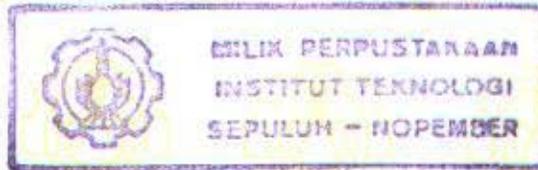


22378/H/05



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN dan PENJADUALAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN DIAPHRAGM WALL dan GALIAN BASEMENT di PROYEK APARTEMEN WESLING JAKARTA BARAT



R S S
681.76
Fai
P-1
2005

Oleh :

MUHAMMAD FAIZAL
3199.100.061

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	5-4-2005
Terima Dari	H
No. Agenda Frp.	221690

PROGRAM SARJANA STRATA 1 (S-1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN dan PENJADUALAN
PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
DIAPHRAGM WALL dan GALIAN BASEMENT di PROYEK
APARTEMEN WESLING
JAKARTA BARAT**

Surabaya, 28 Januari 2005

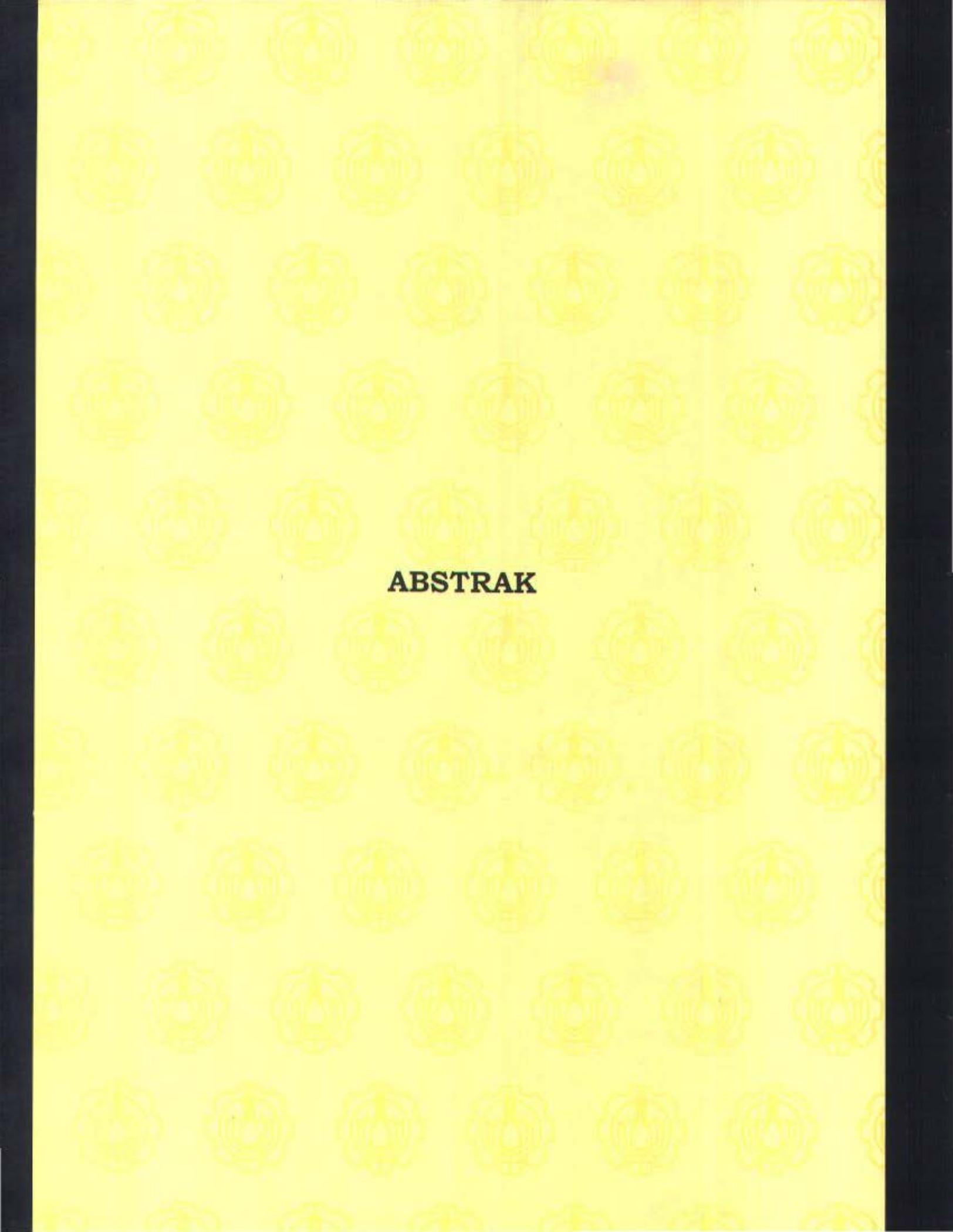
MENGETAHUI / MENYETUJUI :

DOSEN PEMBIMBING

31/1-05

TRI JOKO WAHYU ADI, ST, MT
NIP. 132.300.744

**PROGRAM SARJANA (S-1)
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005**



ABSTRAK

PERENCANAAN dan PENJADUALAN
PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
DIAPHRAGM WALL dan GALIAN BASEMENT di PROYEK
APARTEMEN WESLING
JAKARTA BARAT

Oleh :
Muhammad Faizal
3199.100.061

Dosen Pembimbing :
Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT

ABSTRAK

Proyek Apartemem Wesling merupakan proyek gedung dengan 33 lantai, yang memiliki 3 level *basement*. Seperti layaknya proyek gedung tingkat tinggi, alat berat berperan besar menunjang penyelesaian pekerjaan agar tepat waktu.

Jenis pekerjaan yang dianalisa dalam tugas akhir ini adalah pekerjaan struktur *diaphragm wall* dan galian *basement*, yang meliputi kegiatan *land clearing*, penggalian *guide wall*, penggalian *diaphragm wall*, pemasangan sangkar pembesian, pengecoran, penggalian *basement* dan pembuangan material galian.

Analisa dimulai dengan menentukan jumlah alat berat yang akan digunakan berdasarkan area kerja, sehingga semua alat berat dapat bekerja secara optimal. Selanjutnya menghitung produktivitas alat berat sesuai dengan *construction method* yang telah direncanakan, sehingga dapat diketahui durasi pekerjaan agar penjadualan dapat dilakukan.

Dari hasil analisa didapatkan hasil sebagai berikut ; pekerjaan *diaphragm wall* yang meliputi : pekerjaan *land clearing* dengan 1 unit *buldozer* D41 P-3, durasi pekerjaan 1 hari, biaya pemakaian *buldozer* Rp 3.521.618,-, pekerjaan *guide wall* dengan menggunakan 3 unit *clamshell* ML 60100, 12 unit *dump truck* CWA 18t, durasi pekerjaan 1 hari biaya pemakaian *clamshell* Rp 24.165.097,-. Pekerjaan *diaphragm wall* memakai 3 unit *clamshell* ML 60100, durasi pekerjaan 6 hari, biaya pemakaian *clamshell* Rp 90.487.632,-. Pekerjaan pengecoran dengan 1 unit *crawler crane* M-250 S2, 2 unit *concrete pump*, durasi pekerjaan 18 hari, biaya pemakaian alat berat Rp 603.884.153,-. Sedangkan untuk pekerjaan galian *basement* memakai 4 unit *excavator* PC 200, 24 unit *dump truck* CWA 18t, durasi pekerjaan 15 hari, biaya pemakaian alat berat Rp 1.261.668.341,-. Berdasarkan analisa penjadualan yang telah dilakukan didapatkan durasi untuk pekerjaan *diaphragm wall* adalah 44 hari dengan biaya pemakaian alat berat sebesar Rp 707.058.459,-. Sedangkan untuk pekerjaan galian *basement* didapatkan durasi pekerjaan adalah 59 hari dengan biaya pemakaian alat berat sebesar Rp 1.255.282.640,-.

Kata kunci : perencanaan, alat berat, penjadualan.

KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini guna memenuhi persyaratan kurikuler dalam rangka penyelesaian studi di jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Indarasurya B. Mochtar, MSc, PhD selaku ketua jurusan Teknik Sipil ITS Surabaya.
2. Bapak Ir. Agus Hari Wahyono, MSc, PhD selaku dosen wali.
3. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Bambang. K (Kepala Biro PP. PT. Adhi Karya Jakarta), selaku pembimbing di lapangan.
5. Bapak Dandun (P.E. M. Proyek Plasa Asia dan Sudirman Mansion), selaku pembimbing di lapangan.
6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dirodloi-Nya, sehingga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2005

Penyusun

SPECIAL THANK'S

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahandaku (alm.), Ibundaku ('bu, anakmu lulus'), Mas Jenal, Mas Imron, Nur-jel, Uci-jel, Keluarga Besar H. Tanwir.
2. Teman-teman losmen PK : Anas, Patkey, Adib-Dongbey, Pu'ad, Kaka', Koko ('Ndul, aku mbacem kata pengantar!!!'), Warno ('ndang rabi'), Icol, Arif, Ali ('suwun printer'e'), Yadi, Abas, Pak Oke.
3. Adek, Citra Rosalia Anggraini, makasih buanyak, motivasi dan omelannya sangat membantu.
4. Teman Seperjuangan : Seno-S'permen ('ayo pijet!!!'), Kokok-Theyeng, Vian-Jimbon, Danu-Dunkin Danut, Dani-Molen, Yunanto, Sita, Rina, April, Bondan, Sadli.
5. Teman-teman seangkatan : Wayan-Genthong ('cok!'), Odjie, Phendyk, Arief-Qomar ('5 dimensi.....dunia ini damai...Hidup Sepur Ungguk-ungguk!!!'), Anol ('tato naga bungkring'), Udin ('buku pintar berjalan'), Soni-Kepet, Yanto, Renggo, Ali, Afre', Gugus, Ical, Eko-Kodok ('suwun datane'), Ardi-Kent, Mitra-Teles, Bejat, dll.
6. Teman-temen kampus : Atho'00 ('suwun animasine jeh!'), Dwi '01 ('makasih komputernya'), dll.
7. Semua piha yang tidak sempat di sebutkan satu-persatu.

Bahkan seumur hidup pun, saya tidak dapat membalas budi baik kalian semua, semoga Allah selalu meridloi kita. Amiin.

Muabhad Faizal

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

Lembar Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Permasalahan	1
1.3.Tujuan	2
1.4.Batasan Masalah	2
1.5.Sistematika Penulisan	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Umum	4
2.2.Karakteristik Tanah	4
2.3.Stabilitas Tanah	6
2.4.Tipe-tipe Alat Berat	7
2.5.Produktivitas Alat	9
2.6.Analisa Biaya	11
2.7.Perhitungan Jumlah dan Jam Kerja Alat	13
2.8.Penjadualan	14
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1.Tinjauan Pustaka	18
3.2.Permasalahan	18
3.3.Pengumpulan Data	18
3.4.Analisa Alat Berat	19

BAB IV :ANALISA PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN

DIAPHRAGM WALL dan GALIAN BASEMENT

4.1.Umum	21
4.2.Gambaran UmumProyek	21
4.3.Data Teknis Proyek	22
4.4.Analisa Pemakaian Alat Berat	23
4.4.1.Pekerjaan Struktur Diaphragm Wall	23
4.4.1.1.Pekerjaan <i>Land Clearing</i>	23
4.4.1.1.1.Produksi Buldozer.....	26
4.4.1.1.2.Perhitungan Durasi Pekerjaan <i>Land Clearing</i>	27
4.4.1.1.3.Perhitungan Biaya Pemakaian Buldozer.....	27
4.4.1.2.Pekerjaan Pembuatan Guide Wall.....	31
4.4.1.3.Pekerjaan Pembuatan Diaphragm Wall	31
4.4.1.3.1.Produksi clamshell.....	35
4.4.1.3.2.Perhitungan Durasi Pekerjaan Galian Guide Wall dan Diaphragm Wall.....	38
4.4.1.3.3.Perhitungan Biaya Pemakaian Clamshell	40
4.4.1.4.Pekerjaan Pengecoran	43
4.4.1.4.1.Produksi Crawler Crane.....	46
4.4.1.4.2.Perhitungan Durasi Pekerjaan Pemasangan Tulangan.....	47
4.4.1.4.3.Perhitungan Biaya Pemakaian Crawler Crane.....	48
4.4.1.4.4.Produksi Concrete Pump.....	52
4.4.1.4.5.Perhitungan Durasi Pekerjaan Pengecoran	52
4.4.1.4.6.Perhitunga Biaya Total Pemakaian Concrete Pump	52
4.4.2.Pekerjaan Galian Basement.....	54
4.4.2.1.Produksi Excavator	63
4.4.2.2.Perhitungan Durasi Pekerjaan Galian Basement.....	66
4.4.2.3.Perhitungan Biaya Penggunaan Excavator	68
4.4.3.Pekerjaan Pembuangan Material Galian.....	71
4.4.3.1.Produksi Dump Truck.....	71
4.4.3.2.Perhitungan Jumlah Kebutuhan Dump Truck.....	74

4.4.3.3.Perhitungan Durasi Pekerjaan Pembuangan	75
4.4.3.4.Perhitungan Biaya Penggunaan Dump Truck.....	77
4.5.Penjadualan Alat Berat	80
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran	83
LAMPIRAN	
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.....	10
Tabel 2.2.....	10
Tabel 2.3.....	11
Tabel 4.1.....	26
Tabel 4.2.....	30
Tabel 4.3.....	36
Tabel 4.4.....	37
Tabel 4.5.....	37
Tabel 4.6.....	39
Tabel 4.7.....	42
Tabel 4.8.....	51
Tabel 4.9.....	53
Tabel 4.10.....	64
Tabel 4.11.....	65
Tabel 4.12.....	67
Tabel 4.13.....	70
Tabel 4.14.....	73
Tabel 4.15.....	74
Tabel 4.16.....	76
Tabel 4.17.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.....	16
Gambar 2.1.....	16
Gambar 3.1.....	20
Gambar 4.1.....	22
Gambar 4.2.....	24
Gambar 4.3.....	25
Gambar 4.4.....	33
Gambar 4.5.....	34
Gambar 4.6.....	44
Gambar 4.7.....	45
Gambar 4.8.....	55
Gambar 4.9.....	56
Gambar 4.10.....	57
Gambar 4.11.....	58
Gambar 4.12.....	59
Gambar 4.13.....	60
Gambar 4.14.....	61
Gambar 4.15.....	62



BAB I
PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Apartemen Wesling adalah bangunan gedung bertingkat yang terletak di Jalan Kedoya Garden Kav. 77 Jakarta Barat. Salah satu tujuan pembangunan gedung Apartemen Wesling ini adalah untuk memenuhi tingginya kebutuhan tempat tinggal di kota Jakarta. Gedung ini memiliki 33 lantai dengan luas total 9882,5 m².

Gedung ini memiliki 3 *level basement*, dengan ketinggian masing-masing *level* adalah 3.5m, sehingga ketinggian *basement* tersebut adalah 10.5m dengan kedalaman pekerjaan galian adalah 11 m. Untuk menghindari terjadinya longsor pada saat penggalian, maka pada masing-masing sisi bidang galian dipasang suatu struktur penahan tanah yaitu *diaphragm wall*. Tanah hasil penggalian dipindahkan ke Kapuk – Dadap (19 km).

Pada pekerjaan galian untuk mendapatkan elevasi -11 m, tentunya pemakaian alat berat sangat diperlukan. Untuk itulah dalam tugas akhir ini akan dilakukan analisa jumlah alat berat yang digunakan, penjadualan alat berat serta pengaturan lalu-lintas di dalam areal lokasi studi.

Diharapkan dengan menejemen alat berat yang tepat dan pengaturan lalu-lintas alat berat di areal pekerjaan yang baik, maka pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement* dapat dilaksanakan dengan penggunaan sumber daya yang optimal.

Urut-urutan pekerjaan yang menggunakan alat berat dalam pelaksanaannya meliputi pekerjaan pembersihan lahan, pekerjaan pembuatan strutur *diaphragm wall*, pekerjaan penggalian, pekerjaan pemindahan material galian (pembuangan).

1.2 PERMASALAHAN

Permasalahan yang ada dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana metode pelaksanaan untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.
2. Berapa jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*, agar tidak terjadi konflik antar pekerjaan.

3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement* tersebut, setelah dilakukan perencanaan jumlah pemakaian alat berat yang digunakan.
4. Bagaimana penjadualan alat berat yang digunakan pada pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement* tersebut, setelah dilakukan perencanaan jumlah pemakaian alat berat yang digunakan.

1.3 TUJUAN

Tujuan perencanaan penggunaan alat berat yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan metode pelaksanaan untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.
2. Penentuan produktivitas alat berat yang digunakan.
3. Penentuan jumlah alat berat yang dibutuhkan.
4. Menentukan durasi pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.
5. Menentukan biaya pemakaian alat berat, setelah ditentukan jumlah alat berat yang digunakan.
6. Penjadualan pemakaian alat berat untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.

1.4 BATASAN MASALAH

Beberapa batasan masalah pada penulisan tugas akhir ini meliputi :

1. Analisa dilakukan hanya untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement* saja.
2. Pekerjaan *diaphragm wall* yang meliputi pekerjaan *land clearing*, pembuatan *guide wall*, pembuatan struktur *diaphragm wall* dan pengecoran.
3. Pekerjaan galian *basement* yang meliputi pekerjaan penggalian dan pemindahan material galian (pembuangan).
4. Jenis peralatan dibatasi dengan peralatan yang dimiliki oleh kontraktor pada proyek Apartemen Wesling.
5. Tidak melakukan analisa pekerjaan *ground anchoring*.
6. Analisa biaya pekerjaan pengecoran berdasarkan data harga satuan pekerjaan.

7. Pengambilan keputusan alternatif terbaik didasarkan pada kecepatan waktu pelaksanaan.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam perencanaan ini, sistematika penulisan yang digunakan berdasarkan tahapan-tahapan pembahasan, sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, lingkup pembahasan dan metodologi penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini diuraikan tentang sifat – sifat dasar tanah gambut, jenis galian tanah, sifat-sifat teknis alat, jenis alat berat dan fungsinya.

BAB III : METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang tata urutan dan langkah-langkah penelitian, penjelasan data pembahasan yang digunakan dalam penelitian, serta pembuatan kerangka penulisan.

BAB IV : DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang perhitungan produksi alat, kebutuhan peralatan, biaya dan waktu pada pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berupa penarikan kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan, serta saran-saran yang diperlukan untuk perencanaan alat optimal.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 UMUM

Hampir semua alat berat (*heavy equipment*) dalam pekerjaan sipil, berhubungan dengan proses pemindahan tanah dan segala aspek yang berhubungan dengan peralatan yang digunakan. Pada proses pemindahan tanah, lazimnya juga terjadi proses pembentukan pada permukaan tanah baru, sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Sehingga digunakan beberapa jenis peralatan dan metode yang sesuai untuk proses pembentukan pada lokasi baru tersebut.

Sebagai contoh untuk pembersihan lahan bisa menggunakan *buldozer* untuk membuka (membersihkan) lahan yang akan digunakan untuk lokasi proyek, sedangkan untuk pekerjaan galian dapat menggunakan *excavator* untuk menggali sehingga didapatkan elevasi yang lebih rendah dari elevasi tanah asli.

2.2 KARAKTERISTIK TANAH

Beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah (*Rochmanhadi, 1982*) adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan tanah.

Pengembangan tanah adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume tanah dari kondisi aslinya. Dari factor tersebut bentuk tanah/material dibagi menjadi tiga keadaan, yaitu :

a) Tanah dalam keadaan asli (*bank measure*).

Keadaan tanah sebelum dilakukan pengusikan atau masih sesuai dengan keadaan alam, dinyatakan dalam satuan *Bank cubic yard*(BCY) atau *Bank cubic meter* (Bm^3).

b) Tanah dalam keadaan lepas (*loose volume*).

Keadaan tanah setelah dilakukan pengusikan contohnya tanah yang diangkut diatas truk sehingga volumenya bertambah dan pengembangannya dinyatakan dalam % BM. Keadaan ini dinyatakan dalam satuan *Loose cubic yard*(LCY) atau *Loose cubic meter* (Lm^3).

- c) Tanah dalam keadaan padat (*compact volume*).

Keadaan tanah setelah ditimbun dan dilakukan pemadatan. Pada pekerjaan pemadatan ini biasanya tanah dipadatkan lebih dari keadaan aslinya. Penyusutan dalam %. Keadaan ini dinyatakan dalam satuan *Compacted cubic yard*(CCY) atau *Compacted Cubic Meter* (Cm^3).

Sehubungan dengan kondisi diatas dikenal istilah pengembangan (*swell*) dan penyusutan (*shrinkage*) dengan perumusan sebagai berikut:

1. Pengembangan (*swell*).

Bila tanah mengalami perubahan atau diusik dari kondisi aslinya, bagian pori tanah akan dimasuki udara sehingga volumenya lebih besar dari keadaan asli atau bank volume.

$$\text{Swell}(\%) = \left(\frac{\text{weight} / \text{bank.volume}}{\text{weight} / \text{loos.volume}} - 1 \right) \times 100\%$$

2. Penyusutan (*shrinkage*).

Bila tanah dipadatkan, bagian udara dipaksa keluar dari pori tanah sehingga volumenya lebih kecil dari pada keadaan *loose volume* maupun *bank volume*.

$$\text{Shrinkage}(\%) = \left(1 - \frac{\text{weight} / \text{bank.volume}}{\text{weight} / \text{compacted.volume}} \right) \times 100\%$$

2. Berat tanah.

Berat tanah adalah sifat yang dimiliki oleh setiap material/tanah dan berpengaruh terhadap volume yang diangkut atau didorong.

3. Bentuk tanah.

Bentuk tanah yang dimaksud adalah didasarkan pada ukuran butir, untuk tanah dengan ukuran butir kecil terdapat rongga yang berukuran kecil, demikian pula pada tanah dengan ukuran butir besar membentuk rongga yang besar pula. Ukuran butir ini berpengaruh terhadap pengisian *bucket*.

4. Kohesivitas tanah.

Kohesivitas tanah adalah daya lekat atau kemampuan saling mengikat antara butir-butir tanah itu sendiri.

5. Kekerasan tanah.

Tanah yang keras akan lebih sukar dikoyak, digali atau dikupas oleh alat berat, hal ini juga berpengaruh terhadap produktivitas alat.

6. Daya dukung tanah.

Adalah kemampuan tanah untuk mendukung alat yang berada di atasnya. Apabila alat berada di atas tanah, maka alat tersebut akan memberikan "ground pressure" sedangkan tanah akan memberikan perlawanan yaitu "daya dukung". Jika *ground pressure* alat lebih besar dari daya dukung tanah, maka alat itu akan terbenam.

2.3 STABILITAS TANAH

Dalam melakukan pekerjaan galian tanah, tentunya harus diperhatikan pula apakah pekerjaan tersebut akan mempengaruhi stabilitas tanah tersebut. Salah satu cara yang digunakan untuk memperbaiki stabilitas tanah yaitu dengan memberi perkuatan tanah. Pemberian perkuatan tanah dibagi menjadi 4 metode (*Indrasurya B. Mochtar, 2000*), yaitu :

1. *Metode Stone Coloum*

Pada metode ini, di tanah yang lunak dipasang kolom-kolom dari batu atau kerikil yang dipadatkan, berdiameter 0.6 – 1.0 meter dengan jarak tertentu. Berfungsi meningkatkan kekuatan geser tanah dan mengurangi *settlement*.

2. *Root Pile* atau *Micro Pile*

Metode ini adalah penggunaan tiang pancang kecil berdiameter 7,5 – 25 cm, yang umumnya dari beton dengan penulangan di tengah-tengah. Tiang micro ini dipasang sebagai tiang kelompok atau tiang satu-satu secara vertikal. Fungsinya disamping memberikan tambahan dukungan terhadap pondasi juga, sebagai pasak terhadap geseran pada bidang longsor geser sirkular.

3. *Soil Nailing* (Paku-paku Tanah)

Soil Nailing yang dimaksudkan disini terdiri dari sekelompok batang-batang dalam tanah, serupa paku dalam tanah. Fungsi utamanya adalah memperkuat tanah dengan menyatukan massa tanah di suatu bagian tanah yang kurang stabil.

4. *Reinforced Earth* (tanah yang diperkuat dengan bahan pengikat buatan)

Reinforced earth disini termasuk semua perkuatan-perkuatan tanah menggunakan bahan *geosynthetic*, bahan-bahan khusus dari beton ataupun *metal*, *ground anchor*

dan perkuatan sistem *tie-back*. Yang termasuk bahan *geosyntheticis* untuk *soil reinforcement* (perkuatan tanah) yaitu *geotextile*, *geogrid* dan *geolinier element*.

2.4 TIPE-TIPE ALAT BERAT

Peralatan adalah salah satu unsur penunjang pelaksanaan pekerjaan dalam upaya mencapai target yang telah ditentukan sebelumnya. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan peralatan, selain ekonomis, jaminan kemudahan memperoleh spare part, dan lain-lain.

Pengelompokan alat berat berdasarkan alat penggeraknya (Rochmanhadi, 1982), adalah sebagai berikut :

1. Traktor sebagai penggerak utama
 - a) Traktor (sebagai *prime mover*/penggerak utama)
 - Traktor roda kelabang (*crawler*)
 - Traktor roda ban (*wheel*)
 - b) *Buldozer*(sebagai alat penggusur)

Dibedakan menurut blade:

 - *Straight Buldozer* (*blade* lurus)
 - *Angling Buldozer* (*blade* miring)
 - *Universal Buldozer* (*blade universal*)
 - *Cushion Buldozer* (*blade cushion*)
 - c) *Riper*(alat pembajak)

Dibedakan menjadi :

 - *Hinge* (bajak kaku tunggal)
 - *Giant Ripper*
 - *Multi Shank Ripper*
 - d) *Scrapper*(sebagai alat pengelupas)
 - *Strandart Scrapper* (*scraper* bermesin)
 - *Towed Scrapper* (*scraper* yang ditarik)
 - e) *Motor Grader*(alat *grading*/pembentuk permukaan)
 - f) *Loader*(alat pemuat)
 - *Wheel Loader* (roda ban)
 - *Track Loader* (roda kelabang)

2. *Excavator* sebaagai *prime mover*/penggerak utama
 - a) *Backhoe* (*excavator* pengeduk dengan arah ke belakang)
 - b) *Clamshell* (*excavator* pengeduk-penjepit)
 - c) *Shovel* (*excavator* pengeduk arah ke depan)
 - d) *Dragline* (*excavator* pengeduk-tarik)
 - e) *Crane/pipe layer* (keran pengangkat, alat pasang pipa)
3. Alat selain traktor dan *excavator*
 - a) Truk
 - *Side dumping*
 - *Rear dumping*
 - b) *Trailer*
 - c) *Roller*
 - *Three Whell Roller* (penggilas roda tiga)
 - *Tandem Whell Roller* (penggilas roda dua)
 - *Mesh Grid dan Segmented Roller* (penggilas tipe lempengan dan anyaman)
 - *Pneumatic Tired Roller* (penggilas roda ban)
 - *Towed Roller*
 - d) Alat Pemancang Tiang
 - *Drop Hammer* (pemancang dengan menggunakan palu)
 - *Diesel Hammer* (pemancang diesel)
 - *Hydraulic Hammer* (pemancang hidrolis)
 - *Vibratory Pile Driver* (pemancang dengan getaran)

Pengelompokan alat berat menurut fungsinya adalah sebagai berikut :

1. Alat pembersih lahan
Buldozer, Ripper
2. Alat pengangkat dan pemuat
Excavator, Loaders
3. Alat penggali dan pengangkut
Scraper, Truck
4. Alat pembuat kemiringan
Motor Grader

5. Alat pematat

*Roller***2.5 PRODUKTIFITAS ALAT**

Produksi peralatan merupakan perkalian dari q (kapasitas produksi per siklus), N (jumlah siklus tiap jam) dan E (faktor kerja), sebagaimana perumusan dibawah ini :

(Rochmanhadi, 1990)

$$TP = q(m^3, m^2, m, ton) \times N \times E$$

Atau

$$TP = q(m^3, m^2, m, ton) \times \frac{60}{\text{cycletime (mnt.)}} \times E \dots (m^3, m^2, m, ton)/\text{jam}$$

2.5.1 Produksi Per Siklus

Produksi per siklus (q), adalah kapasitas produksi alat berat dalam satu kali waktu siklus (Rochmanhadi, 1990). Harga q bisa diketahui / dihitung dari data-data yang ada.

2.5.2 Cycle Time (Waktu Siklus)

Harga N pada rumusan di atas merupakan pembagian dari $\frac{60}{\text{cycletime}}$, dimana

cycle time (waktu siklus) itu sendiri adalah waktu yang dipakai sebuah mesin (kendaraan) untuk menjalani satu siklus pekerjaan, (Rochmanhadi, 1990). Sebagai contoh sebuah *dump truck* mempunyai siklus sebagai berikut : memuat – mengangkut – membuang – berjalan kembali.

Cycle time terdiri dari :

1. *Variabel time*: waktu yang diperlukan untuk pengangkutan dan berjalan kembali dalam keadaan kosong.

Variabel time dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Variabel time} = \frac{\text{Jarak Pembuang(ft)}}{V1(\text{mph}) \times 88} + \frac{\text{Jarak Kembali(ft)}}{V2(\text{mph}) \times 88}$$

V_1 = Kecepatan pada saat membuang

V_2 = Kecepatan pada saat kembali

2. *Fixed time* : Waktu untuk pemuatan, pembuangan, dan lain-lain. Tidak terpengaruh jauh dekatnya jarak angkut.

$$\text{Jadi Cycle time(mnt.)} = \text{Fixed time(mnt.)} + \text{Variabel time}$$

2.5.3 Efisiensi

Efisiensi adalah faktor yang mempengaruhi produktivitas alat. Efektivitas alat pada saat melakukan pekerjaan tergantung dari beberapa factor, antara lain :

1. Kemampuan operator memakai alat,
2. Kondisi pekerjaan dan volume pekerjaan,
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat,
4. Pemilihan dan pemeliharaan alat,
5. Metode pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 2.1
Faktor Effisiensi Waktu

Kondisi kerja	Effisiensi
Menyenangkan	0,9
Normal	0,83
Buruk / Jelek	0,75

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin.

Tabel 2.2
Faktor Effisiensi Operator

Kondisi	Effisiensi
Baik	0,9 – 1,0
Normal	0,75
Jelek	0,5 – 0,6

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin.

2.6 ANALISA BIAYA

Dalam memperoleh biaya alat berat ada dua cara yang umum digunakan yaitu : sewa dan membeli (Willem, 2004). Perbedaan diantara cara-cara tersebut terdapat pada biaya total untuk memperoleh alat dan bagaimana cara penyebaran biaya tersebut selama periode tertentu.

1. Cara Sewa

Dengan cara menyewa, pihak pengguna alat dapat memenuhi kebutuhannya tanpa perlu mengkhawatirkan biaya perawatan alat berat secara jangka panjang. Jangka waktu sewa dan pembayaran biasanya berdasarkan perjanjian mingguan atau bulanan. Selain beban sewa per jam, biasanya pihak penyewa juga membayar untuk biaya sewa operator dan biaya bahan bakar dan pelumas.

Penggunaan bahan bakar dan pelumas dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3
Penggunaan Bahan Bakar dan Oli

Jenis alat	Biaya					
	Bahan bakar (ltr/jam)	Oli mesin (ltr/jam)	Oli transmisi (ltr/jam)	Oli final drive (ltr/jam)	Oli hidrolis (ltr/jam)	Grease/ gemuk (ltr/jam)
<i>Buldozer D 41 P-3</i>	12,4	0,08	0,05	0,03	0,06	0,02
<i>Excavator PC 100</i>	14	0,07	0,05	0,055	0,136	0,02
<i>Clamshell ML 60100</i>	14	0,07	0,05	0,055	0,136	0,02
<i>Crawler Crane M-250 S2</i>	14	0,07	0,05	0,055	0,136	0,02
<i>Wheel loader WA 250-1</i>	54	0,25	0,07	0,11	0,36	0,01
<i>Motor Grader GD 31 3-H</i>	16,4	0,13	0,04	0,11	0,06	0,03
<i>Vibration Roller JV 100 A-1</i>	31,1	0,25	0,04	0,05	-	0,02
<i>Dump truck CWA 18T</i>	33,4	0,74	0,23	0,05	0,38	0,02

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin.

Jadi biaya sewa/jam = biaya sewa alat/jam + biaya operator/jam + biaya bahan bakar dan pelumas/jam

$$\text{Total biaya} = \left[\frac{Vt}{n \times TP} \right] \times \text{Biaya sewa/jam}$$

Dimana : Vt = Volume pekerjaan (m, m², m³, ton)

n = Jumlah alat (unit)

TP = Taksiran Produksi per jam (m, m², m³, ton/jam)

2. Cara Membeli

Pembelian alat berat meliputi pembiayaan awal oleh pembeli untuk memperoleh hak pemilikan atas alat. Pembiayaan awal meliputi pembayaran tunai untuk :

1. Harga pembelian alat.
2. Pembayaran biaya dan pajak import bila diperlukan.
3. Pembayaran ongkos angkut ke tempat pemesanan.

Dalam perhitungan biaya pemakaian alat berat dengan cara membeli ada beberapa hal yang perlu diperhatikan (*lokakarya dosen perguruan tinggi swasta seluruh Indonesia, 1997*), yaitu :

a). Biaya utama

$$\text{Biaya utama (Rp)} = \text{biaya kepemilikan(Rp)} + \text{biaya operasi(Rp)}$$

b). Biaya kepemilikan

$$\text{Biaya kepemilikan (Rp)} = \text{biaya penyusutan(Rp)} + \text{bunga, pajak dan asuransi(Rp)}$$

c). Biaya penyusutan

$$\text{Biaya penyusutan (Rp)} = \frac{\text{Nilai Penyusutan(Rp)}}{\text{Waktu Penyusutan(Rp)}}$$

d). Nilai penyusutan

$$\text{Nilai penyusutan (Rp)} = \text{harga alat(Rp)} - \text{nilai sisa(Rp)}$$

e). Waktu penyusutan

$$\text{Waktu penyusutan(jam)} = N(\text{thn.}) \times c(\text{jam})$$

Dimana ;

N = Umur alat (thn.)

c = Jumlah jam kerja efektif dalam 1 tahun (jam)

f). Bunga, pajak dan asuransi

$$\text{Bunga, pajak dan asuransi} = \frac{i \times \left[1 - \frac{(N-1)(1-r)}{2N} \right] \times P}{c}$$

Dimana ;

- N = umur alat (thn.)
 i = tingkat suku bunga per tahun (%)
 P = nilai awal (Rp)
 c = jam kerja per tahun (jam)
 r = harga sisa alat (%)

g). Biaya operasi

Biaya operasi alat berat yaitu biaya yang timbul setiap alat berat dipakai (Susy Fatena R, 2002). Biaya pengoperasian alat berat meliputi biaya bahan bakar, pelumas, *grease/gemuk*, biaya perawatan dan perbaikan serta biaya operator. Biaya perbaikan adalah 15% dari nilai awal alat per jam umur alat (Susy Fatena R, 2002).

$$\text{Jadi, Total biaya (Rp)} = \left[\frac{V_t}{n \times TP} \right] (\text{mnt.}) \times \text{Biaya utama alat (Rp)}$$

Dimana : V_t = Volume pekerjaan (m, m², m³, ton/jam)

n = Jumlah alat (unit)

TP = Taksiran Produksi per jam (m, m², m³, ton/jam)

2.7 PERHITUNGAN JUMLAH dan JAM KERJA ALAT

Dari produktivitas alat yang telah kita hitung, maka kita dapat memperkirakan jumlah dan jam kerja alat.

1. Jika kita mengetahui jumlah alatnya maka rumus untuk menghitung jam kerja alat adalah:

$$t = \frac{V_t}{TP \times n} (\text{jam}) \dots \dots \dots (\text{Susy Fatena R, 2002})$$

dimana :

t = Jumlah jam kerja (jam).

- V_t = Volume pekerjaan (m, m², m³, ton/jam).
 TP = Taksiran Produksi (m, m², m³, ton/jam).
 n = Jumlah alat (unit).

2. Jika mengetahui jumlah jam kerja alat maka rumus untuk menghitung jumlah alat adalah:

$$n = \frac{V_t}{TP \times t} \text{ (unit)} \dots\dots\dots (\text{Susy Fatena R, 2002})$$

dimana :

- n = Jumlah alat (jam).
 V_t = Volume pekerjaan (m, m², m³, ton/jam).
 TP = Taksiran Produksi (m, m², m³, ton/jam).
 t = Jumlah jam kerja (jam).

3. Perhitungan jumlah *dump truck* yang dikombinasikan dengan *excavator* adalah sebagai berikut:

$$nd = \frac{TP_{excv.}(m^3 / jam)}{TP_d(m^3 / jam)} \text{ (unit)} \dots\dots\dots (\text{Rochmanhadi, 1982})$$

dimana :

- $TP_{excv.}$ = Taksiran produksi *excavator* (m³/jam)
 TP_d = Taksiran produksi *dump truck* (m³/jam)

2.8 PENJADUALAN

Penjadualan merupakan tahap menterjemahkan suatu perencanaan kedalam diagram-diagram sesuai dengan skala waktu (R. Sutjipto, 1986). Penjadualan menentukan kapan aktivitas-aktivitas dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan penggunaan sumber-sumber daya akan sesuai menurut kebutuhan yang telah ditentukan.

Pada umumnya dikenal dua tipe penjadualan waktu, yaitu untuk proyek-proyek yang tidak berulang seperti proyek pembuatan rumah dan untuk proyek-proyek berulang (*repetitive*) seperti pembangunan sejumlah rumah yang sama (misalnya perumahan rakyat) (R. Sutjipto, 1986).

Untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi ada beberapa metode, antara lain :

1. Diagram balok (*Gantt Bar Chart*)
2. Diagram garis (*Time/production graph*)
3. Diagram panah (*Arrow diagram*), dan sebagainya.

Masing-masing metoda memiliki ciri-ciri sendiri dan dipakai secara kombinasi pada proyek konstruksi. Dasar pemikiran untuk metode-metode tersebut harus berorientasi pada maksud penggunaannya. Pada dasarnya suatu pekerjaan konstruksi dapat dipecah menjadi beberapa unit pekerjaan mandiri sehingga memiliki perkiraan jadwal tersendiri sesuai dengan karakteristiknya. Untuk pengerjaan tugas akhir ini digunakan diagram balok. Berikut ini pembahasannya lebih lanjut.

Diagram balok

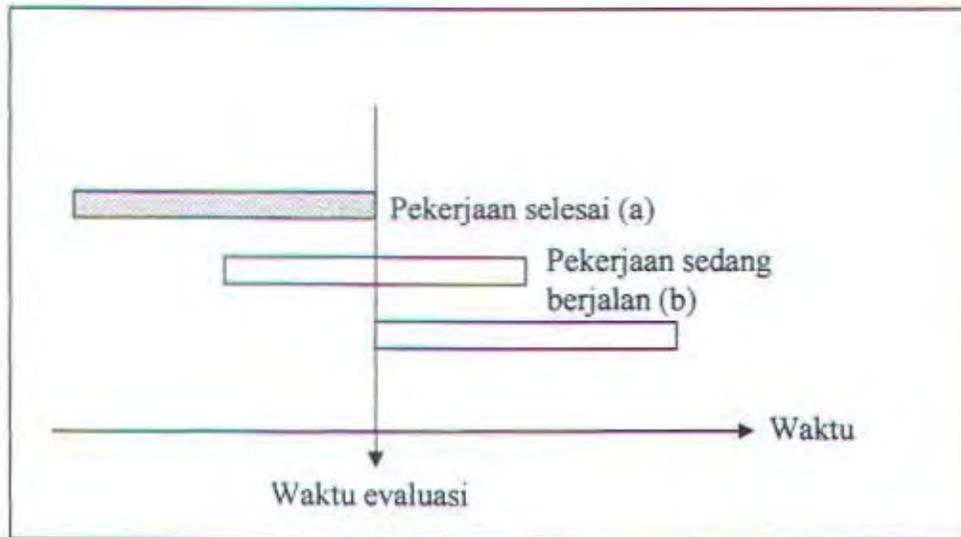
Diagram ini diciptakan oleh Henry Gantt. Sumbu x adalah skala waktu dan sumbu y adalah aktivitas yang direncanakan untuk diukur waktu pelaksanaannya yang digambarkan dengan garis tebal secara *horizontal*. Panjang batang (garis tebal) tersebut menyatakan lamanya suatu aktivitas dengan waktu awal (*start*) dan waktu selesai (*finish*), (R. Sutjipto, 1986).

Suatu proyek umumnya memiliki suatu titik pendahuluan, batas waktu pelaksanaan dan terdiri dari kumpulan tugas-tugas dan aktivitas-aktivitas yang telah dibuat batasannya secara baik, dan akhirnya bila proyek telah selesai, diberikan tanda batas akhirnya.

1. Penggunaan diagram balok

Informasi yang diberikan mencakup 3 segi pada waktu tertentu, misalkan pada waktu evaluasi untuk mengetahui perkembangan pekerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



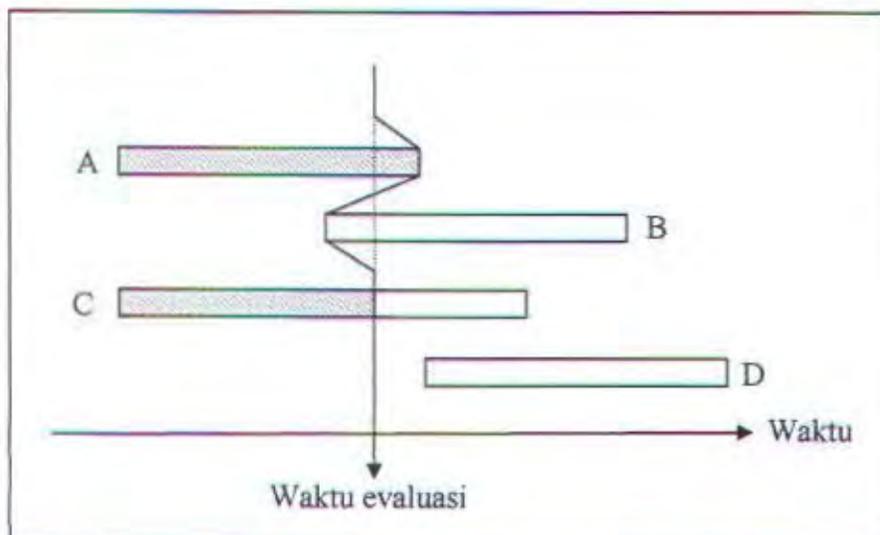


Gambar 2.1

Pada waktu evaluasi dapat diketahui :

- a) Pekerjaan yang seharusnya sudah selesai.
- b) Pekerjaan yang seharusnya sedang berlangsung.
- c) Pekerjaan yang seharusnya sudah dimulai.

Cara mengevaluasi adalah terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2

Keterangan evaluasi:

Pekerjaan A seharusnya sudah selesai.

Pekerjaan B seharusnya sudah dimulai.

Pekerjaan C sedang berlangsung, sesuai jadwal.

Pekerjaan D belum berlangsung sesuai jadwal.

2. Keuntungan diagram balok:
 1. Bentuk grafisnya sederhana sehingga mudah dimengerti oleh semua tingkatan manajemen.
 2. Bisa langsung dipakai untuk membuat kurva S.
3. Keterbatasan diagram balok:
 1. Hubungan antar aktivitas tidak jelas terlihat bila terdapat banyak aktivitas.
 2. Sulit digunakan dalam pekerjaan pengawasan karena aktivitas-aktivitas yang menentukan ketepatan waktu tidak terlihat jelas.
 3. Bila satu atau beberapa aktivitas mengalami keterlambatan maka pengaruhnya terhadap keseluruhan jadwal proyek sulit diketahui secara tepat.

BAB III
METODE PENELITIAN

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 TINJAUAN PUSTAKA

- a) Teori pemindahan tanah mekanis.
- b) Cara kerja, produktivitas alat, dan analisa biaya alat berat.
- c) Spesifikasi alat berat.
- d) Penjadualan pekerjaan.

3.2 PERMASALAHAN

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

- a) Bagaimana metode pelaksanaan untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.
- b) Berapakan jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*, agar tidak terjadi konflik antar pekerjaan.
- c) Bagaimanakah penjadualan alat berat yang digunakan pada pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.
- d) Berapakah biaya penggunaan alat yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*.

3.3 PENGUMPULAN DATA

Mengumpulkan data-data di lapangan berupa data-data berupa sekunder :

1. Peta lokasi proyek.
2. Pekerjaan *diaphragm wall*
3. Pekerjaan galian *basement*
4. Peralatan yang digunakan
5. Harga alat, harga sewa dan upah operator
6. Waktu pelaksanaan pekerjaan.

3.4 ANALISA ALAT BERAT

Dalam menganalisis alat berat perlu dilakukan hal-hal berikut :

- Menentukan jenis peralatan yang digunakan dalam suatu pekerjaan.
- Menentukan jumlah peralatan yang digunakan berdasarkan area kerja.
- Menghitung produksi alat berat.

Produktivitas alat berat merupakan perkalian daripada q (kapasitas produksi), N (jumlah cycle per jam), dan E (factor kerja). Biasanya dinyatakan dalam m^3/jam .

$$TP = \frac{q(m, m^2, m^3, ton) \times 60 \times E}{Cm(mnt.)} (m, m^2, m^3, ton/jam)$$

- Dimana, TP = Taksiran produksi (m, m², m³, ton/jam)
 q = Produksi per siklus (m, m², m³, ton)
 Cm = Waktu siklus (mnt.)
 E = Efisiensi

Jenis-jenis alat berat yang akan dihitung produktivitasnya adalah :

- Excavator : PC 200
- Clamshell : ML 60100
- Crawler crane : M-250 S2
- Dump truck : CWA 18T
- Bulldozer : D 41 P-3

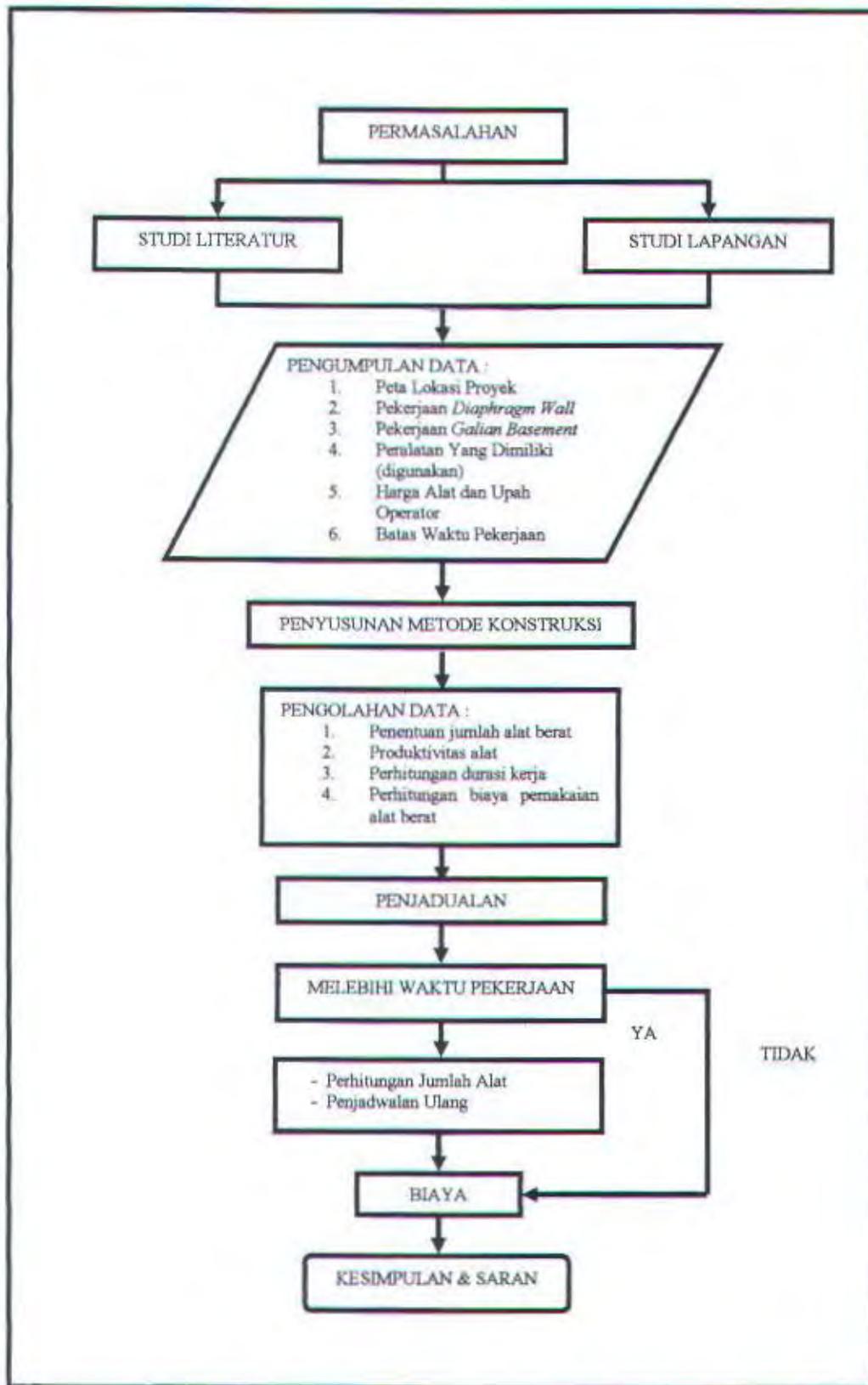
- Menghitung waktu pelaksanaan pekerjaan dengan rumus sebagai berikut :

$$Waktu = \frac{Volume\ pekerjaan(m, m^2, m^3, ton)}{Taksiran\ produksi(m, m^2, m^3, ton/jam) \times jumlah\ alat(unit)} (jam)$$

- Perhitungan biaya penggunaan alat berat.

Biaya pemakaian alat berat dihitung berdasarkan biaya kepemilikan dan biaya operasi.

- Membuat penjadwalan pekerjaan.



Gambar 3.1 – Bagan Alir Pengerjaan Tugas Akhir

BAB IV
ANALISA PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN *DIAPHRAGM WALL* DAN
GALIAN BASEMENT

BAB IV

ANALISA PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN *DIAPHRAGM WALL* dan *GALIAN BASEMENT*

4.1 UMUM

Penggunaan alat berat merupakan hal yang biasa dilakukan dalam suatu pekerjaan apalagi dengan keterbatasan sumber daya manusia dan waktu. Tetapi kita sering mengalami kesulitan karena banyaknya jenis alat berat dan banyaknya item pekerjaan dalam suatu proyek. Ada hal-hal yang kita bisa dijadikan pertimbangan dalam merencanakan penggunaan alat berat, yaitu jangka waktu penyelesaian proyek dan biaya tambahan yang harus dikeluarkan.

Meski begitu, keterlibatan alat berat pada proyek tidak menjamin keberhasilan pelaksanaan tepat pada waktunya tanpa pengontrolan yang baik. Dan sulit untuk melakukan kontrol tanpa ketersediaan jadwal.

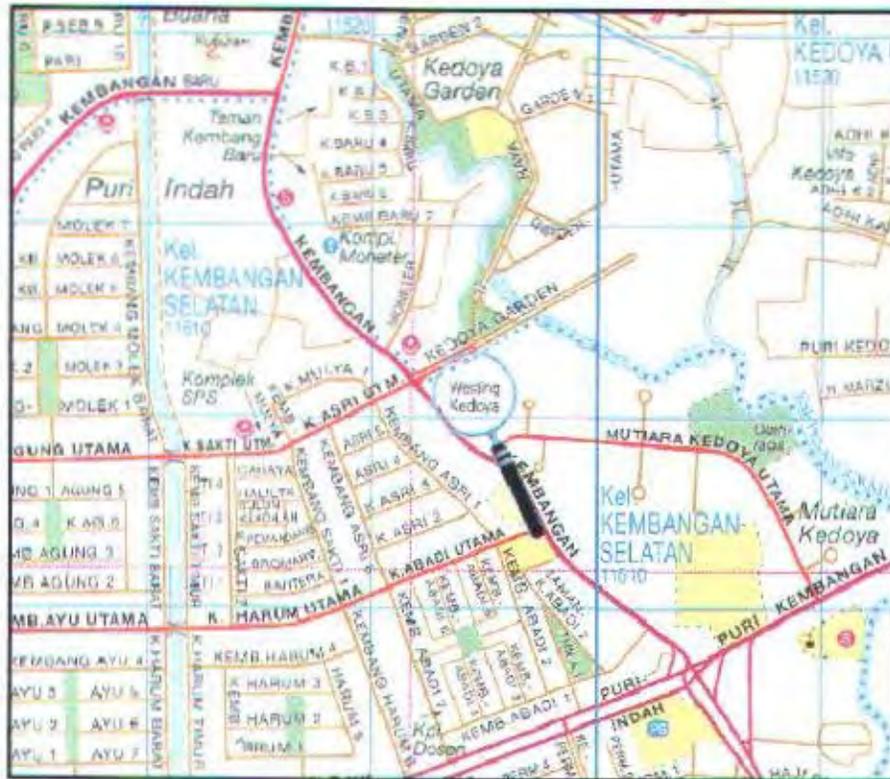
4.2 GAMBARAN UMUM PROYEK

Lokasi proyek Apartemen Wesling terletak di Jalan Kedoya Garden kav. 77 Jakarta Barat. Sebelah Utara lokasi studi berbatasan dengan jalan Kembangan, sebelah Timur berbatasan dengan jalan Kedoya Garden, sebelah Selatan berbatasan dengan Komplek Perumahan Mutiara Kedoya Utama, sebelah Barat berbatasan dengan jalan Mutiara Kedoya Utama (gambar 4.1).

Proyek Apartemen Wesling ini merupakan proyek pembangunan gedung tingkat tinggi yang memiliki ruang *basement*. Untuk mendapatkan elevasi *basement* yang lebih rendah dari elevasi tanah asli, maka perlu dilakukan pekerjaan galian. Pekerjaan penggalian dilakukan hingga mencapai elevasi -11 m.

Dengan kedalaman penggalian 11 m, maka pekerjaan galian juga memerlukan adanya dinding penahan tanah untuk mencegah terjadinya longsor pada tepi bidang galian. Struktur dinding penahan tanah yang digunakan pada saat penggalian adalah struktur *diaphragm wall*. Hal ini dikarenakan lokasi

proyek yang berdekatan dengan gedung-gedung tinggi yang telah berdiri, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pekerjaan pemancangan yang dapat menimbulkan getaran yang cukup kuat.



Gambar 4.1
Lokasi Studi
Proyek Apartemn Wesling

4.3 DATA TEKNIS PROYEK

4.3.1 Data Proyek

Nama proyek : Proyek Apartemen Wesling Jalan Kedoya Garden Jakarta Barat

Lokasi : Jalan Kedoya Garden Kav. 77 Jakarta Barat.

Luas Lokasi : 9882.5 m²

Volume pekerjaan galian *basement* : 108707,5m³

Waktu pelaksanaan pekerjaan galian *basement* : 83 hari

Volume pekerjaan *diaphragm wall* : 6546,01 m³

Waktu pelaksanaan pekerjaan galian *diaphragm wal* : 52 hari

4.3.2 Pihak-Pihak yang Terlibat

Kontraktor	: PT. Adhi Karya
Konsultan	: PT. HRT Consulting Engineers
Pemilik Proyek	: PT. Metropolitan Mulia Persada

4.3.3 Jenis dan Jumlah Alat yang Dimiliki

Berikut adalah daftar dari jenis alat yang dimiliki oleh pihak kontraktor

<i>Buldozer</i>	: D 41 P-3
<i>Clamshell</i>	: ML 60100
<i>Excavator</i>	: PC 200
<i>Dump truck</i>	: CWA 18T
<i>Crawler crane</i>	: M-250 S2

4.4 ANALISA PEMAKAIAN ALAT BERAT

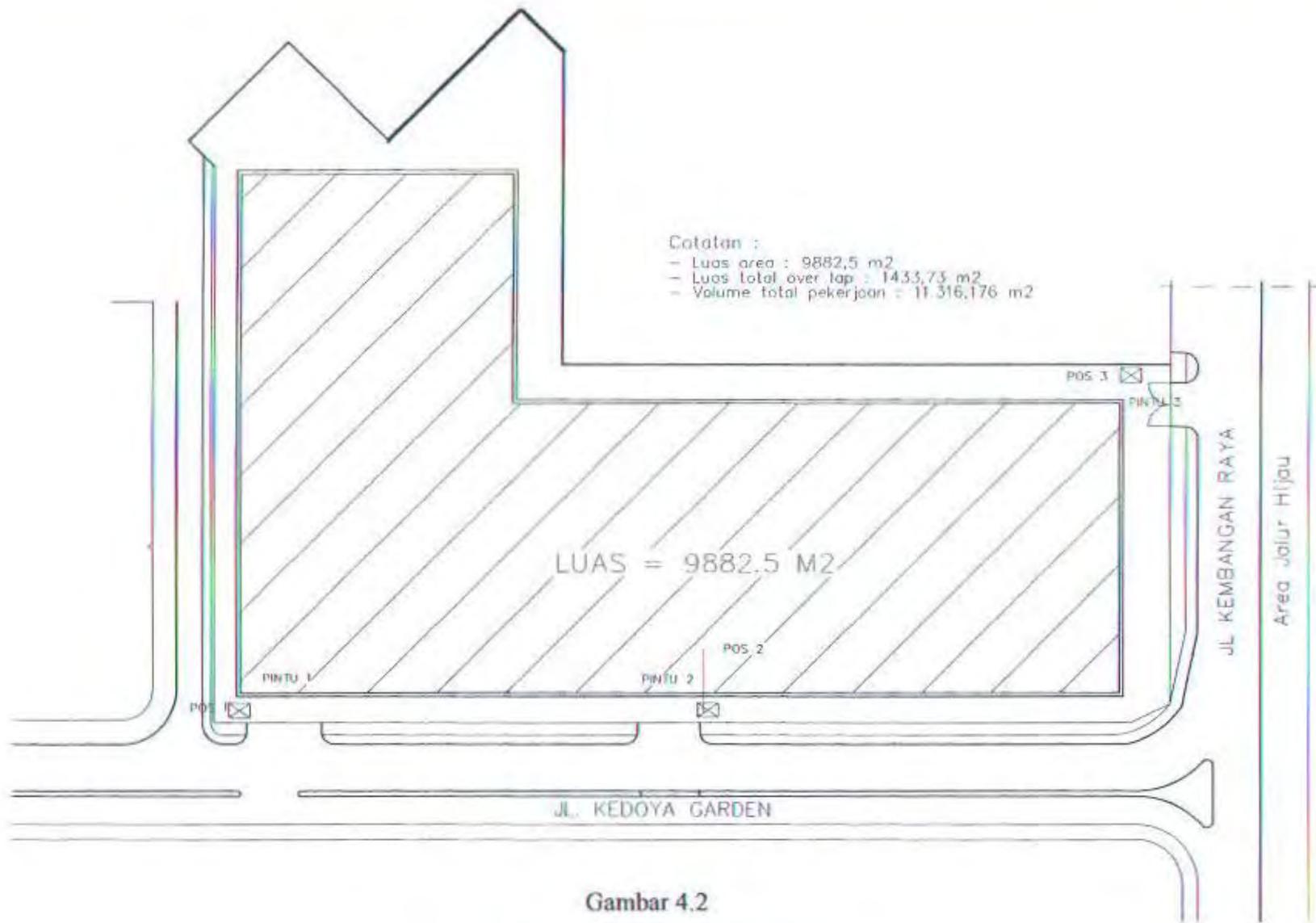
4.4.1 Pekerjaan Struktur *Diaphragm wall*

Struktur *diaphragm wall* merupakan struktur dinding penahan tanah, yang gunanya untuk mencegah terjadinya longsor pada saat penggalian dilakukan. Struktur *diaphragm wall* ini nantinya juga akan dipakai sebagai dinding *basement*. Berikut adalah proses kerja pembuatan *diaphragm wall*:

4.4.1.1 Pekerjaan *Land Clearing*

Sebelum pembangunan proyek konstruksi pada suatu lahan kosong, lahan tersebut harus dibersihkan dari semak atau pepohonan. Alat yang umum digunakan untuk pekerjaan ini adalah *crawler tractor* yang dilengkapi dengan *blade* khusus untuk membersihkan lahan. Metode pelaksanaan pekerjaan *land clearing*.

- a. Menentukan area yang akan dibersihkan (gambar 4.2)
- b. Melakukan kegiatan *land clearing* dengan menggunakan buldozer.
 1. Menentukan titik awal dan akhir serta arah pengerjaan (gambar 4.3).
 2. Membersihkan lahan dengan buldozer.



Gambar 4.2
Area Pe'kerjaan *Land Clearing*

4.4.1.1.1 Produksi *Buldozer*

Perhitungan produktivitas *buldozer* pada suatu *land clearing*.

Alat yang digunakan : *Buldozer* type D 41 P-3

Lebar cut : 3.025 m

Kecepatan rata-rata : 3,4 km/jam

Luas area : 9882,5 m²

Karena pada saat pelaksanaan terdapat *over lap* (40 cm) pada tiap *lap*, maka volume pekerjaan mendapat penambahan sebagai berikut :

Luas total *over lap* : 1433,73 m²

Volume pekerjaan : 9882,5 m² + 1433,73 m² = 11.316,176 m²

Produksi dari *land clearing* biasanya dinyatakan dalam are atau hectare per jam. Untuk kebanyakan pekerjaan *land clearing*, produksinya dihitung dari perkalian antara kecepatan traktor dengan lebar *cut*. Jadi dapat dituliskan sebagai berikut :

$$TP = \frac{L(m) \times V(km/jam) \times E}{10} \text{ (ha/ jam)} \dots\dots\dots(Susy Fatena R, 2002)$$

Dimana ;

TP : Taksiran Produksi (ha/jam)

L : Lebar *cut* (m)

V : Kecepatan rata-rata (km/jam)

E : Effisiensi kerja

Tabel 4.1

Faktor Effisiensi Kerja *Buldozer*

Kondisi Medan	Keadaan Alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0,84	0,81	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Biasa	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

Asumsi perencanaan produktivitas :

- a. Kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83 (tabel 2.1).
- b. Kondisi alat bagus dan kondisi medan biasa, sehingga faktor efisiensi = 0,69 (tabel 4.1).
- c. Keterampilan operator normal, sehingga faktor efisiensi = 0,75 (tabel 2.2).
- d. Asumsi waktu; 1 bulan sama dengan 25 hari kerja. 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Berdasarkan asumsi diatas maka effisiensinya adalah :

$$\begin{aligned} E &= 0,83 \times 0,69 \times 0,75 \\ &= 0,43 \end{aligned}$$

Jadi produktivitas *buldozer* per jam dapat dihitung sebagai berikut :

$$TP = \frac{3,025(m) \times 3,4(km/jam) \times 0,43}{10}$$

$$TP = 0,442 \text{ ha/jam}$$

4.4.1.1.2 Perhitungan Durasi Pekerjaan *Land Clearing*

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan *land clearing* adalah *buldozer* tipe D 41 P-3. Berdasarkan hasil perhitungan di atas :

$$\begin{aligned} V_t &= 11.316,176 \text{ m}^2 \\ &= 1,13162 \text{ ha} \\ TP &= 0,442 \text{ ha/jam} \\ n &= 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jadi durasi pekerjaan adalah :

$$t = \frac{V_t(\text{ha})}{TP(\text{ha/jam}) \times n(\text{unit})}$$

$$t = \frac{1,13162(\text{ha})}{0,442(\text{ha/jam}) \times 1(\text{unit})} = 2,5602 \text{ jam} \approx 3 \text{ jam}$$

4.4.1.1.3 Perhitungan Biaya Pemakaian *Buldozer*

A. Perhitungan Harga Satuan Pemakaian *Buldozer*

1. Menghitung Biaya Pemilikan

Perhitungan biaya bulldozer type D 41 P-3 dengan data-data sebagai berikut;

Umur alat (N) = 5 tahun

Jam kerja per tahun (c) = 2000 jam

Nilai awal (P)	= Rp. 855.000.000
Harga sisa alat (r)	= 10 %
Bunga per tahun	= 20 %
Harga bahan bakar	= Rp. 1.650/liter
Harga oli mesin	= Rp. 11.000/liter
Harga oli transmisi	= Rp. 11.000/liter
Harga oli final drive	= Rp. 11.000/liter
Harga oli hidrolis	= Rp. 11.000/liter
Harga grease/gemuk	= Rp. 11.000/liter

Biaya kepemilikan adalah sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} \text{Nilai sisa (S)} &= 10 \% \times \text{Rp. 855.000.000} \\ &= \text{Rp. 85.500.000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{P(Rp) - S(Rp)}{c(\text{jam / thn}) \times N(\text{thn})} \\ &= \frac{\text{Rp}855.000.000 - \text{Rp}85.500.000}{2000(\text{jam / thn}) \times 5(\text{thn})} \\ &= \text{Rp. 76.950/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bunga, pajak dan asuransi} &= \frac{i \times \left[1 - \frac{(N(\text{thn}) - 1)(1 - r)}{2N(\text{thn})} \right] \times P(Rp)}{c(\text{jam / thn})} \\ &= \frac{20\% \times \left[1 - \frac{(5 - 1)(1 - 0,1)}{2 \times 5(\text{thn.})} \right] \times \text{Rp}855.000.000}{2000(\text{jam / thn.})} \\ &= \text{Rp. 54.720,5/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya kepemilikan} &= \text{Rp. 76.950/jam} + \text{Rp. 54.720,5/jam} \\ &= \text{Rp. 131.670,5/jam} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Biaya Operasi

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= 12,4 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. 1.650/ltr} \\ &= \text{Rp. 20.460/jam} \\ \text{Biaya oli mesin} &= 0,08 \text{ ltr/ajm} \times \text{Rp. 11.000/ltr} \\ &= \text{Rp. 880/jam} \end{aligned}$$

Biaya oli transmisi	= 0,05 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr = Rp. 550/jam
Biaya oli final drive	= 0,03 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr = Rp. 330/jam
Biaya oli hidrolis	= 0,06 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr = Rp. 660/jam
Biaya grease/gemuk	= 0,02 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr = Rp. 220/ltr
Biaya perbaikan	= $\frac{0,15 \times Rp855.000.000}{5(thn.) \times 2000(jam/thn.)}$ = Rp. 12.852/jam
Biaya operator	= Rp. 50.000/hari, atau = Rp. 6.250/jam
Jadi biaya operasi	= 20.460 + 880 + 550 + 330 + 660 + 220 + 12.852 + 6.250 = Rp. 42.202/jam

B. Perhitungan Biaya Total Pemakaian *Buldozer*

Dari perhitungan jumlah alat, lama penyelesaian pekerjaan dan harga satuan dari masing-masing alat berat, maka biaya alat berat secara keseluruhan dapat dihitung seperti pada tabel 4.2



Tabel 4.2

Biaya Total Pemakaian *Buldozer*

No	Pekerjaan	Jenis Alat	Jml. Total alat	Jml. Alat		Waktu Penyelesaian (jam)	Harga Satuan		Biaya Operasi (Rp)	Total Biaya (Rp)
				Milik sendiri (unit)	Sewa (unit)		Alat Milik Sendiri (Rp/jam)	Alat Sewa (Rp/jam)		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	$k=(h+i)*g*d$
	Land Clearing	Bulldozer D 41 P-3	1	1	-	3	131,671		42,202	521,618
3.	Mobilisasi dan Demobilisasi								@Rp 3.000.000	3.000,000
									Total	3,521,618

Sumber : Hasil analisa, 2004

4.4.1.2 Pekerjaan Pembuatan *Guide Wall*

Guide Wall merupakan struktur pendukung dari *diaphragm wall*. Fungsi dari guide waal itu sendiri adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai pengarah *diaphragm wall*, agar berada pada jalur yang direncanakan.
- b. Membantu stabilitas dinding galian bagian atas, agar tidak longsor.
- c. Membantu kelurusan alat penggali pada awal penggalian.
- d. Sebagai *marking point* untuk posisi *panel*, sesuai dengan rencana layout *panel*.
- e. Sebagai landasan untuk peralatan pengecoran.
- f. Tempat menyambung *steel cage* selama pengecoran.

Metode pelaksanaan pekerjaan pembuatan *guide wall* adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan rencana layout panel *diaphragm wall*, dimana tebal tiap-tiap *panel* adalah 60 cm (gambar 4.4).
- b. Menentukan jumlah peralatan yang akan digunakan.
- c. Menentukan titik awal dan akhir pengerjaan, serta arah pengerjaan (gambar 4.5).
- d. Melakukan penggalian dengan menggunakan clamshell, dimana tebal galian adalah 105 cm dan kedalaman 120 cm. Tebal *guide wall* di masing-masing sisi galian adalah 20 cm.
- e. Pembuangan material galian dengan menggunakan dump truck.

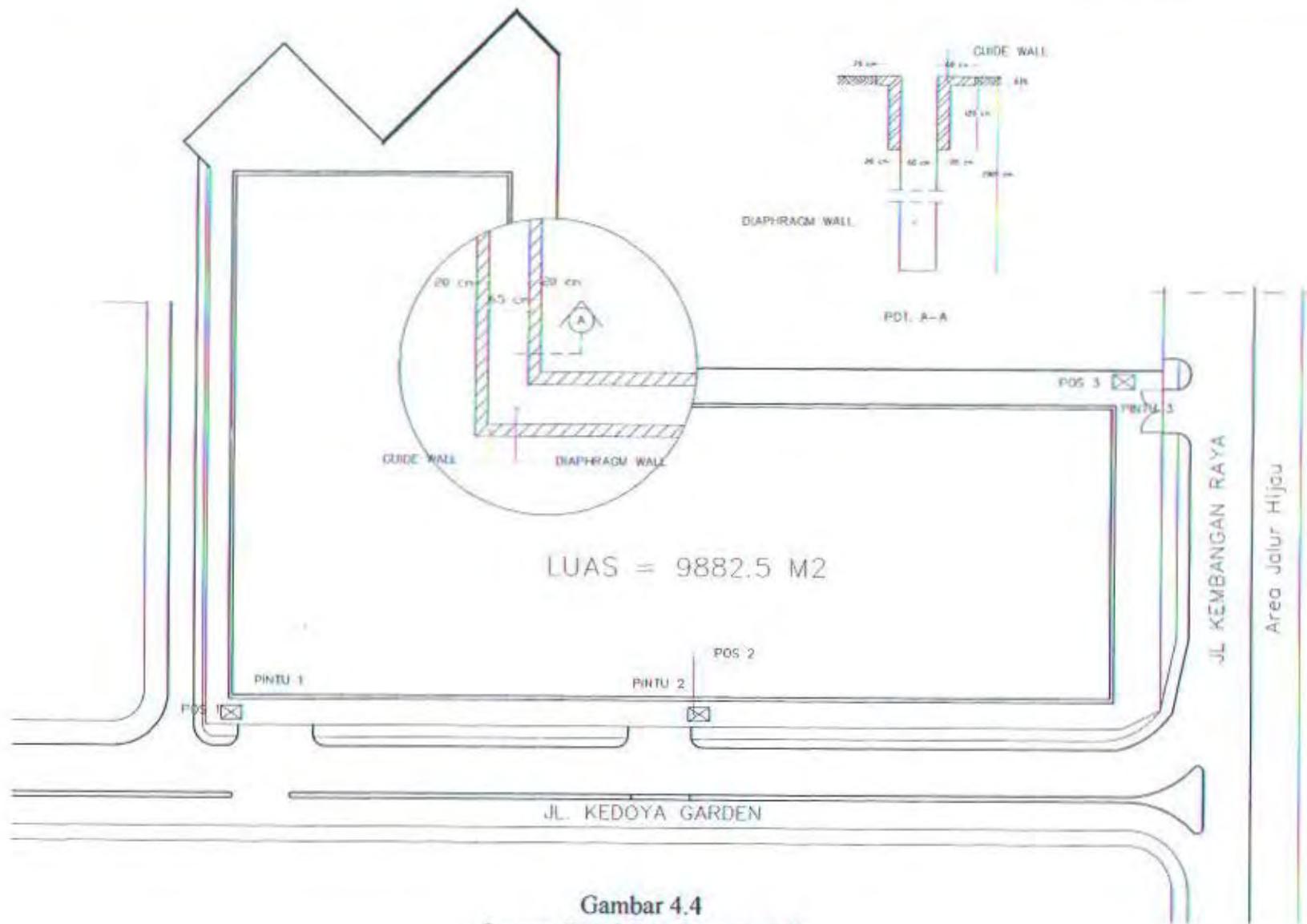
4.4.1.3 Pekerjaan Pembuatan *Diaphragm wall*

Diaphragm wall merupakan struktur utama dinding penahan tanah, yang terdiri dari panel-panel yang dirangkai satu sama lain. Struktur *diaphragm wall* ini selain sebagai dinding penahan tanah, juga digunakan sebagai dinding *basement*. Dimensi dari tiap-tiap panel adalah sebagai berikut :

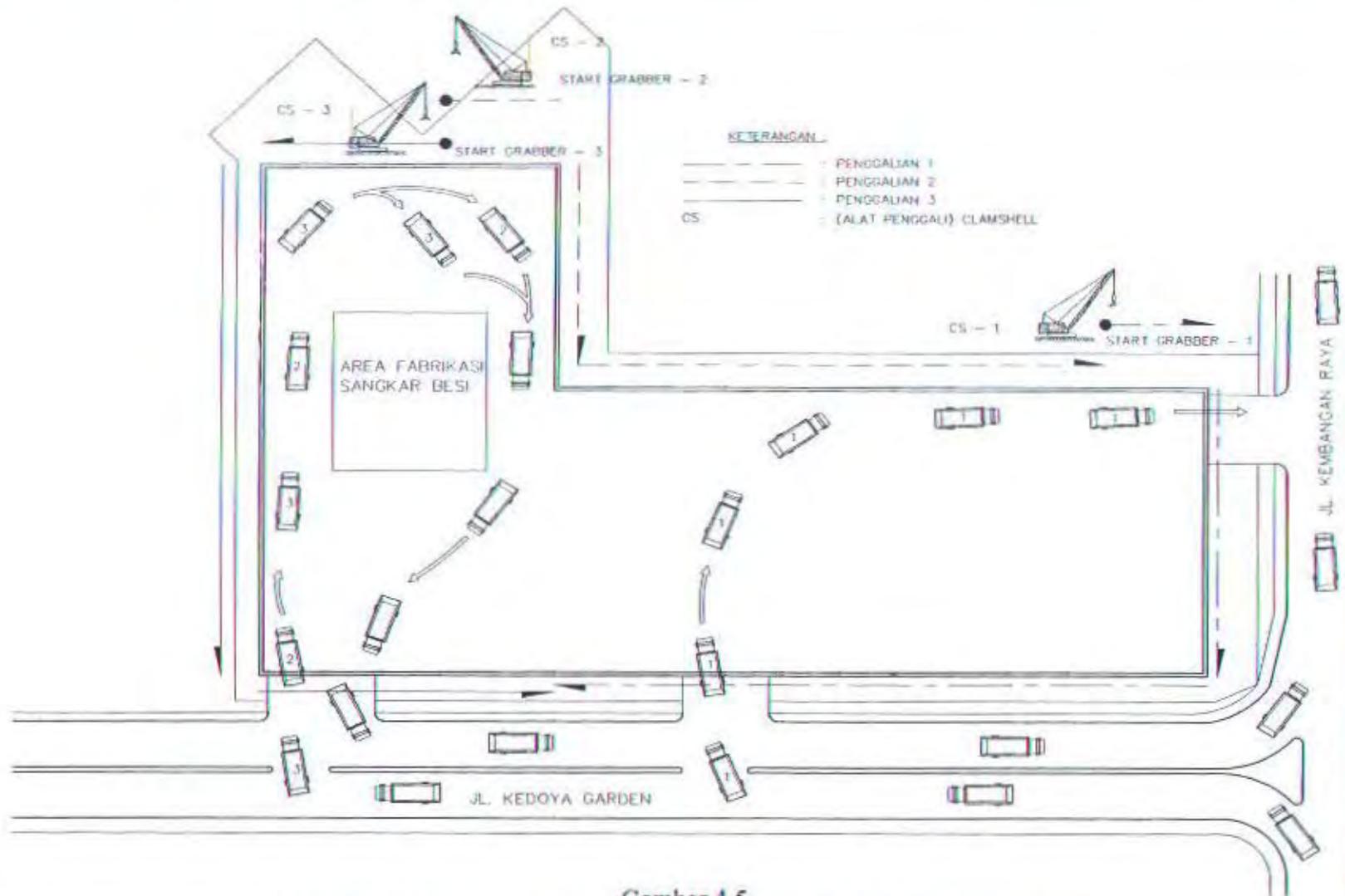
- tebal : 0.6 m
- kedalaman : 20 m
- panjang : 4 m
- keliling : 522,01 m

Metode pelaksanaan pekerjaan pembuatan *diaphragm wall* adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan jumlah peralatan yang akan digunakan.
- b. Menentukan titik awal dan akhir pengerjaan, serta arah pengerjaan (gambar 4.5).
- c. Melakukan penggalian dengan menggunakan clamshell. Ketebalan penggalian adalah 0.6 m dan kedalaman 20 m.
- d. Pembuangan material penggalian (gambar 4.5).
- e. Pemasangan tulangan.
- f. Melakukan pengecoran.



Gambar 4.4
Layout Panel Diaphragm wall



Gambar 4.5
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pembuatan Guide Wall & Diaphragm wall
 (dengan menggunakan 3 alat)

4.4.1.3.1 Produksi *Clamshell*

Perhitungan produktivitas *clamshell* pada pekerjaan penggalian untuk *diaphragm wall*, dengan data spesifikasi alat berat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Alat yang digunakan	: <i>Clamshell</i> type ML 60100
Kapasitas <i>bucket</i>	: 1,05 m ³
Kedalaman maksimum penggalian	: 42 m
Kecepatan rata-rata	: 3,4 km/jam
Jumlah alat	: 3 unit

Volume pekerjaan;

- Pekerjaan galian *guide wall* : 657,73 m³
- Pekerjaan galian *diaphragm wall* : 5888,27 m³

Dalam perhitungan produktivitas terdapat beberapa asumsi, yaitu :

- a. Asumsi kondisi penggalian normal, sehingga faktor kedalaman dan kondisi penggalian = 1 (tabel 4.4).
- b. Asumsi waktu ; 1 bulan sama dengan 25 hari kerja. 1 hari sama dengan 8 jam kerja.
- c. Asumsi kondisi pengoperasian normal, sehingga faktor efisiensi kerja = 0,75 (tabel 4.5).
- d. Asumsi kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83 (tabel 2.1).
- e. Asumsi perjalanan alat penggali setiap 4 m, sehingga waktu berjalan adalah 4,24 menit.
- f. Alat berat pada pekerjaan *diaphragm wall* bekerja secara bersama-sama, dengan volume pekerjaan yang sama untuk masing-masing alat.

Produksi per jam *clamshell* pada pekerjaan penggalian dapat dihitung sebagai berikut:

$$TP = \frac{q(m^3) \times 60 \times E}{Cm(mnt.)} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Dimana :

- TP = Taksiran produksi (m³/jam).
- q = Produksi per siklus (m³).
- E = Efisiensi kerja.
- Cm = Waktu siklus (menit).

a) Produksi per siklus (q)

$$q = KB \times BF$$

dimana : KB = Kapasitas *bucket* = $1,05 \text{ m}^3$

BF = *Bucket faktor* = 1,1 (tabel 4.3)

Jadi produksi per siklus :

$$\begin{aligned} q &= 1,05 \text{ m}^3 \times 1,1 \\ &= 1,155 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.3

Bucket Faktor Clamshell

Kondisi Operasi/Penggalian		Bucket Faktor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1,20 – 1,10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,10 – 1,00
Agak sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1,00 – 0,90
Sulit	Tanah keras, bekas ledakan	0,90 – 0,70

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

b) Waktu siklus (Cm)

Perhitungan waktu yang dibutuhkan tiap siklus(Cm) adalah sebagai berikut :

Mengisi <i>bucket</i>	:	13	detik
Mengangkat muatan	:	12	detik
Swing 90°	:	7	detik
Dumping	:	7	detik
Swing kembali	:	7	detik
Menurunkan <i>bucket</i>	:	6	detik
Waktu toleransi	:	10	detik +
		62	detik

Berdasarkan asumsi di atas maka, waktu siklus adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Cm &= 62 \text{ detik} \times 1 \\ &= 62 \text{ detik} \\ &= 1,033 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.4
Faktor Kedalaman dan Kondisi Penggalian

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalian			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit sekali
Dibawah 40%	0,70	0,90	1,10	1,40
40%-75%	0,80	1,00	1,30	1,60
Diatas 75%	0,90	1,10	1,50	1,80

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

c) Efisiensi

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas maka, efisiensinya dapat dihitung sebagai berikut :

$$E = 0,75 \times 0,83$$

$$= 0,64$$

Tabel 4.5
Faktor Efisiensi Kerja *Clamshell*

Kondisi operasi	Effisiensi Kerja
Baik	0,83
Normal-Sedang	0,75
Kurang baik	0,67
Buruk	0,58

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

Berdasarkan perhitungan produktivitas per siklus, waktu siklus dan efisiensi di atas, maka taksiran produksi *clamshell* per jam dapat dihitung seperti berikut :

$$TP = \frac{q(m^3) \times 60 \times E}{Cm(mnt.)} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

$$TP = \frac{1,155(m^3) \times 60 \times 0,64}{1,033(mnt.)} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

$$TP = 42,935 \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

4.4.1.3.2 Perhitungan Durasi Pekerjaan Galian *Guide Wall* dan *Diaphragm wall*

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pembuatan *guide wall* dan *diaphragm wall* adalah *Clamshell* type ML 60100. Volume pekerjaan yang akan dilakukan ;

$$1. V_{t(\text{guide wall})} = 657,73 \text{ m}^3$$

Jumlah alat yang digunakan adalah 3 unit. Sehingga volume pekerjaan untuk masing-masing alat adalah $219,24 \text{ m}^3$.

$$2. V_{t(\text{diaphragm wall})} = 5888,27 \text{ m}^3$$

Jumlah alat yang digunakan adalah 3 unit. Sehingga volume pekerjaan untuk masing-masing alat adalah $1962,76 \text{ m}^3$.

Berdasarkan uraian di atas, maka contoh perhitungan durasi pekerjaan adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{Vt(m^3)}{TP(m^3 / jam) \times n(\text{unit})} + \text{waktu berjalan(jam)}$$

1. *Guide Wall*

$$t = \frac{657,73(m^3)}{42,935(m^3 / jam) \times 3(\text{unit})} + (0,0707 \times 43)(jam) = 8,146 \text{ jam}$$

2. *Diaphragm wall*

$$t = \frac{5888,27(m^3)}{42,935(m^3 / jam) \times 3(\text{unit})} + (0,0707 \times 43) = 48,755 \text{ jam}$$

Dengan cara yang sama maka tabulasi perhitungan durasi pekerjaan penggalian *guide wall* dan *diaphragm wall* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6

Perhitungan Durasi Pekerjaan
(Galian Guide Wall & Diaphragm wall)

No.	Pekerjaan	Jml. alat	Vol. total	Vol. pekerjaan (utk. 1 alat)	Vol. tiap segmen	Jml. segmen	Produksi per siklus (q)	Taksiran produksi (TP)	Waktu		Durasi Pekerjaan (t)	
									Siklus (Cm)	Berjalan (4m)	(jam)	(hari)
a	b	c	d	e	f	g=e/f	H	$i = (h \cdot 60 \cdot 0,64) / j$	j	k	$l = (d / (h \cdot c)) + (j \cdot (f - 1)) + k$	m = l/8
1.	Galian Guide Wall	3	657.72	219.24	5.04	44	1.155	42.935	1.033	0.0707	8.111	1
2.	Galian Diaphragm Wall	3	5888.3	1962.76	45.12	44	1.155	42.935	1.033	0.0707	48.719	6

Sumber : Hasil analisa, 2004

4.4.1.3.3 Perhitungan Biaya Pemakaian *Clamshell*

A. Perhitungan Harga Satuan Pemakaian *Clamshell*

1. Menghitung Biaya Pemilikan

Perhitungan *clamshell* type ML 60100 dengan data-data sebagai berikut ;

Umur alat (N)	= 5 tahun
Jam kerja per tahun (c)	= 2000 jam
Nilai awal (P)	= Rp. 305.550.000
Harga sisa alat (r)	= 10 %
Bunga per tahun	= 20 %
Harga bahan bakar	= Rp. 1.650/liter
Harga oli mesin	= Rp. 11.000/liter
Harga oli transmisi	= Rp. 11.000/liter
Harga oli final drive	= Rp. 11.000/liter
Harga oli hidrolis	= Rp. 11.000/liter
Harga grease/gemuk	= Rp. 11.000/liter

Biaya kepemilikan adalah sebagai berikut ;

Nilai sisa (S) = 10 % x Rp. 305.550.000

$$= \text{Rp. } 30.555.000$$

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{P(\text{Rp}) - S(\text{Rp})}{c(\text{jam / thn}) \times N(\text{thn.})} \\ &= \frac{\text{Rp } 305.550.000 - \text{Rp } 30.555.000}{2000(\text{jam / thn}) \times 5(\text{thn})} \\ &= \text{Rp. } 27.499,5/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Bunga, pajak dan asuransi} = \frac{i \times \left[1 - \frac{(N(\text{thn}) - 1)(1 - r)}{2N(\text{thn})} \right] \times P(\text{Rp})}{c(\text{jam / thn})}$$

$$= \frac{20\% \times \left[1 - \frac{(5(\text{thn}) - 1)(1 - 0,1)}{2 \times 5(\text{thn})} \right] \times \text{Rp } 305.550.000}{2000(\text{jam / thn})}$$

$$= \text{Rp. } 19.555,2/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya kepemilikan} &= \text{Rp. } 27.499,5/\text{jam} + \text{Rp. } 19.555,2/\text{jam} \\ &= \text{Rp. } 47.054,7/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Biaya Operasi

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= 14 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 1.650/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 23.100/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli mesin} &= 0,07 \text{ ltr/ajm} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 7.700/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli transmisi} &= 0,05 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 550/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli final drive} &= 0,055 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 605/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli hidrolis} &= 0,136 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 1.496/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya grease/gemuk} &= 0,02 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 220/\text{ltr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perbaikan} &= \frac{0,15 \times \text{Rp } 305.550.000}{5(\text{thn}) \times 2000(\text{jam / thn})} \\ &= \text{Rp. } 4.583,25/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. } 50.000/\text{hari, atau} \\ &= \text{Rp. } 6.250/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya operasi} &= 23.100 + 7.700 + 550 + 605 + 1.496 + 220 + \\ &\quad 4.583,25 + 6.250 \\ &= \text{Rp. } 44.504,25/\text{jam} \end{aligned}$$

B. Perhitungan Biaya Total Pemakaian *Clamshell*

Dari perhitungan jumlah alat, durasi pekerjaan dan harga satuan, maka biaya alat berat secara keseluruhan dapat dihitung seperti pada tabel 4.7.

Tabel 4.7

Biaya Total Pemakaian *Clamshell*

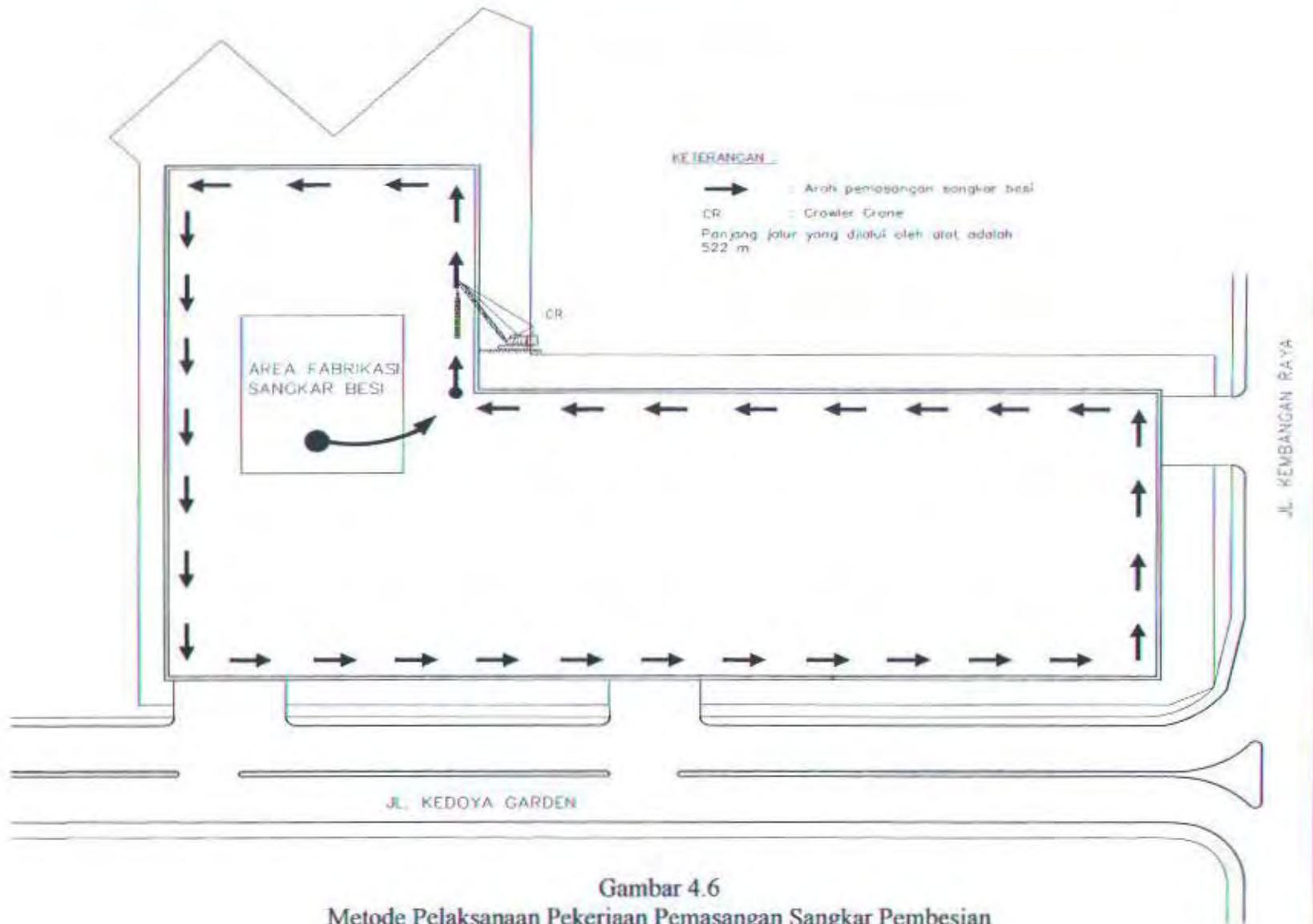
No	Pekerjaan	Jenis Alat	Jml. Total alat	Jml. Alat		Waktu Penyelesaian	Harga Satuan		Biaya Operasi	Total Biaya
				Milik sendiri	Sewa		Alat Milik Sendiri	Alat Sewa		
			(unit)	(unit)	(unit)	(jam)	(Rp/jam)	(Rp/jam)	(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	$k = (h+i) \cdot g \cdot e$
1.	Galian Guide Wall	<i>Clamshell</i> ML 60100	3	3		8.111	47,055		44,504.25	2,227,920
2.	Diaphragm Wall	<i>Clamshell</i> ML 60100	3	3	-	48.719	47,055		44,504.25	13,382,077
3.	Mobilisasi dan Demobilisasi								@Rp 3.000.000	9,000,000
									Total	24,609,997

Sumber : Hasil analisa, 2004

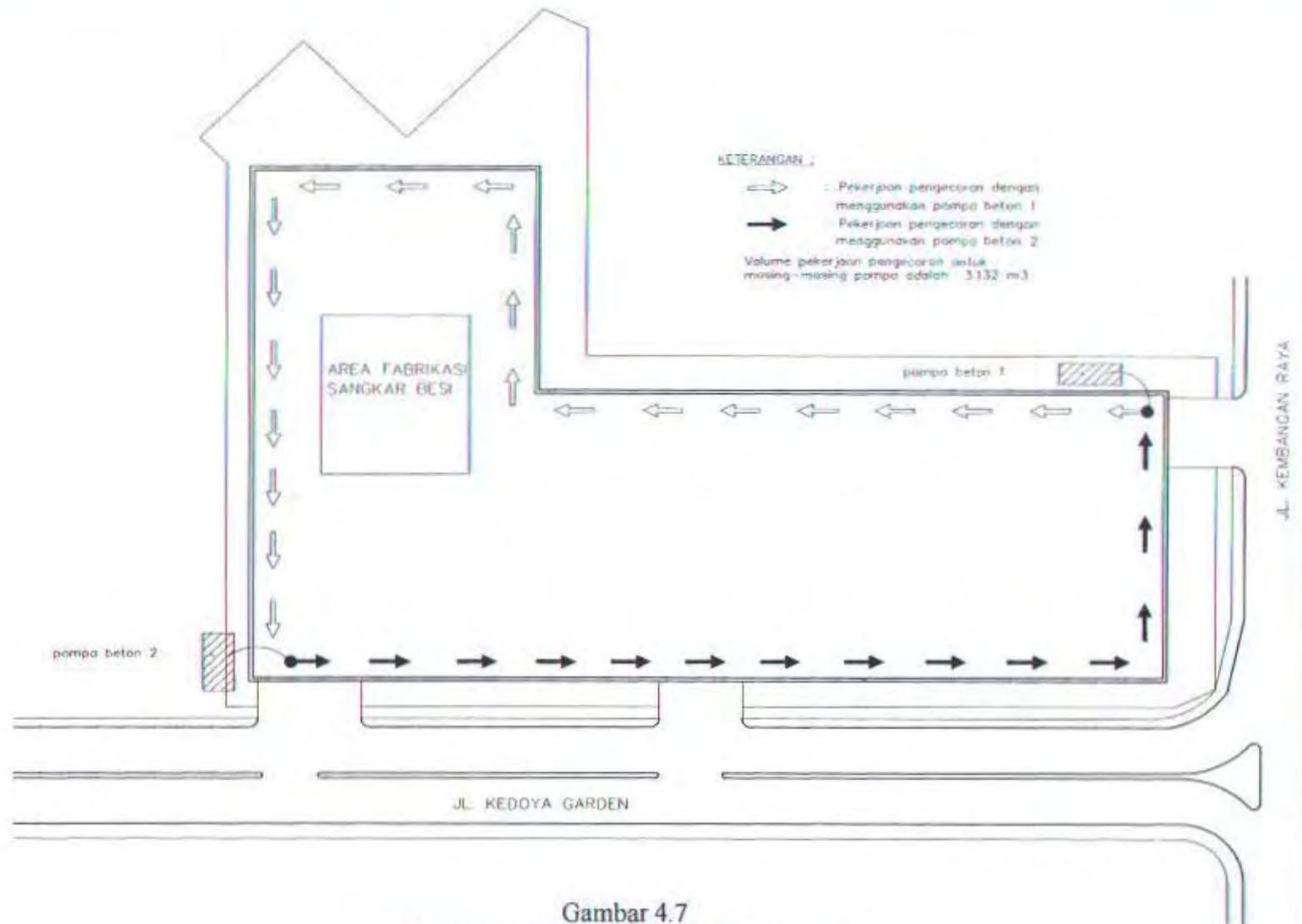
4.4.1.4 Pekerjaan pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan setelah pekerjaan panggalian lubang panel selesai. Pengecoran pada pekerjaan *diaphragm wall* dilakukan dengan menggunakan *concrete pump*. Metode pemompaan pada pekerjaan pengecoran merupakan metode yang fleksibel untuk memindahkan campuran beton kesembarang tempat pada bidang pengecoran dan merupakan cara yang paling cepat dibandingkan dengan membawa campuran beton dengan cara lain. Metode pelaksanaan pekerjaan pengecoran adalah sebagai berikut:

- a. Membersihkan dasar lubang panel, yang bertujuan mengurangi sedimen (lumpur) yang berada di dasar lubang.
- b. Memasang sangkar pembesian (*reinforced cage*) ke dalam lubang panel (gambar 4.6). Pada saat pemasangan sangkar pembesian, dipasang pula *joint* antara *male panel* dan *female panel*.
- c. Melakukan pengecoran (gambar 4.7)



Gambar 4.6
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Sangkar Pembesian
 (dengan menggunakan 1 crawler crane)



Gambar 4.7
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran
 (dengan menggunakan 2 unit *concrete pump*)

4.4.1.4.1 Produksi *Crawler crane*

Pada pekerjaan pemasangan sangkar pembesian, alat berat yang digunakan adalah *crawler crane* tipe M-250 S2, dengan data-data sebagai berikut :

- Kapasitas maksimum : 50 ton
- Berat beban : 19,5 ton
- Tinggi pengangkatan : 45 m
- Panjang boom : 48 m
- Kecepatan dengan muatan : 2,8 km/jam
- Kecepatan tanpa muatan : 3,4 km/jam

Pada perhitungan produksi *crawler crane*, ada beberapa asumsi yang digunakan yaitu :

- a. Asumsi kondisi pengoperasian normal, sehingga faktor keamanan = 1,05
- b. Asumsi kondisi pengoperasian normal, sehingga faktor efisiensi kerja = 0,75 (tabel 4.5).
- c. Asumsi kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83 (tabel 2.1)
- d. Asumsi waktu kerja dalam 1 bulan adalah 25 hari kerja, dalam 1 hari sama dengan 8 jam kerja.
- e. Alat berat pada pekerjaan pemasangan sangkar besi bekerja secara bersamaan dengan volume pekerjaan yang sama, untuk masing-masing alat.

Produksi *crawler crane* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$TP = \frac{q(\text{ton}) \times 60 \times E}{Cm(\text{mnt.})} \text{ (ton/jam)}$$

Dimana :

- TP = taksiran produksi (ton/jam)
- q = produksi per siklus (ton)
- Cm = waktu siklus (menit)
- E = efisiensi

Berdasarkan data-data di atas, maka perhitungan produksi *crawler crane* adalah sebagai berikut :

- a) Produksi per siklus (q)

Produksi per siklus *crawler crane* adalah beban yang diangkat dalam satu siklus, yaitu q = 19,5 ton.

b) Waktu siklus (Cm)

Waktu siklus yang dibutuhkan *crawler crane* dalam satu siklus adalah sebagai berikut :

Mengangkat muatan	: 13	detik
Swing 90 ⁰	: 7	detik
Swing kembali	: 7	detik
Menurunkan muatan	: 13	detik
Waktu toleransi	<u>: 10</u>	<u>detik</u>
	50	detik

Berdasarkan asumsi di atas maka, waktu siklus adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_m &= 50 \text{ detik} \times 1,05 \\ &= 52,5 \text{ detik} \\ &= 0,875 \text{ menit} \end{aligned}$$

c) Effisiensi

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas maka, effisiensinya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E &= 0,75 \times 0,83 \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan produktivitas per siklus, waktu siklus dan effisiensi di atas, maka taksiran produksi *clamshell* per jam dapat dihitung seperti berikut :

$$TP = \frac{q(\text{ton}) \times 60 \times E}{C_m(\text{mnt.})} \text{ (ton/jam)}$$

$$TP = \frac{19,5(\text{ton}) \times 60 \times 0,64}{0,875(\text{mnt.})} \text{ (ton/jam)}$$

$$TP = 855,77 \text{ (ton/jam)}$$

4.4.1.4.2 Perhitungan Durasi Pekerjaan Pemasangan Tulangan

Alat berat yang digunakan untuk pekerjaan pemasangan tulangan adalah *crawler crane* tipe M-250 S2, dengan berat beban yang harus dipindahkan untuk masing-masing alat adalah 1267,5 ton. Durasi pekerjaan pemasangan sangkar besi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{Vt(\text{ton})}{TP(\text{ton/jam}) \times n(\text{unit})} + \text{waktu berangkat(jam)} + \text{waktu kembali(jam)} \text{ (jam)}$$

Dimana ;

t = durasi pekerjaan (jam)

V_t = volume pekerjaan (ton/jam)

n = jumlah alat berat (unit)

waktu berjalan adalah waktu yang dibutuhkan oleh *crawler crane* untuk membawa sangkar besi ke lubang panel, sedangkan waktu kembali adalah sebaliknya.

Perhitungan durasi pekerjaan pemasangan sangkar besi dengan data-data sebagai berikut :

V_t = 2535 (ton)

TP = 855,77 (ton/jam)

n = 1 (unit)

Waktu berangkat = 0,049(jam) x 130(kali) = 6,37(jam)

Waktu kembali = 0,04(jam) x 130(kali) = 5,2(jam)

Jadi durasinya adalah :

$$t = \frac{2535(\text{ton})}{855,77(\text{ton/jam}) \times 1(\text{unit})} + 3,37(\text{jam}) + 5,2(\text{jam})$$

$$t = 14,53 \text{ jam} \approx 2 \text{ hari}$$

4.4.1.4.3 Perhitungan Biaya Pemakaian *Crawler crane*

A. Perhitungan Harga Satuan Pemakaian *Crawler crane*

1. Menghitung Biaya Pemilikan

Perhitungan biaya pemakaian *crawler crane* tipe M-250 S2 dengan data-data sebagai berikut ;

Umur alat (N)	= 5 tahun
Jam kerja per tahun (c)	= 2000 jam
Nilai awal (P)	= Rp. 395.550.000
Harga sisa alat (r)	= 10 %
Bunga per tahun	= 20 %
Harga bahan bakar	= Rp. 1.650/liter
Harga oli mesin	= Rp. 11.000/liter
Harga oli transmisi	= Rp. 11.000/liter
Harga oli final drive	= Rp. 11.000/liter

Harga oli hidrolis = Rp. 11.000/liter

Harga grease/gemuk = Rp. 11.000/liter

Biaya kepemilikan adalah sebagai berikut ;

Nilai sisa (S) = 10 % x Rp. 395.550.000

= Rp. 39.555.000

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{P(Rp) - S(Rp)}{c(\text{jam/thn}) \times N(\text{thn})} \\ &= \frac{\text{Rp } 395.550.000 - \text{Rp } 39.555.000}{2000(\text{jam/thn}) \times 5(\text{thn})} \\ &= \text{Rp. } 35.599,5/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Bunga, pajak dan asuransi} = \frac{i \times \left[1 - \frac{(N(\text{thn}) - 1)(1 - r)}{2N(\text{thn})} \right] \times P(Rp)}{c(\text{jam/thn})}$$

=

$$\frac{20\% \times \left[1 - \frac{(5(\text{thn}) - 1)(1 - 0,1)}{2 \times 5(\text{thn})} \right] \times \text{Rp } 395.550.000}{2000(\text{jam/thn})}$$

= Rp. 25.315,2/jam

Jadi biaya kepemilikan = Rp. 35.599,5/jam + Rp. 25.315,2/jam

= **Rp. 60.914,7/jam**

2. Perhitungan Biaya Operasi

Biaya bahan bakar = 14 ltr/jam x Rp. 1.650/ltr

= Rp. 23.100/jam

Biaya oli mesin = 0,07 ltr/ajm x Rp. 11.000/ltr

= Rp. 7.700/jam

Biaya oli transmisi = 0,05 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr

= Rp. 550/jam

Biaya oli final drive = 0,055 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr

= Rp. 605/jam

Biaya oli hidrolis = 0,136 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr

= Rp. 1.496/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya grease/gemuk} &= 0,02 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ltr} \\
 &= \text{Rp. } 220/\text{ltr} \\
 \text{Biaya perbaikan} &= \frac{0,15 \times \text{Rp } 395.550.000}{5(\text{thn}) \times 2000(\text{jam / thn})} \\
 &= \text{Rp. } 5.933,25/\text{jam} \\
 \text{Biaya operator} &= \text{Rp. } 50.000/\text{hari, atau} \\
 &= \text{Rp. } 6.250/\text{jam} \\
 \text{Jadi biaya operasi} &= 23.100 + 7.700 + 550 + 605 + 1.496 + 220 + \\
 &\quad 5.933,25 + 6.250 \\
 &= \text{Rp. } 45.854,25/\text{jam}
 \end{aligned}$$

B. Perhitungan Biaya Total Pemakaian *Crawler crane*

Dari perhitungan jumlah alat, durasi pekerjaan dan harga satuan, maka biaya alat berat secara keseluruhan dapat dihitung seperti pada tabel 4.8.

Tabel 4.8

Biaya Total Pemakaian *Crawler crane*

No	Pekerjaan	Jenis Alat	Jml. Total alat	Jml. Alat		Waktu Penyelesaian	Harga Satuan		Biaya Operasi	Total Biaya
				Milik sendiri	Sewa		Alat Milik Sendiri	Alat Sewa		
			(unit)	(unit)	(unit)	(jam)	(Rp/jam)	(Rp/jam)	(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	$k = (h+i) * g * e$
1.	Pemasangan sangkar - besi	<i>Crawler crane</i> M-250 S2	1	1		14.530	60,915		45,854	1,551,353
3.	Mobilisasi dan Demobilisasi								@Rp 3.000.000	6,000,000
									Total	7,551,353

Sumber : Hasil analisa, 2004



4.4.1.4.4 Produksi *Concrete Pump*

Pada pekerjaan pengecoran *diaphragm wall*, alat yang digunakan adalah *concrete pump*, dengan kapasitas 25 m³/jam dan volume 53 m³ untuk sekali pengecoran.

4.4.1.4.5 Perhitungan Durasi Pekerjaan Pengecoran

Berdasarkan kapasitas produksi *concrete pump* di atas, maka durasi pekerjaan pengecoran dapat dihitung sebagai berikut :

$$t = \frac{V_t(m^3)}{TP(m^3 / jam) \times n(unit)} \text{ (jam)}$$

Dimana ;

$$\begin{aligned} V_t &= \text{volume pengecoran} = 6264 \text{ (m}^3\text{)} \\ TP &= \text{taksiran produksi} = 25 \text{ (m}^3\text{/jam)} \\ n &= \text{jumlah alat} = 2 \text{ (unit)} \end{aligned}$$

Jadi durasinya adalah :

$$t = \frac{6264(m^3)}{25(m^3 / jam) \times 2(unit)} = 125,28(\text{jam}) \approx 16 \text{ hari}$$

4.4.1.4.6 Perhitungan Biaya Total Pemakaian *Concrete Pump*

Biaya pemakaian *concrete pump* dihitung berdasarkan data harga satuan pemakaian peralatan. Dimana harga satuan untuk *concrete pump* per jam adalah Rp 95.200. Perhitungan biaya pemakaian *concrete pump* dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9

Biaya Total Pemakaian *Concrete Pump*

No	Pekerjaan	Jenis Alat	Jml. Total alat	Jml. Alat		Vol. Pekerjaan	Waktu Penyelesaian	Harga per jam	Total biaya
				Milik sendiri	Sewa				
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j=i*g
1.	Pengecoran	Concrete Pump	2	2		6,264	125,280	95,200	596,332,800

Sumber : Hasil analisa, 2004

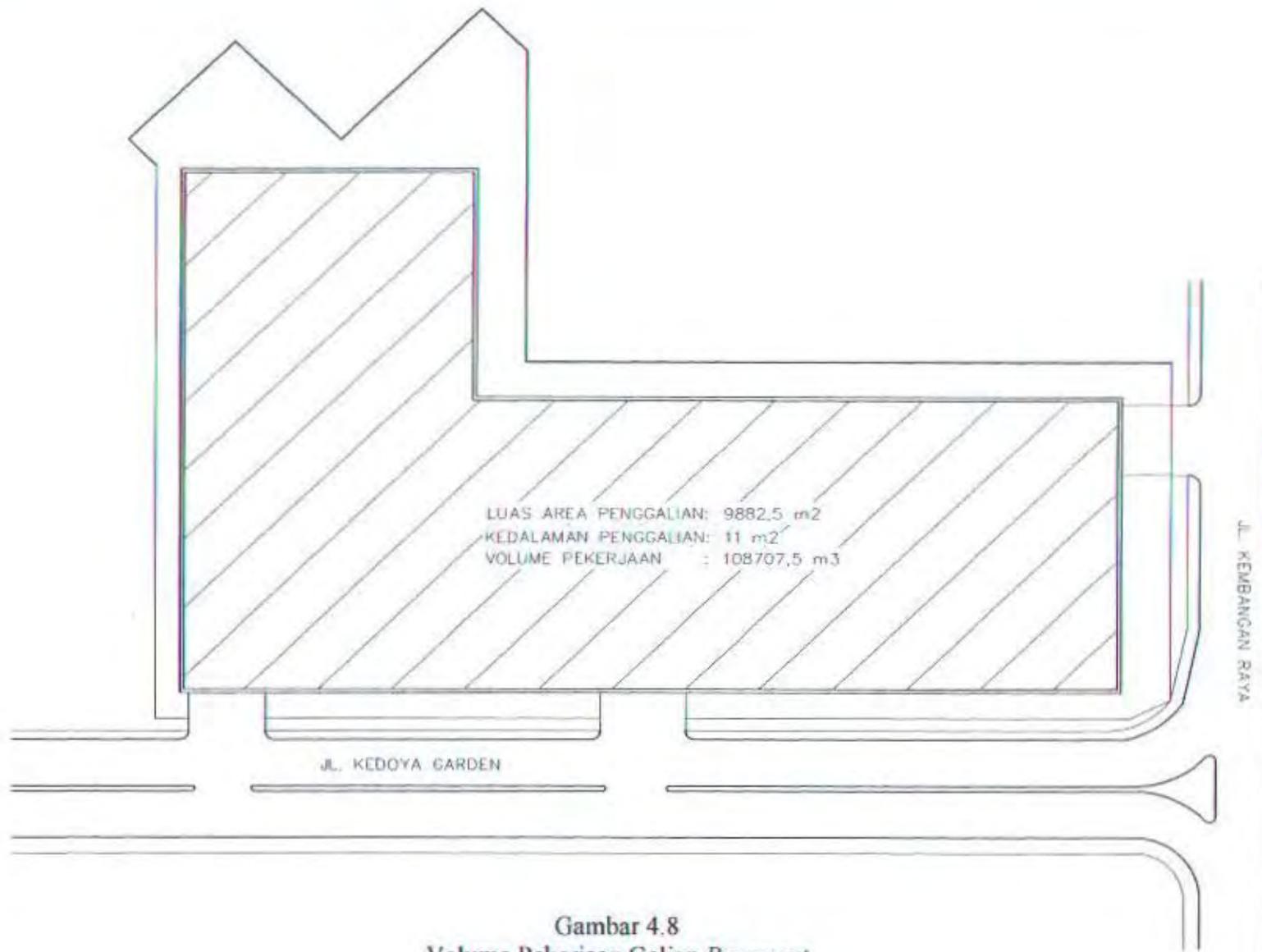
4.4.2 Pekerjaan Galian *Basement*

Pekerjaan galian diperlukan untuk mendapatkan elevasi *basement*, yaitu -10.6 m. Untuk mendapatkan elevasi tersebut, dilakukan pekerjaan penggalian hingga mencapai elevasi -11 m. Tahapan pekerjaan penggalian dibagi menjadi 4 tahap, yaitu :

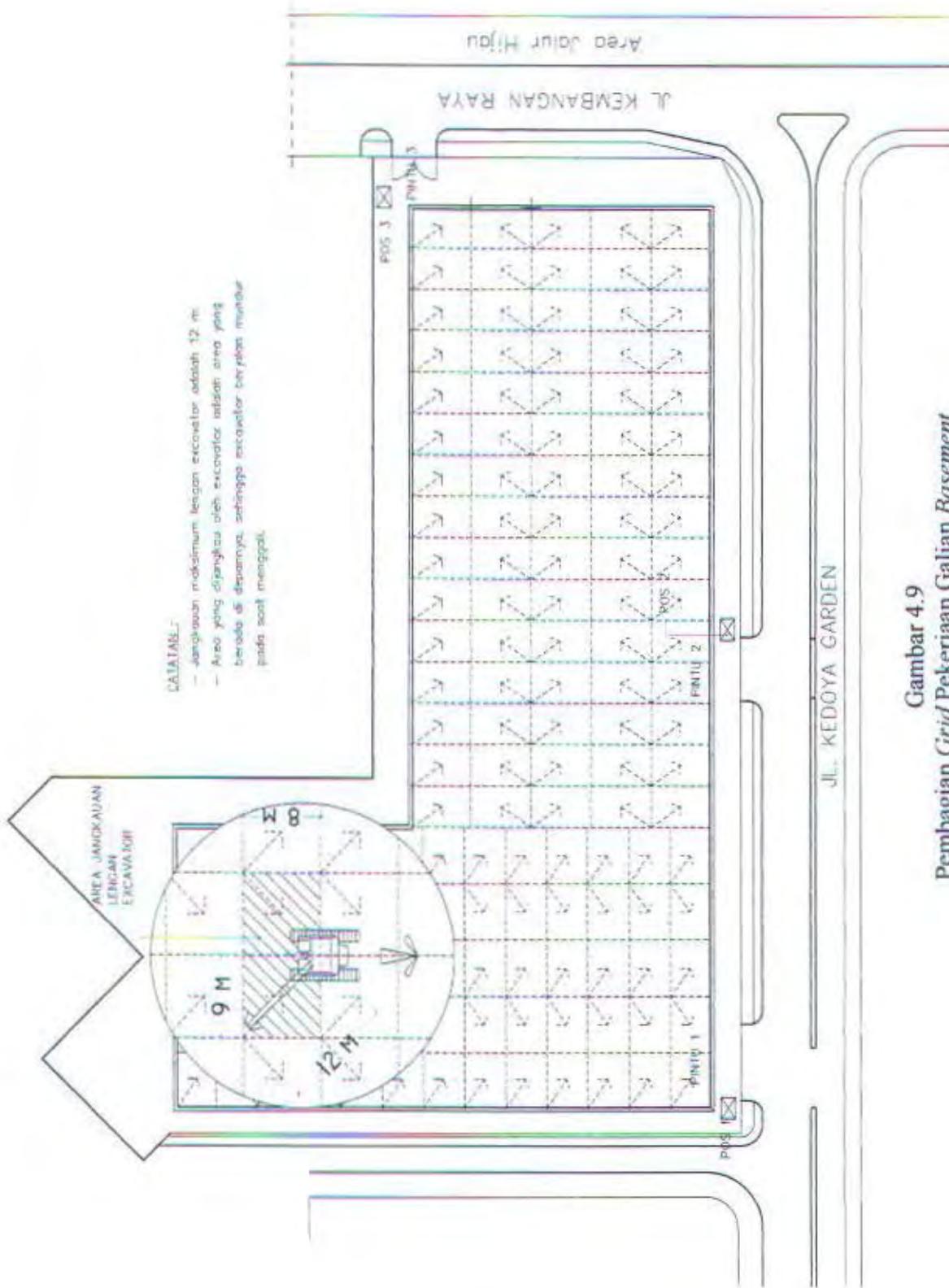
- Tahap I : elevasi ± 0.00 m s/d -3.00 m
- Tahap II : elevasi -3.00 m s/d -6.00 m
- Tahap III : elevasi -6.00 m s/d -9.00 m
- Tahap IV : elevasi -9.00 m s/d -11.00 m

Metode pelaksanaan pekerjaan galian adalah sebagai berikut:

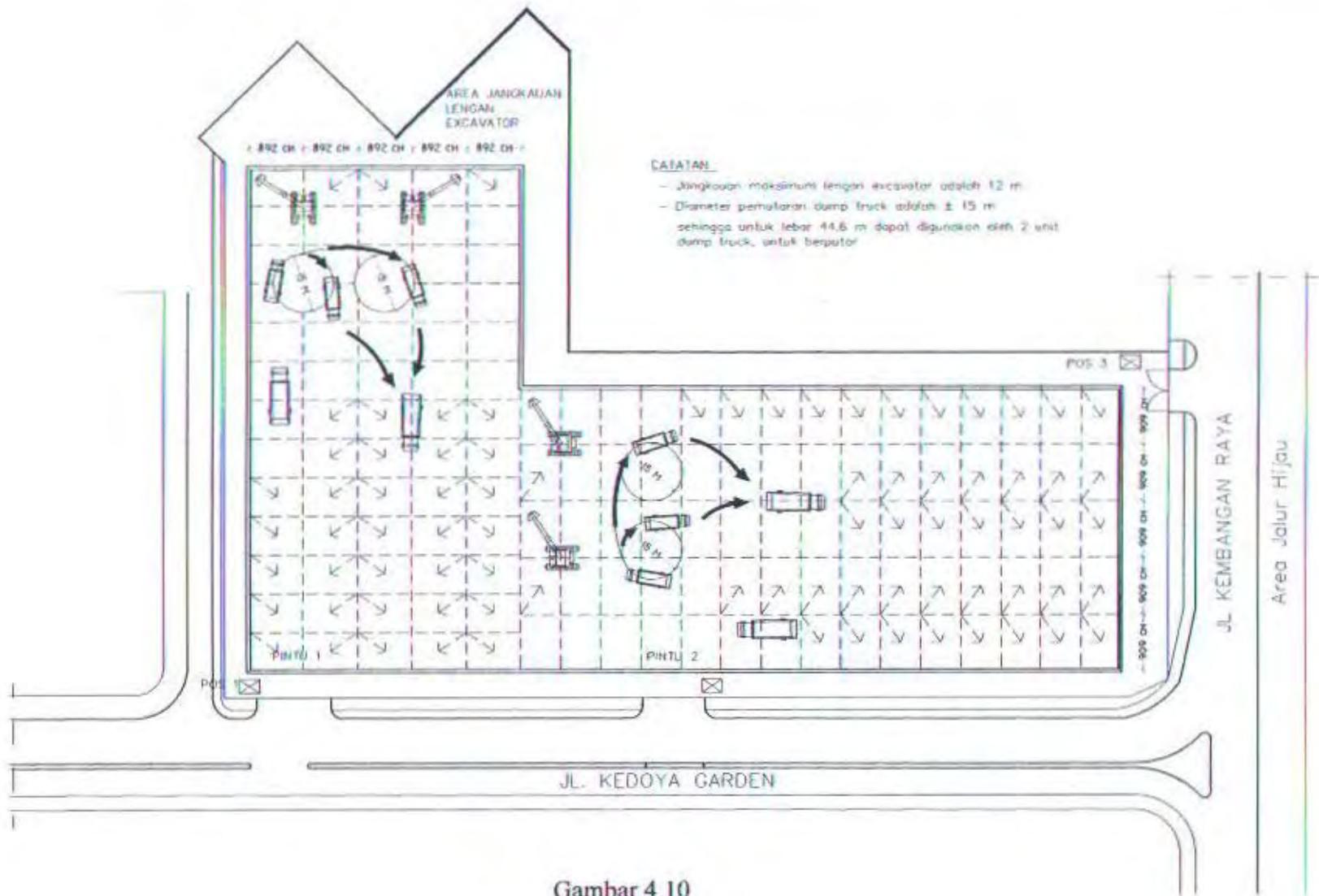
- a. Menentukan area yang akan digali (gambar 4.8).
- b. Menentukan jumlah alat yang akan digunakan.
- c. Menentukan titik awal dan akhir serta arah dari pengerjaan, pada masing-masing area.
- d. Melakukan penggalian dengan menggunakan excavator (gambar 4.11 s/d gambar 4.15).
- e. Membuang material galian dengan menggunakan dump truck.



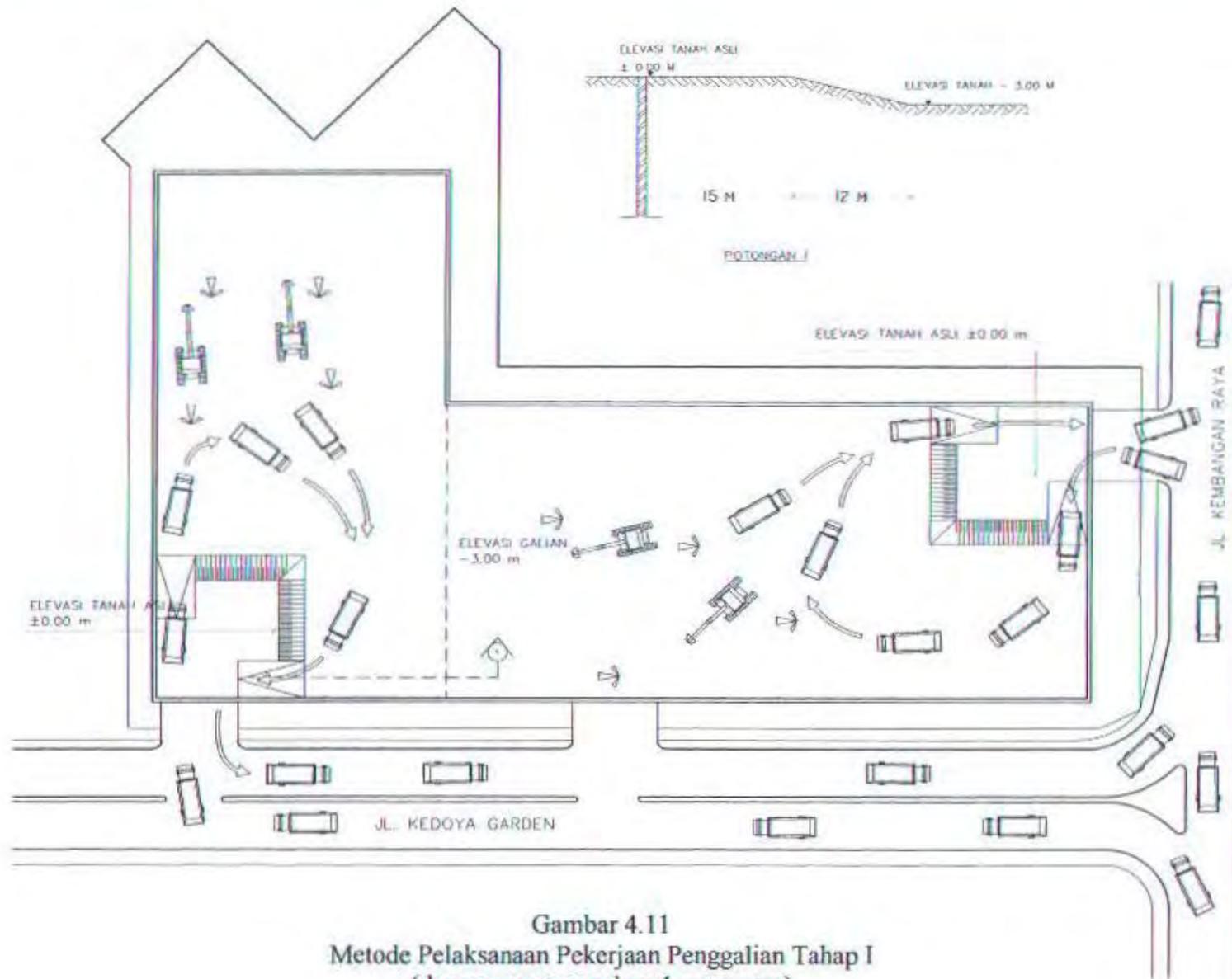
Gambar 4.8
Volume Pekerjaan Galian *Basement*



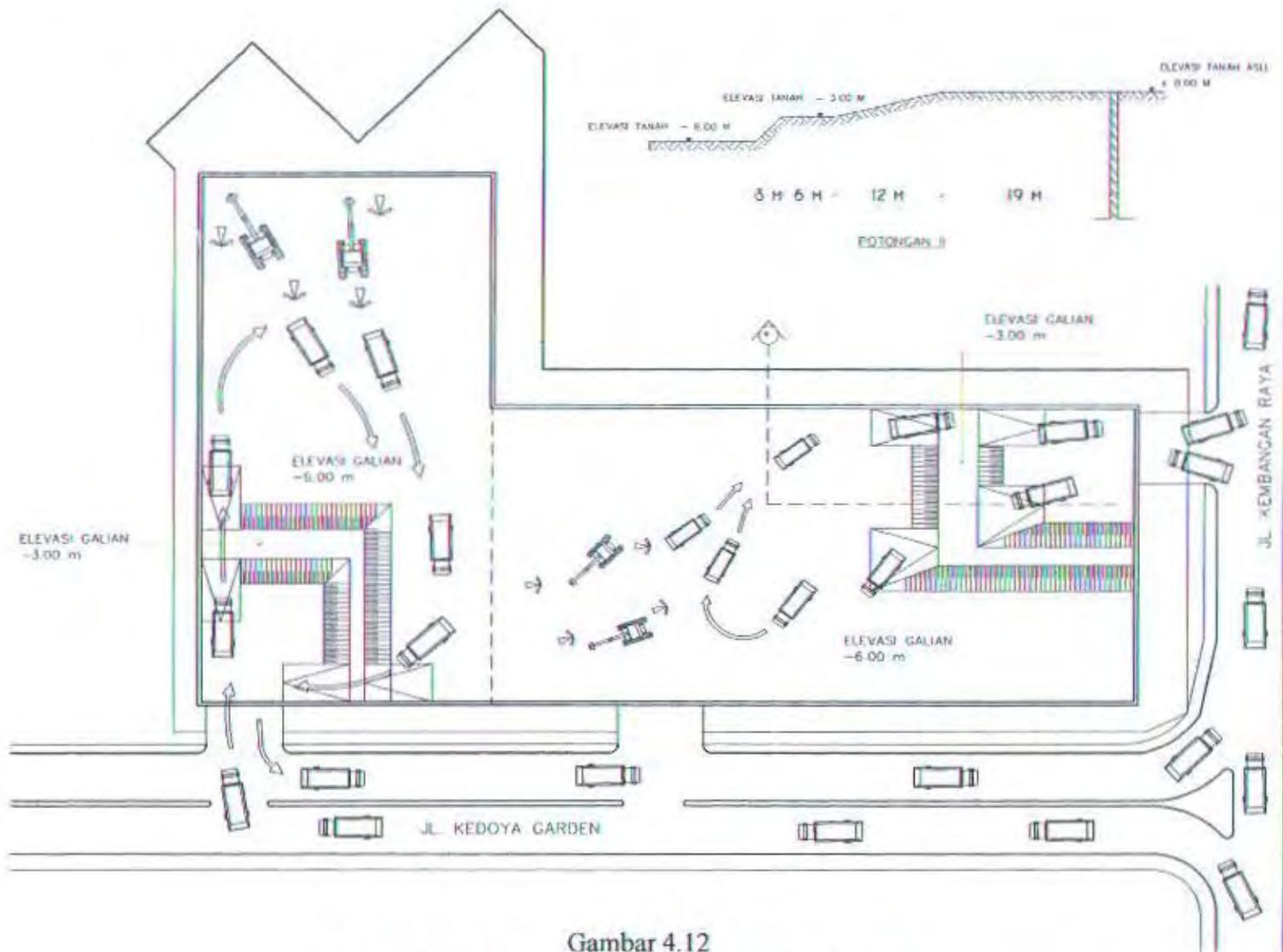
Gambar 4.9
Pembagian Grid Pekerjaan Galian Basement



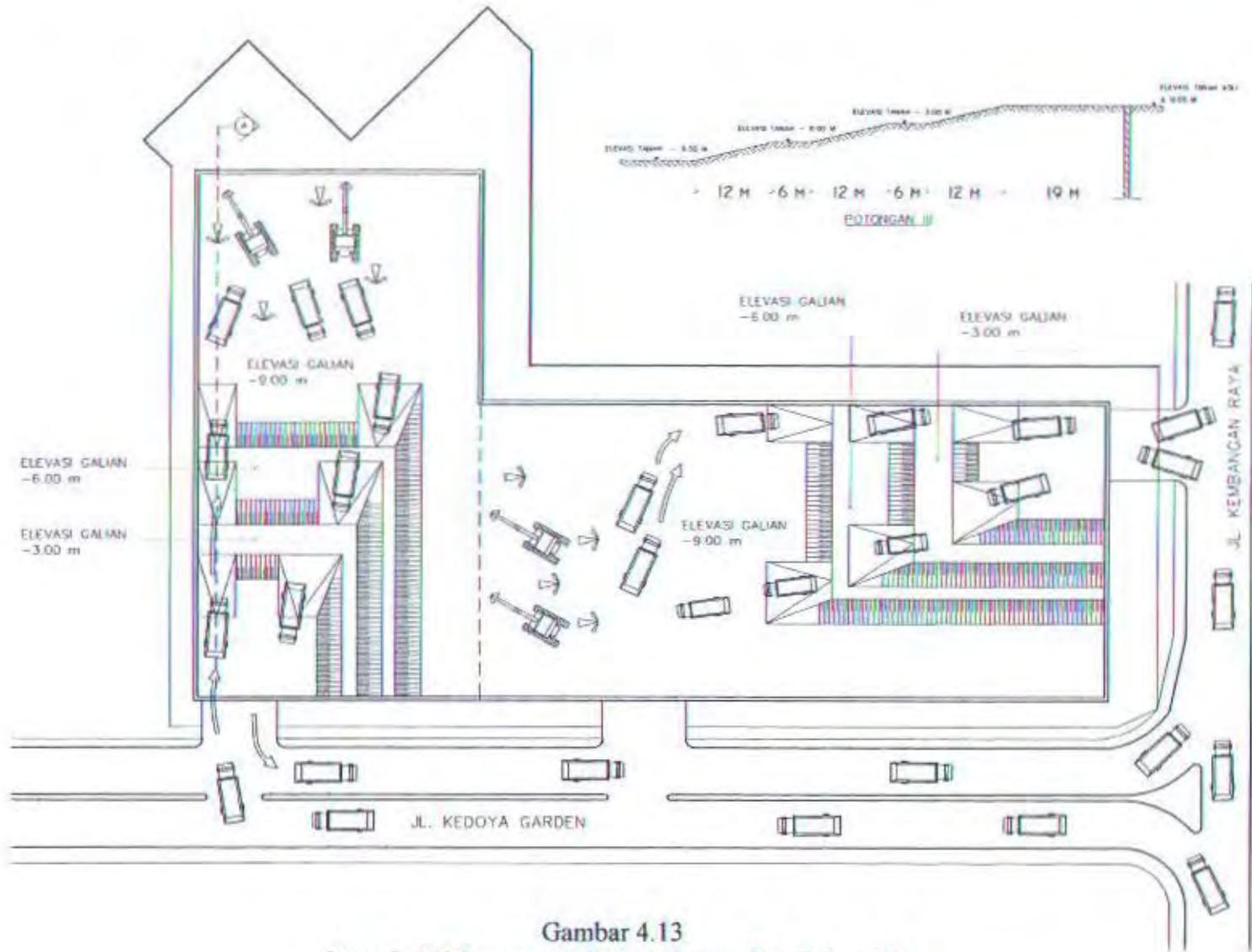
Gambar 4.10
Area Pemutaran *Dump truck*



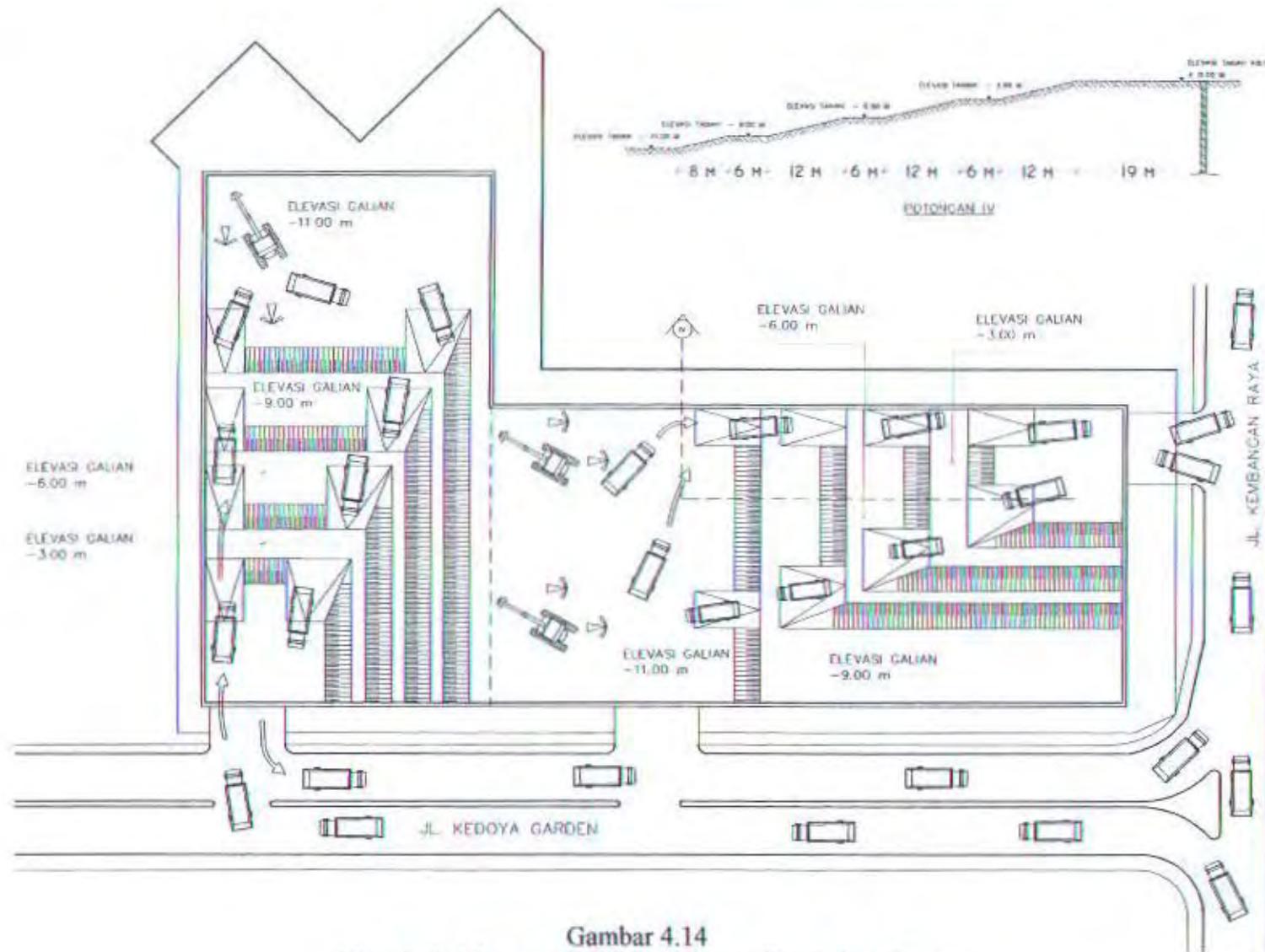
Gambar 4.11
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Penggalan Tahap I
 (dengan menggunakan 4 excavator)



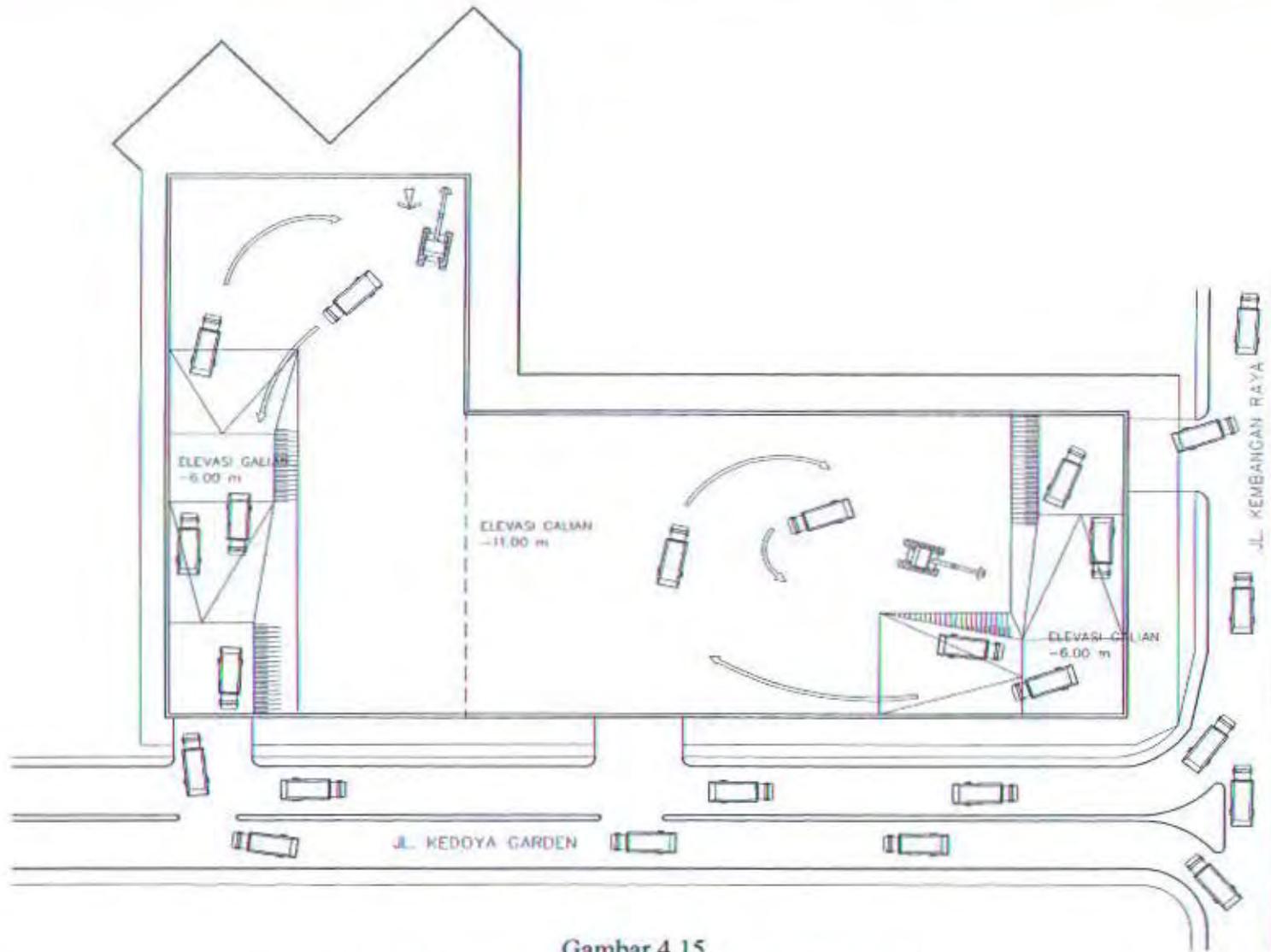
Gambar 4.12
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Penggalian Tahap II
 (dengan menggunakan 4 excavator)



Gambar 4.13
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Penggalian Tahap III
 (dengan menggunakan 4 excavator)



Gambar 4.14
 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Penggalian Tahap IV-a
 (dengan menggunakan 3 excavator)



Gambar 4.15
Metode Pelaksanaan Pekerjaan Penggalian Tahap IV-b
(dengan menggunakan 2 *excavator*)

4.4.2.1 Produksi *Excavator*

Pekerjaan galian basement, dilakukan dengan memakai excavator PC 200, dengan data-data sebagai berikut :

Kapasitas bucket	: 1,00 m ³
Panjang lengan boom	: 12 m
Luas lahan yang akan digali	: 9882,5 m ²
Kedalaman rencana galian	: 11 m

Sehingga volume pekerjaan galian menjadi :

$$\begin{aligned} V_t &= 9882,5 \text{ (m}^2\text{)} \times 11 \text{ (m)} \\ &= 108.707,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Luas lahan yang akan digali	: 9882,5 m ²
Kedalaman rencana galian	: 11 m

Sehingga volume pekerjaan galian menjadi :

$$\begin{aligned} V_t &= 9882,5 \text{ (m}^2\text{)} \times 11 \text{ (m)} \\ &= 108.707,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan produktivitas terdapat beberapa asumsi, yaitu :

- Asumsi kondisi penggalian normal, sehingga faktor kedalaman = 1 (tabel 4.11).
- Asumsi kondisi pengoperasian normal dengan jenis tanah ; tanah asli kering, berpasir. Sehingga faktor bucket = 1,1 (tabel 4.10).
- Asumsi kondisi pengoperasian normal, sehingga faktor efisiensi kerja = 0,75 (tabel 4.5).
- Asumsi kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83 (tabel 2.1)
- Asumsi waktu kerja dalam 1 bulan adalah 25 hari kerja, dalam 1 hari sama dengan 8 jam kerja.

Produksi per jam suatu *excavator* pada suatu pekerjaan penggalian adalah sebagai berikut :

$$TP = \frac{q(m^3) \times 60 \times E}{Cm(mnt.)} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Dimana : TP = Taksiran produksi (m³/jam).

q = Produksi per siklus (m³).

E = Efisiensi kerja.

Cm = Waktu siklus (menit).

a. Produksi per siklus (q)

$$q = KB(m^3) \times BF$$

dimana : KB = Kapasitas *bucket* = $1,00 \text{ m}^3$

BF = *Bucket faktor* = 1,1 (tabel 4.10)

Jadi produksi per siklus :

$$\begin{aligned} q &= 1,00(m^3) \times 1,1 \\ &= 1,10 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.10

Bucket Faktor Excavator

Kondisi Operasi/Penggalian		Bucket Faktor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1,20 – 1,10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,10 – 1,00
Agak sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1,00 – 0,90
Sulit	Tanah keras, bekas ledakan	0,90 – 0,70

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

b. Waktu siklus (C_m)

Untuk pekerjaan galian, waktu siklus *excavator* tipe PC 200 dapat dihitung sebagai berikut :

Mengisi <i>bucket</i>	: 10 detik
Mengangkat beban & swing	: 15 detik
Dumping	: 5 detik
Swing kembali	: 7 detik
Toleransi	: <u>5 detik</u> →
Waktu siklus	: 42 detik

Berdasarkan asumsi kondisi penggalian, maka waktu siklus dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_m &= 42 \text{ detik} \times 1 \\ &= 42 \text{ detik} \\ &= 0,7 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.11
Kedalaman dan Kondisi Penggalian *Excavator*

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalian			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit sekali
Dibawah 40%	0,70	0,90	1,10	1,40
40%-75%	0,80	1,00	1,30	1,60
Diatas 75%	0,90	1,10	1,50	1,80

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin.

c. Efisiensi

Berdasarkan asumsi-asumsi yang telah direncanakan maka, effisiensinya dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} FK &= 0,75 \times 0,83 \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pruduksi per siklus, waktu siklus dan effisiensi maka, taksiran produksi *excavator* per jam adalah :

$$\begin{aligned} TP &= \frac{q(m^3) \times 60 \times E}{Cm(mnt.)} \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= \frac{1,10(m^3) \times 60 \times 0,64}{0,7(mnt.)} \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 60,343 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.4.2.2 Perhitungan Durasi Pekerjaan Galian Basement

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan galian *basement* adalah *excavator* type PC 200. Contoh perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{Vt(m^3)}{TP(m^3 / jam) \times n(unit)}$$

Tahap I :

$$Vt = 29.647,5 \text{ m}^3$$

$$TP = 60,343 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$n = 4 \text{ unit}$$

$$t = \frac{29.647,5(m^3)}{60,343(m^3 / jam) \times 4(unit)} = 122,83 \text{ jam}$$

Perhitungan waktu penyelesaian untuk masing-masing tahap pekerjaan galian *basement* dapat dihitung seperti pada tabel 4.12.

Tabel 4.12

Perhitungan Durasi Pekerjaan Galian *Basement*

No.	Tahap	Jml. alat	Volume pekerjaan	Taksiran produksi	Durasi pekerjaan	
		(n)	(Vt)	(TP)	(t)	(hari)
		(unit)	(m ³)	(m ³ /jam)	(jam)	
a	b	c	d	e	$f=d/(e*c)$	$g=f/8$
1.	Tahap I	4	29647.5	60.343	122.829	15
2.	Tahap II	4	29647.5	60.343	122.829	15
3.	Tahap III	4	29647.5	60.343	122.829	15
4.	Tahap IV	3	19765	60.343	109.181	14

Sumber : Hasil analisa, 2004

4.4.2.3 Perhitungan Biaya Penggunaan *Excavator*

A. Perhitungan Harga Satuan Penggunaan *Excavator*

1. Menghitung Biaya Pemilikan

Perhitungan *excavator* type PC 200 dengan data-data sebagai berikut ;

Umur alat (N)	= 5 tahun
Jam kerja per tahun (c)	= 2000 jam
Nilai awal (P)	= Rp. 395.050.000
Harga sisa alat (r)	= 10 %
Bunga per tahun	= 20 %
Harga bahan bakar	= Rp. 1.650/liter
Harga oli mesin	= Rp. 11.000/liter
Harga oli transmisi	= Rp. 11.000/liter
Harga oli final drive	= Rp. 11.000/liter
Harga oli hidrolis	= Rp. 11.000/liter
Harga grease/gemuk	= Rp. 11.000/liter

Biaya kepemilikan adalah sebagai berikut ;

Nilai sisa (S) = 10 % x Rp. 395.050.000

$$= \text{Rp. } 39.505.000$$

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{P(\text{Rp}) - S(\text{Rp})}{c(\text{jam/thn}) \times N(\text{thn})} \\ &= \frac{\text{Rp } 395.050.000 - \text{Rp } 39.505.000}{2000(\text{jam/thn}) \times 5(\text{thn})} \\ &= \text{Rp. } 35.554,5/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Bunga, pajak dan asuransi} = \frac{i \times \left[1 - \frac{(N(\text{thn}) - 1)(1 - r)}{2N(\text{thn})} \right] \times P(\text{Rp})}{c(\text{jam/thn})}$$

=

$$\frac{20\% \times \left[1 - \frac{(5(\text{thn}) - 1)(1 - 0,1)}{2 \times 5(\text{thn})} \right] \times \text{Rp } 395.050.000}{2000(\text{jam/thn})}$$

$$= \text{Rp. } 25.283,2/\text{jam}$$

Jadi biaya kepemilikan = Rp. 35.550/jam + Rp. 25.283,2/jam

$$= \text{Rp. 60.833,2/jam}$$

2. Perhitungan Biaya Operasi

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= 14 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. 1.650/ltr} \\ &= \text{Rp. 23.100/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli mesin} &= 0,07 \text{ ltr/ajm} \times \text{Rp. 11.000/ltr} \\ &= \text{Rp. 7.700/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli transmisi} &= 0,05 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. 11.000/ltr} \\ &= \text{Rp. 550/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli final drive} &= 0,055 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. 11.000/ltr} \\ &= \text{Rp. 605/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli hidrolis} &= 0,136 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. 11.000/ltr} \\ &= \text{Rp. 1.496/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya grease/gemuk} &= 0,02 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. 11.000/ltr} \\ &= \text{Rp. 220/ltr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya perbaikan} &= \frac{0,15 \times \text{Rp } 395.050.000}{5(\text{thn}) \times 2000(\text{jam / thn})} \\ &= \text{Rp. 5.925,75/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. 50.000/hari, atau} \\ &= \text{Rp. 6.250/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya operasi} &= 23.100 + 7.700 + 550 + 605 + 1.496 + 220 + \\ &\quad 5.925,75 + 6.250 \\ &= \text{Rp. 45.846,75/jam} \end{aligned}$$

B. Perhitungan Biaya Total Penggunaan *Excavator*

Dari perhitungan jumlah alat, lama penyelesaian pekerjaan dan harga satuan dari masing-masing alat berat, maka biaya alat berat secara keseluruhan dapat dihitung seperti pada tabel 4.13.

Tabel 4.13
Biaya Total Pemakaian *Excavator*

No	Tahap	Jenis Alat	Jml. Total alat	Jml. Alat		Waktu Penyelesaian	Harga Satuan		Biaya Operasi	Total Biaya
				Milik Sendiri	Sewa		Alat Milik Sendiri	Alat Sewa		
			(unit)	(unit)	(unit)	(jam)	(Rp/jam)	(Rp/jam)	(Rp)	(Rp)
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	$k = (h+i) * g * e$
1.	Tahap I	<i>Excavator</i>	4	4	-	122.829	60,833	-	45,846.75	52,413,599
2.	Tahap II	PC 200	4	4	-	122.829	60,833	-	45,846.75	52,413,599
3.	Tahap III		4	4	-	122.829	60,833	-	45,846.75	52,413,599
4.	Tahap IV		3	3	-	109.181	60,833	-	45,846.75	34,942,399
5.	Mobilisasi dan Demobilisasi				4				@Rp 3,000,000	12,000,000
									Total	204,183,197

Sumber : Hasil analisa, 2004

4.4.3 Pekerjaan Pembuangan Material Galian

Pekerjaan pembuangan material galian, dilakukan dengan menggunakan *Dump truck* tipe CWA 18t dikombinasikan dengan *Excavator* tipe PC 200 dan *Clamshell* tipe ML 60100. Beberapa asumsi yang digunakan untuk perhitungan produksi *dump truck* adalah sebagai berikut :

- Asumsi kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu adalah 0,83 (Tabel 2.1).
- Asumsi ketrampilan operator baik, sehingga faktor effisiensinya adalah 0,90 (Tabel 2.2).
- Asumsi waktu; 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, 1 hari sama dengan 8 jam kerja.
- Asumsi lalu lintas yang dilalui oleh *dump truck* menuju lokasi pembuangan, lancar (tidak terjadi kemacetan).

4.4.3.1 Produksi *Dump truck*

Produksi per jam suatu *dump truck* pada suatu pekerjaan pengangkutan adalah sebagai berikut :

$$TP = \frac{q(m^3) \times 60 \times E}{Cm(mnt.)} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Dimana :

- TP = Taksiran produksi (m³/jam).
 q = Produksi per siklus (m³).
 E = Efisiensi kerja.
 Cm = Waktu siklus (menit).

- Perhitungan jumlah rit pemuatan/loading truck

Jumlah rit pemuatan/loading truck dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

(Lokakarya dosen perguruan tinggi swasta seluruh Indonesia, 1997).

$$n = \frac{Kv(m^3)}{KB(m^3) \times BF}$$

dimana ;

- n = jumlah rit pemuatan/loading truck
 Kv = kap. *dump truck* = 20 m³

$$\begin{aligned} KB &= \text{kap. bucket} &&= 1,10 \text{ m}^3 \text{ (komb. dengan excavator PC 200)} \\ &&&= 1,05 \text{ m}^3 \text{ (komb. dengan clamshell ML 60100)} \\ BF &= \text{bucket faktor} &&= 0,85 \text{ (tabel 4.17)} \end{aligned}$$

Sehingga perhitungannya menjadi sebagai berikut :

$$n = \frac{20(m^3)}{1,10(m^3) \times 0,85} = 21,39 \approx 21 \text{ kali (komb. dengan excavator PC 200)}$$

$$n = \frac{20(m^3)}{1,05(m^3) \times 0,85} = 22,41 \approx 22 \text{ kali (komb. dengan clamshell ML 60100)}$$

b. Produksi per siklus

Produksi per siklus dihitung sebagai berikut :

(Lokakarya dosen perguruan tinggi swasta seluruh Indonesia, 1997).

$$q = n(\text{kali}) \times KB(m^3) \times BF \text{ (m}^3\text{)}$$

dimana ;

$$q = \text{produksi per siklus (m}^3\text{)}$$

$$\begin{aligned} KB &= \text{kap. bucket} &&= 1,10 \text{ m}^3 \text{ (komb. dengan excavator PC 200)} \\ &&&= 1,05 \text{ m}^3 \text{ (komb. dengan clamshell ML 60100)} \end{aligned}$$

$$BF = \text{bucket faktor} = 0,85 \text{ (tabel 4.15)}$$

Sehingga perhitungannya menjadi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} q &= 21(\text{kali}) \times 1,10(m^3) \times 0,85 \text{ (m}^3\text{)} \\ &= 19,64 \text{ m}^3 \text{ (komb. dengan excavator PC 200)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= 22(\text{kali}) \times 1,05(m^3) \times 0,85 \text{ (m}^3\text{)} \\ &= 19,64 \text{ m}^3 \text{ (komb. dengan clamshell ML 60100)} \end{aligned}$$

c. Waktu siklus

Perhitungan waktu siklus adalah sebagai berikut :

(Lokakarya dosen perguruan tinggi swasta seluruh Indonesia, 1997).

$$C_m = (n \times C_t)(mnt.) + (J/V_1)(mnt.) + (J/V_2)(mnt.) + t_1(mnt.) + t_2(mnt.)$$

dimana ;

$$C_m = \text{waktu siklus (menit)}$$

$$\begin{aligned} n &= \text{jumlah rit pemuatan} = 21 \text{ kali (komb. dengan excavator PC 200)} \\ &= 22 \text{ kali (komb. dengan clamshell ML 60100)} \end{aligned}$$

$$C_t = \text{waktu siklus per rit pemuatan.}$$

<i>Excavator</i> PC 200	= 42 detik = 0,7 menit
<i>Clamshell</i> ML 60100	= 62 detik = 1,033 menit
J	= jarak angkut <i>dump truck</i> = 19 km
V ₁	= kecepatan angkut = 30 km/jam = 500 m/menit
V ₂	= kecepatan kembali = 40 km/jam = 666,67 m/menit
t ₁	= waktu dumping = 1,20 menit (tabel 4.14)
t ₂	= waktu atur posisi muat = 0,30 menit (tabel 4.14)

Sehingga perhitungannya menjadi sebagai berikut :

$$C_m = (21 \times 0,7)(\text{menit}) + (19000/500)(\text{menit}) + (19000/666,67)(\text{menit}) + 1,20(\text{menit}) + 0,30(\text{menit})$$

$$= 82,7 \text{ menit (komb. dengan excavator PC 200).}$$

$$C_m = (22 \times 1,033)(\text{menit}) + (19000/500)(\text{menit}) + (19000/666,67)(\text{menit}) + 1,20(\text{menit}) + 0,30(\text{menit})$$

$$= 90,73 \text{ menit (komb. dengan clamshell ML 60100).}$$

d. Effisiensi

Berdasarkan asumsi-asumsi perencanaan yang ada, maka effisiensi dapat dihitung sabagai berikut :

$$E = 0,83 \times 0,90$$

$$= 0,747$$

Tabel 4.14

Waktu *Dumping* dan Persiapan *Loading*

Kondisi Operasi	Waktu Dumping t ₁	Waktu Siap Loading t ₂
Baik	0.50 – 0.70	0.10 – 0.20
Sedang	1.00 – 1.30	0.25 – 0.35
Buruk	1.50 – 2.00	0.40 – 0.50

Sumber : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

Tabel 4.15
Bucket Factor untuk *Dump truck*

Kelompok Material		Faktor Muatan	
		Tanah Tebing (asli)	Tanah Gembur
Butir Campuran Lembab		0.95 – 1.00	0.95 – 1.00
Butir seragam	Sampai 3 mm	0.95 – 1.00	
	3 mm – 9 mm	0.90 – 0.95	
	12 mm – 20 mm	0.85 – 0.90	
	24 mm lebih	0.75 – 0.85	
Material hasil peledakan	Diledakkan baik	0.95 – 1.00	
	Sedang	0.95 – 1.00	
	Diledakkan buruk (dengan blok-blok batu)	0.95 – 1.00	
Lempung lembab			1.00 – 1.10
Tanah, batu besar, berakar			0.80 – 1.00

Sumber : Training Center Dept. PT, United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

Berdasarkan perhitungan produksi per siklus, waktu siklus dan efisiensi, maka produksi *Dump truck* per jam adalah :

1. Kombinasi *dump truck* dengan *excavator* PC 200

$$TP = \frac{19,64(m^3) \times 60 \times 0,747}{82,7(mnt.)} = 10,644 (m^3/jam)$$

2. Kombinasi dengan *clamshell* ML 60100

$$TP = \frac{19,64(m^3) \times 60 \times 0,747}{90,73(mnt.)} = 9,702 (m^3/jam)$$

4.4.3.2 Perhitungan Jumlah Kebutuhan *Dump truck*

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pembuangan adalah *dump truck* CWA 18t. Jumlah *dump truck* yang dibutuhkan untuk melayani satu unit *excavator*, untuk pekerjaan pembuangan dapat dihitung dengan cara seperti berikut :

$$nd = \frac{TP_{excv.}(m^3 / jam)}{TP_d(m^3 / jam)} \quad (unit)$$

dimana :

$$TP_d = \text{Taksiran produksi } dump\ truck \ (m^3/jam)$$

= 10,644 m³/jam (komb. dengan *excavator* PC 200).

= 42,935 m³/jam (komb. dengan *clamshell* ML 60100).

TP_{excav.} = Taksiran produksi *excavator* (m³/jam)

= 60,343 m³/jam (*excavator* PC 200).

= 9,702 m³/jam (*clamshell* ML 60100).

Jadi perhitungan jumlah *dump truck* yang melayani tiap *excavator*, untuk pekerjaan pembuangan material galian adalah :

1. Kombinasi *dump truck* dengan *excavator* PC 200

$$nd = \frac{60,343(m^3 / jam)}{10,644(m^3 / jam)} = 5,669(unit) \approx 6 \text{ unit}$$

2. Kombinasi *dump truck* dengan *clamshell* ML 60100

$$nd = \frac{42,935(m^3 / jam)}{9,702(m^3 / jam)} = 4,425(unit) \approx 4 \text{ unit}$$

4.4.3.3 Perhitungan Durasi Pekerjaan Pembuangan

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pembuangan material galian adalah *dump truck* CWA 18T, yang dikombinasikan dengan *excavator* tipe PC 200 dan *clamshell* tipe ML 60100.

Contoh perhitungan pada pekerjaan *dump truck* adalah sebagai berikut :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n}$$

dimana : $V_t = 29,647,5 \text{ m}^3$

TP = 10,644 m³/jam

n = 24 unit

Jadi durasi pekerjaan pembuangan material galian adalah :

$$t = \frac{29,647,5(m^3)}{10,644(m^3 / jam) \times 24(unit)} = 116,057 \text{ jam} = 15 \text{ hari}$$

Perhitungan durasi pekerjaan pembuangan material galian untuk masing-masing tahap dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16

Perhitungan Durasi Pekerjaan Pembuangan

No.	Pekerjaan	Jenis alat penggali	Jml. Alat		Taksiran produksi (TP) (m ³ /jam)	Vol. pekerjaan (Vt) (m ³)	Durasi (t)	
			Dump truck (unit)	Excavator (unit)			(jam)	(hari)
a	b	c	$d=e*4 \text{ \& } e*6$	e	f	g	$h=g/(f*d)$	$i=h/8$
1.	Galian Guide Wall	Clamshell ML 60100	12	3	9.702	657.72	5.649	1
2.	Galian Diaphragm Wall		12	3	9.702	5888.28	50.576	6
3.	Galian Basement							
	Tahap I		24	4	10.644	29647.5	116.057	15
	Tahap II	Excavator PC 200	24	4	10.644	29647.5	116.057	15
	Tahap III		24	4	10.644	29647.5	116.057	15
	Tahap IV		18	3	10.644	19765	103.162	14

Sumber : Hasil analisa, 2004

4.4.3.4 Perhitungan Biaya Penggunaan *Dump truck*

A. Perhitungan Harga Satuan Penggunaan *Dump truck*

1. Menghitung Biaya Pemilikan

Perhitungan *dump truck* CWA 18t dengan data-data sebagai berikut ;

Umur alat (N)	= 5 tahun
Jam kerja per tahun (c)	= 2000 jam
Nilai awal (P)	= Rp.150.000.000
Harga sisa alat (r)	= 10 %
Bunga per tahun	= 20 %
Harga bahan bakar	= Rp. 1.650/liter
Harga oli mesin	= Rp. 11.000/liter
Harga oli transmisi	= Rp. 11.000/liter
Harga oli final drive	= Rp. 11.000/liter
Harga oli hidrolis	= Rp. 11.000/liter
Harga grease/gemuk	= Rp. 11.000/liter

Biaya kepemilikan adalah sebagai berikut ;

Nilai sisa (S) = 10 % x Rp. 150.000.000

= Rp. 15.000.000

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{P(Rp) - S(Rp)}{c(\text{jam / thn}) \times N(\text{thn})} \\ &= \frac{Rp\ 150.000.000 - Rp\ 15.000.000}{2000(\text{jam / thn}) \times 5(\text{thn})} \\ &= Rp. 13.500/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bunga, pajak dan asuransi} &= \frac{i \times \left[1 - \frac{(N(\text{thn}) - 1)(1 - r)}{2N(\text{thn})} \right] \times P(Rp)}{c(\text{jam / thn})} \\ &= \frac{20\% \times \left[1 - \frac{(5(\text{thn}) - 1)(1 - 0,1)}{2 \times 5(\text{thn})} \right] \times Rp\ 150.000.000}{2000(\text{jam / thn})} \\ &= Rp. 9.600/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi biaya kepemilikan = Rp. 13.500/jam + Rp. 9.600/jam

= Rp. 23.100/jam

2. Perhitungan Biaya Operasi

Biaya bahan bakar = 33,4 ltr/jam x Rp. 1.650/ltr
= Rp. 55.110/jam

Biaya oli mesin = 0,74 ltr/ajm x Rp. 11.000/ltr
= Rp. 8.140/jam

Biaya oli transmisi = 0,23 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr
= Rp. 2.530/jam

Biaya oli final drive = 0,05 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr
= Rp. 550/jam

Biaya oli hidrolis = 0,38 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr
= Rp. 4.180/jam

Biaya grease/gemuk = 0,02 ltr/jam x Rp. 11.000/ltr
= Rp. 220/ltr

Biaya perbaikan = $\frac{0,15 \times Rp\ 150.000.000}{5(thn) \times 2000(jam/thn)}$
= Rp. 2.250/jam

Biaya operator = Rp. 50.000/hari, atau
= Rp. 6.250/jam

Jadi biaya operasi = 55.110 + 8.140 + 2.530 + 550 + 4.180 + 220 +
2250 + 6.250
= Rp. 79.230/jam

B. Perhitungan Biaya Total Pemakaian *Dump truck*

Dari perhitungan jumlah alat, lama penyelesaian pekerjaan dan harga satuan dari masing-masing alat berat, maka biaya alat berat secara keseluruhan dapat dihitung seperti pada tabel 4.17.



4.5 PENJADUALAN ALAT BERAT

Berdasarkan analisa pemakaian alat berat pada pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement*, maka didapat durasi pekerjaan adalah sebagai berikut :

a. Pekerjaan *Land Clearing*.

Jenis alat : *Buldozer D 41 P-3*, 1 unit.

Durasi Pekerjaan : 1 hari

Biaya Pemakaian Buldozer : Rp 3.521.618,-

b. Pekerjaan Galian *Guide wall*.

Jenis alat : *Clamshell ML 60100*, 3 unit.

Dump truck CWA 18t, 12 unit.

Durasi Pekerjaan : 1 hari

Biaya Pemakaian Alat Berat : Rp 24.165.097,-

c. Pekerjaan Galian *Diaphragm wall*.

Jenis alat : *Clamshell ML 60100*, 3 unit.

Dump truck CWA 18t, 12 unit.

Durasi Pekerjaan : 6 hari

Biaya Pemakaian Alat Berat : Rp 75.487.591,-

d. Pekerjaan Pengecoran.

Jenis alat : *Crawler crane M-250 S2*, 1 unit.

Concrete pump, 2 unit.

Durasi Pekerjaan : 18 hari

Biaya Pemakaian Alat Berat : Rp 603.884.153,-

e. Pekerjaan Galian *Basement*.

Jenis alat : *Excavator PC 200*, 4 unit.

Dump truck CWA 18t, 24 unit.

Durasi Pekerjaan : 59 hari

Biaya Pemakaian Alat Berat : Rp 1.255.282.640,-

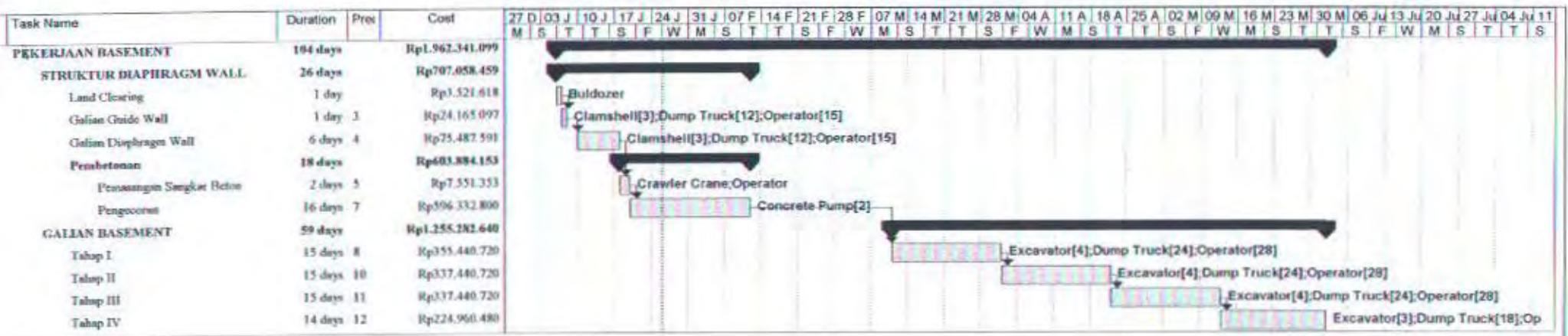
Dari hasil analisa di atas, maka penjadualan alat berat untuk pekerjaan *diaphragm wall* dan galian *basement* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.17

Biaya Total Pemakaian *Dump truck*

No	Pekerjaan	Jenis Alat	Jml. Total alat	Jml. Alat		Waktu Penyelesaian (jam)	Harga Satuan		Biaya Operasi (Rp)	Total Biaya (Rp)
				Milik Sendiri (unit)	Sewa (unit)		Alat Milik Sendiri (Rp/jam)	Alat Sewa (Rp/jam)		
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	$k = (h+i) \cdot g \cdot e$
1.	Galian Guide Wall	<i>Dump truck</i>	12	12		5.649351	23,100		79,230	6,876,576
2.	Galian Diaphragm Wall	CWA 18t	12	12	-	50.57617	23,100		79,230	62,134,776
3.	Galian Basement									
	Tahap I		24	24		116.0572	23,100		79,230	285,132,312
	Tahap II		24	24		116.0572	23,100		79,230	285,132,312
	Tahap III		24	24		116.0572	23,100		79,230	285,132,312
	Tahap IV		18	18		103.1619	23,100		79,230	190,088,208
4.	Mobilisasi dan Demobilisasi							@Rp 500.000		12,000,000
								Total		1,126,496,496

Sumber : Hasil analisa, 2004



pekerjaan basement ved 26/01/05

Task: [Color-coded bar] Progress: [Solid black bar] Summary: [Dashed black bar] External Tasks: [Color-coded bar] Deadline: [Down arrow]

Split: [Dotted line] Milestone: [Diamond symbol] Project Summary: [Dashed black bar] External Milestone: [Diamond symbol]

Page 1

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari perhitungan dan analisa kebutuhan peralatan pada pekerjaan *Diaphragm wall* dan *Galian Basement* adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan *Diaphragm Wall*

a. Pekerjaan *Land Clearing*.

Jenis alat : *Buldozer D 41 P-3*, 1 unit

Durasi Kerja : 1 hari

Biaya : Rp. 3.521.618,-

b. Pekerjaan *Galian Guide wall*.

Jenis alat : *Clamshell ML 60100*, 3 unit

Dump truck CWA 18t, 12 unit

Durasi Kerja : 1 hari

Biaya : Rp. 24.165.097,-

c. Pekerjaan *Galian Diaphragm wall*.

Jenis alat : *Clamshell ML 60100*, 3 unit

Dump truck CWA 18t, 12 unit

Durasi Kerja : 6 hari

Biaya : Rp. 90.487.632,-

d. Pekerjaan *Pengecoran*.

Jenis alat : *Crawler Crane M-250 S2*, 1 unit

Concrete Pump, 2 unit

Durasi Kerja : 18 hari

Biaya : Rp. 603.884.153,-

Durasi Total : 44 hari

Biaya Total : Rp 707.058.459,-

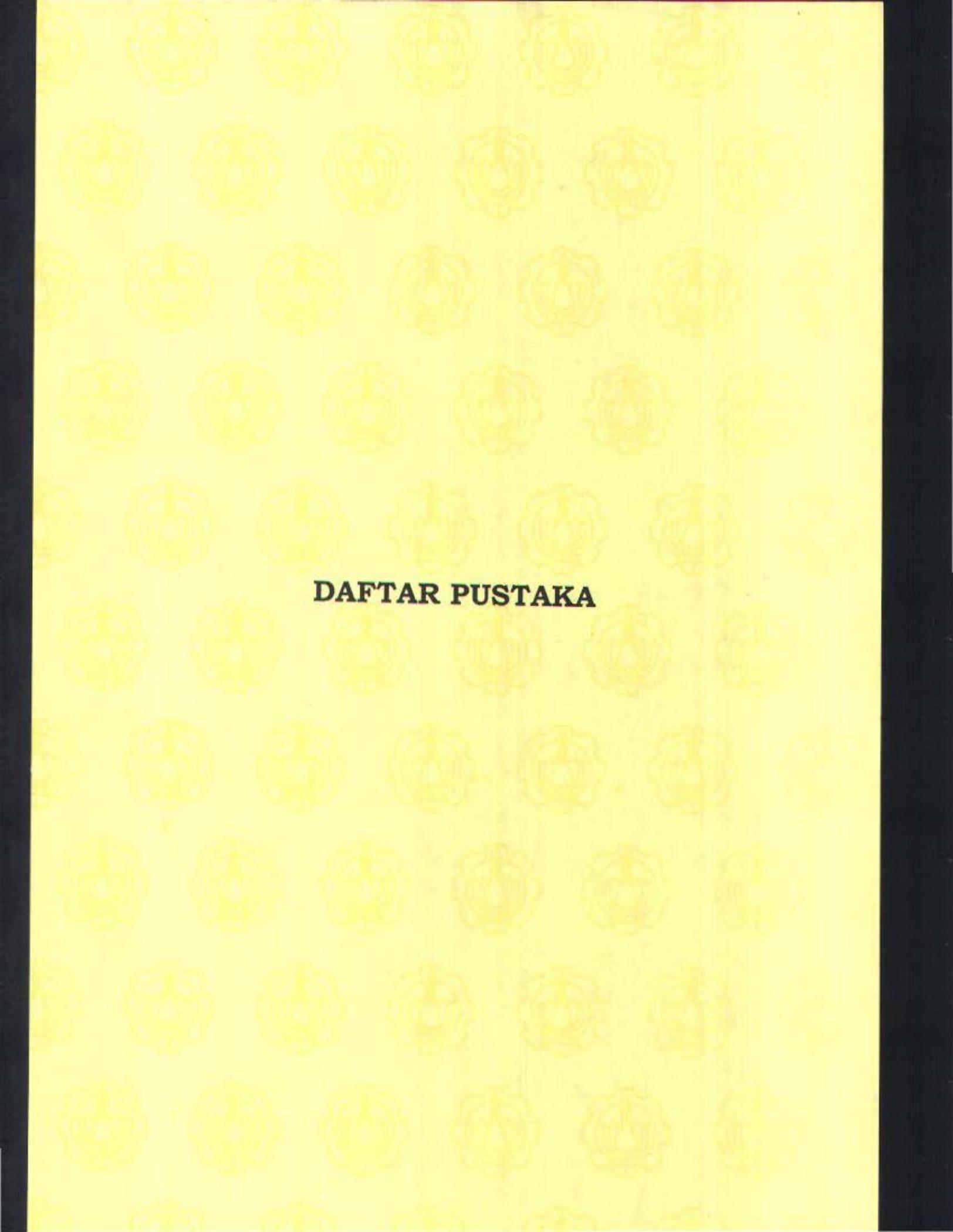
2. Pekerjaan Galian *Basement*.

Jenis alat	: <i>Excavator</i> PC 200, 4 unit
	<i>Dump truck</i> CWA 18t, 24 unit
Durasi Kerja	: 59 hari
Biaya	: Rp. 1.261.668.341,-

Berdasarkan hasil analisa tersebut di atas, maka dapat diketahui bahwa durasi pekerjaan yang didapatkan dari analisa yang dilakukan dalam tugas akhir ini masih lebih cepat dibandingkan durasi yang ada di lokasi studi, sehingga tidak perlu disajikan alternatif pembanding.

5.2. SARAN

Pada kenyataan perkiraan durasi maupun volume pekerjaan tanah, sifatnya tidak pasti (*uncertainty*), sehingga perlu adanya penelitian lanjutan mengenai perencanaan probabilistik



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Mochtar, Indrasurya, B, 2000, **Teknologi Perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah**, Pusat Pengembangan dan Aktivitas Instruksional – ITS, Surabaya.
- Rostiyanti, S, F, 2002, **Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi**, PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Lokakarya Dosen Perguruan Tinggi Swasta Seluruh Indonesia, 1997, **Pemindahan Tanah Mekanis**, Program Studi Teknik Sipil, Bogor.
- PT. United Tractors, 1984, **Manajemen Alat-alat Besar**
- PT. United Tractors, 1996, **Latihan dasar Sistem Mesin (B)**, Training Center Departement, Jakarta.
- Rochmanhadi, 1990, **Pemindahan Tanah Mekanis**, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi, 1992, **Alat – alat Berat dan Penggunaannya**, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Saichu, W, 2004, **Penjadualan Alat Berat Pada Proyek Jalan Lingkar Selatan Jatim Segmen Jember – Banyuwangi**, Surabaya.
- Nugraha, P, Natan, I, Sutjipto, R, 1986, **Manajemen Proyek Konstruksi 2**, Kartika Yudha, Surabaya.

LAMPIRAN

PROYEK : APARTEMEN WESLING
 LOKASI : JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77
 JAKARTA - BARAT

DAFTAR PERALATAN DIAPHRAGM WALL & BORED PILE

JENIS PERALATAN	UNIT	JUMLAH	CATATAN
PERALATAN UMUM			
DRILING RIG	UNIT	4	50 TON
SERVICE CRANE	UNIT	4	50 TON
MIXING PLANT + MIXER PUMP	UNIT	2	2 M ³
MISSION PUMP	UNIT	4	
SUBMERSIBLE PUMP	UNIT	6	
GENERATOR + PANEL	UNIT	3	200 KVA
PPA 4 INCH	M	500	
EXCAVATOR	UNIT	2	1.00 m ³
DUMP TRUCK	UNIT	2	(Berkala /tdk. dpt. lthsn ul parkir)
VERO - HAMMER	UNIT	3	60 KVV
PERLENGKAPAN BOR			
CLAY AUGER	SET	4	
DRILLING BUCKET	SET	4	
CLEANING BUCKET	SET	4	
TEMPORARY CASING (max 10.00 m)	SET	4	
CORE BARREL BUCKET	SET	1	
PERALATAN PENDUKUNG			
KONTAINER / PONTON SLURRY + AP	UNIT	3	
MESH LAS	UNIT	6	
ALAT POTONG	UNIT	3	
JET WASHER	UNIT	2	
PLAT LANDASAN	UNIT	50	6 M x 1 M
KONTAINER PERALATAN + SO	UNIT	2	
KONTAINER BENTONITE	UNIT	3	
KONTAINER CREW	UNIT	3	
PERALATAN LABORATORIUM			
MUD BALANCE	SET	2	
VISCOSITY	SET	2	
pH PAPER	SET	LS	
PERALATAN LAINNYA			
PPA ITEM	SET	3	MAX 10.00 M
CORONG TREM	SET	3	
GARPU TREM	SET	6	
HOSE SPIRAL 4 1/2"	SET	6	
VALVE AIR	SET	15	
BUTTERFLY VALVE 4 1/2"	SET	15	
VALVE COUPLING 4 1/2"	SET	60	
ELBOW 90° 4 1/2"	UNIT	15	
ELBOW 135° 4 1/2"	UNIT	15	
JOINT T, 4 1/2"	UNIT	20	
JOINT STOP, 4 1/2"	UNIT	20	
JOINT MITRE, 4 1/2"	UNIT	10	
PPA MFD GAL 2 1/2"	M	40	
VALVE AIR 2 1/2"	PCS	10	
ELBOW 2 1/2"	PCS	10	
JOINT 2 1/2"	PCS	10	
JOINT PPE 2 1/2"	PCS	10	
HANDY TALKY	UNIT	6	
LAMPU SOROT	UNIT	6	

PROYEK : APARTEMEN WESLING
LOKASI : JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77 – JAKARTA
PEKERJAAN : CONTINUOUS DIAPHRAGM WALL

I. UMUM

Dimensi Diaphragm Wall :

- Tebal = 0,6 meter
- Kedalaman = 20 meter
- Keliling = 552,01 meter

II. PELAKSANAAN.

Pekerjaan pelaksanaan terdiri atas pekerjaan persiapan lapangan dan pekerjaan pembuatan diaphragm wall yang sebenarnya.

II.1. Pekerjaan Persiapan Lapangan.

Pekerjaan persiapan lapangan terdiri dari atas beberapa sub bagian pekerjaan yang akan diuraikan dibawah ini.

II.1.1. Pembuatan slurry bentonite di lapangan.

Tujuannya adalah untuk melakukan pengendalian mutu slurry secara kualitatif supaya slurry benar-benar memberi unjukan kerja secara pasti.

Alat-alat yang digunakan :

- Marsh cone
- PH
- Viscometer.

II.1.2. Pembuatan guide wall.

Tujuan pembuatan guide wall antara lain berfungsi sebagai berikut :

- Sebagai pengarah diaphragm wall agar berada pada jalur yang direncanakan
- Membantu stabilitas dinding galian bagian atas supaya tidak longsor
- Membantu kelurusan alat gali pada awal penggalian
- Sebagai marking point / acuan untuk posisi panel sesuai panel layout rencana
- Sebagai landasan bagi peralatan-peralatan pengecoran

- Tempat penyambung steel cage selama pengecoran.

Gambar guide wall dapat dilihat pada lampiran I.

II.1.3. Mobilisasi alat.

Alat-alat yang harus dimobilisasi adalah :

- Excavation crane / Base crane
- Service crane
- Clamshell (grab)
- Chisel
- Tangki mixer slurry
- Tanki air
- Submersible pump
- Tremie
- Accessories lain

Semua peralatan ini harus sudah berada dilokasi proyek dan telah diuji beroperasi pada saat pekerjaan persiapan lapangan diselesaikan.

II.1.4. Pembuatan platform reinforced concrete slab setebal 15 cm.

Tujuannya adalah untuk melancarkan gerak crane grab, service crane, dump trucks pengangkut tanah hasil galian dan mixer beton ready mix.

Platform dapat di lihat pada lampiran I.

II.1.5. Instalasi bak-bak slurry bentonite.

Terdiri dari tangki-tangki air dan slurry serta pipa-pipa untuk mengarahkan dan mendistribusikan slurry bentonite ke panel-panel.

I.1.6. Pembuatan bak pencuci ban dump truck pengangkut tanah galian keluar lokasi proyek.

Tujuannya adalah untuk mencegah pengotoran jalan karena hal ini merupakan larangan keras dari pihak DKI.

I.1.7. Pembuatan sumur dan sistem perpipaan.

Sumur diperlukan untuk penyediaan air bagi pembuatan slurry dan pencucian peralatan.

Sistem perpipaan berserta pompa-pompanya diperlukan karena supply bentonite slurry ke trench dan pengembalian bentonite dari trench ke tangki bentonite atau desander harus menggunakan sistem ini.

i.1.8. Pembuatan tempat penyimpanan dan fabrikasi rebar cage.

Harus dibuat secara khusus, kalau tidak besi tulangan dan sangkar besi tulangan akan kotor/berkarat.

I. PELAKSANAAN PEKERJAAN PEMBUATAN REINFORCED CONCRETE DIAPHRAGM WALL.

Pekerjaan ini terdiri atas sub bagian-sub bagian yang akan kami uraikan satu per satu di bawah ini.

ii.1 Penyiapan Slurry.

Campuran slurry ditentukan oleh estimate tenaga ahli kami berdasarkan penilaian atas bored log. Kebenaran estimate akan diuji pada penggalian test panel.

Campuran terdiri atas air, bentonite dan additive (jika diperlukan) dengan perbandingan tertentu, diaduk dengan mixer yang mempunyai kapasitas tertentu. Slurry yang dihasilkan disimpan dulu dalam bak slurry segar supaya cukup umur (lebih kurang 12 jam). Pada saat akan mulai menggali, slurry dimasukkan kedalam tangki slurry untuk selanjutnya dialirkan ke trench yang membutuhkan.

Slurry yang sudah dipakai dari trench, dimasukkan kembali kedalam tangki bentonite bekas untuk selanjutnya dipakai kembali untuk penggalian trench berikutnya.

Bila keadaan slurry yang kembali dari trench sudah tidak mungkin direcycle, slurry dibuang keluar lokasi proyek. Kedalam tangki bentonite bekas ditambah slurry dari kolam bentonite / fresh bentonite sebagai pengganti slurry yang dibuang.

ii.2 Penggalian Panel

Dengan berpedoman kepada panel layout planning, maka akan dimulai penggalian panel. Selama proses penggalian, panel harus selalu terisi penuh dengan slurry.

Tanah hasil galian dari grab langsung dituang ke dump truck yang telah disiapkan di dekat crane untuk selanjutnya diangkut ke lokasi pembuangan sementara atau langsung keluar site.

Untuk setiap grab mengangkut tanah, harus kita ambil sample tanah tersebut untuk dimonitor jenis pelapisan tanahnya dan kedalaman lobang galian. Dari sini akan dibuat excavation report terutama guna untuk memperoleh kepastian bahwa toe diaphragm wall sesuai dengan kedalaman rencana (20 m).

III.3 **Recycling / cleaning supemud slurry serta quality control slurry**

Kedalam lobang panel dimasukkan pipa, diujung bawah pipa ini dipasang submersible pump yang cukup kuat. Bagian atas pipa disambung dengan sistem perpipaan yang melewati pipa terus ke kolam slurry bekas.

Pada saat submersible pump dijalankan slurry dari dasar galian akan mengalir keluar. Perlu diingat slurry yang mengalami kontaminasi berat selalu berada didasar galian. Untuk mengkompensasi kekurangan slurry karena aliran ini, dibagian atas galian diisi dengan slurry segar lewat sistem perpipaan.

Quality control terhadap slurry selalu dilakukan secara berkala sejak pencampuran pertama sampai akhir proyek. tetapi kontrol secara intensif dan akurat terutama dilakukan pada saat proses recycling. Simple slurry diambil dari outlet pipa balik dalam bak slurry bekas. Pekerjaan recycling baru boleh dihentikan pada saat sample menunjukkan bahwa kualitas slurry cukup memenuhi syarat untuk pelaksanaan pekerjaan pembetonan tremi.

Pada akhir pengaliran, joint antara male dan female dibersihkan dengan menggunakan alat khusus yaitu "box cleaner" dan "plate cleaner". Alat tersebut dilengkapi dengan sikat agar dapat memberikan hasil yang efektif. Box cleaner ini didesain secara khusus untuk menghilangkan lumpur pada end plate seperti pada sambungan tulangan pada female panel sedangkan untuk plate cleaner didesain secara khusus untuk menghilangkan lumpur pada sambungan tulangan di sudut panel.

Alat khusus cleaning dapat di lihat pada lampiran II.

I.4 **Fabrikasi dan pemasangan sangkar pembesian (reinforced cage).**

Untuk memasukan sangkar pembesian kedalam lubang galian panel, sangkar pembesian tidak boleh berdeformasi permanen.

Dalam hubungan ini ikatan-ikatan kawat pada besi-besi beton harus dibuat extra kuat dan pelaksanaannya dikontrol secara sistematis.

Sambungan sebagai tulangan utama harus tetap memenuhi bond strenght besi dan beton dan memenuhi syarat PBI.
Selimut beton dibuat = 10 cm

ii.5 Pengecoran beton dengan tremi.

Pengecoran beton dengan tremi pada umumnya tidak berbeda dengan pengecoran beton pada bored pile.

Bedanya terletak pada besar ukuran volumenya, yaitu sampai 50 – 55 m³ per pengecoran. Hal yang perlu diingat disini adalah untuk panel yang lebih lebar dari 4 meter, harus dipakai (2-3) pasang corong dan pipa tremi. Kemajuan pengecorannya supaya dijaga untuk dibuat sama.

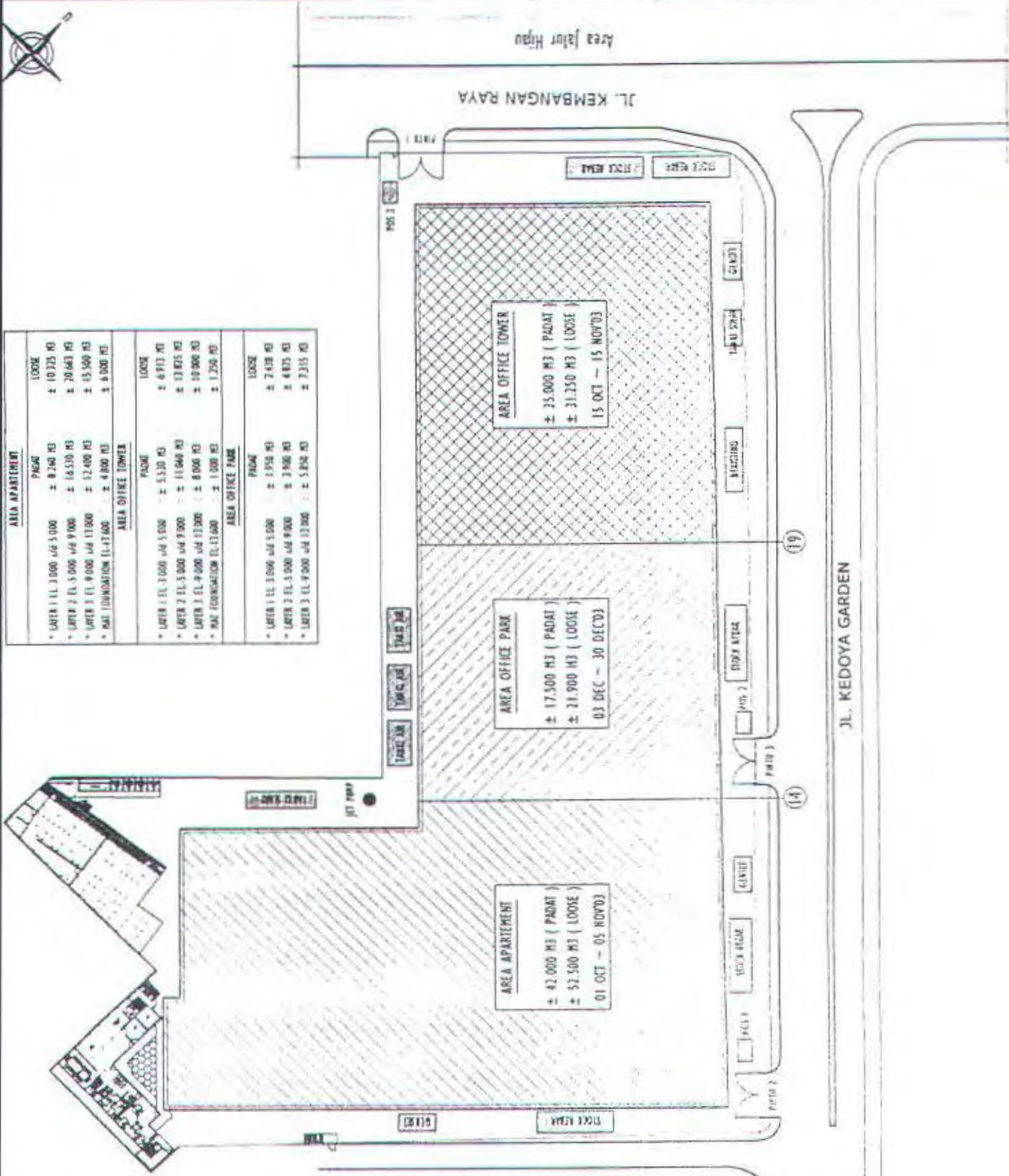
Jakarta, 8 Mei 2003

PT. Pakubumi Semesta





AREA APARTEMEN		
PADAT	LOOSE	
* LAYER 1 EL. 3.000 s.d 5.000	± 8.240 M ²	± 10.325 M ²
* LAYER 2 EL. 5.000 s.d 9.000	± 18.510 M ²	± 20.643 M ²
* LAYER 3 EL. 9.000 s.d 11.000	± 12.400 M ²	± 15.549 M ²
* PAKET FISHBONE (EL. 12.600)	± 4.000 M ²	± 8.000 M ²
AREA OFFICE TOWER		
PADAT	LOOSE	
* LAYER 1 EL. 3.000 s.d 5.000	± 5.520 M ²	± 6.913 M ²
* LAYER 2 EL. 5.000 s.d 9.000	± 11.649 M ²	± 13.875 M ²
* LAYER 3 EL. 9.000 s.d 11.000	± 8.000 M ²	± 10.000 M ²
* PAKET FISHBONE (EL. 12.600)	± 1.000 M ²	± 1.256 M ²
AREA OFFICE PARK		
PADAT	LOOSE	
* LAYER 1 EL. 3.000 s.d 5.000	± 1.356 M ²	± 7.428 M ²
* LAYER 2 EL. 5.000 s.d 9.000	± 3.806 M ²	± 4.825 M ²
* LAYER 3 EL. 9.000 s.d 12.000	± 5.856 M ²	± 7.315 M ²



KIRKORLEDOOS	
NO. 1	NO. 2
NO. 3	NO. 4
NO. 5	NO. 6
NO. 7	NO. 8
NO. 9	NO. 10
NO. 11	NO. 12
NO. 13	NO. 14
NO. 15	NO. 16
NO. 17	NO. 18
NO. 19	NO. 20
NO. 21	NO. 22
NO. 23	NO. 24
NO. 25	NO. 26
NO. 27	NO. 28
NO. 29	NO. 30
NO. 31	NO. 32
NO. 33	NO. 34
NO. 35	NO. 36
NO. 37	NO. 38
NO. 39	NO. 40
NO. 41	NO. 42
NO. 43	NO. 44
NO. 45	NO. 46
NO. 47	NO. 48
NO. 49	NO. 50
NO. 51	NO. 52
NO. 53	NO. 54
NO. 55	NO. 56
NO. 57	NO. 58
NO. 59	NO. 60
NO. 61	NO. 62
NO. 63	NO. 64
NO. 65	NO. 66
NO. 67	NO. 68
NO. 69	NO. 70
NO. 71	NO. 72
NO. 73	NO. 74
NO. 75	NO. 76
NO. 77	NO. 78
NO. 79	NO. 80
NO. 81	NO. 82
NO. 83	NO. 84
NO. 85	NO. 86
NO. 87	NO. 88
NO. 89	NO. 90
NO. 91	NO. 92
NO. 93	NO. 94
NO. 95	NO. 96
NO. 97	NO. 98
NO. 99	NO. 100

APARTEMEN
WESLING KEDOYA

JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77
JAKARTA BARAT

JL. KEMBANGAN RAYA

Area Jalur Hijau

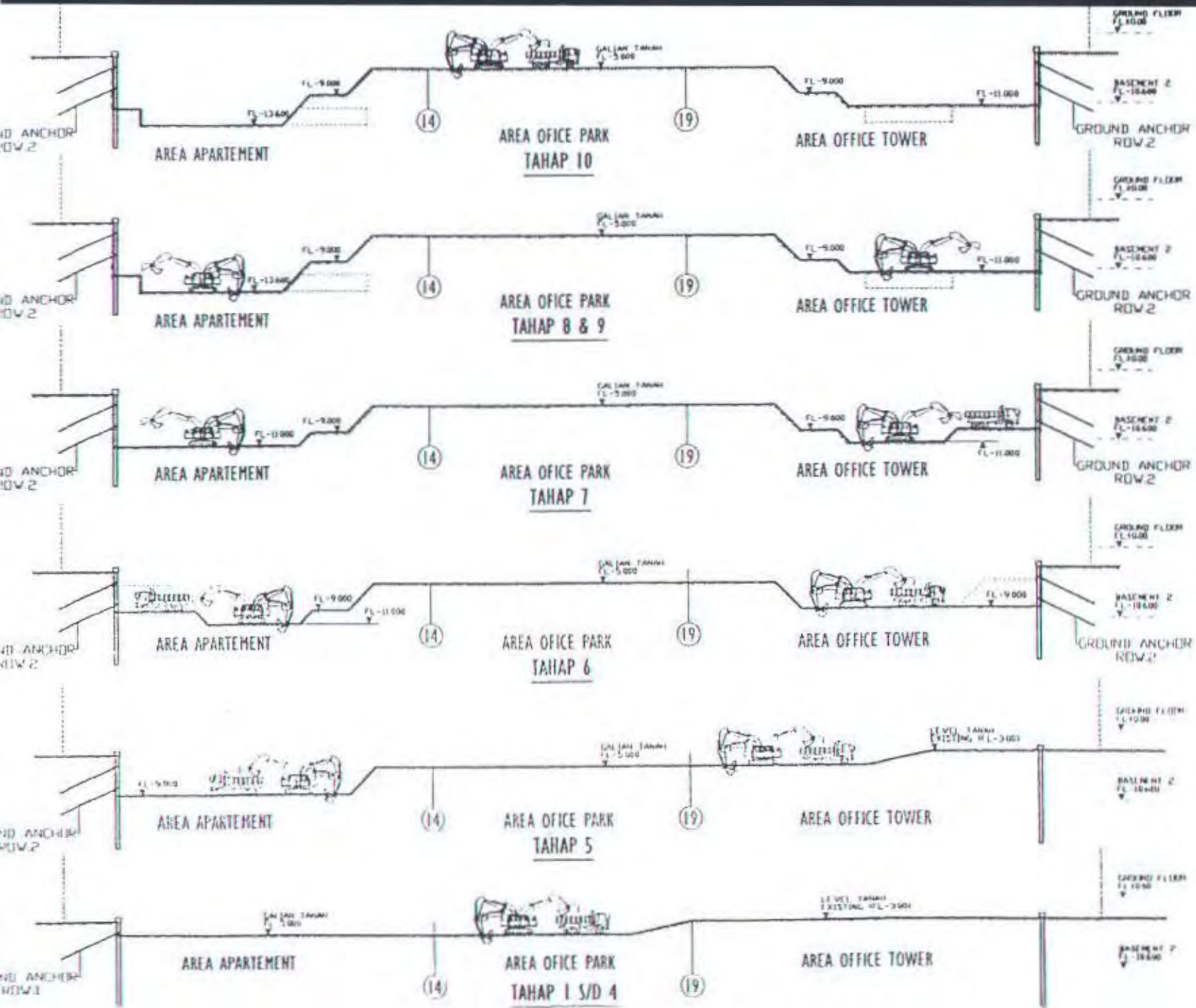
JL. KEDOYA GARDEN

WESLING KEDOYA

STREET LIGHTING

WESLING KEDOYA

STREET LIGHTING



LEMBER :

KOMPONEN			
NO	TITIK	UJIAN	FAKTA

AREA PROJEK :

APARTEMEN
WESLING KEDOYA

LOKASI PROJEK :

JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77
JAKARTA BARAT

INSTRUKSI :

P. C. AND LAIN (MEREK)
DIPERIKSA OLEH :
P. C. AND LAIN (MEREK)

NO	UJIAN	FAKTA	TANGGAL

REVISI PERUBAHAN :

NO	UJIAN	FAKTA	TANGGAL

AREA LAIN :

POTONGAN GAJIAN MEMANGKUP

NO	UJIAN	FAKTA	TANGGAL

URUTAN		KORNOLOGI		KORNOLOGI													
NO	TANGGAL	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI												
			APARTEMEN WESLING KEDOKA														
LOKASI PROJEK JL. KEDOKA GARDEN KAV. 27 JAKARTA BARAT																	
KONSTRUKSI TAHAP 10 (RIBA 1) TANGGA BERTANGKAI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10																	
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
REVISI (SOPANAN) 1. TANGGA BERTANGKAI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 2. TANGGA BERTANGKAI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 3. TANGGA BERTANGKAI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 4. TANGGA BERTANGKAI 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10																	
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												
<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> <td>NO</td> <td>REVISI</td> <td>TANGGA</td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> <td>01</td> </tr> </table>						NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA	01	01	01	01	01	01
NO	REVISI	TANGGA	NO	REVISI	TANGGA												
01	01	01	01	01	01												

AREA OFFICE PARK



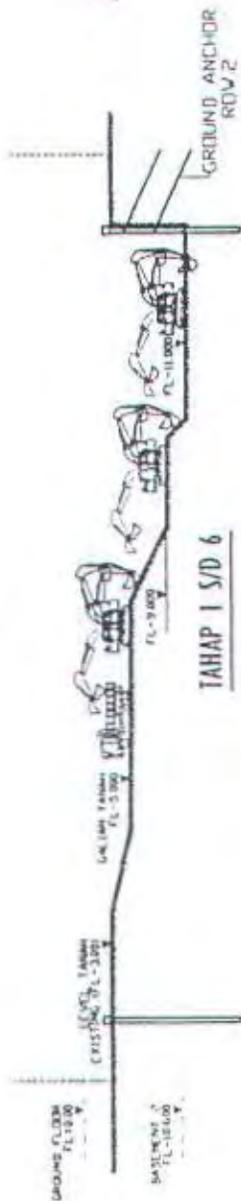
TAHAP 10

AREA OFFICE TOWER



TAHAP 7 S/D 10

AREA OFFICE TOWER



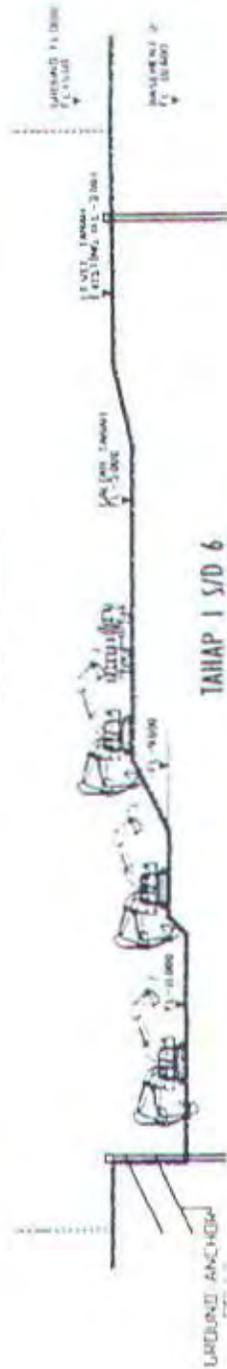
TAHAP 1 S/D 6

AREA APARTEMEN



TAHAP 7 S/D 10

AREA APARTEMEN

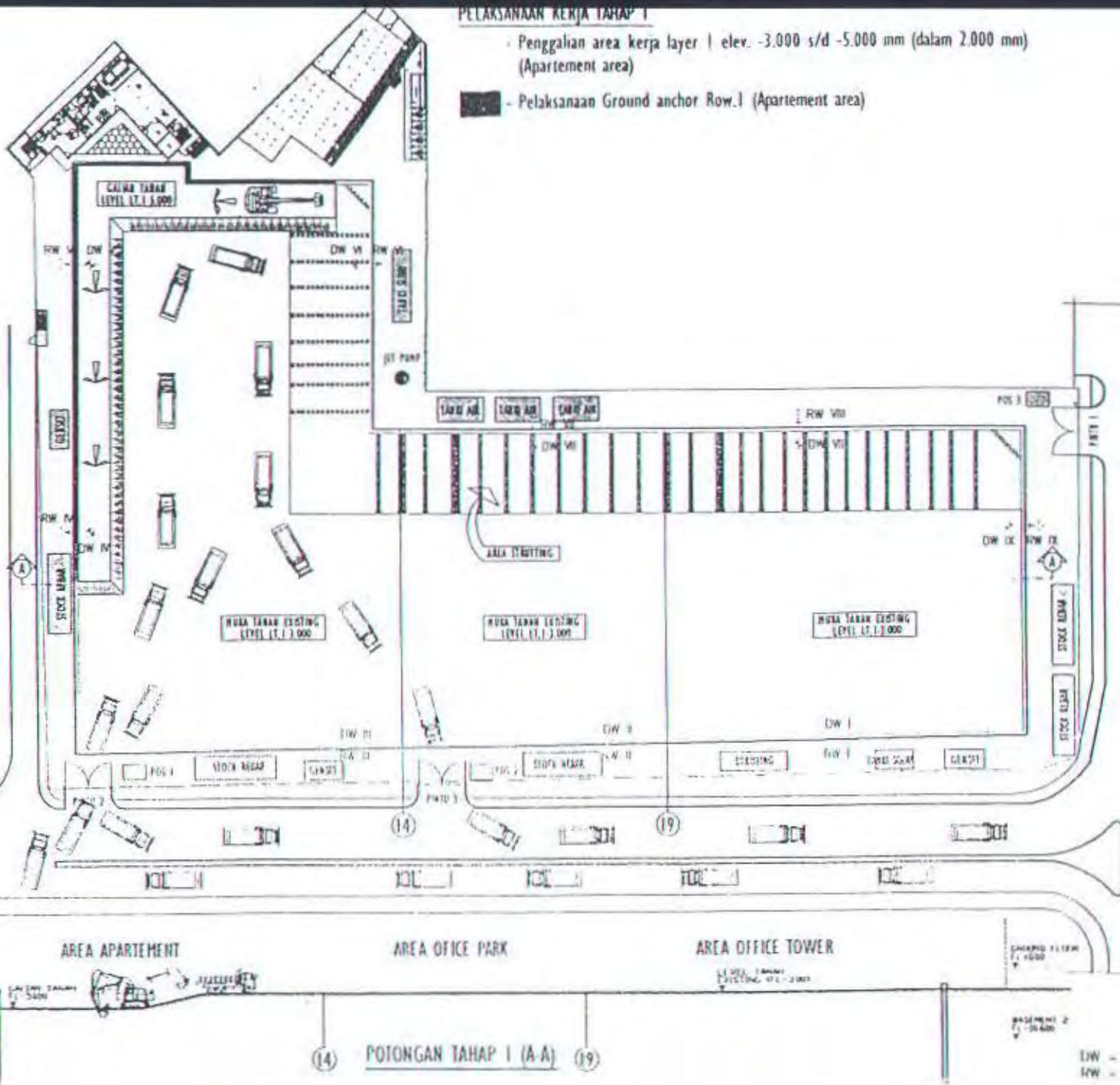


TAHAP 1 S/D 6

PELAKSANAAN KERJA TAHAP I

- Penggalian area kerja layer I elev. -3.000 s/d -5.000 mm (dalam 2.000 mm) (Apartemen area)

 - Pelaksanaan Ground anchor Row.I (Apartemen area)



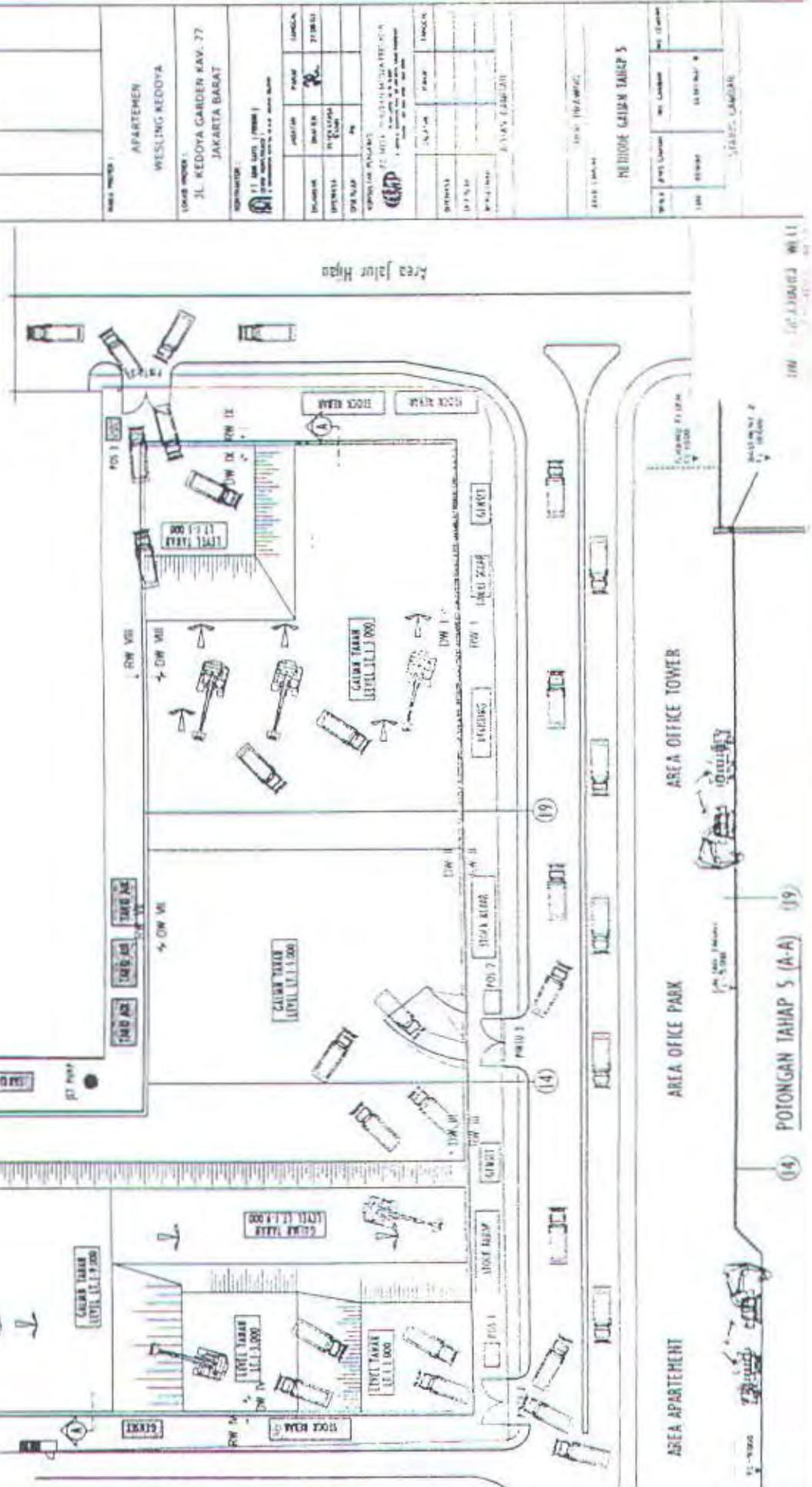
KORPORASI			
NOVUS	TAMBAH	URAHAN	PAKSI
NAMA PROJEK :			
APARTEMEN WESLING KEDOYA			
LOKASI PROJEK :			
JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77 JAKARTA BARAT			
KONSTRUKTOR :			
P.T. AGRI BARTA (PERINDO) DIVISI KONSTRUKSI I J. DEWIBANDHARA RAYA NO. 14 B-10 JAKART BARAT			
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	TAMBAH
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	27.08.02
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	
KONSULTAN TEKNIK :			
 PT. BASTRA TEKNIK PERKASA JL. KEDONDONG NO. 100 KAWASAN INDUSTRI KEDONDONG KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT			
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	TAMBAH
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	
DISAINIR	INSPEKSI	PAKSI	
SALAH SUDJANA			
TITIP DRAWING			
METHODE GAGAS TAHAP I			
NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4
NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4
STATIS LAMPIRAN			

Area Jalur Hijau

DW = DISCHARGE WELL
RW = RECHARGE WELL

LEGENDA

- Pengalihan area kerja layer 2 elev. -5.000 s/d -9.000 mm (diambil 4.000 mm) (Apartement area)
- Pengalihan area kerja layer 1 elev. -3.000 s/d -5.000 mm (diambil 2.000 mm) (Office park & Office tower)
- Pelaksanaan Ground anchor Row.1 (Office tower)
- Pelaksanaan Ground anchor Row.2 (Apartement area)



KONSTRUKSI	
REKAM	APARTEMEN
REKAM	APARTEMEN
REKAM	APARTEMEN

APARTEMEN
WESLING KEDOYA
LOKASI PROJEK :
JL. KEDUYA GARDEN KAV. 77
JAKARTA BARAT

NO.	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI
1				
2				
3				
4				
5				

REVISI

KONSTRUKSI	
REKAM	APARTEMEN
REKAM	APARTEMEN
REKAM	APARTEMEN

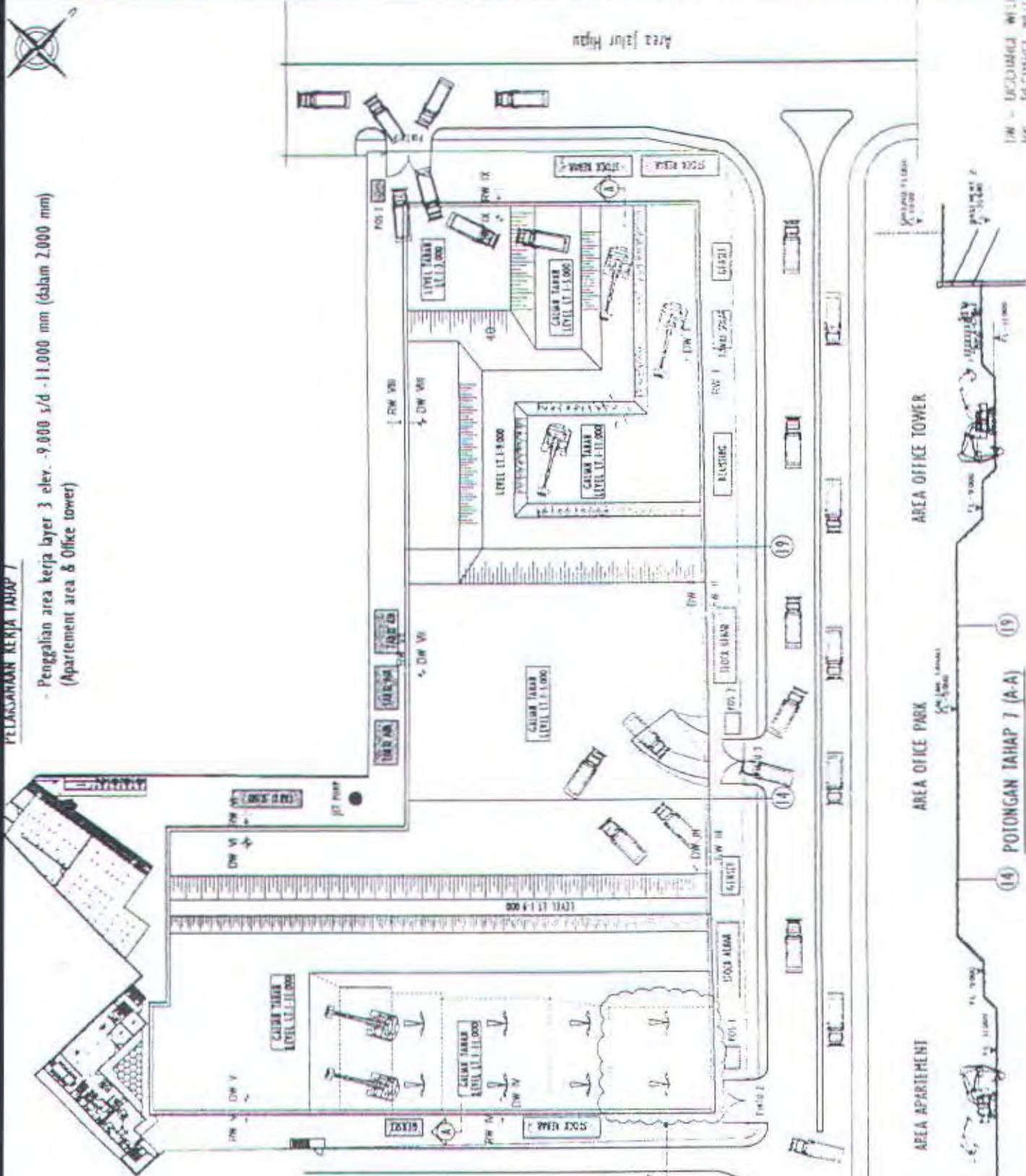
1:1000
N

PELAKSANAAN KERJA TAHAP 7

- Pengalangan area kerja layer 3 elev. -9.000 s/d -11.000 mm (dalam 2.000 mm)
 (Apartement area & Office tower)



APARTEMEN		APARTEMEN		APARTEMEN	
NO. URUT	NO. URUT	NO. URUT	NO. URUT	NO. URUT	NO. URUT
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114
115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162
163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174
175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186
187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198
199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222
223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246
247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258
259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282
283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300



1:500 - DIBUAT OLEH WIT
 10/10/2010

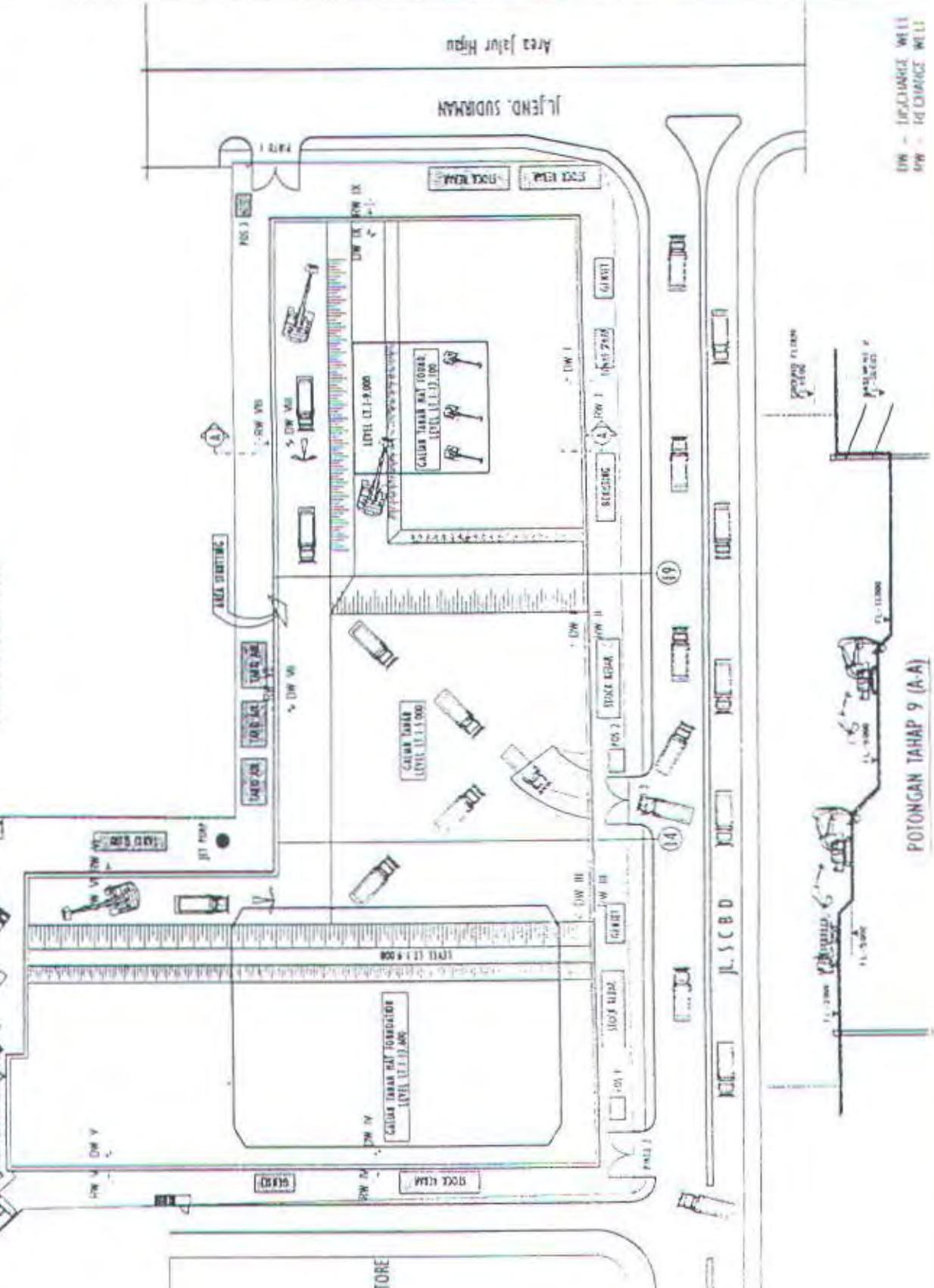
FOUNDATION AREA TOWER 9

Penggalian area kerja Mat foundation elev. -13.600 mm & -13.100 mm
(Apartment area & Office tower)

Penggalian area kerja pada daerah strutting dilakukan bertahap, galian → cor pondasi → strutting.
Elev. 5.000 s/d ±11.000



KETERANGAN		NO	URUTAN	REVISI
1	2	3	4	5
APARTEMEN WESLING KEDOYA				
LOKASI PROJEK : JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77 JAKARTA BARAT				
INSTRUKSI : 1. TUGAS SURVEI (PROBING) 2. TUGAS SURVEI (PROBING) 3. TUGAS SURVEI (PROBING)				
NO	REVISI	ALASAN	TANGGAL	DIKORREKSI
1	2	3	4	5
ORGANISASI PERENCANAAN : PT. KARYA KONSULTING LINGKAR JALAN BUNDA RAJA NO. 104 TEL. (021) 6271 1111 FAX (021) 6271 1111				
NO	REVISI	ALASAN	TANGGAL	DIKORREKSI
1	2	3	4	5
TRACER SURVEYING JALAN LINGKAR				
METHODE GALIAN TAHAP 9				
NO	REVISI	ALASAN	TANGGAL	DIKORREKSI
1	2	3	4	5
SURVEI LINGKAR SURVEI LINGKAR				



EW - EXCHANGE WELL
RW - RECHARGE WELL

POTONGAN TAHAP 9 (A-A)

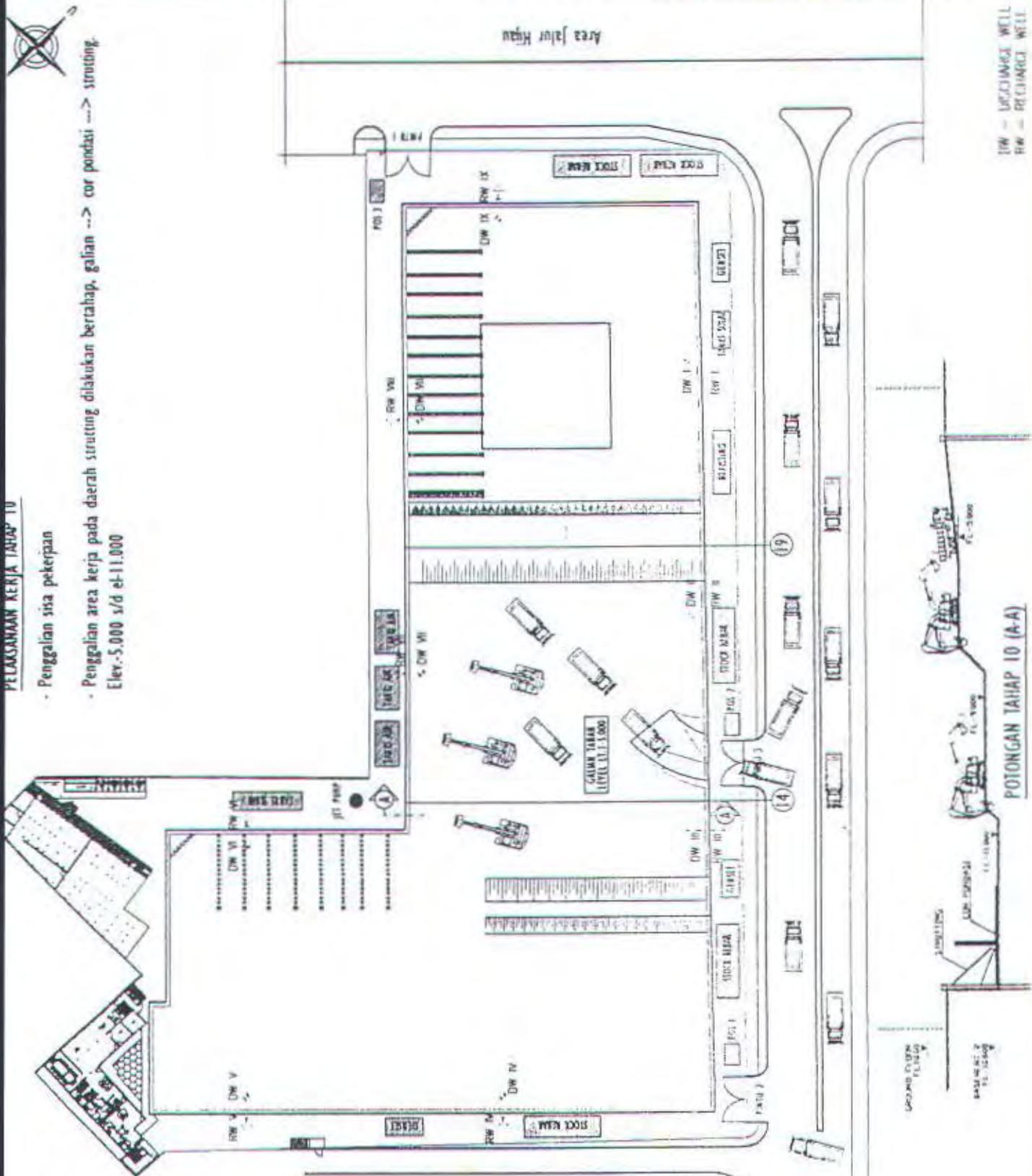
PELAKSANAAN KERJA TAHAP IV

- Penggalan sisa pekerjaan
- Penggalan area kerja pada daerah structing bertahap, galian --> cor pondasi --> structing.
Elev.-5.000 s/d el+11.000



REKORDLOOS					
NO	REVISI				
NAMA PROJEK : APARTEMEN WESLING KEDOYA LOKASI PROJEK : JL. KEDOYA GARDEN KAV. 77 JAKARTA BARAT					
KONSTRUKSI : 1. L. AN. (S/D) / (TUMBUH) 2. 3.					
NO	REVISI	ALASAN	SIKAP	TAMBAH	HANGKAP
PERUMAHAN KAWASAN : PT. MITRA KAWASAN KUALITAS (MKA) Jl. Kedoya Garden Kav. 77 Jakarta Barat, 11211 Telp. (021) 5438 4444					
JENIS GAMBAR : METRIS GEDUNG TAHAP IV					
STATUS GAMBAR :					

Area Jalur Hewan



DW = DRAINAGE WELL
 RW = RECHARGE WELL

POTONGAN TAHAP IV (A-A)