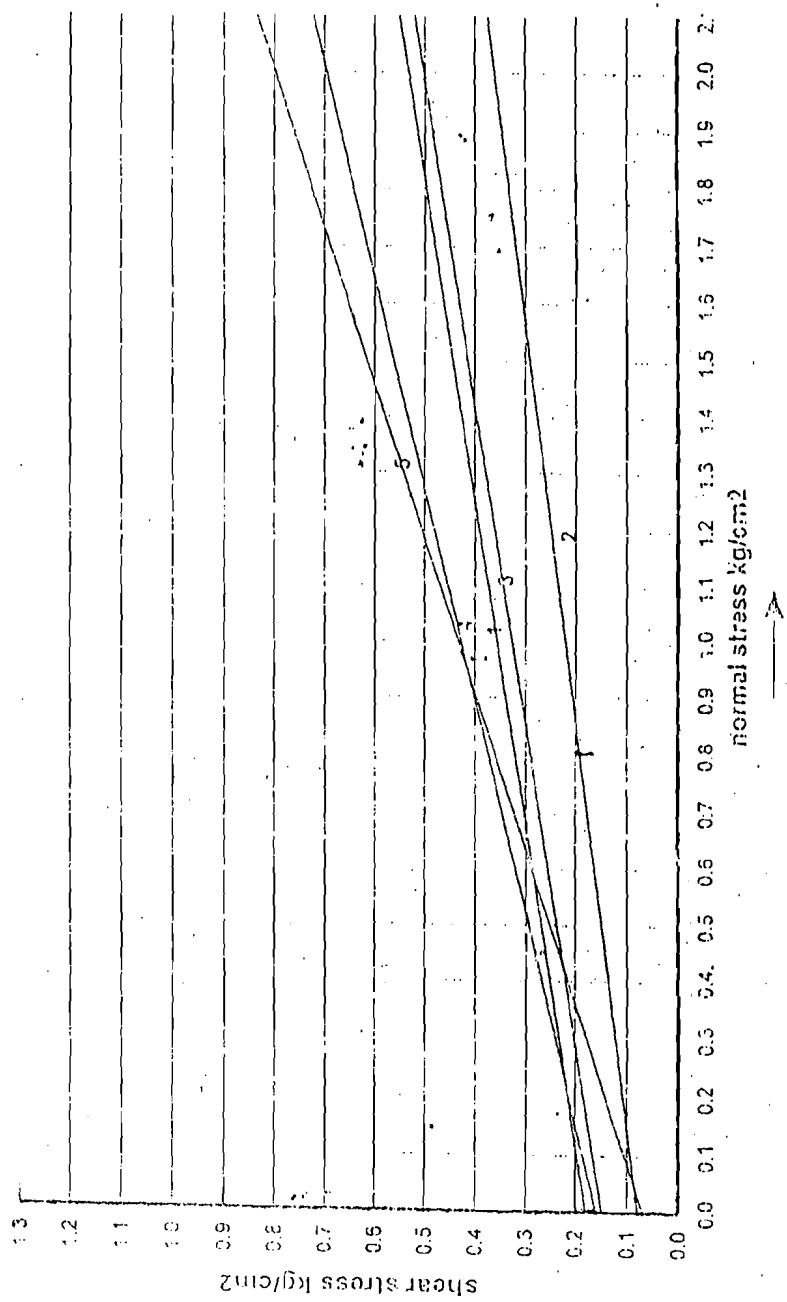
SOIL TEST

Project : Gedung Muhamadiyah
 Location : Jl. Singosari No. 33 Semarang.

NO	Soiling No	Sample Case	Depth (m)	Water		Specific Gravity		Unit Weight			Void Ratio (e)
				Content (w) %	Of Solid (Gs)	Unit weight γ g/cm ³	Dry Unit Weight γ g/cm ³	Sub Unit Weight γ sub g/cm ³	porosity (n) %		
1	BM.I	-1	3.50 - 4.00	52.54	2.4875	1.6448	1.0763	0.6448	56.65	1.3663	
2		-2	7.50 - 8.00	45.79	2.4680	1.6661	1.1198	0.6661	54.63	1.2099	
3		-3	11.50 - 12.00	37.52	2.4945	1.7690	1.2836	0.7690	48.54	0.9434	
4		-4	15.50 - 16.00	32.63	2.5121	1.8310	1.3605	0.8310	45.04	0.8197	
5		-5	19.50 - 20.00	25.59	2.5330	1.8063	1.3322	0.8063	47.41	0.9014	
6	BM.II	-1	3.50 - 4.00	65.89	2.4939	1.6254	1.0427	0.6254	58.27	1.3963	
7		-2	7.50 - 8.00	46.43	2.4632	1.5899	1.1541	0.6599	53.58	1.1543	
8		-3	11.50 - 12.00	35.21	2.4725	1.7872	1.5218	0.7372	46.54	0.8705	
9		-4	15.50 - 16.00	30.05	2.4844	1.8499	1.4224	0.8499	42.75	0.7463	
10		-5	19.50 - 20.00	32.02	2.5233	1.8426	1.3957	0.8426	44.59	0.8079	

DIRECT SHEAR TEST


BORING NO. : BM1
 PROJECT : Gedung Muhammadiyah
 LOCATION : Jl. Singosari No. 33 SMG.



No	Depth (m)	c (kg/cm ²)	φ (°)
1	3.50 - 4.00	0.12	10
2	7.50 - 8.00	0.03	8
3	11.50 - 12.00	0.15	10
4	15.50 - 16.00	0.15	15
5	19.50 - 20.00	0.07	20

$10^{-3} T / m^2$
 $10^{-3} T / m^2$
 $10^{-3} T / m^2$
 $10^{-3} T / m^2$

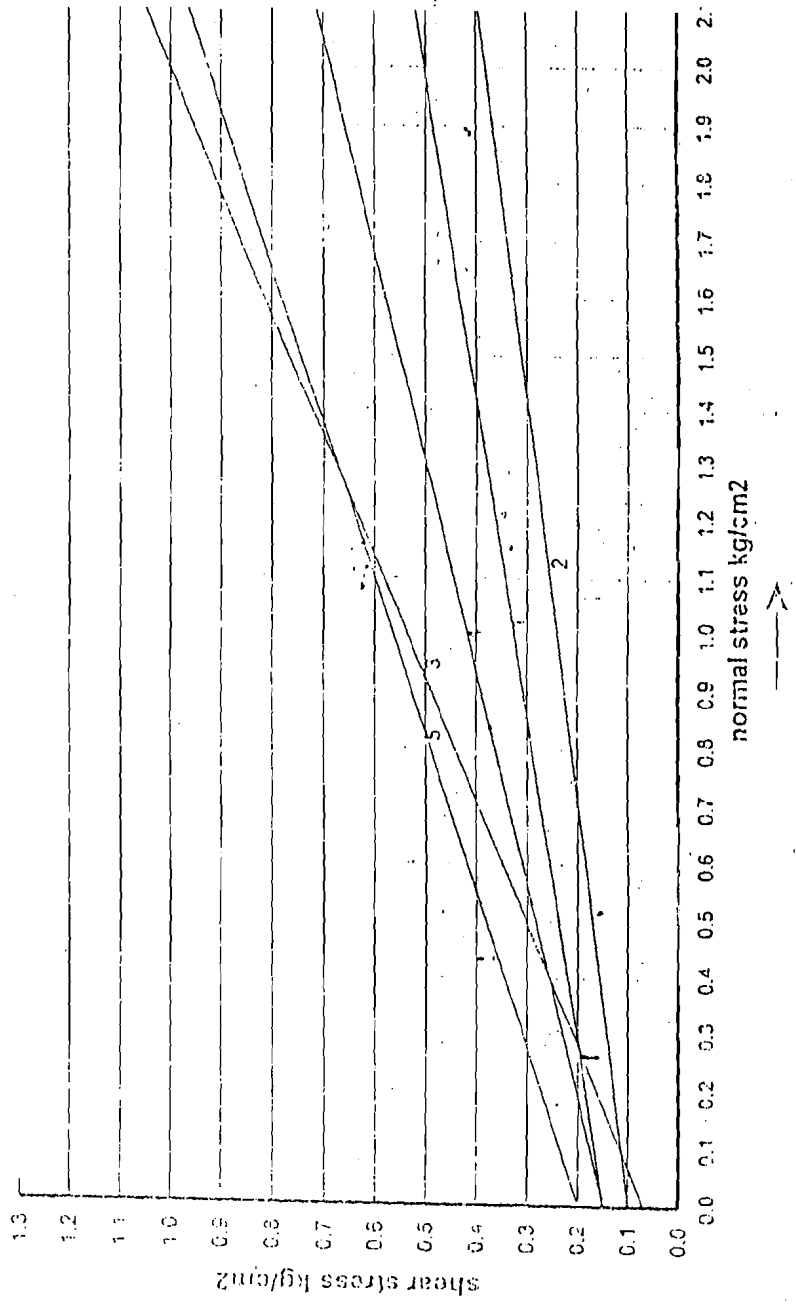
kg / mm^2
 mm^2


 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS DIPONEGORO

DIRECT SHEAR TEST

BORING NO : BMK
 PROJECT : Gedung Muhammadiyah
 LOCATION : Jl. Singosari No. 35 SMG

$v_{p/1000} = T / \rho$



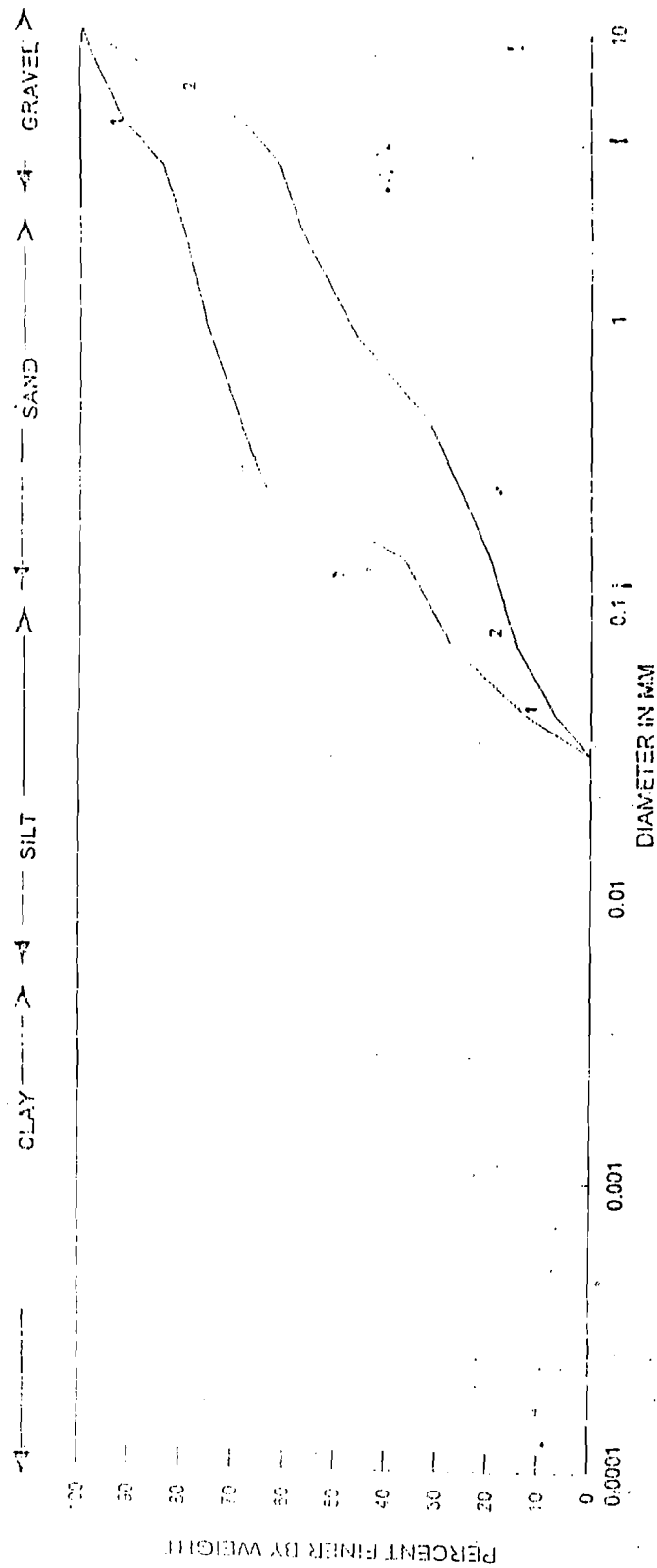
No	Depth (m)	C (kg/cm²)	φ (°)
1	3.50 - 4.50	0.15	19
2	7.50 - 8.00	0.1	8
3	11.50 - 12.00	0.07	26
4	15.50 - 16.00	0.15	15
5	19.50 - 21.0	0.2	20

$1000 \cdot T / v_{p/1000} = 10 \cdot T / v_{p/1000}$

LABORATORIUM
MEKANIKA TANJAH
FAKULTAS TEKNIK

GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : Gedung Muhammadiyah
LOCATION : Jl. Singosari no. 33 Sm

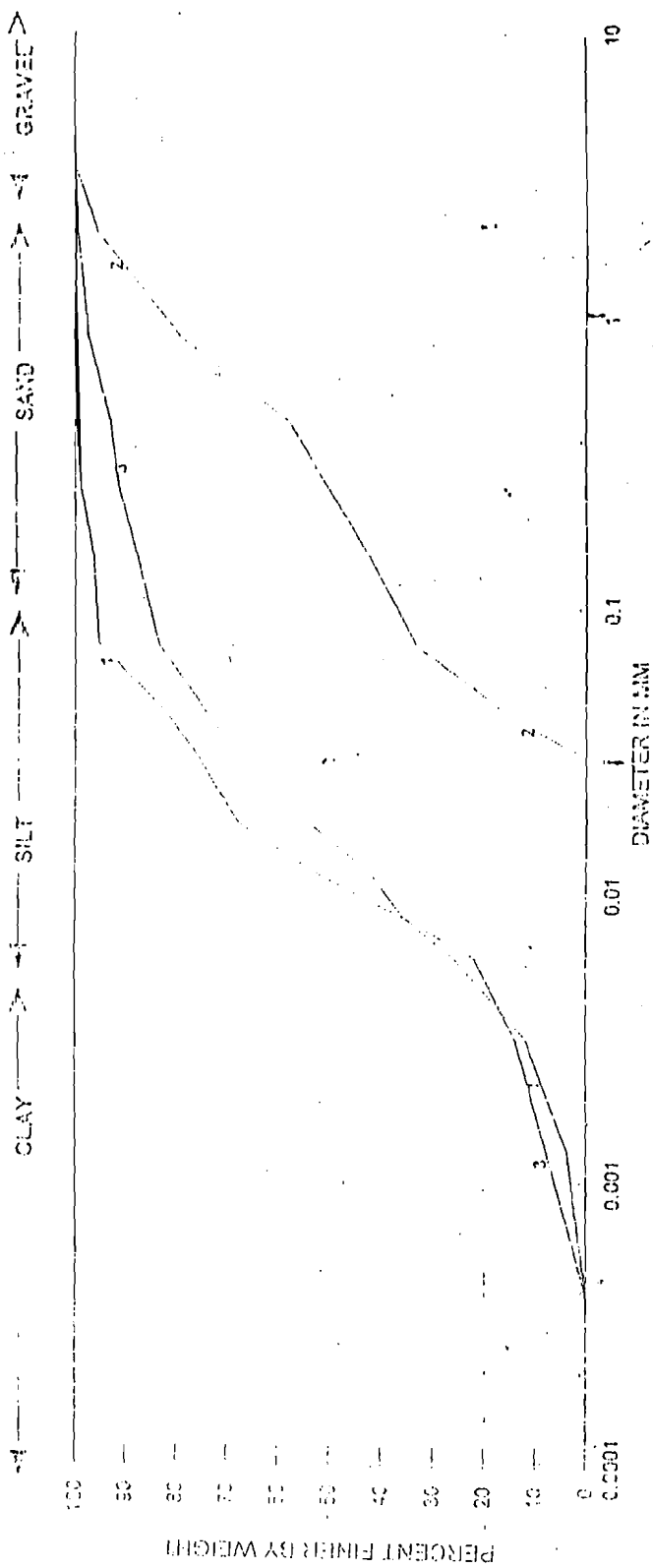


1 = BM.I = -15.50 - 15.00 M
2 = BM.I = -19.50 - 20.00 M

UNIVERSITAS
MEKARHA TANGGAH
FAKULTAS TEKNIK

GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : Gedung Muhammadiyah
LOCATION : Jl. Singosari No. 33 Sri



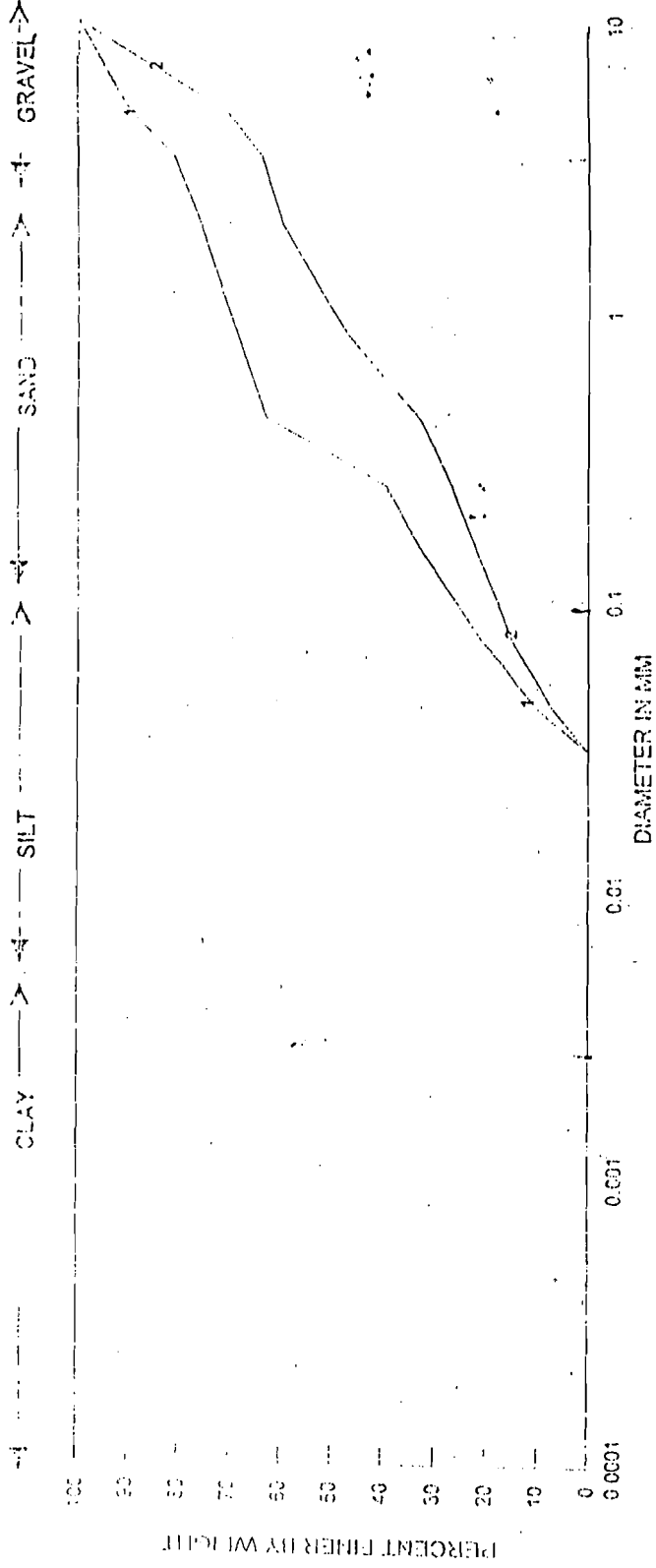
- 1 = BM.II = -3.50 - 4.00 M
- 2 = " " = -7.50 - 8.00 M
- 3 = BM.II = -11.50 - 12.00 M

LAPORAN
HASIL PENGUJIAN
PENGUKURAN



GRAIN SIZE ACCUMULATION CURVE

PROJECT : Gedung Muhammadiyah
LOCATION : Jl. Singosari no. 33 Sm



- 1 = BM.II = -15.50 - 16.00 M
- 2 = BM.II = -19.50 - 20.00 M



HASIL SONDIR

PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah
LOKASI : Jl. Singosari no. 33
TIPE : S.1

TANGGAL : 1 - 4 - 1997

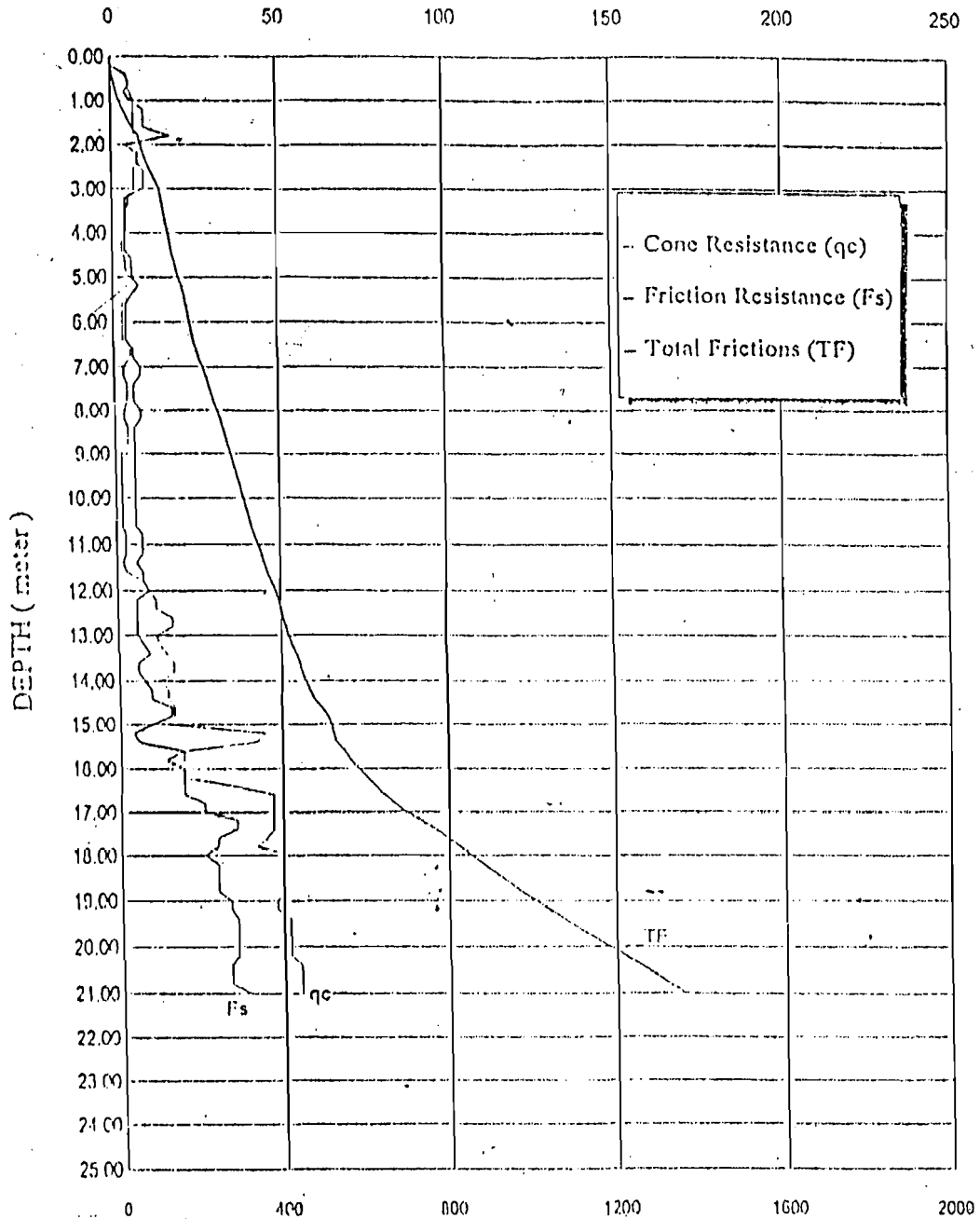
TEAM : LMT-FT-UNDIP

DEPTH (M)	qc kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	Fs kg/cm ²	TF kg/cm	DEPTH (M)	qc kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	Fs kg/cm ²	TF kg/cm
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	17.00	20.00	6.00	406.00
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	17.00	20.00	6.00	412.00
0.40	5.00	7.00	4.00	4.00	13.00	12.00	15.00	6.00	418.00
0.60	5.00	8.00	6.00	10.00	13.20	13.00	17.00	8.00	426.00
0.80	6.00	8.00	4.00	14.00	13.40	15.00	20.00	10.00	436.00
1.00	7.00	10.00	6.00	20.00	13.60	17.00	20.00	6.00	442.00
1.20	7.00	12.00	10.00	30.00	13.80	17.00	20.00	6.00	448.00
1.40	7.00	12.00	10.00	40.00	14.00	13.00	17.00	6.00	456.00
1.60	7.00	12.00	10.00	50.00	14.20	15.00	20.00	6.00	466.00
1.80	7.00	16.00	18.00	68.00	14.40	15.00	20.00	10.00	476.00
2.00	10.00	12.00	4.00	72.00	14.60	17.00	25.00	16.00	492.00
2.20	8.00	12.00	8.00	80.00	14.80	17.00	25.00	16.00	508.00
2.40	8.00	12.00	8.00	88.00	15.00	15.00	20.00	10.00	518.00
2.60	7.00	12.00	10.00	98.00	15.20	15.00	17.00	4.00	522.00
2.80	7.00	12.00	10.00	108.00	15.40	12.00	15.00	6.00	528.00
3.00	7.00	12.00	10.00	118.00	15.60	20.00	30.00	10.00	548.00
3.20	5.00	7.00	4.00	122.00	15.80	20.00	27.00	6.00	562.00
3.40	5.00	7.00	4.00	126.00	16.00	18.00	28.00	20.00	582.00
3.60	4.00	6.00	4.00	130.00	16.20	20.00	30.00	20.00	602.00
3.80	3.00	5.00	4.00	134.00	16.40	35.00	45.00	20.00	622.00
4.00	4.00	6.00	4.00	138.00	16.60	47.00	57.00	20.00	642.00
4.20	3.00	5.00	4.00	142.00	16.80	47.00	60.00	26.00	668.00
4.40	3.00	5.00	4.00	146.00	17.00	47.00	60.00	26.00	694.00
4.60	4.00	7.00	6.00	152.00	17.20	47.00	65.00	36.00	730.00
4.80	4.00	7.00	6.00	158.00	17.40	47.00	65.00	36.00	766.00
5.00	5.00	8.00	6.00	164.00	17.60	45.00	60.00	30.00	796.00
5.20	8.00	12.00	8.00	172.00	17.80	42.00	57.00	30.00	826.00
5.40	5.00	8.00	6.00	178.00	18.00	52.00	65.00	26.00	852.00
5.60	3.00	5.00	4.00	182.00	18.20	50.00	65.00	30.00	882.00
5.80	3.00	5.00	4.00	186.00	18.40	50.00	65.00	30.00	912.00
6.00	3.00	5.00	4.00	190.00	18.60	50.00	65.00	30.00	942.00
6.20	3.00	5.00	4.00	194.00	18.80	50.00	65.00	30.00	972.00
6.40	3.00	5.00	4.00	198.00	19.00	48.00	65.00	34.00	1006.00
6.60	5.00	8.00	6.00	204.00	19.20	48.00	65.00	34.00	1040.00
6.80	5.00	8.00	6.00	210.00	19.40	52.00	70.00	36.00	1076.00
7.00	3.00	7.00	8.00	218.00	19.60	52.00	70.00	36.00	1112.00
7.20	3.00	7.00	8.00	226.00	19.80	52.00	70.00	36.00	1148.00
7.40	4.00	7.00	6.00	232.00	20.00	52.00	70.00	36.00	1184.00
7.60	4.00	7.00	6.00	238.00	20.20	52.00	70.00	36.00	1220.00
7.80	4.00	7.00	6.00	244.00	20.40	55.00	72.00	34.00	1254.00
8.00	3.00	7.00	8.00	252.00	20.60	55.00	72.00	34.00	1288.00
8.20	3.00	7.00	8.00	260.00	20.80	55.00	72.00	34.00	1322.00
8.40	4.00	7.00	6.00	266.00	21.00	55.00	75.00	40.00	1362.00
8.60	4.00	7.00	6.00	272.00	21.20				
8.80	4.00	7.00	6.00	278.00	21.40				
9.00	2.00	5.00	6.00	284.00	21.60				
9.20	2.00	5.00	6.00	290.00	21.80				
9.40	2.00	5.00	6.00	296.00	22.00				
9.60	2.00	5.00	6.00	302.00	22.20				
9.80	2.00	5.00	6.00	308.00	22.40				
10.00	2.00	5.00	6.00	314.00	22.60				
10.20	2.00	5.00	6.00	320.00	22.80				
10.40	2.00	5.00	6.00	326.00	23.00				
10.60	2.00	5.00	6.00	332.00	23.20				
10.80	3.00	7.00	8.00	340.00	23.40				
11.00	3.00	7.00	8.00	348.00	23.60				
11.20	3.00	7.00	8.00	356.00	23.80				
11.40	2.00	5.00	6.00	362.00	24.00				
11.60	3.00	7.00	8.00	370.00	24.20				
11.80	5.00	12.00	8.00	378.00	24.40				
12.00	10.00	15.00	10.00	388.00	24.60				
12.20	12.00	15.00	6.00	394.00	24.80				
12.40	12.00	15.00	6.00	400.00	25.00				



GRAFIK SONDIR

CONE RESISTANCE (Kg/cm²)
FRICTION RESISANCE (kg/cm²)



PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah
LOKASI : Jl. Singosari no. 33
SONDIR : S.1



HASIL SONDIR

PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah
LOKASI : Jl. Singosari no. 33
THUR : S.2

TANGGAL : 4 - 4 - 1997

TEAM : LMT-FT-UNDIP

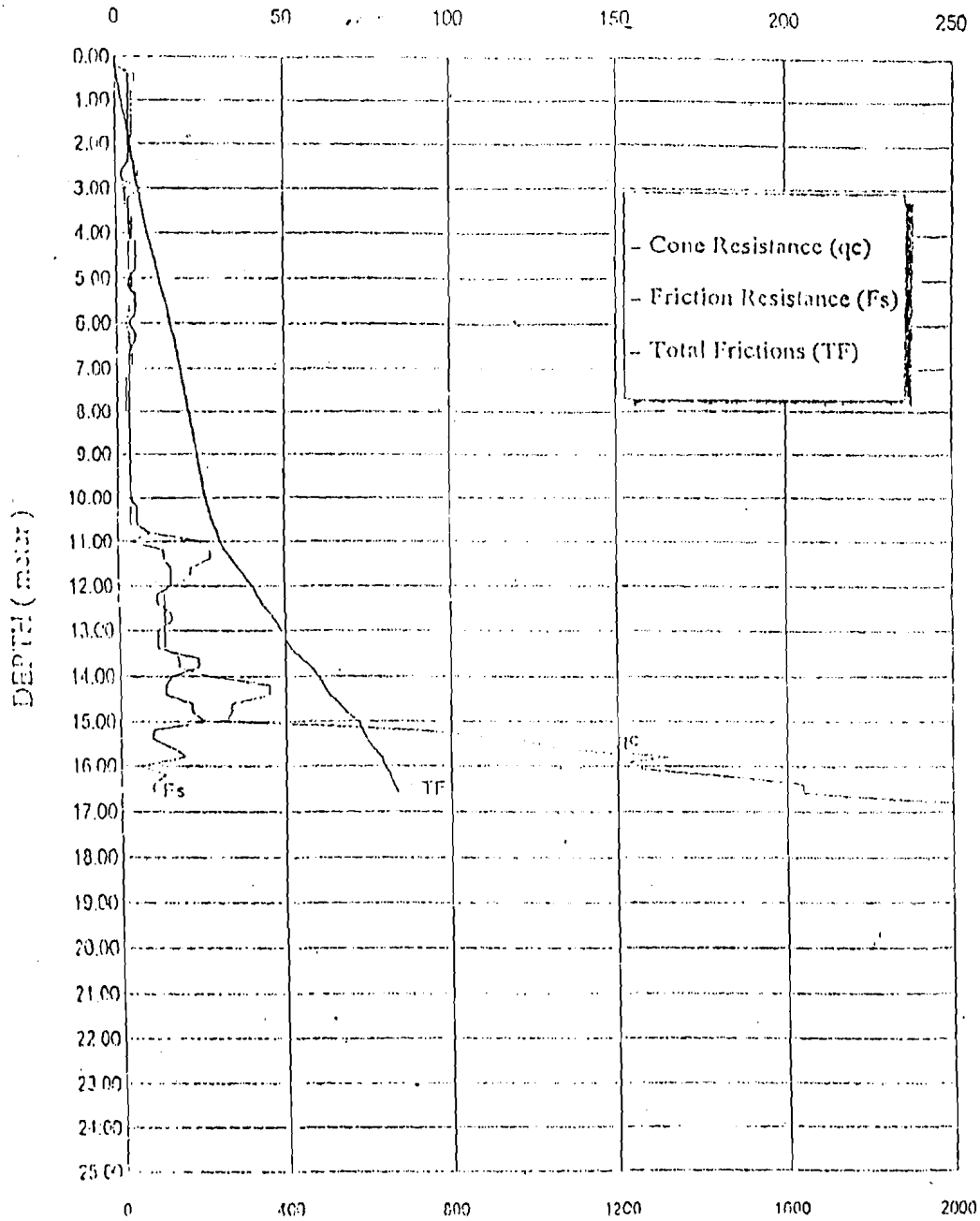
DEPTH (M)	qc kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	Fs kg/cm ²	TF kg/cm	DEPTH (M)	qc kg/cm ²	qc + f kg/cm ²	Fs kg/cm ²	TF kg/cm
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	14.00	22.00	16.00	362.00
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	14.00	22.00	16.00	378.00
0.40	6.00	8.00	4.00	4.00	13.00	14.00	20.00	12.00	390.00
0.60	6.00	8.00	4.00	8.00	13.20	14.00	20.00	12.00	402.00
0.80	5.00	7.00	4.00	12.00	13.40	14.00	20.00	12.00	414.00
1.00	5.00	7.00	4.00	16.00	13.60	18.00	30.00	24.00	438.00
1.20	5.00	7.00	4.00	20.00	13.80	18.00	30.00	24.00	462.00
1.40	5.00	7.00	4.00	24.00	14.00	27.00	35.00	16.00	478.00
1.60	5.00	7.00	4.00	28.00	14.20	45.00	52.00	14.00	492.00
1.80	5.00	7.00	4.00	32.00	14.40	45.00	52.00	14.00	506.00
2.00	5.00	7.00	4.00	36.00	14.60	34.00	45.00	22.00	528.00
2.20	5.00	7.00	4.00	40.00	14.80	34.00	45.00	22.00	550.00
2.40	5.00	7.00	4.00	44.00	15.00	32.00	45.00	26.00	576.00
2.60	7.00	8.00	2.00	46.00	15.20	90.00	95.00	10.00	586.00
2.80	7.00	8.00	2.00	48.00	15.40	120.00	125.00	10.00	596.00
3.00	3.00	7.00	8.00	56.00	15.60	132.00	140.00	16.00	612.00
3.20	3.00	5.00	4.00	60.00	15.80	165.00	175.00	20.00	632.00
3.40	3.00	5.00	4.00	64.00	16.00	147.00	150.00	6.00	638.00
3.60	5.00	7.00	4.00	68.00	16.20	178.00	185.00	14.00	652.00
3.80	5.00	7.00	4.00	72.00	16.40	205.00	210.00	10.00	662.00
4.00	5.00	7.00	4.00	76.00	16.60	205.00	210.00	10.00	672.00
4.20	4.00	7.00	6.00	82.00	16.80	250.00			
4.40	4.00	7.00	6.00	88.00	17.00				
4.60	4.00	7.00	6.00	94.00	17.20				
4.80	4.00	7.00	6.00	100.00	17.40				
5.00	5.00	7.00	4.00	104.00	17.60				
5.20	5.00	7.00	4.00	108.00	17.80				
5.40	7.00	10.00	6.00	114.00	18.00				
5.60	4.00	7.00	6.00	120.00	18.20				
5.80	4.00	7.00	6.00	126.00	18.40				
6.00	3.00	5.00	4.00	130.00	18.60				
6.20	4.00	7.00	6.00	136.00	18.80				
6.40	4.00	7.00	6.00	142.00	19.00				
6.60	5.00	7.00	4.00	146.00	19.20				
6.80	5.00	7.00	4.00	150.00	19.40				
7.00	5.00	7.00	4.00	154.00	19.60				
7.20	3.00	5.00	4.00	158.00	19.80				
7.40	3.00	5.00	4.00	162.00	20.00				
7.60	3.00	5.00	4.00	166.00	20.20				
7.80	3.00	5.00	4.00	170.00	20.40				
8.00	3.00	5.00	4.00	174.00	20.60				
8.20	1.00	6.00	4.00	178.00	20.80				
8.40	4.00	6.00	4.00	182.00	21.00				
8.60	4.00	6.00	4.00	186.00	21.20				
8.80	4.00	6.00	4.00	190.00	21.40				
9.00	4.00	6.00	4.00	194.00	21.60				
9.20	1.00	6.00	4.00	198.00	21.80				
9.40	4.00	6.00	4.00	202.00	22.00				
9.60	4.00	6.00	4.00	206.00	22.20				
9.80	1.00	6.00	4.00	210.00	22.40				
10.00	5.00	7.00	4.00	214.00	22.60				
10.20	4.00	7.00	6.00	220.00	22.80				
10.40	4.00	7.00	6.00	226.00	23.00				
10.60	1.00	7.00	6.00	232.00	23.20				
10.80	10.00	15.00	10.00	242.00	23.40				
11.00	25.00	27.00	4.00	246.00	23.60				
11.20	25.00	35.00	11.00	260.00	23.80				
11.40	28.00	35.00	14.00	274.00	24.00				
11.60	22.00	30.00	16.00	290.00	24.20				
11.80	22.00	30.00	16.00	306.00	24.40				
12.00	17.00	25.00	16.00	322.00	24.60				
12.20	14.00	22.00	16.00	338.00	24.80				



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

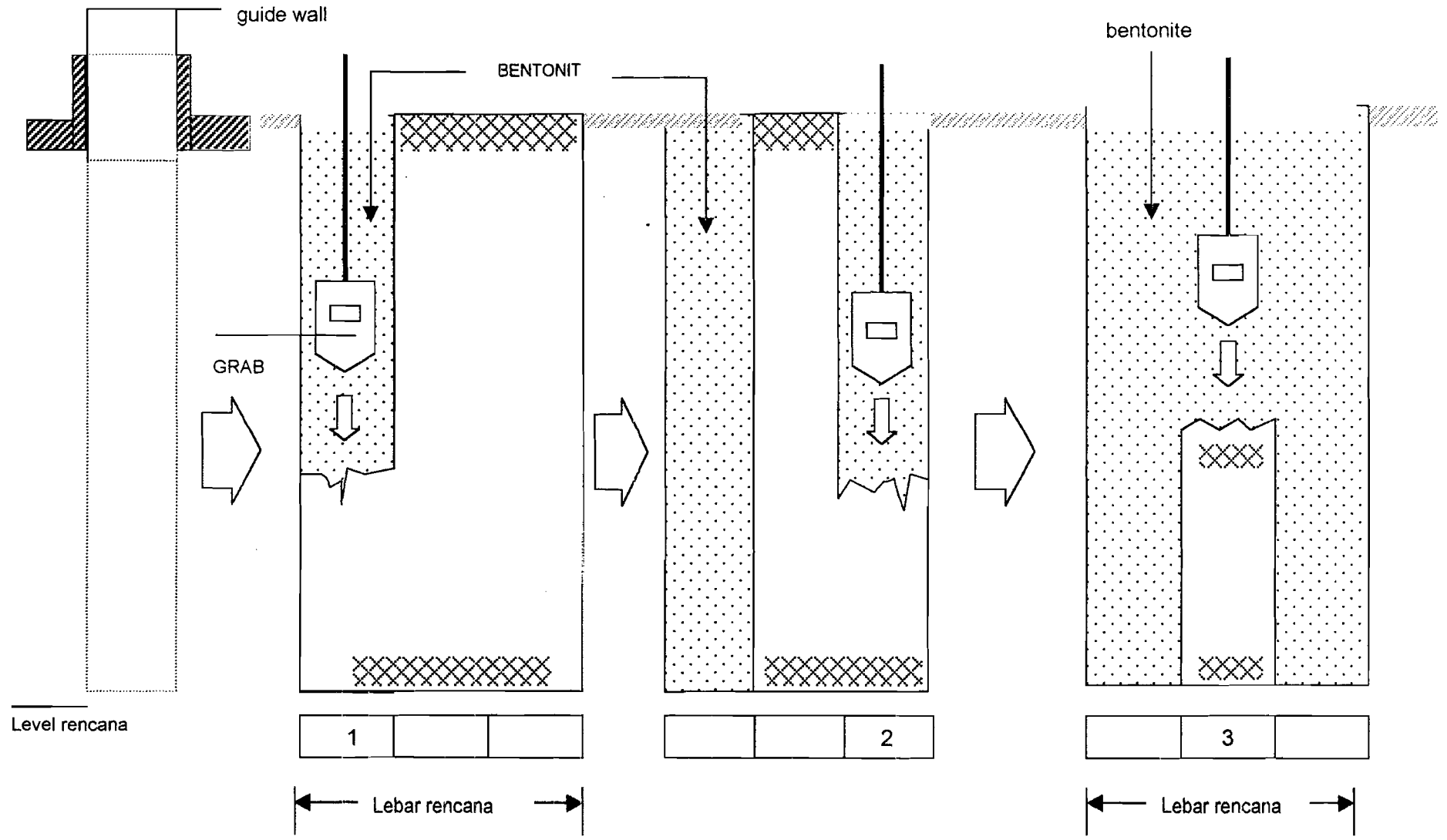
GRAFIK SONDIR

CONE RESISTANCE (Kg/cm^2)
FRICTION RESISTANCE (kg/cm^2)

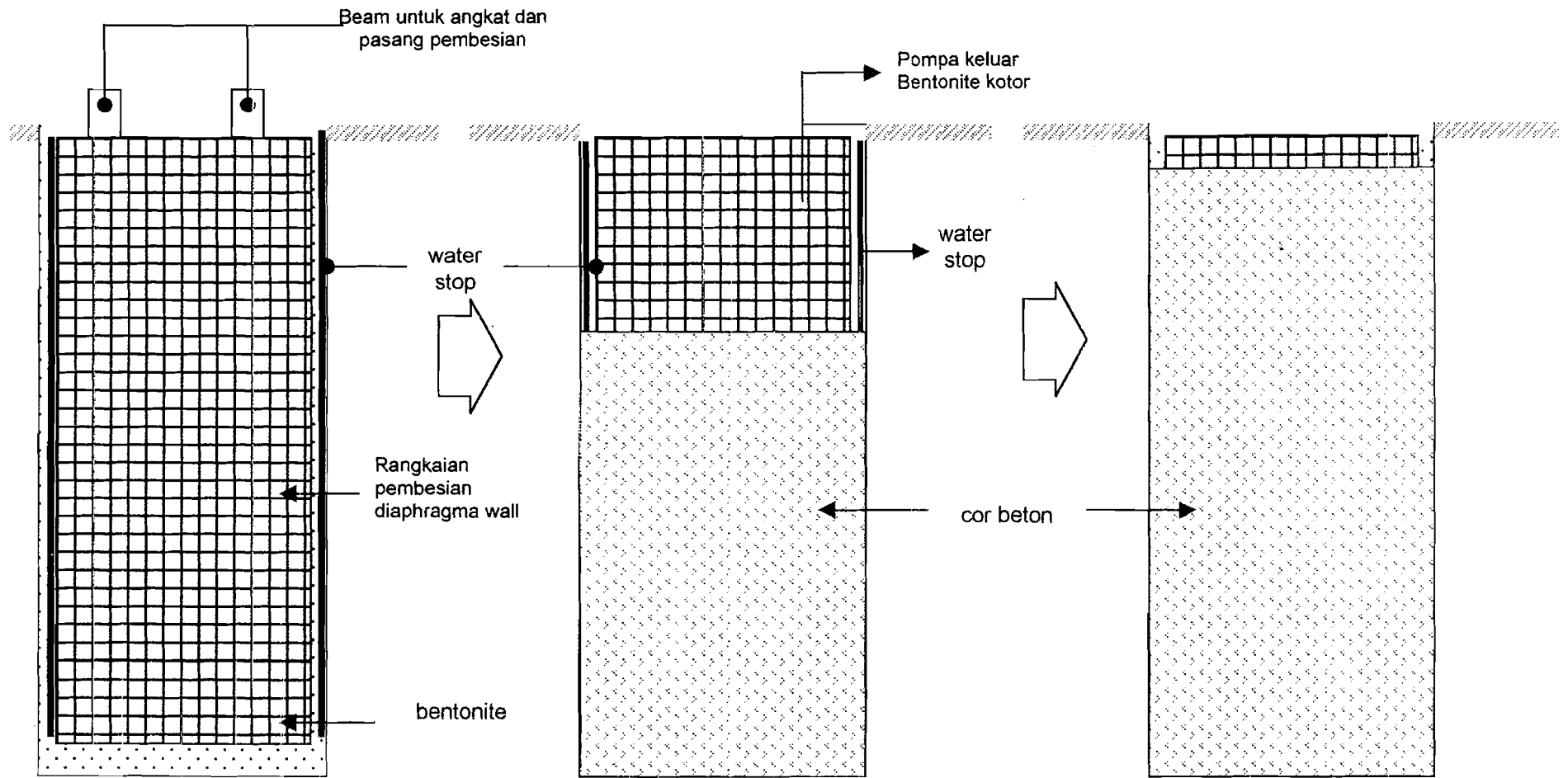


PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah
LOKASI : Jl. Singosari no. 33
SONDIR : S.2

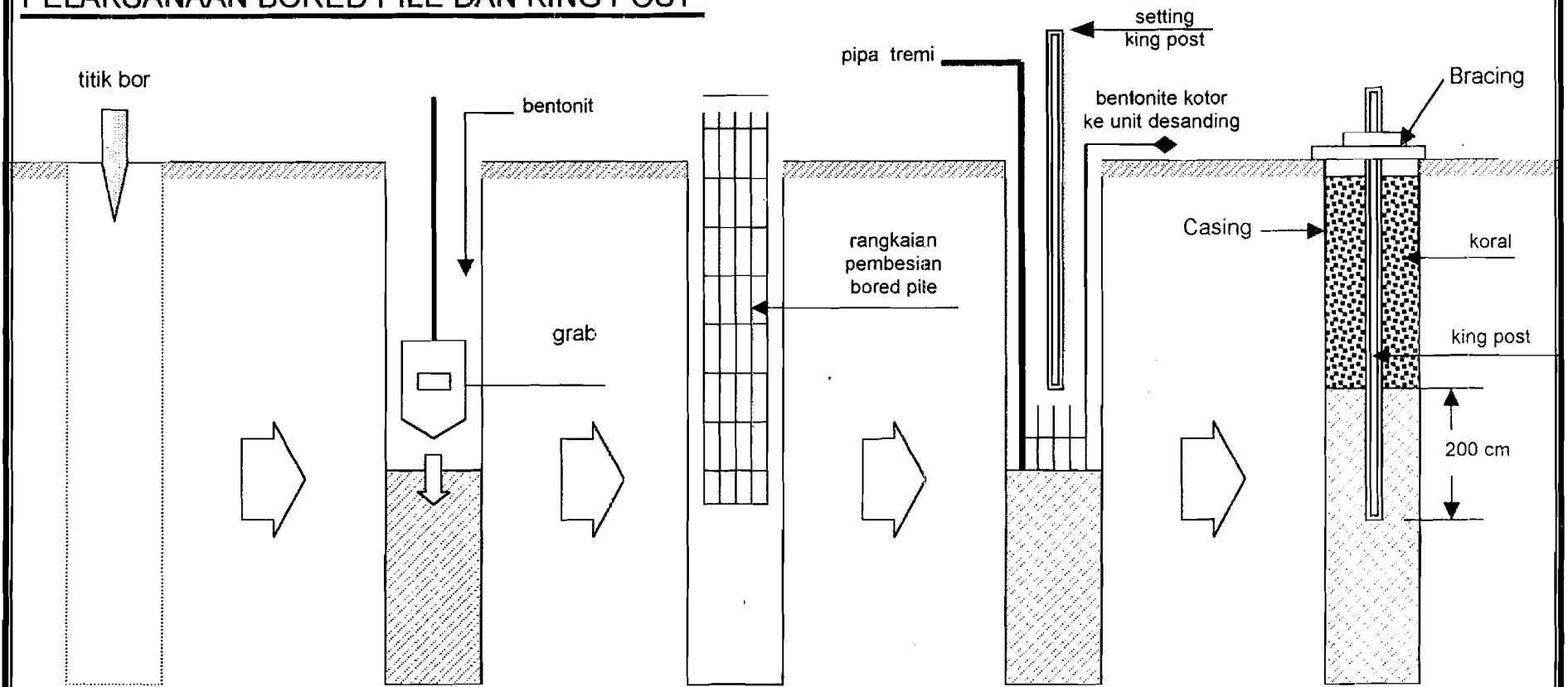
TAHAPAN PRINSIP PENGALIAN PANEL DIAPHRAGMA WALL



**TAHAPAN PRINSIP
PENGALIAN PANEL DIAPHRAGMA WALL**



TAHAPAN PRINSIP PELAKSANAAN BORED PILE DAN KING POST



◆ Penentuan titik dibor

◆ Pekerjaan galian dilakukan dengan alat GRAB
◆ Bersamaan dengan itu tu bentonite dipompakan kedalam lubang.

◆ Penggalian telah mencapai umur rencana.
◆ Lubang galian telah terisi bentonite.
◆ Pembesian Bored pile dimasukkan

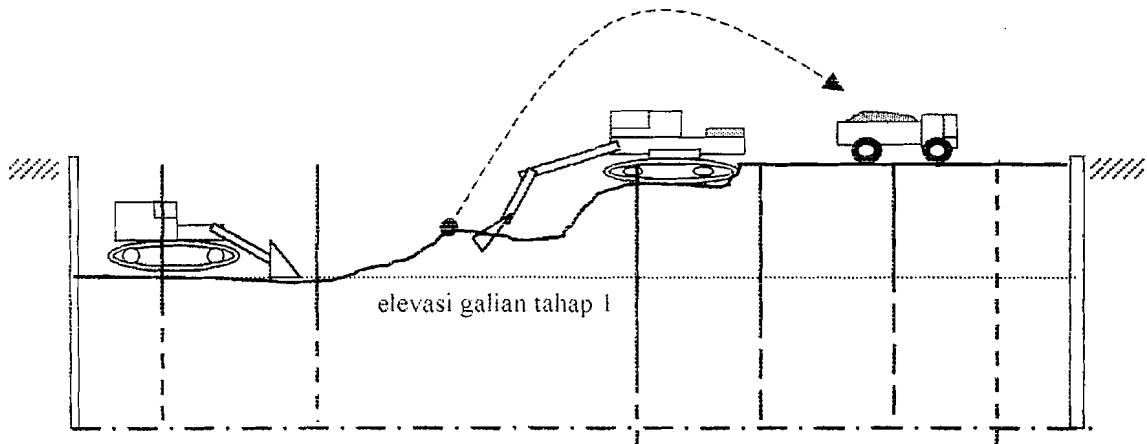
◆ Penuangan Bentonite hampir selesai.
◆ Persiapan dan pemasangan king post
◆ Pengecoran bored pile.

◆ King post telah tertanam ke beton minimal 200 cm

ILUSTRASI PENGGALIAN TANAH

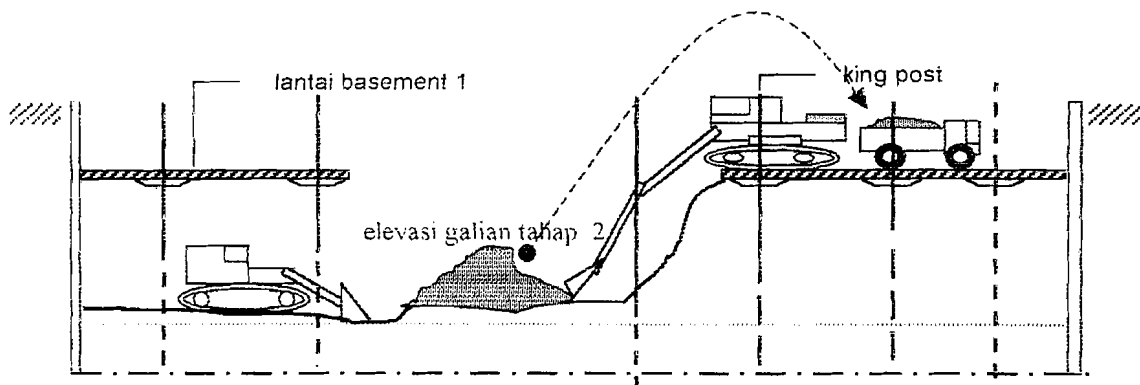
1. Penggalian tahap pertama

- Pada penggalian tahap pertama sedalam 3 meter belum ada plat penopang.



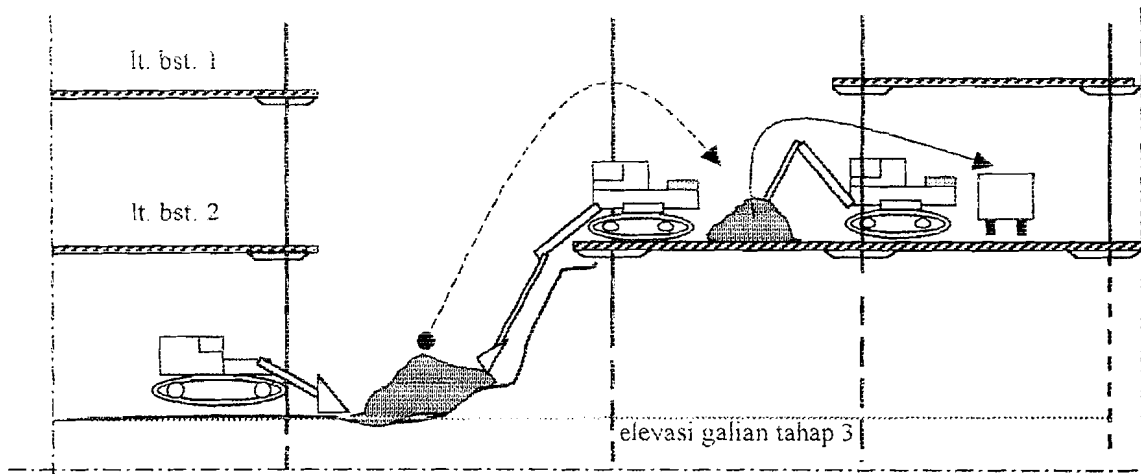
2. Penggalian tahap kedua

- Alat berat (bolduzer dan backhoe) memasuki lantai "basement" I dengan mengatur kemiringan tanah yang akan digali. Sedangkan truk masuk melewati "ramp" yang telah disiapkan sebelumnya.



3. Galian tahap ketiga

- Alat berat (bolduzer dan backhoe) memasuki lantai “basement” 2 dengan mengatur kemiringan tanah yang akan digali. Sedangkan truk masuk dan keluar melewati “ramp” yang telah disiapkan sebelumnya.



4. Galian tahap keempat

- Alat berat (bolduzer dan backhoe) memasuki lantai “basement” 3 dengan mengatur kemiringan tanah yang akan digali. Sedangkan truk masuk dan keluar melewati “ramp” yang telah disiapkan sebelumnya

