

SKRIPSI

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG**



Disusun Oleh :

ARIO YUSUF BAKTIAR

12.21.053

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

ARIO YUSUF BAKTIAR

12.21.053

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Edi Hargono D.P, MS

Ir. Munasih, MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Ir. A. Agus Santosa, MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 5 Agustus 2017

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

Disusun Oleh :

ARIO YUSUF BAKTIAR

12.21.053

Disahkan Oleh :

Ketua

Sekretaris

Ir. A. Agus Santosa, MT

Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji :

Penguji I

Penguji II

Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Lila Ayu Ratna W. ST., MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandan tangan dibawah ini :

Nama : Ario Yusuf Baktiar

Nim : 12.21.053

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG”

adalah hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyalin hasil karya orang lain, kecuali disebutkan sumbernya dan tercantum dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Malang, September 2017
Yang Membuat Pernyataan

Ario Yusuf Baktiar
Nim : 12.21.053

ABSTRAK

Ario Yusuf Baktiar, 2017. “Analisa Produktifitas Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Dan Pondasi Pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Malang”. Dosen Pembimbing I : Ir. Edi Hargono D. P, MS ; Pembimbing II : Ir. Munasih, MT

Pelaksanaan pekerjaan pembangunan proyek selalu berhubungan dengan pekerjaan tanah dan pondasi. Pekerjaan ini dilakukan mulai dari menggali, menggusur, memindahkan, memadatkan dan kadangkala mengolah kembali tanah untuk mendapatkati spesifikasi tanah sesuai yang diharapkan. Bila pekerjaan tanah dan pondasi mempunyai skala pekerjaan cukup besar dan membutuhkan kecepatan dalam pelaksanaan pekerjaan, maka pekerjaan tanah tersebut dilakukan dengan cara mekanis atau menggunakan bantuan alat berat. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui produktivitas dan biaya penggunaan alat berat yang digunakan dalam penyelesaian proyek pada pekerjaan tanah dan

Analisa yang digunakan adalah metode analisa produktivitas, yaitu dengan menghitung data untuk mencari produktivitas alat berat yang digunakan, untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dan biaya alat berat untuk pekerjaan tanah dan pondasi.

Dari analisa pekerjaan tanah didapatkan volume galian = 662,0352 m³ menggunakan alat berat 1 unit Excavator dengan produktivitas 22,504 m³/jam, 2 Dump Truck = 15,551 m³/jam dan 1 Bulldozer = 14,02 m³/jam dengan waktu pekerjaan tanah 5 hari. Pada pekerjaan pondasi dengan jumlah titik bor sebanyak 213 dengan kedalaman 19 m menggunakan alat berat Bore Machine dengan produktivitas 4,22 m³/jam, Tower Crane = 20,03 menit/ pondasi, dan Mixer Truck = 6 m³ dengan total waktu pekerjaan pondasi 58 hari. biaya total alat berat yang dianalisa pada pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi dengan waktu pekerjaan 63 hari sebesar Rp 1.730.513.760,00 (Satu Miliar Tujuh Ratus Tiga Puluh Juta Lima Ratus Tiga Belas Ribu Tujuh Ratus Enam Puluh Rupiah)

Kata Kunci : Produktifitas, Alat berat, Pekerjaan Tanah Dan Pondasi

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas segala berkat dan rahmat -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi yang berjudul ***“Analisa Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah dan Pondasi Pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesu Guru Universitas Malang”*** yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Sehubung dengan hal tersebut, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang,MT selaku Dekan FTSP ITN Malang
2. Bapak Ir. Agus Santosa,MT selaku Kaprodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
3. Ibu Ir. Munasih, MT selaku Sekertaris Prodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
4. Bapak Ir. Edi Hargono D P,MS dan Ibu Ir. Munasih,M.T selaku dosen pembimbing.
5. Bapak, Ibu dan Kakak yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan do’a.
6. Rekan-rekan Teknik Sipil S-1 yang telah banyak telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini.
7. Mantan mantan yang tanpa disadari hanya membuang buang waktu, memperlambat perkuliahanku & membuatku melupakan QS AL ISRAA : 32

Dalam menulis laporan ini penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan, hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan penulis. Maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, September 2017

penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	5

BAB II : LANDASAN TEORI

2.1 Studi Terdahulu	6
2.2 Sifat Fisik Material	7
2.3 Pekerjaan Tanah	13
2.3.1 Pekerjaan Galian	13
2.3.2 Pekerjaan Timbunan	14
2.4 Pekerjaan Pondasi.....	15
2.5 Jenis Alat Berat.....	17
2.5.1 Analisa Produktivitas <i>Excavator (Backhoe)</i>	20
2.5.2 Analisa Produktivitas <i>Dump Truck</i>	24
2.5.3 Analisa Produktivitas <i>Dozer</i>	28
2.5.4 Analisa Produktivitas <i>Bore Machine</i>	34
2.5.5 Analisa Produktivitas <i>Tower Crane</i>	37

2.5.6	Analisa Produktivitas <i>Dump Truck</i>	39
2.6	Efisiensi Kerja	40
2.7	Jumlah Kebutuhan Peralatan	44
2.8	Perhitungan Alat Berat	45

BAB III : METODE PENELITIAN

3.1	Obejk Studi	48
3.2	Pengumpulan Data.....	49
3.3	Analisa Data	50

BAB IV : ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT

4.1	Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan	55
4.2	Perhitungan Produktivitas Dari Masing Masing Alat Berat	56
4.2.1	Perhitungan Volume Galian dan Timbunan	56
4.2.1.1	Perhitungan Produksi <i>Excavator</i>	58
4.2.1.2	Perhitungan Produksi <i>Dump Truck</i>	59
4.2.1.2	Perhitungan Produksi <i>Bullozer</i>	61
4.2.2	Pekerjaan Pondasi	62
4.2.2.1	Perhitungan Produksi <i>Bore Machine</i>	67
4.2.2.2	Perhitungan Produksi <i>Tower Crane</i>	68
4.2.2.3	Perhitungan Produksi <i>Mixer Truck</i>	78
4.3	Analisa Waktu Efektif Alat Berat dan Idle Time Pekerjaan Tanah	79
4.4	Analisa Waktu Efektif Alat Berat dan Idle Time Pekerjaan Strous	83
4.5	Analisa Biaya, Mobilisasi dan Demobilisasi , Depresiasi Alat	88
4.6	Analisa Biaya Sewa Total Alat Berat	102
4.7	Hasil Analisa dan Pembahasan.....	104

Bab V : KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran.....	109

DAFTAR PUSTAKA	110
-----------------------------	-----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1	<i>Swelling factor</i>	9
2.2	Faktor Konversi Volume Tanah / Material.....	10
2.3	Efisiensi Kerja Berdasarkan Kondisi Operasional Alat.....	22
2.4	Faktor <i>Bucket</i>	22
2.5	Waktu Gali.....	23
2.6	Waktu Putar.....	23
2.7	Waktu <i>Dumping</i> Dan Persiapan <i>Loading</i>	28
2.8	Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja.....	32
2.9	Nilai Efisiensi Kerja Alat.....	32
2.10	Nilai Efisiensi Operator.....	32
2.11	<i>Blade Factor</i>	33
2.12	Faktor Cuaca Dan Operator.....	41
2.13	Faktor Gabungan Alat dan Medan.....	42
2.14	Faktor Material.....	42
2.15	Faktor Manajemen.....	44
4.1	Galian <i>Pile Cap</i>	56
4.2	Galian <i>Tie Beam</i>	56
4.3	Timbunan <i>Pile Cap</i>	56
4.4	Timbunan <i>Tie Beam</i>	57
4.5	Penentuan Posisi Pekerjaan, Jarak dan Sudut	70
4.6	Perhitungan Waktu Pergi <i>Tower Crane</i>	73
4.7	Perhitungan Waktu Kembali <i>Tower Crane</i>	75
4.8	Perhitungan Waktu Siklus <i>Tower Crane</i>	77

DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>Backhoe</i>	20
2.2	<i>Dump Truck</i>	24
2.3	<i>Bulldozer</i>	28
2.4	<i>Bore Machine</i>	34
2.5	<i>Tower Crane</i>	37
2.6	<i>Mixer Truck</i>	39
4.1	<i>Perencanaan Pondasi</i>	62
4.2	<i>Detail Pondasi</i>	63
4.3	<i>Posisi Koordinat Tower Crane, Pondasi dan Material</i>	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan infrastruktur bangunan gedung, jalan dan jembatan di Indonesia saat ini berkembang dengan pesat yang salah satunya ditandai dengan semakin banyaknya persaingan dalam sektor jasa pembangunan yang menuntut ketepatan, efektifis, efisien dan ekonomis. Pada umumnya setiap pekerjaan pembangunan selalu berkaitan dengan masalah pekerjaan tanah, pekerjaan ini dimulai dari menggali, memindahkan, memadatkan, dan kadangkala mengolahnya untuk mengolahnya untuk mendapatkan spesifikasi tanah yang diharapkan.

Pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang, khususnya pekerjaan tanah yang memiliki skala pekerjaan cukup besar dan membutuhkan ketepatan dalam pelaksanaan pekerjaan, maka pekerjaan tanah tersebut dilakukan dengan cara mekanis atau menggunakan bantuan alat - alat berat tergantung pada karakteristik masing masing alat dan kondisi medan. Hal ini diperlukan agar alat tersebut dapat bekerja secara optimal sehingga pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu dengan biaya sehemat mungkin, sebelumnya diadakan perencanaan produktivitas penggunaan alat berat untuk mengetahui perhitungan berapa alat berat yang akan dipakai dan berapa biaya yang diperlukan dalam pakerjaan pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang.

Perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah diharapkan pemakaian alat berat akan lebih efisien dan akurat digunakan pada pekerjaan galian timbunan, dan jarak angkut material yang dikerjakan, sehingga tidak ada pemakaian alat yang terbuang sia – sia karena menganggur dan menunggu antrian. Manajemen alat berat sangat diperlukan sehingga dapat menunjukkan kelancaran dari pekerjaan tersebut. Sasaran dari manajemen alat berat yaitu factor waktu , mutu dan biaya.

Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang menggunakan alat berat dalam membantu proses pekerjaan proyek pembangunan dalam pekerjaan tanah dan pondasi menggunakan alat berat *Exavator, Dump truck, Bulldozer, Bore machine , Tower Crane dan Mixer truck*. Untuk mengetahui kemampuan alat berat dalam setiap item pekerjaan, maka harus menganalisa produktivitas masing masing alat berat tersebut sehingga dapat mengetahui jumlah produktivitas masing masing alat berat yang digunakan dan biaya alat berat tersebut. Dengan itu juga bisa mengetahui alat berat tersebut dikatakan efisien dengan waktu yang telah ditentukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas adapun permasalahan yang terjadi dalam pekerjaan tanah dan pondasi dimana peranan alat berat menunjukkan kelancaran bagi proyek sehingga perlu perhitungan secara matang supaya tidak ada kendala dalam proses pembangunan tersebut. Permasalahan pada pekerjaan tanah dan pondasi sebagai berikut :

1. Produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi

2. Waktu pekerjaan alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi
3. Biaya alat alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada identifikasi masalah sebelumnya, maka penulis dapat membuat suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa kapasitas produksi masing masing alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi ?
2. Berapa waktu total yang dibutuhkan alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi ?
3. Berapa biaya masing masing alat berat dan biaya total dari semua alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah dan pondasi pada proyek tersebut ?

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini mempunyai ruang lingkup yang sangat luas, karena mencangkup tahapan kegiatan mulai sejak awal pelaksanaan sampai akhir pelaksanaan. Untuk menghindari pelebaran masalah yang dibahas, maka penulis hanya membahas pada masalah masalah :

1. Studi mengambil proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang
2. Hanya alat berat yang dipakai dalam proses pekerjaan tanah dan pondasi pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang

3. Pekerjaan tanah meliputi pekerjaan galian dan timbunan pada pilecap dan tiebeam, pembuangan tanah bekas galian
4. Pekerjaan pondasi meliputi pekerjaan pengeboran pondasi, pemasangan tulangan pondasi, pengecoran pada pondasi, pembuangan tanah bekas pengeboran, pasangan batu kali, aanstamping dan pekerjaan sloof
5. Alat berat yang dipakai dalam proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang, meliputi :
 - a. Pekerjaan tanah : *Exavator, Dump Truck* dan *Bulldozer*
 - b. Pekerjaan Pondasi : *Bore Machine, Tower Crane, Mixer Truck, Exavator, Dump Truck*
6. Analisa yang dilakukan hanya produktivitas alat berat, waktu yang dibutuhkan alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan, harga sewa alat dan oprasional.
7. Jenis tanah yang digunakan merupakan tanah biasa

1.5 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui kapasitas produksi dari masing masing alat berat yang digunakan pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang
2. Mengetahui berapa waktu total pekerjaan alat berat pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang

3. Mengetahui biaya masing masing alat berat dan biaya total dari semua alat berat yang digunakan pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang

1.6 Manfaat

Secara umum hasil dari penulisan ini dapat memberikan pengetahuan tentang produktivitas alat berat dan memberikan cara menganalisa penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi ditinjau dari segi efektivitas waktu dan biaya kepada pembaca.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Studi terdahulu

Penelitian mengenai analisa produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi sudah pernah ditulis, beberapa penelitian yang terdahulu dalam penelitian ini akan dijadikan sebagai bahan acuan agar penulis dapat memperoleh informasi mengenai topik pembahasan yang akan dilakukan. Penelitian sebelumnya antara lain :

- a. Rizky Emalia Bhukti (2012)

Analisa Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Pada Proyek Pembangunan Hotel The Singhasari Resort dan Convention.

- b. Dwi Novi Setiawati. (2013)

Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegoon

Hasil kedua analisa produktivitas penulisan studi terdahulu diatas dan beberapa jurnal, ada kesamaan metode dalam perhitungan produktivitas alat berat. Dari hasil analisa dari Bhukti (2012) menggunakan metode analisa produktifitas, dengan menghitung data untuk mencari produktivitas alat yang digunakan untuk mengetahui ketepatan waktu yang ada dalam suatu proyek apakah sesuai dengan jadwal yang direncanakan atau terjadi keterlambatan, dengan alat berat 8 unit Excavator, 5 unit Bulldozer, 5 Roller dan 22 Dump Truck, 1 Motor Grader, 5 Whell Loader didapatkan biaya total Rp.888.930.000,00. Sedangkan dari hasil analisa Setiawati (2013) dengan durasi waktu pekerjaan 45 hari dengan

menggunakan alat berat *Excavator, Dump Truck dan Roller* didapatkan biaya total alat berat sebesar Rp.37.547.895.680,00 dengan metode perhitungan produksi kapasitas alat berat secara aktual, analisa yang dilakukan yaitu perhitungan produktivitas masing masing alat berat dengan menentukan waktu siklus alat, perhitungan produksi per jam besarnya harga sewa alat perjam dan waktu yang dibutuhkan selama alat bekerja.

Selain dari kedua penulisan terdahulu, penulis juga mengacu pada beberapa sumber buku yang berhubungan dengan produktivitas alat berat sebagai sumber referensi untuk penyusunan skripsi ini, antara lain :

- a. *Andi Tenrisukki Tenriajeng. 2003. Pemindehan Tanah Mekanis. Jakarta: Gunadarma*
- b. *Djoko Wilopo. 2009. Metode Konstruksi dan Alat Berat. Jakarta: UI-Press*
- c. *Ir. Rochmanhadi. 1987. Alat Alat Berat Dan Penggunaannya. Jakarta: Dunia Grafika Indonesia*

Dari beberapa judul diatas memberikan informasi tentang sifat sifat material , fungsi dari alat berat dan manajemen alat berat, sehingga dapat memberikan gambaran penentuan kombinasi alat berat yang baik sesuai dengan fungsi kondisi medan, menentukan produktivitas alat berat dan biaya pada penggunaan alat berat, sehingga dari beberapa sumber buku diatas dapat dijadikan bahan pertimbangan referensi untuk penyusunan tugas akhir ini

2.2 Sifat Fisik Material

Penggunaan alat berat pada suatu proek mempengaruhi pada perubahan tanah dalam volum maupun kemampatannya. Pengetahuan mengenai sifat-sifat

karakteristik dan perilaku tanah sangat penting karena berpengaruh besar terhadap alat berat dalam hal menentukan jenis alat yang akan digunakan dan taksiran produksi, perhitungan volume pekerjaan dan kemampuan kerja alat berat pada kondisi material yang ada. Dengan demikian diperlukan kesesuaian alat dengan kondisi material, jika tidak akan menimbulkan kesulitan berupa tidak efisiennya alat yang otomatis akan menimbulkan kerugian karena banyaknya “lose time”. Beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan material
2. Berat dan berat material
3. Kekerasan material
4. Daya dukung tanah

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material tanah yang diganggu dari bentuk aslinya. Dari faktor tersebut bentuk material dibagi menjadi 3 keadaan, yaitu :

- a. Keadaan asli (*Bank Condition*)

Keadaan material tanah yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (*bank*). Keadaan butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik, ukuran tanah ini digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah

- b. Keadaan gembur (*Loose Condition*)

Keadaan material tanah setelah diadakan suatu pengerjaan (*disturb*), tanah demikian misalnya terdapat di depan *dozer*, di dalam *bucket* di

atas *truck* , dan sebagainya. Material yang tergalil dari tempat asalnya akan mengalami perubahan volume. Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran butiran tanah. Dengan demikian volumenya akan menjadi lebih besar. Ukuran material tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *loose measure* (LM)

c. Keadaan padat (*Compact*)

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemadatan. Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan). Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara diantara partikel partikel tanah tersebut. Dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan *bank*, hal ini tergantung dari usaha pemadatan yang dilakukan. Ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *compact measure*.

Sebagai gambaran berikut ini disajikan tabel mengenai faktor kembang tanah :

Tabel 2.1 Swelling Factor

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5 – 10
Tanah Permukaan (<i>top soil</i>)	10 – 25
Tanah Biasa	20 – 45
Lempung (<i>clay</i>)	30 – 60
Batu	50 – 60

Sumber : Tenriajeng (2003)

Perlu diketahui bahwa angka angka yang tertera pada table 2.1 di atas tidak pasti tergantung dari berbagai faktor yang dijumpai secara nyata di lapangan. Selain itu perlu diketahui faktor tanah yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas alat berat yaitu berat material, bentuk maerial, kekerasan dan daya ikat.

Dalam perhitungan produksi, material yang didorong atau digusur dengan *blade*, yang dimuat dalam *bucket*, kemudian dihampar adalah keadaan gembur. Untuk menghitung voume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya, dengan melakukan penggalian material tersebut atau melakukan pemadatan pemadatan dari material yang sudah gembur ke padat, perlu dikalikan dengan suatu faktor yang disebut “faktor konversi” yang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Faktor Konversi Volume Tanah / Material

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
<i>Sand</i> / Tanah Berpasir	Asli	1.00	1.11	0.99
	Gembur	0.90	1.00	0.80
	Padat	1.05	1.17	1.00
<i>Sand Clay</i> / Tanah Biasa	Asli	1.00	1.25	0.90
	Gembur	0.80	1.00	0.72
	Padat	1.11	1.17	1.00
<i>Clay</i> / Tanah Liat	Asli	1.00	1.25	0.90
	Gembur	0.70	1.00	0.63
	Padat	1.11	1.59	1.00
<i>Gravelly Soil</i> / Tanah Berkerikil	Asli	1.00	1.18	1.08
	Gembur	0.85	1.00	0.91
	Padat	0.93	1.09	1.00
<i>Grovels</i> / Kerikil	Asli	1.00	1.13	1.08
	Gembur	0.88	1.00	0.91
	Padat	0.97	1.10	1.00
Kerikil Besar dan Padat	Asli	1.00	1.42	1.03
	Gembur	0.70	1.00	0.91
	Padat	0.77	1.10	1.00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	Asli	1.00	1.65	1.22
	Gembur	0.61	1.00	0.74
	Padat	0.82	1.35	1.00

Tabel 2.2 Faktor Konversi Volume Tanah / Material (lanjutan)

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras, dan lainnya	Asli	1.00	1.70	1.31
	Gembur	0.59	1.00	0.77
	Padat	0.76	1.30	1.00
Pecahan Cadas, Broken Rock	Asli	1.00	1.75	1.40
	Gembur	0.57	1.00	0.80
	Padat	0.71	1.24	1.00
Ledakan Batu Cadas, Kapur Keras	Asli	1.00	1.80	1.30
	Gembur	0.56	1.00	0.72
	Padat	0.77	1.38	1.00

Sumber : Tenriajeng (2003)

Disamping itu dikenal pula cara perhitungan volume dari berbagai keadaan tanah sebagai berikut :

- Pengembangan (*swelling*)

$$Sw = \left(\frac{B-L}{L} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

- Penyusutan (*shrinkage*)

$$Sh = \left(\frac{C-B}{B} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Sw : *Swell* % pengembangan

Sh : *Shrinkage* % penyusutan

B : berat jenis tanah keadaan asli

L : berat jenis tanah keadaan lepas

C : berat jenis tanah keadaan padat

Selain pengembangan material, beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pengerjaan tanah, antara lain :

- Berat Material

Berat adalah sifat yang dimiliki setiap material. Kemampuan suatu alat berat untuk melakukan pekerjaan mendorong, mengangkat, mengangkut dll, akan dipengaruhi oleh berat material tersebut. Berat material ini akan berpengaruh terhadap volume yang diangkut atau didorong.

- Bentuk material

Pengaruh terhadap banyak sedikitnya material tersebut dapat menempati suatu ruangan tertentu. Kondisi material yang seragam, kemungkinan besar isinya senilai dengan volume ruangan yang ditempati, sedangkan material yang berbongkah akan lebih kecil dari nilai volume ruangan yang ditempatinya. Ukuran butir ini akan berpengaruh pada pengisian bucket.

- Daya Ikat Material

Kemampuan saling mengikat di antara butir butir material itu sendiri, sifat ini berpengaruh terhadap faktor pengisian (*spillage factor*). Material dengan kohesivitas tinggi akan mudah menggunung, sedangkan material dengan kohesivitas yang kurang baik akan sukar menggunung, melainkan permukaan cenderung rata.

- Kekerasan Material

Material yang keras akan lebih sukar digali atau koyak oleh alat berat, ini akan mempengaruhi produktivitas alat. Material yang umumnya digolongkan keras adalah bebatuan.

2.3 Pekerjaan Tanah

2.3.1 Pekerjaan Galian

Pekerjaan ini umumnya diperlukan untuk pembuatan saluran air bersih dan selokan, untuk formasi galian atau pondasi pipa, gorong gorong, pembuangan atau struktur lainnya, untuk pembuangan bahan yang tak terpakai dan tanah humus, untuk pekerjaan stabilisasi lereng dan pembuangan bahan longsor, untuk galian bahan konstruksi dan pembuangan sisa bahan galian, untuk pengupasan dan pembuangan bahan perkerasan beraspal pada perkerasan lama, dan umumnya untuk pembenyukan profil dan penampang badan jalan. Pekerjaan galian dapat berupa:

- Galian biasa

Galian biasa mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasi sebagaigalian batu, galian struktur, galian galian sumber bahan (*borrow excavation*) dan galian perkerasan jalan

- Galian batu

Galian bongkahan batu dalam *volume* $1 m^3$ atau lebih dan seluruh batu atau bahan lainnya tersebut adalah tidak praktis digali tanpa penggunaan alat bertekanan udara atau emboran dan peledakan.

- Galian struktur

Galian pada segala jenis tanah dalam batas pekerjaan yang disebut atau ditunjukkan dalam gambar untuk struktur. Setiap galian yang didefinisikan sebagai galian biasa atau galian batu tidak dapat dimasukkan dalam galian struktur. Galian struktur terbatas untuk galian lantai pondasi jembatan, tembok penahan tanah beton, dan struktur pemikul beban lainnya.

Pekerjaan galian struktur meliputi : penimbunan kembali dengan bahan yang disetujui, pembuangan bahan galian yang tidak terpakai, semua keperluan drainase, pemompaan, penimbaan, penyokong, pembuatan tempat kerja beserta pembongkarannya.

- Galian perkerasan beraspal.

Galian pada perkerasan lama dan pembuangan bahan perkerasan beraspal dengan maupun tanpa *Cold Milling Machine* (Mesin pengupas perkerasan beraspal tanpa pemanasan)

2.3.2 Pekerjaan Timbunan

Timbunan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu timbunan biasa, timbunan pilihan dan timbunan pilihan di atas tanah rawa. Timbunan pilihan akan digunakan sebagai lapis penopang (*capping layer*) untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar, juga digunakan di daerah saluran air dan lokasi serupa dimana bahan yang plastis sulit dipadatkan dengan baik. Timbunan pilihan dapat juga digunakan untuk stabilisasi lereng atau pekerjaan pelebaran timbunan jika diperlukan lereng yang lebih curam karena keterbatasan ruangan, dan untuk pekerjaan timbunan lainnya dimana kekuatan timbunan adalah faktor yang kritis. Timbunan pilihan di atas tanah rawa akan digunakan untuk melintasi daerah yang rendah dan selalu tergenang oleh air.

Material-material timbunan yang digunakan terdiri dari :

- Material timbunan tanah dari hasil galian dengan mutu baik
- Material timbunan tanah akan memenuhi bagian peninggian tanggul / tebing yang longsor, tidak tembus air, dan kuantitas material tidak

mengandung zat-zat organik (mudah larut) dan material yang digunakan harus dapat bertahan lama.

➤ Metode pekerjaan tanah

1. Excavator

Tanah di gali menggunakan alat berat Excavator sesuai dengan perencanaan yang telah di tentukan, tanah hasil galian di masukkan kedalam dump truck

2. Dump Truck

Proses tanah sesudah digali yang dimasukkan kedalam dump truck di buang ke area pembuangan sisa tanah yang masih didalam lokasi proyek

3. Bulldozer

Setelah tanah di buang ke area pembuangan tanah sisa, kemudian tanah di ratakan menggunakan bulldozer

2.4 Pekerjaan Pondasi

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Keberadaan pondasi sangat penting mengingat pondasi merupakan bagian terbawah dari bangunan yang berfungsi mendukung bangunan serta seluruh beban bangunan dan meneruskan beban bangunan, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras, padat dan kuat untuk mendukung beban bangunan tanpa menimbulkan penurunan yang berlebihan

Pemilihan jenis struktur bawah (*sub-structure*) yaitu pondasi, harus mempertimbangkan hal hal berikut:

- Keadaan tanah pondasi
- Batasan batasan akibat struktur di atasnya
- Beadaan lingkungan disekitarnya
- Biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan

➤ **Metode Pekerjaan Pondasi**

1. Pengeboran

Pengeboran tanah menggunakan alat bore machine dengan mata bor auger tipe GB 40 diameter 60 cm dan tinggi 1.2 m, pengeboran dilakukan sesuai dengan perencanaan pondasi yaitu diameter lubang sebesar 60 cm dan kedalaman mencapai 19 m.

2. Pembersihan tanah bor

Pembersihan tanah sisa bor dilakukan setelah pekerjaan pada 1 titik pengeboran sudah selesai sesuai dengan perencanaan, pembersihan menggunakan alat excavator untuk mengangkat tanah sisa bor kemudian dimasukkan kedalam dump truck kemudian di buang ke lokasi pembuangan yang lokasinya masih berada di area lokasi proyek

3. Pemasangan besi tulangan

Setelah tanah bor selesai dibersihkan, tahap selanjutnya yaitu pemasangan besi tulangan untuk pondasi strous, proses pemindahan besi tulangan menggunakan alat Tower Crane, besi diangkat dari lokasi material dan

kemudian dimasukkan ke dalam titik pondasi yang telah dilakukan pengeboran dan pembersihannya.

4. Pemasangan pipa tremi

Pipa tremi dipasang menggunakan alat tower crane untuk proses pengecoran, proses pemasangan pipa dilakukan setelah tulangan pondasi selesai dipasang dan proses pengecoran menggunakan mixer truck akan dilakukan

5. Pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan ketika pekerjaan pengeboran, pembersihan tanah bor dan pemasangan tulangan selesai dilakukan. Proses pengecoran menggunakan mixer truck dan dibantu dengan pipa tremi dengan beton sesuai perencanaan yang sudah ditentukan.. setelah pekerjaan pengecoran selesai dilakukan, maka dilakukan pekerjaan pada titik bor selanjutnya sesuai dengan perencanaan yang akan di bor.

2.5 Jenis Jenis Alat Berat

Alat alat berat didalam teknik sipil digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan struktur , terutama proyek proyek dengan skala besar yg bertujuan untuk memudahkan manusia dalam pengerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan mudah pada waktu yang relative lebih singkat. Pada suatu proyek akan dimulai kontraktor akan memilih alat yang akan digunakan proyek tersebut, pemilihan alat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek didalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga

kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor faktor tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkat meratakan permukaan dan lain lain.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut ataudikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (*horizontal* maupun *vertical*) dan jarak gerakan, kecepatan frekuensi gerakan dan lain lain
4. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.
5. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dan, dan sebagainya.
6. Lokasi proyek. Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan : dalam pemilihan alat berat, sebagai contoh lokasi proyek didataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek dataran rendah.
7. Jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

8. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Sesuai batasan masalah pada penyusunan tugas akhir ini, alat berat yang digunakan proyek pembangunan gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Malang pada pekerjaan tanah yang meliputi pekerjaan galian timbunan, dan pekerjaan pondasi yang meliputi pekerjaan pengeboran dan pengecoran pondasi. Alat berat yang digunakan yaitu :

- Pekerjaan tanah : - *Exavator*
 - *Dump Truck*
 - *Dozer*

- Pekerjaan pondasi : - *Bore Machine* - *Excavator*
 - *Tower Crane* - *Dump Truck*
 - *Mixer Truck*

2.5.1 Analisa Produktivitas *Excavator (backhoe)*



Gambar 2.1 *Backhoe*

Sumber : http://www.komatsu.com/ce/products/pdfs/PC130-8_CEN00292-04.pdf

Backhoe sering juga disebut *push shovel*, alat dari golongan *shovel*. Secara umum alat ini terdiri atas struktur bawah, struktur atas, sistem dan *bucket*. Struktur bawah alat adalah penggerak yang dapat berupa roda ban maupun roda *crawler*. Alat alat gali mempunyai as (*slewing ring*) diantara alat penggerak dan badan mesin sehingga alat berat tersebut dapat melakukan gerakan memutar walaupun tidak ada gerakan pada alat penggerak. pengoprasian *backhoe* umumnya dibuat untuk menggali material dibawah permukaan tanah atau dibawah tempat kedudukan alatnya, galian dibawah permukaan ini misalnya parit, lubang untuk pondasi bangunan, lubang galian pipa dan sebagainya, keuntungan *backhoe* ini dapat menggali sambil mengatur dalamnya galian yang baik, *backhoe* juga menguntungkan untuk penggali jarak dekat dan memuatkan hasil galian ke *truck*. Pada proyek pembangunan gedung PPG UM, *backhoe* difungsikan sebagai alat

penggali dan memuatkan hasil galian ke bak *truck*, untuk pekerjaan pondasi *backhoe* juga difungsikan untuk memuatkan tanah bekas pengeboran ke *truck*

Excavator (backhoe) merupakan alat penggali yang mempunyai bagian bagian utama antara lain :

1. Bagian atas yang dapat berputar (*revolving unit*)
2. Bagaian bawah untuk berpindah tempat (*travelling unit*)
3. Bagian bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti sesuai pekerjaan yang akan dilaksanakan

Perhitungan *cycle time* dari *excavator* tergantung dari ukuran alat itu sendiri, semakin besar alat *cycletime* semakin tinggi, semakin kecil alat dia akan semakin lincah dan juga tergantung kondisi medan kerja, kondisi medan kerja baik, *excavator* akan mempunyai siklus lebh cepat dibandingkan dengan kondisi yang berat.

Untuk *cycle time* terdiri dari 4 gerakan dasar :

- *Excavating time (digging time)*
- *Swing time (loaded)*
- *Dumping*
- *Swing time (empty)*

Rumus yang dipakai untuk kapasitas produktifitas *excavator(backhoe)* adalah (Andi Tenrisukki Tenriaeng,2003:98) :

$$Q = \frac{KB \times BF \times 3600 \times FK}{ct} m^3 / \text{jam} \dots\dots\dots(2.3)$$

KB = kapasitas *bucket* (m³)

BF = Faktor *Bucket*

ct = Cycle time (det)

FK = faktor koreksi, terdiri dari :

- Efisiensi waktu
- Efisiensi kerja
- Keterampilan operator
- *Bucket factor*

Untuk menentukan besarnya nilai efisiensi kerja yang sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional peralatan dapat dilihat pada table 2.3

Tabel 2.3 Efisiensi Kerja berdasarkan Kondisi Operasional Alat

Kondisi Operasi	Efisiensi kerja
Baik	0.83
Normal	0.75
Kurang baik	0.67
Buruk	0.58

Untuk menentukan besarnya nilai faktor *bucket* yang sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah, dapat dilihat pada table 2.4

Tabel 2.4 Faktor *Bucket*

Klasifikasi	Kondisi Pemuatan	Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari <i>stock pile</i> atau material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bucket, missal : tanah pasir kering, tanah gembur	1,0 – 0,8
Sedang	Menggali dan memuat <i>stock pile</i> yang memerlukan tekanan yang cukup, kapasitas bucket kurang dapat menunjang, misalnya : batuan, lempung keras, kerikil berpasir lumpur	0,8 – 0,6
Agak Sulit	Sulit mengisi bucket pada jenis material yang akan digali, missalnya : batu batuan, lempung keras, kerikil berpasir, lumpur	0,6 - 0,5
Sulit	Manggali pada batu batuan yng tidak beraturan bentuknya, misalnya : batu pecah dengan gradasi jelek	0,5 – 0,4

Cycle time atau waktu siklus mempengaruhi produktivitas alat berat *excavator*. Waktu siklus *excavator* dapat dilihat pada tabel 2.5 , waktu siklus biasanya tergantung pada kedalaman dan kondisi galian. Waktu siklus pada *excavator* yaitu :

$$Ct = \text{Waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \dots \dots \dots (2.4)$$

Tabel 2.5 Waktu Gali (detik)

Kondisi Galian / Kedalaman Galian	Ringan	Sedang	Sulit
0 – 2 m	9	15	26
2 – 4 m	11	17	28
4 - lebih	13	19	30

Untuk waktu putar pada *excavator* tergantung dari sudut putar, waktu putar pada *excavator* dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Waktu Putar (detik)

Sudut Putar	Waktu Putar
45 – 90 (derajat)	4 – 7
90 – 190 (derajat)	5 – 8

Waktu buang pada *excavator* tergantung pada kondisi pembuangan material (detik) :

- pembuangan kedalam *Dump Truck* = 4 – 7 detik
- pembuangan ke tempat pembuangan = 3 – 6 detik

2.5.2 Analisa Produktivitas *Dump Truck*



Gambar 2.2 *Dump Truck*

Truck adalah alat yang digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya dapat bergerak cepat, kapasitas besar dan biaya oprasionalnya relatif murah, selain itu kebutuhan *truck* mudah diatur dengan produksi alat alat yang lain. Hal ini bermanfaat bagi penghematan biaya operasi pelaksanaan proyek. *Dump truck* memiliki kecepatan rata rata dengan muatan 30 km / jam, dan kecepatan rata rata tanpa muatan yaitu 40 km/jam. Pada proyek pembangunan gedung PPG UM, *truck* difungsikan sebagai alat pemindah tanah bekas galian dan tanah bekas pengeboran ke lokasi yang telah ditentukan. Beberapa pertimbangan (keuntungan dan kerugian) yang harus diperhatikan dalam pemilihan ukuran truck adalah sebagai berikut :

- ***Truck kecil***

Jenis truck yang memilikitotal muatan kurang dari 20 m^3

Keuntungan dengan menggunakan *truck* berukuran kecil adalah sebagai berikut :

- Lebih lincah dalam beroperasi
- Lebih mudah mengoprasikannya
- Lebih fleksibel dalam pengangkutan jarak pendek
- Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
- Penyesuaian terhadap kemampuan *loader* lebih mudah
- Jika salah satu *truck* dalam satu unit angkutan tidak bekerja, tidak akan bermasalah terhadap total produksi

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut :

- Waktu hilang lebih banyak akibat banyaknya truck yang beroperasi, terutama waktu pemuatan (*loading*)
- *Excavator* lebih sukar untuk memuatnya karena kecilnya bak
- Lebih bnyak sopir yang diperlukan
- Biaya pemeliharaan lebih besar karena lebih banyak *truck*, begitu pula tenaga pemeliharaan

○ ***Truck besar***

Jenis truck yang memiliki total muatan lebih dari 20 m^3

Keuntungan dengan menggunakan *truck* berukuran besar adalah sebagai berikut :

- Untuk kapasitas yang sama dengan *truck* kecil, jumlah unit *truck* besar lebih sedikit
- Sopir yang digunakan lebih sedikit
- Cocok untuk angkutan jarak jauh

- Pemuatan dari *loader* lebih mudah sehingga waktu yang hilang lebih sedikit

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut :

- Jalan kerja harus diperhatikan karena kerusakan jalan relatif lebih cepat akibat berat *truck* yang besar
- Pengoprasiannya lebih sulit karena ukurannya yang besar
- Produksi akan dangat berkurang jika salah satu *truck* tidak jalan (untuk jumlah yang relatif kecil)
- *Maintenance* lebih sulit dilaksanakan

Produksi per jam total dari *dump truck* yang mengerjakan pekerjaan secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut (*Andi Tenrisukki Tenriajeng,2003:95*):

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{Cx \ 60 \ x \ FK}{CT} \ (m^3 / jam) \dots\dots\dots(2.5) \\
 &= \frac{Cx \ 60 \ x \ FK}{LT+HT+RT+t_1 + t_2} \\
 &= \frac{Cx \ 60 \ x \ FK}{(n \ x \ ct)+\frac{j}{v_1} + \frac{j}{v_2} + t_1 + t_2}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

Q: kapasitas produksi m^3 /jam

C : Kapasitas *Vessel*

FK : Faktor koreksi

CT : *Cycle Time* per rit dari *dump truck*

n : jumlah rit pemuatan/*loading truck*

ct : *Cycle time excavator*

J : jarak angkut *dump truck*

v_1 : kecepatan rata rata *dump truck* bermuatan (m/menit)

v_2 : kecepatan rata rata *dump truck* kosong (m/menit)

t_1 : waktu buang + waktu standby sampai pembuangan (menit)

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

Untuk memperoleh kapasitas *vessel*(C) dalam satuan m^3 , bisa dilakukan dengan melihat data spesifikasi masing masing tipe alat atau ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut(Andi Tenrisukki Tenriajeng,2003:96):

$$C = n \times KB \times BF \dots\dots\dots (2.6)$$

Sedangkan nilai n ditentukan dengan rumus berikut :

$$n = \frac{C}{KB \times K} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

C = kapasitas *dump truck*

n = jumlah rit pengisian

KB = kapasitas *bucketexcavator*

BF = faktor *bucket* dari *excavator*

Biasanya nilai n disini dibulatkan ke atas atau ke bawah, tergantung kemampuan *dump truck / excavator* yang digunakan serta jenis material yang ditangani.

Penentuan nilai *cycle time* (CT) dalam satuan menit dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$CT = LT + HT + RT + t_1 + t_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

LT : Waktu *loading* = (n x ct) dalam satuan menit

HT : Waktu *hauling* = J/v_1 dalam satuan menit

HT : Waktu *hauling* = J/v_2 dalam satuan menit

Sedangkan waktu buang (*dumping*) dan persiapan *loading* dipengaruhi oleh keadaan operasional seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Waktu *Dumping* dan Persiapan *Loading*

Kondisi Operasi	Waktu <i>Dumping</i> (menit)	Waktu Siap <i>Loading</i> (menit)
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

2.5.3 Analisa Produktivitas *Dozer*



Gambar 2.3 *Dozer*

Dozer merupakan alat traktor yang dipasangkan pisau atau *blade* di bagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong atau memotong material yang ada didepannya. Pada proyek pembangunan gedung PPG UM, *dozer* difungsikan

sebagai alat menyebarkan material tanah bekas galian. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan *dozer* atau *bulldozer* adalah :

1. Mengupas *top soil* dan pembersihan lahan dari pepohonan
2. Membuka jalan baru
3. Memindahkan material pada jarak pendek sampai dengan 100 meter
4. Membantu mengisi material pada *scraper*
5. Menyebar material
6. Mengisi kembali saluran
7. Membersihkan *quarry*

Dozer terdiri dari tiga bagian, yaitu penggerak utama (*prime mover*), traktor dan *pisau (blade)* di bagian depan. *Pisau (blade)* mempunyai dua fungsi utama, yaitu mendorong material kedepan (*drifting*) dan mendorong material kesamping (*side casting*). Ada beberapa macam jenis pisau yang dipasangkan pada *dozer*. Pemilihan jenisnya tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Jenis pisau yang umum dipakai adalah sebagai berikut :

1. *Staight blade (S-Blade)*, biasanya digunakan untuk pekerjaan pengupasan dan penimbunan tanah. *Blade* jenis ini dapat bekerja pada tanah keras
2. *Angle blade (A-blade)*, mempunyai lebar lebih besar 0.3 sampai 0.6m daripada *S-Blade*. *Blade* jenis ini digunakan untuk menyingkirkan material kesisinya, penggalian saluran dan pembukan lahan
3. *Universal Blade (U-Blade)*, lebih besarjuga dari *S-Blade*, dipakai untuk reklamasi lahan, blade jenis ini mempunyai kemampuan

mengangkut material dalam jumlah besar pada jarak tempuh yang relative jauh. Umumnya material yang ditangani adalah material yang relative ringan seperti tanah lepas.

4. *Cushion Blade (C-Blade)*, umumnya dipasang pada traktor yang besar yang digunakan untuk mendorong *scraper*. *Blade* jenis ini lebih pendek daripada *S-Blade*.

Pemasangan *blade* mempengaruhi gerakannya yang bervariasi tergantung dari kebutuhan pekerjaan. Gerakan terdiri dari *tilt*, *pitch* dan *angle*. Jika ujung *blade* bergerak secara *vertical* maka gerakan ini disebut *tilt*, biasanya sudut kemiringan gerakan ini maksimal 15 derajat, sedangkan jika sisi atas *blade* bergerak menjauhi atau mendekati badan traktor maka gerakan ini disebut *pitch*. *Angle* adalah gerakan *blade* pada sisi samping menjauhi atau mendekati badan traktor. Gerakan miring secara *horizontal* ke kanan dan kiri sejauh kurang lebih 25 derajat.

Dalam teknik pengoprasian pekerjaan konstruksi dengan menggunakan *dozer* ada dua teknik yang sering digunakan, yang pertama *side by side* dimana dua *dozer* bekerja bersama berdampingan, pisau kedua *dozer* dihimpitkan sedekat mungkin untuk menghindari *spillage* atau keluarnya material dari pisau, kelemahan dari teknik ini adalah *manuver* alat yang lama sehingga tidak praktis untuk pemindahan berjarak kurang dari 15 m dan lebih dari 10 m. Kedua teknik *slot dozing* dibuat semacam penghalang di sisi pisau, yang berfungsi untuk menghindari adanya *spillage* dari *dozer*. Penggunaan teknik ini dapat

mengingkatkan produktivitas. Diperkirakan kecepatan dozer pada saat pengisian adalah 3,5 km/jam dan kecepatan kembali 4 km/jam.

Untuk pekerjaan dozer, produktivitas *dozer* sangat tergantung ukuran *blade*, taksiran produktivitas *dozer* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Wilopo,2009):

$$Q = \frac{KB \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z} (m^3/jam) \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas Produksi (m^3 /jam)

KB = Kapasitas *Blade* (m^3)

FK = Faktor Koreksi

Z = Waktu tetapan untuk pindah transmisi (menit)

J = Jarak Kerja (m)

F = Kecepatan Maju (m/menit)

R = Kecepatan Mundur (m/menit)

Agar memperoleh nilai yang mendekati dengan kenyataan dilapangan, maka kalkulasi harus dimasukkan faktor koreksi yang layak diterapkan pada kondisi di Indonesia. Faktor koreksi tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Faktor Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan taksir produksi alat yang digunakan yang dinilai berdasarkan kondisi pekerjaan seperti yang ditampilkan pada tabel 2.8

Tabel 2.8 Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja

Kondisi kerja	Efisiensi
Baik	0,90
Normal	0,83
Buruk	0,75

2. Faktor Efisiensi Kerja

Sebagaimana efisiensi waktu, efisiensi kerja pun mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat. Nilai efisiensi kerja ditunjukkan pada tabel 2.9

Tabel 2.9 Nilai Efisiensi Kerja Alat

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

3. Faktor Efisiensi Operator

Seperti efisiensi waktu dan efisiensi kerja, efisiensi operator juga harus diperhatikan dalam penentuan taksiran produksi alat. Nilai efisiensi disini sangat dipengaruhi oleh keterampilan operator yang mengoperasikan alat bersangkutan. Nilai efisiensi operator dapat dilihat pada tabel 2.10

Tabel 2.10 Nilai Efisiensi Operator

Kondisi Kerja	Efisiensi
Baik	0,90 – 1,00
Normal	0,83
Buruk	0,50 – 0,60

4. Faktor Ketersediaan Alat (*Machine Availability*)

Faktor ketersediaan alat (*Machine Availability*) adalah ketersediaan mesin agar selalu dapat dioperasikan. Hali ini tidak tergantung kepada kualitas maupun kemampuan mesin, tetapi tergantung pada dukungan *spare parts* dan *service* dari *dealer* atau *workshop* dan *parts stock* yang dimiliki *user* sangat mempengaruhi ketersediaan mesin

5. Faktor Pembatas Operasi

Dalam pengoperasian alat dikenal adanya faktor pembatas dalam operasi pemuatan, menggali dan mengangkut. Dalam perhitungan, besarnya nilai faktor pembatasan tersebut diperhitungkan pada tabel 2.11

Tabel 2.11*Blade factor*

Kondisi Operasional Untuk <i>Dozing</i>	Keterangan	<i>Blade Factor</i>
Mudah Digusur	<i>Blade</i> mendorong tanah penuh untuk tanah yang <i>loose</i> , lepas, kandungan airnya rendah	1,10 – 0,90
Sedang	<i>Blade</i> tidak penuh mendorong tanah, untuk tanah dengan campuran <i>gravel</i> , pasir atau lepas	0,90 – 0,70
Agak Sulit Digusur	Untuk tanah liat yang kandungan airnya tinggi, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang keras	0,70 – 0,60
Sulit Digusur	Untuk batuan hasil ledakan atau batuan berukuran besar dan tertanam kuat pada tanah	0,60 – 0,40

2.5.4 Analisa Produktivitas *Bore Machine*



Gambar 2.4 *Bore Machine*

Bore machine merupakan suatu alat yang berfungsi untuk membuat lubang berbentuk silinder pada tanah digunakan untuk mengangkat material secara *vertical* dan digunakan untuk proses pengeboran pondasi *bored pile* perpaduan dengan antara *crane* dengan alat bor. Disebut bore karena fungsinya sebagai alat bor pada pondasi *bored pile*. Pada proyek pembangunan PPG UM *bore machine* digunakan membuat tiang bore atau pondasi *bored pile* dan melakukan proses pengecoran pondasi sehingga tertutup kembali. *Bore machine* merupakan peralatan alat berat yang digerakan mesin atau motor. Namun secara umum *bore machine* mempunyai bagian-bagian sebagai berikut :

1. *Excavator*
2. *Crane*
3. Mesin bor *soilmec* mekanik
4. *Auger*
5. *Casing*

6. Mata bor jenis *auger*

7. Alat bantu.

Sebelum melaksanakan pengeboran terlebih dahulu dilakukan pengaturan lapangan untuk meletakkan posisi alat alar pengeboran dan dilakukan penyetingan alat pada titik titik bor yang telah ditentukan. Pada saat pendirian mesi bor ketegakan harus dikontrol. Agar pondasi tidak miring dan sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Kemudian pengeboran awal dapat dimulai dengan menekan mata bor ke tanah sesuai dengan titik as yang telah ditentukan. Pengeboran dilakukan diatas *existing* yang berupa perkerasan aspal digunakan mata bor *auger* yang dapat memecahkan batu atau tanah keras dan lappisan air tanah. Perlu menggunakan cairan *bentonit (sullury bentonite)* untuk mencegah terjadinya keruntuhan pada dinding lubang galian saat dilakukan pengeboran, cairan ini memiliki berat jenis yang lebih besar daripada air, akan menahan air untuk tidak masuk dalam galian lubang. Bila tanah yang di bor stabil dan tidak longsor maka casing hanya berfungsi sebagai penahan tanah akibat berat tekanan alat bor.

Crane hanya dibutuhkan untuk mengangkat casing dan membantu penyetelan *casing*. Pada pengeboran akhir ini digunakan *bucket auger*, setelah operator memastikan bahwa sudah mencapai kedalaman yang ditentukan, maka diadakan pemeriksaan kedalaman dasar lubang dengan menggunakan cara manual yaitu mengikatkan pemberat pada sebuah pita ukur dan menjatuhkan kedalam lubang sehingga didapatlah kedalaman pengeboran sesuai yang direncanakan.

Produktivitas memiliki bermacam macam arti, masing masing bidang pengetahuan memiliki pengertian yang berlainan tentang produktivitas, adapun

berbagai macam pengertian produktivitas. *Pilcher(1992)* menyatakan bahwa produktivitas adalah rasio atau perbandingan antara kegiatan (*output*) terhadap masukan (*input*).

$$\text{Produktivitas} = \frac{KP \times 60}{ct} m^3 / \text{jam} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

KP = kapasitas produksi *auger* per siklus

ct = *cycle time*

Untuk kapasitas produksi *auger* per siklus dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$KP = \pi \times r^2 \times t (m^3) \dots\dots\dots (2.12)$$

Menentukan lama pengerjaan ct (waktu) pekerjaan pengeboran berkisar 3 – 5 menit, untuk sekali *swing* dibutuhkan waktu sesuai hasil perhitungan jumlah pengeboran.

2.5.5 Analisa Produktivitas *Tower Crane*

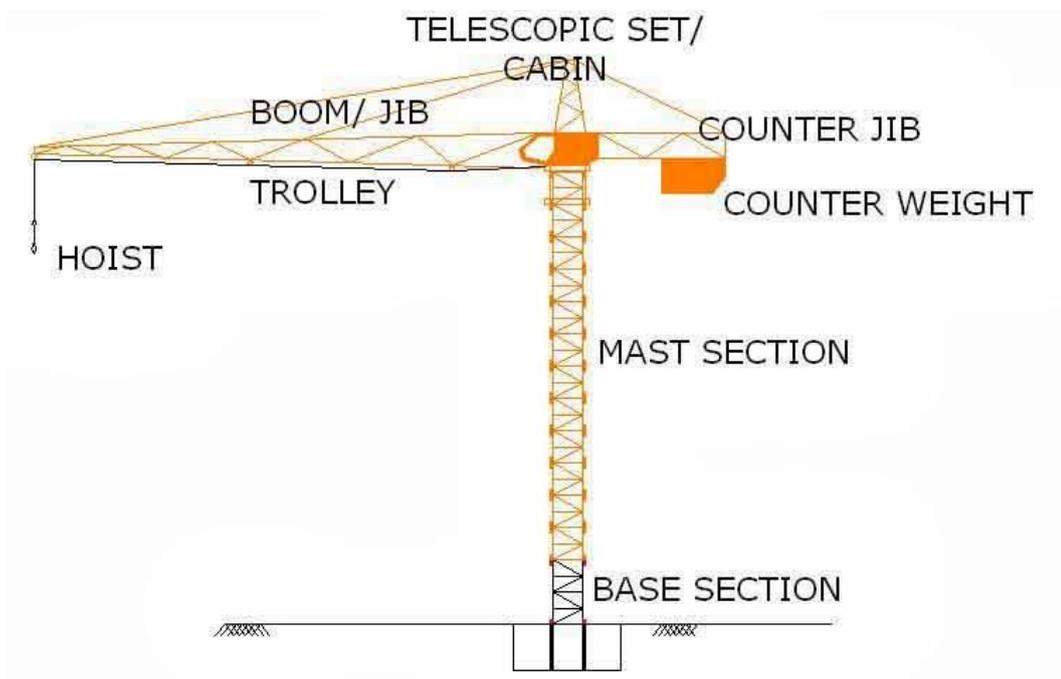
Alat pengangkut vertical atau pangangkat yang biasa digunakan di dalam proyek konstruksi adalah *Tower Crane*. Cara kerja *Tower Crane* adalah mengangkat material secara vertical kemudian memindahkan secara horizontal kemudian menurunkan material di tempat yang telah di rencanakan, crane juga bisa sebagai alat penggalian dan pemasangan tiang. *Tower crane* merupakan jenis alat statis, namun ada beberapa jenis *crane* yang mempunyai penggerak. Karakteristik opsional semua crane yang bergerak pada prinsipnya sama, dengan perbedaan pada penggeraknya saja. Pada proyek pembangunan gedung

PPG UM, untuk pekerjaan pondasi *tower crane* difungsikan sebagai alat pemindah material tulangan ke pondasi.

Pada saat pemilihan *tower crane* sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, beberapa pertimbangan perlu diperhatikan, yaitu :

1. Kondisi lapangan yang tidak begitu luas
2. Ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain
3. Pergerakan alat tidak perlu

Pertimbangan ini harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena *tower crane* diletakkan di tempat yang tetap selama proyek berlangsung, *tower crane* harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai dengan daya jangkau yang ditetapkan serta pada saat proyek telah selesai pembongkaran harus dapat dilakukan dengan mudah.



Gambar 2.5 Tower Crane

Perhitungan waktu siklus untuk menyelesaikan kegiatan produksi meliputi waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar dan waktu kembali

- Waktu pergi berdasarkan jarak tempuh dan frekuensi alat melakukan pulang, pergi dan waktu bongkar muat dimana waktu tersebut tergantung berdasarkan waktu *hoisting*, *slewing*, *trolley* dan *landing*
- Perhitungan waktu muat dan waktu bongkar untuk pengangkatan material, besarnya material (tulangan dan bekisting) tergantung pada volume dalam satu siklus, jenis material, serta keterampilan pekerjanya.
- Waktu kembali untuk kembali ke posisi semula sehingga dapat dilakukan pemuatan kembali. Besarnya waktu kembali dipengaruhi oleh kecepatan dan jarak *hoisting*, *slewing*, *trolley* dan *jarak landing*.

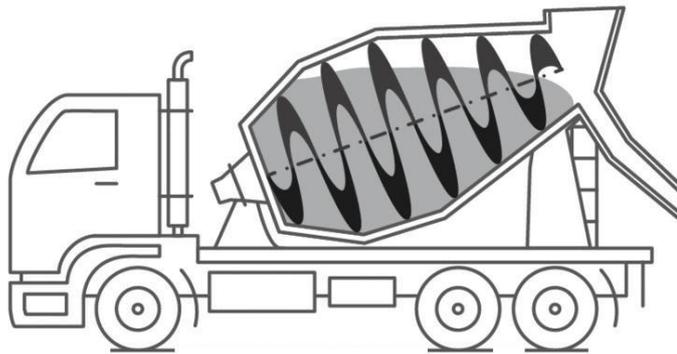
Pada waktu pergi kecepatan *hoisting* sebesar 83,8 m / menit, kecepatan *slewing* 3 rpm = 1080° / menit dan kecepatan *landing* sebesar 83,8 m / menit. Sedangkan kecepatan pada waktu kembali adalah sebagai berikut, kecepatan *hoisting* sebesar 144,5 m / menit, kecepatan *slewing* 3 rpm = 1080° / menit dan kecepatan *landing* sebesar 144,5 m / menit. Waktu bongkar yaitu 7 menit dan waktu muat yaitu 5 menit, melalui pengamatan dilapangan

Perhitungan waktu siklus *tower crane* untuk menyelesaikan kegiatan produksi, meliputi waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar, dan waktu kembali. Sulit untuk mendapatkan waktu standart sesuai dengan waktu sebenarnya. Hal itu karena banyaknya kondisi yang menyebabkan ketidakseragaman dari waktu siklus kondisi tersebut adalah :

1. Kondisi cuaca : seperti angin, hujan, siang malam
2. Kondisi alat : seperti merk, usia, perawatan
3. Kondisi tenaga kerja : seperti keterampilan operator, kecepatan pekerja, kedisiplinan, fisik pekerja
4. Komunikasi antara operator dengan pekerja ditempat pemuatan dan pelepasan material.

Pada pekerjaan pondasi *Tower Crane* berfungsi untuk memasukkan tulangan ke dalam pondasi yang bertujuan untuk kekuatan penahan struktur tanah.

2.5.6 Analisa Produktivitas *Mixer Truck*



Gambar 2.6 *Mixer Truck*

Truck mixer atau biasa juga disebut *truck molen* memiliki beragam jenis dengan fungsi yang sama, yaitu mengangkut beton cor turah siap pakai (*Ready Mix Concrete*) dari pabrik olahan beton ke lokasi konstruksi sambil menjaga konsistensi beton agar tetap cair dan tidak mengeras dalam perjalanan. Pada proyek pembangunan gedung PPG UM, pada pekerjaan pondasi mixer truck digunakan pada tahap pengecoran pada pondasi bor.

Truck Mixer atau *truck molen* umumnya tidak melakukan perjalanan lebih dari 2 jam. Banyak kontraktor mengahruskan truk molen ini berada di lokasi

dalam waktu 90 menit setelah pemuatan material yang dimasukkan untuk menghindari beton cor dalam truck mengeras. Mayoritas *truck mixer* atau *truck molen* mempunyai kecepatan rata rata isi jalan terbatas yaitu antara 15 - 25 km / jam dan kecepatan rata rata kosong jalan yaitu 25 – 35 km / jam.

Produktivitas *mixer truck* ditulis dalam perumusan sebagai berikut :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan :

Q = Produksi *Mixer Truck*

V = kapasitas *Mixer truck*

Fa = Faktor efisiensi alat

Ts = Waktu siklus pencampuran (T1 + T2 + T3 + T4)

- T1 = waktu tempuh
- T2 = waktu penumpahan
- T3 = Waktu kembali
- T4 = Waktu tunggu

2.6 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja dalah kombinasi dari faktor faktor yaitu faktor cuaca, operator alat dan medan, material dan faktor manajemen yang secara bersama sama dan saling terikat mempengaruhi produksi peralatan. *Job factor* dapat dihitung dengan rumus :

$$FK = FK_{co} \times FK \times FK_m \times FK_M \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

FK = *Job Factor*

FK_{co} = Faktor cuaca dan operator

FK_{am} = Faktor alat dan medan

FK_m = Faktor material

FK_M = Faktor manajemen

1. Faktor gabungan cuaca dan operator

Besar kecilnya prestasi kerja suatu peralatan sangat tergantung pada kemampuan operator mengendalikan peralatan dilapangan dan kemampuan mekanik menyiapkan peralatan. Sedangkan keadaan cuaca yaitu kondisi dan tempratur udara sangat menentukan prestasi kerja operator. Operator membutuhkan waktu untuk kebutuhan pribadinya seperti makan, minum, merokok mengusap keringat dan sebagainya, ini merupakan waktu yang hilang. Prestasi operator sebagai pengaruh cuaca dapat dilihat pada tabel 2.12

Tabel 2.12 Faktor cuaca dan operator

Cuaca	Operator dan Mekanik			
	Terampil	Baik	Cukup	Sedang
Terang, segar	0,90	0,85	0,80	0,75
Terang, panas berdebu	0,83	0,783	0,737	0,691
Dingin, mendung gerimis	0,75	0,708	0,666	0,624
Gelap	0,66	0,629	0,592	0,555

2. Faktor alat dan medan

Prestasi suatu peralatan akan berbeda pada kondisi medan lapangan dan lingkungan yang berbeda. Tetapi kondisi medan yang sama akan memberikan pengaruh yang tidak sama terhadap beda jenis dan beda fungsi. Misalnya kondisi suatu medan disebut berat untuk dump truck tetapi tidak *bulldozer*, *excavator* dan peralatan lainnya. Tabel faktor gabungan alat dan medan dapat dilihat pada tabel 2.13

Tabel 2.13 Faktor gabungan alat dan medan

Kondisi medan	Kriteria	Kondisi alat			
		Prima	Baik	Cukup	Sedang
Ideal	Lapangan datar kering Jalan hantar keras/aspal, datar Ruang gerak luas Lingkungan bebas	0.950	0.900	0.850	0.800
Ringan	Lapangan datar Jalan lurus, bergelombang, perkerasan kering Ruang gerak Luas Lingkungan bebas	0,900	0,852	0,805	0,757
Sedang	Lapangan kering bergelombang Jalan lurus bergelombang tanpa perkerasan Ruang gerak luas Lingkungan bebas	0,850	0,805	0,760	0,715
Berat	Lapangan bergelombang becek Jalan berbelok dan tajam bergelombang tidak terawatt dan becek Ruang gerak sempit Lingkungan terbatas	0,800	0,715	0,715	0,673

3. Faktor material

Berikut ini adalah faktor sifat dan kondisi material yang dapat dilihat pada tabel 2.14

Tabel 2.14 Faktor material

Pengerjaan	Tingkat kesulitan	Faktor material	Kondisi dan jenis material
<i>Dozing</i>	Mudah	1,10	Dapat digusur secara sempurna penug blader, kadar air rendah, bukan tanah pasir dipadatkan, tanah biasa
	sedang	0,90	Tenah lepas tetapi dapat digusur spenuh blade, tanah kerikil pasir, batu halus
	Agak sulit	0,70	Kadar air tinggi, tanah liat keras kering, pasir kerikil
	Sulit	0,60	Batu hasil peledakan atau berukuran besar dan lumpur

<i>Excavating</i>	Mudah	1,20	Konisi alam tanah biasa, atau tanah lunak
	Sedang	1,10	Kondisi alam tanah liat, tanah pasir atau pasir kering
	Agak sulit	0,90	Konisidi alam tanah pasir dan kerikil
	Sulit	0,80	Onggokan batu hasil peledakan
<i>Loading</i>	Mudah	1,00 – 1,10	Onggokan material, hasil galian dapat mujung, pasir, tanah pasir, tanah liat,
	Sedang	0,85 – 0,95	Pasir kering, tanah liat, baru pecah, kerikil
	Agak sulit	0,80 – 0,85	Batu pecah halus, tanah ;iat keras, sirtu, tanah pasir,
	sulit	0,75 – 0,80	Batu pecah kasar, hasil peledakan

4. Faktor manajemen

Prestasi suatu perataan sangat dipengaruhi oleh kemantapan suatu manajemen. Manajemen adalah suatu seni untuk mendapatkan seluruh kegiatan dalam usatu system untuk dpat berjalan lancer sesuai arah, efektif, ekonomis, aman terpadu dan terkoodinir dengan baik.

Sejak awal kegiatan sebelum dimulai sudah ada kepercayaan bahwa seluruh kegiatan akan terlaksana memenuhi hal hal secara tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya. Jaminan akan kepercayaan tersebut didasarkan terhadap *curriculum vitae* manager yang dapat dilihat pada tabel 2.15.

Tabel 2.15 Faktor manajemen

Klasifikasi	Curriculum vitae	Nilai faktor
Sangat baik	Pendidikan a. Formal S 1 teknik b. Informal : - <i>Large project management</i> - <i>Manager audit</i> - <i>Project administration</i> c. Pengalaman - Proyek dengan nilai 1 M - Proyek dengan nilai 2,5 M	1,00
Baik	Pendidikan a. Formal S 1 teknik b. Informal : - <i>Contracting management</i> - <i>Engineering management</i> - <i>Similar project management</i> c. Pengalaman - Proyek dengan nilai 0,5 M - Proyek dengan nilai 1 M	0,95
Cukup	Pendidikan a. Formal S 1 teknik b. Informal : - <i>Engineering management</i> - <i>Similar project management</i> c. Pengalaman - Proyek dengan nilai 0,25 M - Proyek dengan nilai 0,5 M	0,85

2.7 Jumlah Kebutuhan Peralatan

Dalam kebutuhan tender selalu ditetapkan jangka waktu penyelesaian pekerjaan dalam suatu hari kalender. Oleh karena itu maka peralatan yang digunakan harus dapat menyelesaikan pekerjaan tepat waktu dengan terlebih dahulu menetapkan hari efektif, sehingga target penyelesaian per satu satuan waktu dapat diketahui. Dengan begitu jumlah unit peralatan per kegiatan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$n = \frac{V}{W e x S x Q} \dots\dots\dots(2.18)$$

2.8 Perhitungan Alat Berat

Dalam perhitungan rincian anggaran biaya alat berat meliputi :

1. Perhitungan waktu pemakaian alat

Untuk menghitung jam kerja alat (menghitung berapa hari kalender) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Hasil Volume (m}^3\text{)}}{\text{Produksi alat per jam } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{jam}}\right) \times \text{waktu jam kerja perhari } \left(\frac{\text{jam}}{\text{hari}}\right)} \dots\dots\dots(2.19)$$

2. Perhitungan biaya operasional alat

Biaya pengoprasian alat akan timbul setiap saat alat berat dipakai. Biaya pengorasian alat berat meliputi biaya bahan bakar, pelumas, perbaikan, dan biaya workshop. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoprasian alat.

Biaya operasi adalah biaya yang dikeluarkan untuk keperluan keperluan pengoprasian alat, perhitungan biaya biaya tersebut sebagai berikut:

a. Biaya Bahan Bakar (H1)

$$H1 = (0,125-0,175 \text{ Ltr/Hp/Jam}) \times \text{Hp} \times \text{Harga bahan bakar} \dots\dots(2.20)$$

b. Biaya Pelumasan

$$H2 = (0,01-0,02 \text{ Ltr/Hp/Jam}) \times \text{Hp} \times \text{Harga minyak pelumas} \dots\dots(2.21)$$

c. Biaya Perawatan dan perbaikan (H3)

$$H3 = \frac{(12,5 \% - 17,5\%) \times B}{w} \dots\dots\dots(2.22)$$

d. Operator (OP1) = (1orang / jam)x U1.(2.23)

e. Pembantu Operator (OP2) = (1orang/jam) x U2.(2.24)

Dimana,

H_p = kapasitas

U_1 = Upah Operator / Driver

U_2 Upah *Helper* / pembantu operator

Jadi biaya operasi per jam adalah = $H_1 + H_2 + H_3 + OP_1 + OP_2$

Sehingga total biaya alat perjam adalah $E + H_1 + H_2 + H_3 + OP_1 + OP_2 \dots (2.25)$

(*Dasar perhitungan Engineer's (EE) & Owner's Estimate (OE) Untuk pekerjaan penanganan jalan, 2007, "Panduan Analisa Harga Satuan" Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta*)

3. Biaya mobilisasi dan demobilisasi alat berat

Mobilisasi dan demobilisasi proyek adalah kegiatan mendatangkan ke lokasi (mobilisasi) dan mengembalikan (demobilisasi) alat alat proyek sesuai spesifikasi yang telah ditentukan dalam dokumen lelang dengan menggunakan alat angkutan darat (truk/ truk besar) atau alat angkut air. Untuk biaya mobilisasi dan demobilisasi pada skripsi ini diambil harga sebesar Rp 3.000.000,00 , harga tersebut didapat dari sumber CV MW SATU TRANSPORT, kecuali alat berat tower crane karena proses mobilisasi dan demobilisasi yang berbeda dari alat berat lainnya dan harganya diambil dari studi terdahulu.

4. Depresiasi

Depresiasi adalah penurunan nilai alat yang dikarenakan adanya kerusakan, pengangguran dan harga pasaran alat. Perhitungan depresiasi diperlukan untuk mengetahui nilai alat setelah pemakaian alat tersebut selama suatu masa tertentu. Selain itu bagi pemilik alat, dengan menghitung

depresiasi alat tersebut maka pemilik dapat memperhitungkan modal yang akan dikeluarkan dimasa alat sudah tidak dapat digunakan dan alat baru harus dibeli.

Dalam pelaksanaannya depresiasi juga dipakai untuk menghitung biaya perawatan alat berat. Ada beberapa cara yang dipakai untuk menghitung depresiasi alat berat, pada skripsi ini saya menggunakan **Metode Garis Lurus (Staight Line Method)**.

Rumus (Staight Line Method). :
$$D_k = \frac{P-F}{n}$$

Dimana : D_k = Depresiasi per tahun

P = Present Value (harga alat pada saat pembelian)

F = Nilai Sisa Alat (6,5% dari harga alat)

n = umur ekonomis alat

Nilai D_k pada konstanta ini selalu konstan. Nilai buku (B ,book value) dari alat dihitung dengan rumus :

$$B_k = B_{k-1} - D_k$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Studi

Penulisan skripsi ini mengambil objek studi pada proyek
Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang.

Data Proyek

- Pekerjaan : Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi
Guru Universitas Negeri Malang
- Lokasi : Area Universitas Negeri Malang
JL. Simpang Bogor, Malang
- Konsultan Perencana : PT. TIRAMATSI UTAMA
JL. Dewi Sartika No 370B
Jakarta Timur
- Konsultan Pengawas : CV. CHATUR PHILAR HUTAMA
JL. Silikat, No. 57 RT. 005 RW. 011,
Blimbing, Kota Malang
- Kontraktor Pelaksana : PT. MEDIA KARYA UTAMA
- Luas Bangunan : 10196,28 m²
- Waktu Pelaksanaan : 180 Hari Kalender
- Nilai Kontrak : Rp. 25.729.450.000,00

3.2 Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan penulis menggunakan metode sebagai berikut :

- Studi Pustaka

Yaitu kepustakaan yang berkaitan dengan permasalahan untuk memperoleh penjelasan serta mendapatkan teori teori yang melandasi pembahasan tugas akhir ini.

- Tinjauan Lapangan

Yaitu mengadakan peninjauan ke lapangan, dengan mengamati langsung kejadian yang ada di lapangan dan sekaligus untuk mendapatkan data data yang diperlukan untuk pembahasan skripsi ini, yaitu antara lain :

- a. Data pekerjaan tanah didapat dari perhitungan pada gambar proyek
 - Volume galian : $662.0352 m^3$
 - Volume timbunan : $169.612 m^3$
- b. Data pekerjaan pondasi didapat dari gambar pondasi proyek
 - Pengeboran sedalam 19 m dan diameter 60 cm
- c. Data alat berat yang digunakan pada proyek didapat dari tinjauan lapangan
 - *Excavator* : berfungsi untuk penggalian dan pemindah tanah bekas pengeboran
 - *Dump Truck*: berfungsi untuk pengangkut material
 - *Dozer* : berfungsi untuk membuka lahan dan meratakan tanah
 - *Bore Machine* : berfungsi proses pengeboran pondasi bore pile

- *Tower Crane* : berfungsi untuk pengangkut material
- *Mixer Truck*: berfungsi untuk proses pengecoran pada pekerjaan pondasi

3.3 Analisa Data

Analisa data merupakan pengolahan terhadap data data yang telah dikumpulkan baik itu dari data primer maupun data sekunder, akan dianalisa dengan menghitung analisa produktivitas untuk mencari produktivitas alat berat yang digunakan., untuk mengetahui ketetapan waktu yang ada dalam suatu proyek apakah sudah sesuai dengan jadwal yang direncanakan atau terjadi keterlambatan.

Metode analisa yang digunakan sebagai berikut :

1. Menganalisa produktivitas alat berat
 - a. Produktivitas *Excavator*
 - Menghitung produktivitas *Excavator* per jam
 - menghitung koefesien alat
 - b. Produktivitas *Dump Truck*
 - Menghitung produktivitas *Dump Truck* per jam
 - menghitung koefesien alat
 - c. Produktivitas *Dozer*
 - Menghitung produktivitas *Dozer* per jam
 - menghitung koefesien alat
 - d. Produktivitas *Bore Machine*
 - Menghitung produktivitas *Bore Machine* per jam
 - menghitung koefesien alat

- e. Produktivitas *Tower Crane*
 - Menghitung produktivitas *Tower Crane* per jam
 - menghitung koefesien alat
- f. Produktivitas *Mixer Truck*
 - Menghitung produktivitas *Mixer Truck* per jam
 - menghitung koefesien alat

2. Perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan masing masing alat berat.

Dalam pekerjaan suatu proyek perhitungan waktu sangatlah dibutuhkan karena pekerjaan ini harus diselesaikan sesuai dengan waktu kontrak yang ada. Untuk itu dilakukan analisa alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah dan pondasi sehingga mendapatkan waktu yang efisien berdasarkan data yang didapat.

3. Perhitungan biaya untuk masing masing kombinasi alat berat

Perhitungan biaya sewa alat berat sangat berpengaruh, karena dengan mengetahui biaya sewa alat berat kita dapat menentukan alat apa saja yang akan dipakai dan bisa dikombinasikan menjadi alternative pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi.

Biaya alat berat dapat dibagi dalam dua kategori :

1. Biaya kepemilikan alat
2. Biaya Pengoprasian alat

Kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut biaya kepemilikan alat berat dan pada saat alat berat dioperasikan maka akan ada biaya pengoprasian.

Dari pengolahan data diatas dapat diasumsikan sebagai berikut :

1. Penggunaan alat berat

- Jenis kegiatan (memutuskan jenis alat berat dan pelengkapan)
- Jenis material (menentukan model type alat berat)
- Jumlah dan ukuran alat berat dengan mempertimbangkan :
 - a. Produksi alar berat yang menguntungkan sesuai dengan keadaan material dan jarak pemindahan
 - b. Harga satuan pekerjaan dari kombinasi alat berat
 - c. Jumlah alat berat yang minimum dan tepat
- Pemilihan alat berat yang telah dimiliki
- Pemilihan alat berat yang ada dipasaran atau perlu pemesanan khusus
- Tersedianya suku cadang dari alat berat yang telah dipiih

2. Jumlah alat berat yang dipakai

Setelah di analisa produktivitas alat berat akan didapat koefisien dan jumlah yang dipakai dalam pekerjaan galian dan timbunan

3. Perhitungan biaya sewa alat berat

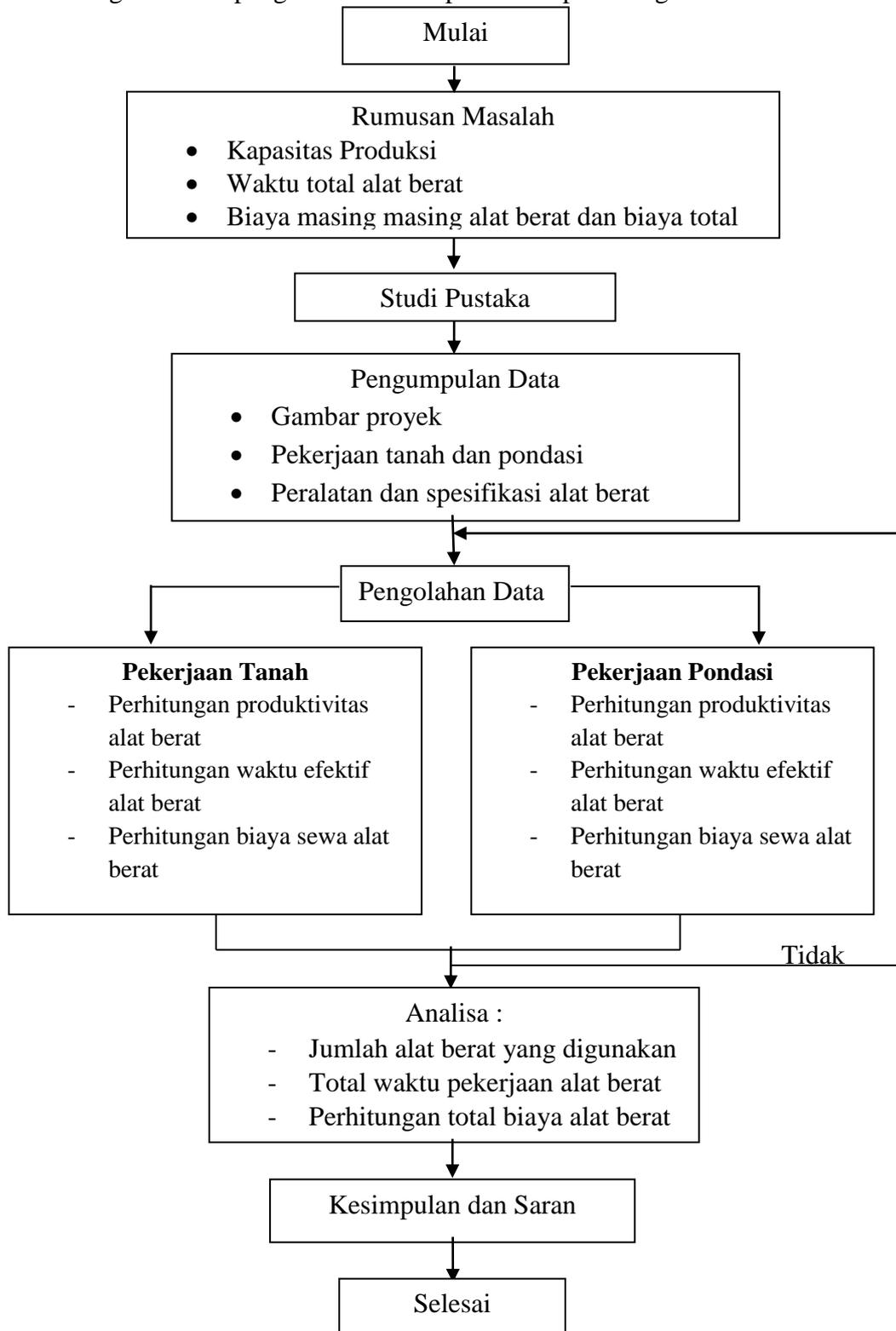
Disini akan membahas biaya yang dibutuhkan ketika alat berat sedang bekerja agar alat tersebut dapat beroperasi.

Adapun yang termasuk biaya operasi adalah sebagai berikut :

- *Fuel* (Bahan bakar)
- *Lube Oil* (pelumas)
- *Grase* (sesuai masa pemakaian)
- *Filter* (sesuai masa pemakaian)

- *Tire / Undercarriage* (dihitung terhadap umur ban atau undercarriage)
- *Repair* (biaya spare part dan labour cost-nya)
- *Operator wages* (upah operator)

Secara garis besar pengolahan data dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 3.1 Bagan Alir

BAB IV

ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT

4.1 Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam membuat perhitungan kapasitas alat berat, langkah dalam menyelesaikan adalah dengan menghitung secara teoritis serta dengan melihat kondisi dari pekerjaan tersebut.

Untuk menunjang dalam proses analisa, berikut merupakan pekerjaan yang akan dilakukan dalam membuat perhitungan kapasitas alat berat pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang, dimana pekerjaan yang dilaksanakan meliputi :

1. Pekerjaan Tanah :
 - Pekerjaan galian tanah
 - Pekerjaan timbunan tanah
2. Pekerjaan Pondasi :
 - Pekerjaan pengeboran
 - Pekerjaan pengecoran
 - Pemindahan sisa tanah pengeboran

Dalam merencanakan suatu proyek yang menggunakan alat alat berat, suatu hal yang sangat penting adalah bagaimana menghitung kapasitas produksi dari masing masing alat berat.

4.2 Perhitungan Produktivitas Dari Masing Masing Alat Berat

4.2.1 Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

- **Galian Pile Cap**

Tabel 4.1 Galian Pile Cap

Galian Pile Cap	p	l	t	n	Volume
PC 1	8.7 m	4.2 m	1.22 m	4	178.3152 m^3
PC 2	8.7 m	2.7 m	1.22 m	2	57.3156 m^3
PC 3	4.2 m	4.2 m	1.22 m	3	64.5624 m^3
PC 4	4.2 m	2.7 m	1.22 m	5	69.174 m^3
PC 5	3.8 m	2.7 m	1.22 m	4	50.0688 m^3
PC 6	2.7 m	2.7 m	1.22 m	4	35.5752 m^3
PC 7	2.7 m	2.5 m	1.22 m	4	32.94 m^3
PC	1 m	1 m	1.22 m	12	14.64 m^3
Total Volume					502.5912 m^3

- **Galian Tie Beam**

Tabel 4.2 Galian Tie Beam

Galian Tie Beam	p	l	t	n	Volume
TB 1	6 m	0.6 m	0.9 m	4	12.96 m^3
	17.7 m	0.6 m	0.9 m	2	19.116 m^3
	17.4 m	0.6 m	0.9 m	6	56.376 m^3
TB 2	14 m	0.4 m	0.9 m	2	10.08 m^3
	42.3 m	0.4 m	0.9 m	4	60.912 m^3
Total Volume					159.444 m^3

- **Timbunan Pile Cap**

Table 4.3 Timbunan Pile Cap

Timbunan Pile Cap	p	l	t	n	Volume
PC 1	8.7 m	4.2 m	0.1 m	4	14.616 m^3
PC 2	8.7 m	2.7 m	0.1 m	2	4.698 m^3
PC 3	4.2 m	4.2 m	0.1 m	3	5.292 m^3
PC 4	4.2 m	2.7 m	0.1 m	5	5.67 m^3
PC 5	3.8 m	2.7 m	0.1 m	4	4.104 m^3
PC 6	2.7 m	2.7 m	0.1 m	4	2.916 m^3
PC 7	2.7 m	2.5 m	0.1 m	4	2.7 m^3
PC	1 m	1 m	0.1 m	12	1.2 m^3
Total Volume					41.196 m^3

- **Timbunan Tie Beam**

Tabel 4.4 Timbunan Tie Beam

Timbunan Tie Beam	p	l	t	n	Volume
TB 1	6 m	0.6 m	0.1 m	4	1.44 m^3
	17.7 m	0.6 m	0.1 m	2	2.124 m^3
	17.4 m	0.6 m	0.1 m	6	6.264 m^3
TB 2	14 m	0.4 m	0.1 m	2	1.12 m^3
	42.3 m	0.4 m	0.1 m	4	6.768 m^3
Total Volume					17.716 m^3

Keterangan :

p = panjang

l = lebar

t = tinggi

n = jumlah

- **Timbunan Bekas Galian**

Timbunan beask galian didapatkan total volume sebesar 110.7 m^3

Tabel volume diatas pada pekerjaan galian dan timbunan didapat dari perhitungan gambar dan data pada kontrak kerja yang dapat dilihat pada lampiran. Dari table diatas maka didapatkan volume tanah pada pekerjaan galian dan timbunan pada pekerjaan Proyek Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Negeri Malang yang harus dipindahkan sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Volume Galian PC} + \text{Volume TB}) - (\text{Volume Timbunan PC} + \text{Timbunan TB} \\
 &\quad + \text{Timbunan bekas galian}) \\
 &= (502,5912 \text{ m}^3 + 159,444 \text{ m}^3) - (41,196 \text{ m}^3 + 17,716 \text{ m}^3 + 110,7 \text{ m}^3) \\
 &= 662.0352 \text{ m}^3 - 169.612 \text{ m}^3 \\
 &= 492.4232 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.2.1.1 Perhitungan Produksi *Exavator*

Excavator type Komatsu PC 130

Kapasitas *bucket* (*KB*) = $0,6m^3$

Efisiensi kerja (*E*) = 0,83

Faktor *bucket* (*k*) = 0,8

Waktu gali = 15 detik

Waktu buang = 7 detik

Waktu putar = 7 detik

Waktu Siklus :

$Ct = \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang}$

$= 15 + (2 \times 7) + 7$

$= 36 \text{ detik}$

Perhitungan Job Faktor *Excavator* :

Nilai koefisien dari job faktor untuk alat *excavator*, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

a. Faktor gabungan cuaca dan operator (FK_{co}) = 0,691

b. Faktor gabungan alat dan medan (FK_{am}) = 0,715

c. Faktor material (FK_m) = 1,10

d. Faktor Manajemen (FK_M) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$FK = FK_{co} \times FK_{am} \times FK_m \times FK_M$

$= 0,691 \times 0,715 \times 1,10 \times 0,85$

$= 0,461$

Produktivitas *Exavator* per jam (m^3 / jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{KB \times BF \times 3600 \times FK}{ct} \\ &= \frac{0,6 \times 0,8 \times 3600 \times 0,461}{36} \\ &= 22.504 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.1.2 Perhitungan Produksi *Dump Truck*

Dump Truck type4 m^3

Kapasitas bak <i>dump truck</i> (C)	= 4 m^3
Efisiensi Kerja	= 0,8
Jarak angkut (J)	= 100 m
Kecepatan bermuatan (V1)	= 30 km / jam = 500 m / menit
Kecepatan kosong (V2)	= 40 km / jam = 666 m / menit
Waktu <i>dumping</i> (t1)	= 1,0 menit
Waktu <i>loading</i> (t2)	= 0,3 menit
Kapasitas bucket excavator	= 0.6 m^3
<i>Cycle time</i> pemuat dari <i>excavator</i> (ct)	= 0,5 menit
Faktior bucket dari <i>excavator</i> (BF)	= 0,8 menit

Mencari nilai kapasitas *vessel*

$$\begin{aligned} n &= \frac{C}{KB \times BF} \\ &= \frac{4}{0.6 \times 0.8} \end{aligned}$$

$$= 8.333 \sim 8 \text{ kali}$$

Jadi, C = n x KB x BF

$$= 8 \times 0,6 \times 0,8$$

$$= 3,84 \text{ m}^3$$

Mencari nilai *Cycle Time Dump Truck*

$$CT = LT + HT + RT + t_1 + t_2$$

$$= n \times ct + \frac{J}{V_1} + \frac{J}{V_2} + t_1 + t_2$$

$$= 8 \times 0,5 + \frac{100}{500} \times \frac{100}{666} + 1,0 + 0,3$$

$$= 5,6 \text{ menit}$$

Perhitungan job faktor *dump truck*

Nilai koefisien dari job faktor untuk alat berat *dump truck*, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan cuaca dan operator (FK_{co}) = 0,691
- b. Faktor gabungan alat dan medan (FK_{am}) = 0,715
- c. Faktor material (FK_m) = 0,90
- d. Faktor manajemen (FK_M) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$$\begin{aligned} FK &= FK_{co} \times FK_{am} \times FK_m \times FK_M \\ &= 0,691 \times 0,715 \times 0,90 \times 0,85 \\ &= 0,378 \end{aligned}$$

Perhitungan produksi *dump truck* (m^3/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C \times 60 \times FK}{CT} \\ &= \frac{3,84 \times 60 \times 0,378}{5,6} \\ &= 15,552 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.1.3 Perhitungan Produksi Bulldozer

Bulldozer type Komatsu D31P

Lebar <i>blade</i> (L)	= 2,44 meter
Tinggi <i>Blade</i> (H)	= 0,79 meter
Faktor <i>blade</i> (a)	= 0,80
Jarak kerja (J)	= 30 meter
Kecepatan maju (F)	= 58 m/menit
Kecepatan mundur (R)	= 67 m/menit
Waktu ganti persneling (Z)	= 1,0

Produksi per siklus

$$\begin{aligned} \text{Produksi (KB)} &= L \times H^2 \times a \\ &= 2,44 \times 0,79^2 \times 0,80 \\ &= 1,218 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan job faktor *bulldozer* :

Nilai koefisien job faktor dari alat berat *bulldozer*, dapat dilihat pada perhitungan diatas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- Faktor gabungan cuaca dan operator (FK_{co}) = 0,691
- Faktor gabungan alat dan medan (FK_{am}) = 0,715
- Faktor material (FK_m) = 0,90
- Faktor manajemen (FK_M) = 0,85

Sehingga job faktor total adalah

$$\begin{aligned} FK &= FK_{co} \times FK_{am} \times FK_m \times FK_M \\ &= 0,691 \times 0,715 \times 0,90 \times 0,85 \end{aligned}$$

$$= 0,377$$

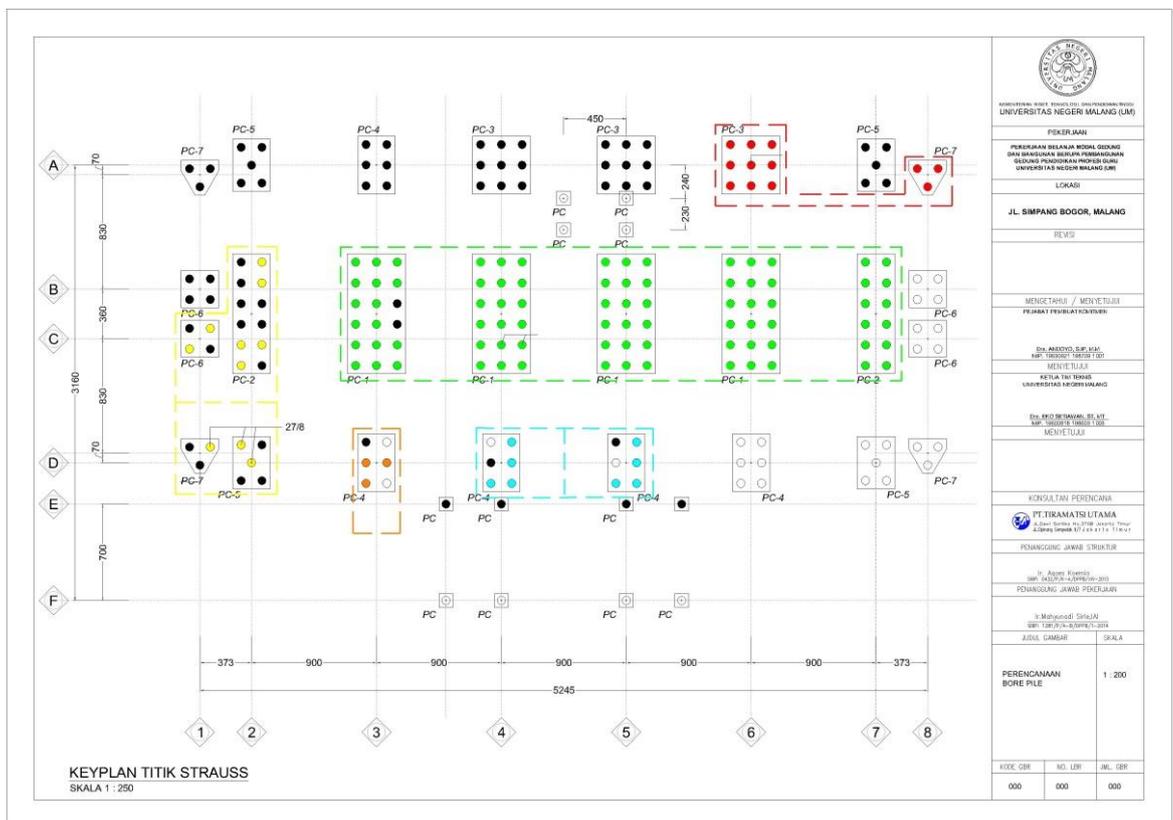
Perhitungan produksi *bulldozer* (m^3/jam)

$$Q = \frac{KB \times FK \times 60}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z} (m^3/\text{jam})$$

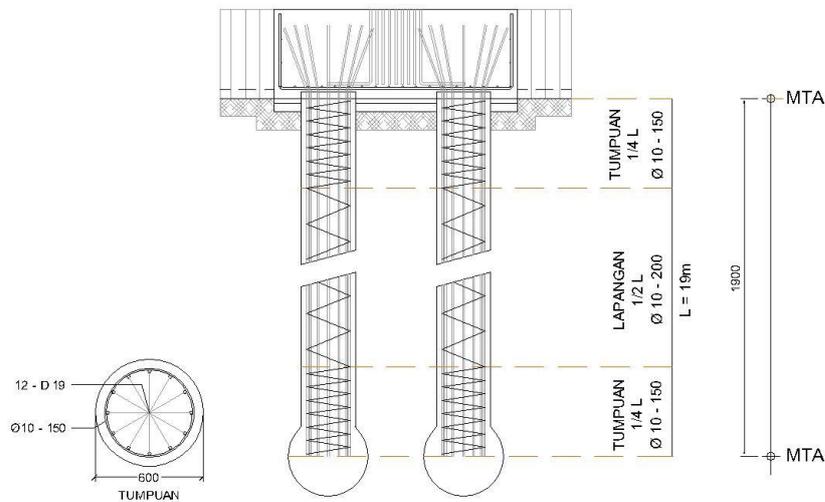
$$= \frac{1.218 \times 0.377 \times 60}{\frac{30}{58} + \frac{30}{67} + 1}$$

$$= 14,02 m^3/\text{jam}$$

4.2.2 Pekerjaan Pondasi



Gambar 4.1 Perencanaan Pondasi



Gambar 4.2 detail pondasi

Pekerjaan Pondasi

1. Pekerjaan pondasi strous pile D 60 m
 - Bor Strous D 60 cm = 19 m sebanyak 213 titik
 - Beton ready mix K 300 = 1.143,6 m³
 - Besi Beton = 135.497,98 kg
2. Pekerjaan beton bertulang PC 1
 - Beton ready mix K 300 = 146,16 m³
 - Bekisting ringan = 103,2 m²
 - Besi Beton = 11914,47 kg
3. Pekerjaan beton bertulang PC 2
 - Beton ready mix K 300 = 46,98 m³
 - Bekisting ringan = 45,60 m²
 - Besi Beton = 4119,75 kg
4. Pekerjaan beton bertulang PC 3
 - Beton ready mix K 300 = 52,92 m³
 - Bekisting ringan = 50,40 m²
 - Besi Beton = 4601 kg

5. Pekerjaan beton bertulang PC 4
 - Beton ready mix K 300 = 56,70 m³
 - Bekisting ringan = 69 m²
 - Besi Beton = 4833 kg
6. Pekerjaan beton bertulang PC 5
 - Beton ready mix K 300 = 41,40 m³
 - Bekisting ringan = 52 m²
 - Besi Beton = 3866 kg
7. Pekerjaan beton bertulang PC 6
 - Beton ready mix K 300 = 29,16 m³
 - Bekisting ringan = 43 m²
 - Besi Beton = 2875 kg
8. Pekerjaan beton bertulang PC 7
 - Beton ready mix K 300 = 20 m³
 - Bekisting ringan = 71.44 m²
 - Besi Beton = 3097 kg
9. Pekerjaan beton bertulang PC
 - Beton ready mix K 300 = 12 m³
 - Bekisting ringan = 48 m²
 - Besi Beton = 1858 kg
10. Pekerjaan pondasi batu kali penahan tanah
 - Pondasi batu kali = 118,74 m³
 - Aanstamping = 18,80 m³
 - Urug pasir = 28,10 m³
 - Sloof = 11,61 m³

Jadi total volume pekerjaan pile cap :

- Beton ready mix K 300 = 1548.92 m³
- Bekisting ringan = 482,76 m²
- Besi Beton = 172658,98 kg

Rencana pekerjaan pondasi, pekerjaan pile cap dan pekerjaan pembesian strous

NO	URAIAN PEKERJAAN			Volume	Total Bahan	Tenaga 1 Hari (Org/Hr)	Batas ASDM	Waktu (Hari)	Rencana Jadwal
1	pas. batu kali camp 1pc : 4pc			118.74					
	Bahan								
	1.200	m3	batu belah 15 cm / 20 cm	118.74	142.488				
	163.000	kg	PP	118.74	19354.62				
	0.520	m3	PP	118.74	61.7448				
	Tenaga								
	0.075	Oh	mandor	118.74		8.906	1	8.906	9
	0.600	Oh	tukang batu	118.74		71.244	10	7.1244	7
	1.500	Oh	pekerja	118.74		178.110	20	8.9055	9
Waktu Pekerjaan									9
2	pas. aanstamping			18.80					
	Bahan								
	1.200	m3	batu kali 15 cm / 20 cm	18.80	22.56				
	0.432	m3	pasir urug	18.80	8.1216				
	Tenaga								
	0.039	Oh	mandor	18.80		0.733	1	0.733	1
	0.390	Oh	tukang batu	18.80		7.332	10	0.7332	1
	0.780	Oh	pekerja	18.80		14.664	20	0.7332	1
Waktu Pekerjaan									1
3	pasir urug t = 10cm			28.10					
	bahan								
	1.200	m3	pasir urug	28.10	33.72				
	tenaga								
	0.010	Oh	mandor	28.10		0.281	1	0.281	0
0.300	Oh	pekerja	28.10		8.430	10	0.843	1	
Waktu Pekerjaan									1
4	sloof 1 m3 sloof beton bertulang			11.61					
	Bahan								
	0.27	m3	kayu kelas III	11.61	3.1347				
	2	kg	paku 5 - 12 cm	11.61	23.22				
	0.6	liter	minyak bekisting	11.61	6.966				
	210	kg	besi beton polos	11.61	2438.1				
	3	kg	kawat beton	11.61	34.83				
	336	kg	PC	11.61	3900.96				
	0.54	m3	PB	11.61	6.2694				
	0.81	m3	KR	11.61	9.4041				
	tenaga								
	0.283	Oh	mandor	11.61		3.28563	1		
	1.4	Oh	tukang besi	11.61		16.254	3	5.418	5
	1.56	Oh	tukang kayu	11.61		18.1116	4	4.5279	5
	0.275	Oh	tukang batu	11.61		3.19275	1	3.19275	3
5.65	Oh	pekerja	11.61		65.5965	15	4.3731	4	
Waktu Pekerjaan									5

4.2.2.1 Perhitungan Produksi *Bore Machine*

Alat = *Bore Machine*

Type bore = *auger GB 40*

Tinggi alat (t) = 1,2 meter

Diameter = 600 mm

Efisiensi alat (E) = 0,83

Cycle time (ct) = 4 menit

Jumlah titik bor = 213 titik

Waktu pindah titik pengeboran = 30 menit

$$\begin{aligned}\text{Volume per pondasi} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 0,3^2 \times 1,2 \\ &= 5,369 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total pondasi} &= \text{jumlah titik} \times \text{volume pondasi} \\ &= 213 \times 5,369 \\ &= 1175,811\end{aligned}$$

Produksi per siklus *auger*

$$\begin{aligned}\text{Produksi (KP)} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 0,3^2 \times 1,2 \\ &= 0,339 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan produksi *bore machine* (m^3/jam)

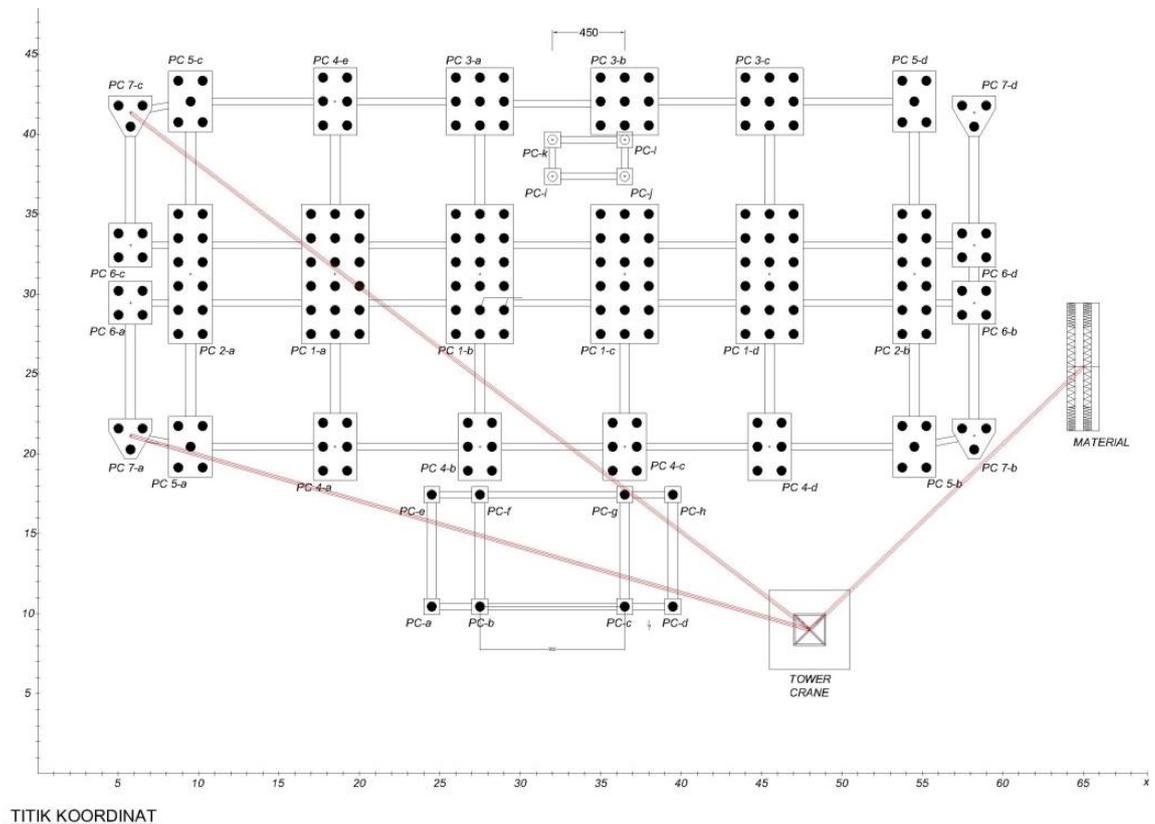
$$\begin{aligned}Q &= \frac{KP \times 60 \times E}{ct} \\ &= \frac{0,339 \times 60 \times 0,83}{4} \\ &= 4,220 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Penyelesaian waktu per pondasi

$$= \frac{5,369}{4,220} m^3/\text{jam} = 1,272 \text{ jam}$$

4.2.2.2 Perhitungan *Tower Crane*

Tower Crane merupakan peralatan yg difungsikan sebagai perangkat dan pemindahan material. Titik lokasi penempatan *tower crane* pada proyek dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Posisi Koordinat *Tower Crane*, Pondasi dan Material

Untuk perhitungan persiklus *tower crane* pada pekerjaan pondasi yaitu memindahkan material tulangan besi ke dalam pondasi. Perhitungan waktu siklus *tower crane* untuk melakukan kegiatan produksi yang meliputi waktu muat, waktu angkat, waktu bongkat dan waktu kembali.

Perhitungan Waktu Pelaksanaan *Tower Crane*

Type = *Tower Crane TC6018*

Radius kerja = 2,5 – 60 m

Kapasitas beban max = 10 ton

Waktu Pergi =

- kecepatan *hoisting* = 90 m / menit

- kecepatan *slewing* = 378° / menit

- Kecepatan *trolley* = 50 m / menit

- Kecepatan *landing* = 90 m / menit

Waktu kembali =

- kecepatan *hoisting* = 120 m / menit

- kecepatan *slewing* = 504° / menit

- Kecepatan *trolley* = 67,5 m / menit

- Kecepatan *landing* = 120 m / menit

Contoh perhitungan waktu yang digunakan adalah pekerjaan pada pondasi

PC – g

Titik Koordinat	X	Y	satuan
Pondasi (p)	36,5	17,5	meter
<i>Tower Crane</i> (tc)	48	9	meter
Material (m)	65	25,5	meter

- Jarak *tower crane* terhadap pondasi :

$$D = \sqrt{(Y_{tc} - Y_p)^2 + (X_p - X_{tc})^2}$$

$$= \sqrt{(9 - 17,5)^2 + (36,5 - 48)^2}$$

$$= 14,30 \text{ m}$$

- Jarak pondasi terhadap material :

$$D = \sqrt{(Y_{tc} - Y_m)^2 + (X_m - X_{tc})^2}$$

$$= \sqrt{(9 - 25,5)^2 + (24,5 - 65)^2}$$

$$= 23,69 \text{ m}$$

- Sudut slewing sebesar 100° , diketahui dari perintah “Angular” (perintah pada AutoCAD 2012 untuk mengetahui sudut) sesuai perencanaan gambar

Untuk penentuan koordinat posisi pekerjaan pondasi dengan menggunakan tower crane dapat dilihat pada 4.5

Tabel 4.5 Penentuan Posisi Pekerjaan, Jarak dan Sudut

pekerjaan	jumlah pondasi	titik koordinat		jarak TC ke pondasi	jarak TC ke material	jarak trolley	jarak slewing
		x	y	(m)	(m)	(m)	(°)
PC - a	1	24.5	10.5	23.55	23.69	0.14	132
PC - b	1	27.5	10.5	20.55	23.69	3.14	132
PC - c	1	36.5	10.5	11.60	23.69	12.09	129
PC - d	1	39.5	10.5	8.63	23.69	15.06	126
PC - e	1	24.5	17.5	24.99	23.69	1.30	116
PC - f	1	27.5	17.5	22.19	23.69	1.50	114
PC - g	1	36.5	17.5	14.30	23.69	9.39	100
PC - h	1	39.5	17.5	12.02	23.69	11.67	91
PC - i	1	32	37.5	32.68	23.69	8.99	75
PC - j	1	36.5	37.5	30.73	23.69	7.04	68
PC - k	1	32	39.5	34.44	23.69	10.75	74
PC - l	1	36.5	39.5	32.60	23.69	8.91	67
PC 1-a	18	18.5	31	36.80	23.69	13.11	99
PC 1-b	18	27.5	31	30.07	23.69	6.38	89
PC 1-c	18	36.5	31	24.82	23.69	1.13	73
PC 1-d	18	45.5	31	22.14	23.69	1.55	52

Tabel 4.5 Posisi Pekerjaan, Jarak dan Sudut (lanjutan)

pekerjaan	jumlah pondasi	titik koordinat		jarak	jarak	jarak	jarak
		x	y	TC ke pondasi (m)	TC ke material (m)	trolley (m)	slewing (°)
PC 2-a	12	9.5	31.5	44.59	23.69	20.90	106
PC 2-b	12	54.5	31.5	23.42	23.69	0.27	30
PC 3-a	9	27.5	42	38.85	23.69	15.16	78
PC 3-b	9	36.5	42	34.95	23.69	11.26	65
PC 3-c	9	45.5	42	33.09	23.69	9.40	50
PC 4-a	6	18.5	20.5	31.66	23.69	7.97	115
PC 4-b	6	27.5	20.5	23.51	23.69	0.19	107
PC 4-c	6	36.5	20.5	16.26	23.69	7.43	91
PC 4-d	6	45.5	20.5	11.77	23.69	11.92	58
PC 4-e	6	18.5	42	44.26	23.69	20.57	88
PC 5-a	5	9.5	20.5	40.18	23.69	16.49	119
PC 5-b	5	54.5	20.5	13.21	23.69	10.48	16
PC 5-c	5	9.5	42	50.71	23.69	27.02	95
PC 5-d	5	54.5	42	33.63	23.69	9.94	35
PC 6-a	4	6	29.5	46.74	23.69	23.05	110
PC 6-b	4	58	29.5	22.81	23.69	0.88	19
PC 6-c	4	6	33	48.37	23.69	24.68	106
PC 6-d	4	58	33	26.00	23.69	2.31	23
PC 7-a	3	6	21	43.68	23.69	19.99	120
PC 7-b	3	58	21	15.62	23.69	8.07	5
PC 7-c	3	6	41	52.80	23.69	29.11	98
PC 7-d	3	58	41	33.53	23.69	9.84	28

Perhitungan waktu pergi *tower crane* dari material ke pondasi **PC – g**

- Mekanisme Pengangkatan (*Hoisting*)

Kecepatan (kh) = 90 m / menit

Ketinggian (h) = 21 m

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t)} &= \frac{h}{kh} \\ &= \frac{21 \text{ m}}{90 \text{ m/menit}} \\ &= 0,23 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Mekanisme Putar (*Slewing*)

Kecepatan (ks) = 378° / menit

$$\text{Sudut } (\alpha) = 100^\circ$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu } (t) &= \frac{\alpha}{ks} \\ &= \frac{100^\circ}{378^\circ/\text{menit}} \\ &= 0,26 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Mekanisme Jalan (*Trolley*)

$$\text{Kecepatan } (kt) = 67,5 \text{ m / menit}$$

$$\text{Jarak } (d) = 9,39 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu } (t) &= \frac{d}{kt} \\ &= \frac{9,39 \text{ m}}{67,5 \text{ m/menit}} \\ &= 0,14 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Mekanisme Turun (*Landing*)

$$\text{Kecepatan } (kl) = 90 \text{ m / menit}$$

$$\text{Ketinggian } (h) = 21 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu } (t) &= \frac{h}{kl} \\ &= \frac{21 \text{ m}}{90 \text{ m/menit}} \\ &= 0,23 \text{ menit}\end{aligned}$$

Total mekanisme waktu pergi *tower crane* dari material ke pondasi **PC – g**

- Mekanisme Angkat (*Hoisting*) = 0,23 menit
- Mekanisme Putar (*Slewing*) = 0,26 menit
- Mekanisme jalan (*Trolley*) = 0,14 menit
- Mekanisme Turun (*Landing*) = 0,23 menit +
0,86 menit

Untuk waktu perhitungan waktu pergi dengan menggunakan *tower crane*

dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Perhitungan Waktu Pergi *Tower Crane*

pekerjaan	Hoisting			slewing			trolley			landing			jumlah (n)	waktu total (menit)
	kh	h	t	ks	α	t	kt	d	t	kl	h	t		
	(m/menit)	(m)	(menit)	($^{\circ}$ /menit)	($^{\circ}$)	(menit)	(m/menit)	(m)	(menit)	(m/menit)	(m)	(menit)		
PC - a	90	21	0.23	378	132	0.35	67.5	0.14	0.0021	90	21	0.23	1	0.82
PC - b	90	21	0.23	378	132	0.35	67.5	3.14	0.05	90	21	0.23	1	0.86
PC - c	90	21	0.23	378	129	0.34	67.5	12.09	0.18	90	21	0.23	1	0.99
PC - d	90	21	0.23	378	126	0.33	67.5	15.06	0.22	90	21	0.23	1	1.02
PC - e	90	21	0.23	378	116	0.31	67.5	1.30	0.02	90	21	0.23	1	0.79
PC - f	90	21	0.23	378	114	0.30	67.5	1.50	0.02	90	21	0.23	1	0.79
PC - g	90	21	0.23	378	100	0.26	67.5	9.39	0.14	90	21	0.23	1	0.86
PC - h	90	21	0.23	378	91	0.24	67.5	11.67	0.17	90	21	0.23	1	0.88
PC - i	90	21	0.23	378	75	0.20	67.5	8.99	0.13	90	21	0.23	1	0.80
PC - j	90	21	0.23	378	68	0.18	67.5	7.04	0.10	90	21	0.23	1	0.75
PC - k	90	21	0.23	378	74	0.20	67.5	10.75	0.16	90	21	0.23	1	0.82
PC - l	90	21	0.23	378	67	0.18	67.5	8.91	0.13	90	21	0.23	1	0.78
PC 1-a	90	21	0.23	378	99	0.26	67.5	13.11	0.19	90	21	0.23	18	16.61
PC 1-b	90	21	0.23	378	89	0.24	67.5	6.38	0.09	90	21	0.23	18	14.34
PC 1-c	90	21	0.23	378	73	0.19	67.5	1.13	0.02	90	21	0.23	18	12.18
PC 1-d	90	21	0.23	378	52	0.14	67.5	1.55	0.02	90	21	0.23	18	11.29
PC 2-a	90	21	0.23	378	106	0.28	67.5	20.90	0.31	90	21	0.23	12	12.68
PC 2-b	90	21	0.23	378	30	0.08	67.5	0.27	0.00	90	21	0.23	12	6.60
PC 3-a	90	21	0.23	378	78	0.21	67.5	15.16	0.22	90	21	0.23	9	8.08
PC 3-b	90	21	0.23	378	65	0.17	67.5	11.26	0.17	90	21	0.23	9	7.25
PC 3-c	90	21	0.23	378	50	0.13	67.5	9.40	0.14	90	21	0.23	9	6.64
PC 4-a	90	21	0.23	378	115	0.30	67.5	7.97	0.12	90	21	0.23	6	5.33
PC 4-b	90	21	0.23	378	107	0.28	67.5	0.19	0.00	90	21	0.23	6	4.51
PC 4-c	90	21	0.23	378	91	0.24	67.5	7.43	0.11	90	21	0.23	6	4.90
PC 4-d	90	21	0.23	378	58	0.15	67.5	11.92	0.18	90	21	0.23	6	4.78
PC 4-e	90	21	0.23	378	88	0.23	67.5	20.57	0.30	90	21	0.23	6	6.03
PC 5-a	90	21	0.23	378	119	0.31	67.5	16.49	0.24	90	21	0.23	5	5.13
PC 5-b	90	21	0.23	378	16	0.04	67.5	10.48	0.16	90	21	0.23	5	3.32
PC 5-c	90	21	0.23	378	95	0.25	67.5	27.02	0.40	90	21	0.23	5	5.59
PC 5-d	90	21	0.23	378	35	0.09	67.5	9.94	0.15	90	21	0.23	5	3.53
PC 6-a	90	21	0.23	378	110	0.29	67.5	23.05	0.34	90	21	0.23	4	4.40
PC 6-b	90	21	0.23	378	19	0.05	67.5	0.88	0.01	90	21	0.23	4	2.12
PC 6-c	90	21	0.23	378	106	0.28	67.5	24.68	0.37	90	21	0.23	4	4.45
PC 6-d	90	21	0.23	378	23	0.06	67.5	2.31	0.03	90	21	0.23	4	2.25
PC 7-a	90	21	0.23	378	120	0.32	67.5	19.99	0.30	90	21	0.23	3	3.24
PC 7-b	90	21	0.23	378	5	0.01	67.5	8.07	0.12	90	21	0.23	3	1.80
PC 7-c	90	21	0.23	378	98	0.26	67.5	29.11	0.43	90	21	0.23	3	3.47
PC 7-d	90	21	0.23	378	28	0.07	67.5	9.84	0.15	90	21	0.23	3	2.06

Keterangan :

- kh = kecepatan *hoisting*
- ks = kecepatan *slewing*
- kt = kecepatan *trolley*
- kl = kecepatan *landing*
- h = tinggi
- t = waktu
- α = sudut
- d = jarak
- m = meter

Perhitungan waktu kembali *tower crane* dari pondasi **PC – g** ke material

- Mekanisme Pengangkatan (*Hoisting*)

Kecepatan (kh) = 120 m / menit

Ketinggian (h) = 2 m

$$\begin{aligned}\text{Waktu (t)} &= \frac{v}{kh} \\ &= \frac{2 \text{ m}}{120 \text{ m/menit}} \\ &= 0,017 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Mekanisme Putar (*Slewing*)

Kecepatan (ks) = 504° / menit

Sudut (α) = 100°

$$\begin{aligned}\text{Waktu (t)} &= \frac{\alpha}{ks} \\ &= \frac{100^\circ}{504^\circ/\text{menit}} \\ &= 0,20 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Mekanisme Jalan (*Trolley*)

Kecepatan (kt) = 90 m / menit

Jarak (d) = 9,39 m

$$\begin{aligned}\text{Waktu (t)} &= \frac{d}{kt} \\ &= \frac{9,39 \text{ m}}{90 \text{ m/menit}} \\ &= 0,11 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Mekanisme Turun (*Landing*)

Kecepatan (kl) = 120 m / menit

Ketinggian (h) = 2 m

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t)} &= \frac{h}{kl} \\ &= \frac{2 \text{ m}}{120 \text{ m/menit}} \\ &= 0,017 \text{ menit} \end{aligned}$$

Total mekanisme waktu kembali *tower crane* dari pondasi **PC – g** ke material

- Mekanisme Angkat (*Hoisting*) = 0,017 menit
- Mekanisme Putar (*Slewing*) = 0,20 menit
- Mekanisme jalan (*Trolley*) = 0,104 menit
- Mekanisme Turun (*Landing*) = 0,017 menit +
0,334 menit

Untuk waktu perhitungan waktu kembali dengan menggunakan Tower

Crane dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Perhitungan Waktu Kembali *Tower Crane*

pekerjaan	Hoisting			slewing			trolley			landing			jumlah (n)	waktu total (menit)
	kh	h	t	ks	α	t	kt	d	t	kl	h	t		
	(m/menit)	(m)	(menit)	°/menit	(°)	(menit)	(m/menit)	(m)	(menit)	(m/menit)	(m)	(menit)		
PC - a	120	2	0.017	504	132	0.26	90	0.14	0.002	120	2	0.017	1	0.297
PC - b	120	2	0.017	504	132	0.26	90	3.14	0.035	120	2	0.017	1	0.330
PC - c	120	2	0.017	504	129	0.26	90	12.09	0.134	120	2	0.017	1	0.424
PC - d	120	2	0.017	504	126	0.25	90	15.06	0.167	120	2	0.017	1	0.451
PC - e	120	2	0.017	504	116	0.23	90	1.30	0.014	120	2	0.017	1	0.278
PC - f	120	2	0.017	504	114	0.23	90	1.50	0.017	120	2	0.017	1	0.276
PC - g	120	2	0.017	504	100	0.20	90	9.39	0.104	120	2	0.017	1	0.334
PC - h	120	2	0.017	504	91	0.18	90	11.67	0.130	120	2	0.017	1	0.344
PC - i	120	2	0.017	504	75	0.15	90	8.99	0.100	120	2	0.017	1	0.282
PC - j	120	2	0.017	504	68	0.13	90	7.04	0.078	120	2	0.017	1	0.246
PC - k	120	2	0.017	504	74	0.15	90	10.75	0.119	120	2	0.017	1	0.300
PC - l	120	2	0.017	504	67	0.13	90	8.91	0.099	120	2	0.017	1	0.265
PC 1-a	120	2	0.017	504	99	0.20	90	13.11	0.146	120	2	0.017	18	6.758
PC 1-b	120	2	0.017	504	89	0.18	90	6.38	0.071	120	2	0.017	18	5.055
PC 1-c	120	2	0.017	504	73	0.14	90	1.13	0.013	120	2	0.017	18	3.434
PC 1-d	120	2	0.017	504	52	0.10	90	1.55	0.017	120	2	0.017	18	2.767
PC 2-a	120	2	0.017	504	106	0.21	90	20.90	0.232	120	2	0.017	12	5.711
PC 2-b	120	2	0.017	504	30	0.06	90	0.27	0.003	120	2	0.017	12	1.150
PC 3-a	120	2	0.017	504	78	0.15	90	15.16	0.168	120	2	0.017	9	3.209
PC 3-b	120	2	0.017	504	65	0.13	90	11.26	0.125	120	2	0.017	9	2.586
PC 3-c	120	2	0.017	504	50	0.10	90	9.40	0.104	120	2	0.017	9	2.133
PC 4-a	120	2	0.017	504	115	0.23	90	7.97	0.089	120	2	0.017	6	2.100
PC 4-b	120	2	0.017	504	107	0.21	90	0.19	0.002	120	2	0.017	6	1.486
PC 4-c	120	2	0.017	504	91	0.18	90	7.43	0.083	120	2	0.017	6	1.778
PC 4-d	120	2	0.017	504	58	0.12	90	11.92	0.132	120	2	0.017	6	1.685
PC 4-e	120	2	0.017	504	88	0.17	90	20.57	0.229	120	2	0.017	6	2.619

Tabel 4.7 Perhitungan Waktu Kembali *Tower Crane*(lanjutan)

pekerjaan	Hoisting			slewing			trolley			landing			jumlah (n)	waktu total (menit)
	kh	h	t	ks	α	t	kt	d	t	kl	h	t		
	(m/menit)	(m)	(menit)	°/menit	($^{\circ}$)	(menit)	(m/menit)	(m)	(menit)	(m/menit)	(m)	(menit)		
PC 5-a	120	2	0.017	504	119	0.24	90	16.49	0.183	120	2	0.017	5	2.263
PC 5-b	120	2	0.017	504	16	0.03	90	10.48	0.116	120	2	0.017	5	0.908
PC 5-c	120	2	0.017	504	95	0.19	90	27.02	0.300	120	2	0.017	5	2.610
PC 5-d	120	2	0.017	504	35	0.07	90	9.94	0.110	120	2	0.017	5	1.066
PC 6-a	120	2	0.017	504	110	0.22	90	23.05	0.256	120	2	0.017	4	2.031
PC 6-b	120	2	0.017	504	19	0.04	90	0.88	0.010	120	2	0.017	4	0.323
PC 6-c	120	2	0.017	504	106	0.21	90	24.68	0.274	120	2	0.017	4	2.072
PC 6-d	120	2	0.017	504	23	0.05	90	2.31	0.026	120	2	0.017	4	0.419
PC 7-a	120	2	0.017	504	120	0.24	90	19.99	0.222	120	2	0.017	3	1.481
PC 7-b	120	2	0.017	504	5	0.01	90	8.07	0.090	120	2	0.017	3	0.399
PC 7-c	120	2	0.017	504	98	0.19	90	29.11	0.323	120	2	0.017	3	1.654
PC 7-d	120	2	0.017	504	28	0.06	90	9.84	0.109	120	2	0.017	3	0.595

Keterangan :

- kh = kecepatan *hoisting*
- ks = kecepatan *slewing*
- kt = kecepatan *trolley*
- kl = kecepatan *landing*
- h = tinggi
- t = waktu
- α = sudut
- d = jarak
- m = meter

Perhitungan waktu bongkar muat dengan menggunakan *tower crane*:

- a. Waktu bongkar merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan pembongkaran tulangan yang telah dimasukkan kedalam pondasi

Waktu bongkar = 7 menit

- b. Waktu muat merupakan waktu yang diperlukan untuk melakukan pemasangan tulangan yang akan diangkat

Waktu muat = 5 menit

Perhitungan waktu siklus *tower crane* pada pondasi **PC – g** :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus} &= \text{Waktu muat} + \text{Waktu pergi} + \text{Waktu bongkar} + \text{Waktu Kembali} \\
 &= 5 + 0,86 + 7 + 0,334 \\
 &= 13,194 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan waktu siklus *tower crane* dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Perhitungan Waktu Siklus *Tower Crane*

pekerjaan	jumlah pondasi	waktu muat	waktu pergi	waktu bongkar	waktu kembali	waktu total
		(menit)	(menit)	(menit)	(menit)	(menit)
PC - a	1	5	0,82	7	0,297	13,11
PC - b	1	5	0,86	7	0,330	13,19
PC - c	1	5	0,99	7	0,424	13,41
PC - d	1	5	1,02	7	0,451	13,47
PC - e	1	5	0,79	7	0,278	13,07
PC - f	1	5	0,79	7	0,276	13,07
PC - g	1	5	0,86	7	0,334	13,19
PC - h	1	5	0,88	7	0,344	13,22
PC - i	1	5	0,80	7	0,282	13,08
PC - j	1	5	0,75	7	0,246	13,00
PC - k	1	5	0,82	7	0,300	13,12
PC - l	1	5	0,78	7	0,265	13,04
PC 1-a	18	5	16,61	7	6,758	636,62
PC 1-b	18	5	14,34	7	5,055	565,09
PC 1-c	18	5	12,18	7	3,434	497,02
PC 1-d	18	5	11,29	7	2,767	469,01
PC 2-a	12	5	12,68	7	5,711	364,70
PC 2-b	12	5	6,60	7	1,150	237,01
PC 3-a	9	5	8,08	7	3,209	209,58
PC 3-b	9	5	7,25	7	2,586	196,51
PC 3-c	9	5	6,64	7	2,133	187,00
PC 4-a	6	5	5,33	7	2,100	116,61
PC 4-b	6	5	4,51	7	1,486	108,01
PC 4-c	6	5	4,90	7	1,778	112,10
PC 4-d	6	5	4,78	7	1,685	110,79
PC 4-e	6	5	6,03	7	2,619	123,87
PC 5-a	5	5	5,13	7	2,263	96,96
PC 5-b	5	5	3,32	7	0,908	81,15
PC 5-c	5	5	5,59	7	2,610	101,01
PC 5-d	5	5	3,53	7	1,066	83,00
PC 6-a	4	5	4,40	7	2,031	73,71
PC 6-b	4	5	2,12	7	0,323	57,77
PC 6-c	4	5	4,45	7	2,072	74,09
PC 6-d	4	5	2,25	7	0,419	58,66
PC 7-a	3	5	3,24	7	1,481	50,16
PC 7-b	3	5	1,80	7	0,399	42,59
PC 7-c	3	5	3,47	7	1,654	51,38
PC 7-d	3	5	2,06	7	0,595	43,96
Total Waktu						4906,35

Rata rata waktu siklus (ct) yang diperlukan *tower crane* dalam pekerjaan pemindahan material besi tulangan ke pondasi yaitu :

$$\begin{aligned}
 ct &= \frac{\text{waktu total siklus}}{\text{jumlah pondasi}} \\
 &= \frac{4906.35}{213} \\
 &= 20,03 \text{ menit/pondasi}
 \end{aligned}$$

Jadi satu kali pemindahan material besi tulangan ke pondasi membutuhkan waktu rata rata 20,03 menit.

4.2.2.3 Perhitungan Mixer Truck

Mixer truck yang digunakan adalah dari Jayamix yang berlokasi di jalan Raya Kebonagung Pekisaji Malang, jarak tempuh ke lokasi proyek $\pm 10,5$ km

Alat = Mixer Truck 6 m^3

Kapasitas Mixer (V) = 6 m^3 (spesifikasi alat)

Jarak ke lokasi proyek = 10,5 km

Kecepatan rata rata isi (v1) = 20 km/ jam

Kecepatan rata rata kosong(v2) = 30 km / jam

Waktu siklus (TS) = T1 + T2 + T3 + T4 (menit)

$$- \text{ Waktu tempuh (T1) } = \left(\frac{L}{v_1} \right) \times 60$$

$$= \frac{10,5}{20} \times 60$$

$$= 63 \text{ menit}$$

$$- \text{ Waktu penumpahan(T2) } = 25 \text{ menit (asumsi lapangan)}$$

$$- \text{ Waktu kembali (T3) } = \left(\frac{L}{v_2} \right) \times 60$$

$$= \left(\frac{10,5}{30} \right) \times 60$$

$$= 42 \text{ menit}$$

$$- \text{ Waktu putar di lapangan } = \frac{100}{15} = 6,7 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
\text{Maka waktu siklus (TS)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 63 + 25 + 42 + 6,7 \\
&= 136,7 \text{ menit}
\end{aligned}$$

4.3 Analisa Waktu Efektif Alat Berat dan Idle Time Pekerjaan Tanah

a. Idle Time Excavator

Waktu Idle Time Excavator didapat dari waktu efisiensi alat, yaitu 0.83

$$\begin{aligned}
\text{Waktu efisiensi alat} &= 0.83 \times \text{jam kerja} \\
&= 0.83 \times 7 \text{ jam} \\
&= 5.81 \text{ jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Idle time per hari} &= \text{jam kerja sehari} - \text{waktu efektif alat} \\
&= 7 \text{ jam} - 5.81 \text{ jam} \\
&= 1.19 \text{ jam / hari}
\end{aligned}$$

b. Idle Time Dump Truck

Waktu Idle Time 2 Dump Truck dipengaruhi waktu pengisian alat dari Excavator ke Dump Truck

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah pengisian} &= 8 \text{ kali} \\
\text{ct Excavator} &= 36 \text{ detik} \\
\text{total waktu pengisian} &= 8 \times 36 \\
&= 288 \text{ detik (4,8 menit)}
\end{aligned}$$

Waktu tempuh dump truck 100 m = w. pergi + dumping + w. kembali

$$\begin{aligned}
&= \frac{100}{500} + 1 + \frac{100}{666} \\
&= 1,37 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktu tunggu dump truck} &= 4,8 - 1,37 \\
&= 3,43 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu dump truck (pengisian + waktu tempuh + tunggu)} \\ &= 4,8 + 1,37 + 3,43 \text{ menit} \\ &= 9,6 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kerja dump truck dalam 1 hari} &= \frac{\text{Waktu Efektif Excavator}}{\text{Total Waktu dump truck}} \\ &= \frac{5,81 \text{ jam}}{9,6 \text{ menit}} = \frac{348 \text{ menit}}{9,6 \text{ menit}} \\ &= 36,25 \sim 36 \text{ kali / hari} \end{aligned}$$

Jumlah dump truck yang bekerja 2 alat, jadi 1 dump truck melakukan pekerjaan sebanyak 18 kali / hari

$$\begin{aligned} \text{Idle time dump truck per hari} &= w. \text{ tunggu} \times \text{jumlah pek. Perhari} \\ &= 3,41 \times 18 \\ &= 61,74 \text{ menit / hari} \end{aligned}$$

c. Idle Time Bulldozer

Waktu Idle Time Bulldozer dipengaruhi waktu pengisian, waktu tempuh, waktu dumping dan banyaknya dump truck melakukan pekerjaan per hari

$$\begin{aligned} \text{Idle time Bulldozer per hari} &= (4,8 + 0,2 + 1) \times 18 \\ &= 108 \text{ menit / hari} \end{aligned}$$

- **Analisa Waktu Pekerjaan Tanah**

- *Excavator*

Perhitungan waktu *excavator* pada pekerjaan galian

$$\text{Volume galian} = 662.035 \text{ m}^3 \text{ (asli)}$$

$$\text{Konversi tanah} = \text{asli ke tanah lepas}$$

$$= 662.035 \times 1.00$$

$$= 662.035 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah alat yang bekerja} = 1 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
\text{Produksi alat per jam} &= 22.504m^3/\text{jam} \\
\text{Waktu efisiensi Excavator} &= \text{jam kerja} - \text{idle time} \\
&= 7 - 1,19 \\
&= 5,81 \text{ jam} \\
\text{Waktu pekerjaan} &= \frac{V}{Q \times \text{Waktu Efisiensi}} \\
&= \frac{662.035}{22,504 \times 5,81} \\
&= 5,06 \text{ hari} \sim 5 \text{ hari}
\end{aligned}$$

Jadi 1 unit excavator untuk menyelesaikan pekerjaan galian tanah pada lokasi proyek, waktu yang dibutuhkan adalah 5 hari

- *Dump Truck*

Perhitungan waktu *Dump truck* pada pekerjaan setelah galian

$$\begin{aligned}
\text{Volume} &= 492,243 \text{ m}^3(\text{asli}) \\
\text{Konversi tanah} &= \text{asli ke tanah lepas} \\
&= 492,243 \times 1.00 \\
&= 492,243 \text{ m}^3 \\
\text{Jumlah alat yang bekerja} &= 2 \text{ unit} \\
\text{Produksi alat per jam} &= 15,552 \\
\text{Waktu efisiensi Dump Truck} &= \text{jam kerja} - \text{idle time} \\
&= 7 - 1,03 \\
&= 5,97 \text{ jam} \\
\text{Waktu pekerjaan} &= \frac{V}{Q \times \text{Waktu Efisiensi}} \\
&= \frac{492,243}{15,552 \times 5,97} \\
&= 5,3 \sim 5 \text{ hari}
\end{aligned}$$

Jadi 2 unit *dump truck* untuk menyelesaikan pekerjaan setelah galian tanah pada lokasi proyek, waktu yang dibutuhkan adalah 5 hari

- *Bulldozer*

Perhitungan waktu *bulldozer* pada pekerjaan sisa tanah galian

Volume = 492,423 m³(asli)

Konversi tanah = asli ke tanah gembur

= 492,423 x 1.17

= 576,135 m³

Jumlah alat yang bekerja = 1 unit

Produksi alat per jam = 22,504 m³/jam

Waktu efisiensi Bulldozer = jam kerja – idle time

= 7 – 1,8

= 5,2 jam

Waktu pekerjaan = $\frac{\text{Volume}}{Q \times \text{Waktu Efisiensi}}$

= $\frac{576,135}{22,504 \times 5,2}$

= 4,9 ~ 5 hari

Jadi 1 unit *bulldozer* untuk menyelesaikan pekerjaan sisa tanah galian pada lokasi proyek, waktu yang dibutuhkan adalah 5 hari

4.4 Analisa Waktu Efektif Alat Berat dan Idle Time Pekerjaan Strous

- **Analisa Waktu Pekerjaan Strous**

- *Bore Machine*

Perhitungan waktu *bore machine* pada pekerjaan pengeboran

$$\text{Volume per pondasi} = 5,369 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah titik} = 213$$

$$\text{Volume total} = 1143,597 \text{ m}^3 (\text{asli})$$

$$\text{Konversi tanah} = \text{asli ke tanah lepas}$$

$$= 1143,597 \times 1.00$$

$$= 1143,597 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah alat yang bekerja} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Waktu per pondasi} = 1,272 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu efisiensi bore machine} = \text{jam kerja} - \text{idle time}$$

$$= 7 - 1,19$$

$$= 5,81 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu pekerjaan per hari} = \frac{\text{waktu efisiensi}}{\text{waktu per pondasi}}$$

$$= \frac{5,81}{1,272}$$

$$= 4 \text{ pondasi / hari}$$

$$\text{Total pekerjaan pondasi} = \text{total pondasi} / \text{pondasi per hari}$$

$$= 213 / 4$$

$$= 53 \text{ hari}$$

Jadi 1 unit *bore machine* untuk menyelesaikan pekerjaan pengeboran pondasi pada lokasi proyek, waktu yang dibutuhkan adalah 53 hari

- ***Excavator dan Dump Truck***

Perhitungan waktu pembersihan pada tanah bekas pengeboran, pekerjaan pembersihan dilakukan selama pekerjaan pengeboran tiap titik strous selesai dilakukan

Produksi per siklus excavator = 0,48 m³

ct excavator = 36 detik

kapasitas dump truck = 4 m³

- Jumlah angkat tanah sisa bor oleh excavator = $\frac{\text{Volume pondasi}}{\text{prod per siklus exca}}$
 $= \frac{5,369}{0,48}$
 $= 11,18 \sim 12 \text{ kali}$
- Waktu pembersihan per titik = juml angkat x ct excavator
 $= 12 \times 36 \text{ detik}$
 $= 432 \text{ detik atau } 7,2 \text{ menit}$

Jadi pekerjaan pembersihan strous membutuhkan waktu yang sama dengan pekerjaan pengeboran yaitu 53 hari

- ***Tower Crane & Mixer Truck***

Pemasangan tulangan pondasi pipa tremi

Titik koordinat pengeboran = PC 3-a (X 6 – Y 21)

Koordinat material = X 65 - Y 25,5

Alat Berat = Tower Crane

- Waktu pemasangan tulangan dan pipa tremi
 - Waktu muat = 5 menit
 - Waktu pergi = 3,24 menit
 - Waktu bongkar = 7 menit +

Total Waktu = 15,24 menit

Pengecoran Mixer Truck

- Waktu putar mixer = 6,7 menit
- Waktu penumpahan = 20 menit +

Total Waktu = 26,7 menit

Total waktu TC = pemasangan tulangan + pipa tremi + penumpahan
 = 15,24 + 15,24 + 20
 = 50, 48 menit

Jadi pekerjaan pengecoran strous membutuhkan waktu yang sama dengan pekerjaan pengeboran yaitu 53 hari dan dikerjakan dikerjakan 1 hari setelah pekerjaan pengeboran dan pembersihan lahan dimulai

Perencanaan Waktu Kerja Alat Berat

No	Nama Pekerjaan	jumlah alat (unit)	waktu pekerjaan (hari)	Juli				Agustus				September			
				2/7 - 8/7	9/7 - 15/7	16/7 - 22/7	23/7 - 29/7	30/7 - 5/8	6/8 - 12/8	13/8 - 19/8	20/8 - 2/9	3/9 - 9/9	10/9 - 16/9	17/9 - 23/9	24/9 - 30/9
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	PEK. TANAH														
1	EXCAVATOR	1	5												
2	DUMP TRUCK	2	5												
3	BULLDOZER	1	5												
	PEK. PENGEBORAN STROUS														
1	BORE MACHINE	1	53												
2	EXCAVATOR	1	53												
3	DUMP TRUCK	2	53												
	PEK. PENGECORAN STROUS														
1	TOWER CRANE	1	53												
2	MIXER TRUCK	3	53												
	PEK. PENGECORAN PILE CAP														
1	MIXER TRUCK	1	53												

keterangan :

Pekerjaan tanah :

- EXCAVATOR = 5 HARI
- DUMP TRUCK = 5 HARI
- BULLDOZER = 5 HARI

pekerjaan strous :

- BORE MACHINE = 53 HARI
- EXCAVATOR = 53 HARI
- DUMPTRUCK = 53 HARI
- TOWER CRANE = 53 HARI
- MIXER TRUCK = 53 HARI

jadi total waktu pekerjaan tanah dan pondasi adalah 63 hari

d. Idle Time Bore Machine

Waktu Idle Time Bore Machine didapat dari waktu efisiensi alat, yaitu 0.83

$$\begin{aligned}\text{Waktu efisiensi alat} &= 0.83 \times \text{jam kerja} \\ &= 0.83 \times 7 \text{ jam} \\ &= 5.81 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Idle time Bore Machine per hari} &= \text{jam kerja sehari} - \text{waktu efektif alat} \\ &= 7 \text{ jam} - 5.81 \text{ jam} \\ &= 1.19 \text{ jam / hari}\end{aligned}$$

e. Idle Time Excavator dan Dump Truck

Idle time Excavator dan Dump Truck dipengaruhi oleh pengeboran yang didapat Bore Machine dalam sehari

Jumlah pengeboran strous dalam 1 hari adalah 4 titik

$$\begin{aligned}\text{Volume tanah strous sehari} &= 4 \times 5,369 \\ &= 21,476 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah pengisian} = 8 \text{ kali}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume pengisian} &= 8 \times 0,6 \times 0,8 \\ &= 3,84 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pengangkutan dump truck} &= \frac{\text{volume tanah}}{666 \text{ volume pengisian}} \\ &= \frac{21,476}{3,84} \\ &= 5,5 \sim 6 \text{ kali / hari}\end{aligned}$$

Total waktu dump truck (pengisian + waktu tempuh + tunggu)

$$\begin{aligned}&= 4,8 + 1,37 + 3,43 \text{ menit} \\ &= 9,6 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja dump truck dan excavator} &= \text{jumlah pengangkutan} \times \text{ct} \\ &= 6 \times 9,6 \\ &= 57,6 \text{ menit (1 jam)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idle time dump truck dan excavator} &= 7 \text{ jam} - 1 \text{ jam} \\ &= 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

f. Idle Time Tower Crane

Idle time Tower Crane dipengaruhi oleh pengeboran yang didapat Bore Machine dalam sehari

Jumlah pengeboran strous dalam 1 hari adalah 4 titik

$$\begin{aligned} \text{Total waktu TC} &= \text{pemasangan tulangan} + \text{pipa tremi} + \text{penumpahan} \\ &= 15,24 + 15,24 + 20 \\ &= 50,48 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerjaan Tower Crane per hari} &= \text{jumlah s} \times \text{ct Tower Crane} \\ &= 4 \times 50,48 \text{ menit} \\ &= 201,92 \text{ menit} \sim 3,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idle Time Tower Crane Per hari} &= 7 \text{ jam} - 3,5 \text{ jam} \\ &= 3,5 \text{ jam / hari} \end{aligned}$$

g. Idle Time Mixer Truck

Idle time Mixer Truck dipengaruhi waktu tempuh, waktu penambahan air di lapangan mixer truck harus diputar 100x waktu berputar mixer truck 10 – 15 putaran per menit, waktu penumpahan dan waktu kembali.

Waktu siklus Mixer Truck =

- Waktu tempuh $= \frac{10,5}{10} \times 60 = 63 \text{ menit}$
- Waktu dirputar di lapangan $= \frac{100}{15} = 6,7 \text{ menit}$

- Waktu penumpahan = 25 menit
- Waktu kembali = $\frac{10.5}{15} \times 60 = 42$ menit

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus Mixer Truck} &= 63 + 6,7 + 25 + 42 \\ &= 136,7 \text{ menit} \sim 2,27 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idle Time Mixer Truck} &= 7 \text{ jam} - 2,27 \\ &= 4,73 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.5 Analisa Biaya, Mobilisasi dan Demobilisasi , Depresiasi Alat

Setelah diketahui jumlah kebutuhan masing masing alat berat, kemudian diketahui waktu (hari kerja) masing masing alat berat serta diketahui pula biaya sewa alat berat per hari dari masing masing alat berat , maka dapat dihitung total sewa masing masing alat berat.

➤ Analisa biaya sewa dan biaya operasional alat berat per jam

1. Excavator

A. Data Alat :

Merk model alat	= <i>Komatsu PC 130</i>
HP (PW)	= 105
Harga pokok (B)	= Rp. 934.000.000,00
Umur ekonomis (A)	= 5 tahun
Waktu operasi (W)	= 1500 jam/tahun
Harga bahan bakar (f1)	= Rp 8.000,00 / liter
Harga pelumas (f2)	= Rp 30.000,00 / liter
Operator (OP1)	= Rp 10.000,00 /jam
Pembantu Operator (OP2)	= Rp 8.000,00 /jam
Suku bunga pinjaman (i)	= 15 %

B. Biaya Pasti Per Jam Kerja

$$\begin{aligned} - \text{ Nilai Sisa Alat (C)} &= 10 \% \times B \\ &= 10\% \times 934.000.000 \\ &= \text{Rp. } 93.400.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Faktor Angsuran Modal (D)} &= \frac{i x (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\ &= \frac{0.15 x (1+0.15)^5}{(1+0.15)^5 - 1} \\ &= 0.298 \end{aligned}$$

- Biaya Pasti Per Jam

$$\begin{aligned} \text{a. Biaya Pengembalian Modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\ &= \frac{(934.000.000 - 93.400.000) \times 0.298}{1500} \\ &= \text{Rp } 166.999,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Asuransi (F)} &= \frac{0.002 \times B}{W} \\ &= \frac{0.002 \times 934.000.000}{1500} \\ &= \text{Rp } 1.245,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pasti per jam (G)} &= E + F \\ &= 166999 + 1245 \\ &= \text{Rp. } 168.245,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

C. Biaya Operasi Per Jam Kerja

$$\begin{aligned} 1 \text{ Bahan Bakar (H)} &= (0,125-0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f_1 \\ &= 0.125 \times 105 \times 8000 \\ &= \text{Rp } 105.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$2 \text{ Pelumas (I)} = (0,01-0,02 \text{ Ltr/Hp/Jam}) \times \text{PW} \times f_2$$

$$= 0,01 \times 105 \times 30.000$$

$$= \text{Rp } 31.500,00 / \text{jam}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Biaya Perawatan dan perbaikan (K)} &= \frac{(12,5 \% - 17,5\%) \times B}{W} \\ &= \frac{(12,5 \%) \times 934.000.000}{1500} \\ &= \text{Rp } 77.833,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Biaya Operator (L)} &= \text{OP1} \\ &= \text{Rp } 10.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \text{ Biaya Pembantu Operator (M)} &= \text{OP2} \\ &= \text{Rp } 8.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Operasi Per Jam Kerja (P)} &= H + I + K + L + M \\ &= 105.000 + 31.500 + 77833 + 10.000 + 8.000 \\ &= \text{Rp } 232.333,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

D. Total Biaya Sewa Alat Per Jam

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Sewa Alat Per Jam} &= G + P \\ &= 168245 + 232333 \\ &= \text{Rp } 400.578,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

2. Dump Truck

A. Data Alat :

Merk model alat	= <i>Dump Truck</i> 4 m ³
HP (PW)	= 120
Harga pokok (B)	= Rp 360.000.000,00
Umur ekonomis (A)	= 5 tahun
Waktu operasi (W)	= 1500 jam/tahun

Harga bahan bakar (f1)	= Rp 8.000,00 / liter
Harga pelumas (f2)	= Rp 30.000,00 / liter
Operator (OP1)	= Rp 10.000,00 /jam
Pembantu Operator (OP2)	= Rp 8.000,00 /jam
Suku bunga pinjaman (i)	= 15 %

B. Biaya Pasti Per Jam Kerja

$$\begin{aligned}
 - \text{ Nilai Sisa Alat (C)} &= 10 \% \times B \\
 &= 10\% \times 360.000.000 \\
 &= \text{Rp. } 36.000.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Faktor Angsuran Modal (D)} &= \frac{i x (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\
 &= \frac{0.15 x (1+0.15)^5}{(1+0.15)^5 - 1} \\
 &= 0.298
 \end{aligned}$$

- Biaya Pasti Per Jam

$$\begin{aligned}
 \text{a. Biaya Pengembalian Modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\
 &= \frac{(360.000.000 - 36.000.000) \times 0.298}{1500} \\
 &= \text{Rp } 64.638,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Asuransi (F)} &= \frac{0.002 \times B}{W} \\
 &= \frac{0.002 \times 360.000.000}{1500} \\
 &= \text{Rp } 480,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pasti per jam (G)} &= E + F \\
 &= 64638 + 480 \\
 &= \text{Rp. } 64.848,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

C. Biaya Operasi Per Jam Kerja

$$\begin{aligned} 1 \text{ Bahan Bakar (H)} &= (0,125-0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f1 \\ &= 0.125 \times 120 \times 8000 \\ &= \text{Rp } 120.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ Pelumas (I)} &= (0,01-0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f2 \\ &= 0,01 \times 120 \times 30.000 \\ &= \text{Rp } 36.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Biaya Perawatan dan perbaikan (K)} &= \frac{(12,5 \% - 17,5\%) \times B}{W} \\ &= \frac{(12,5 \%) \times 360.000.000}{1500} \\ &= \text{Rp } 30.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Biaya Operator (L)} &= \text{OP1} \\ &= \text{Rp } 10.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \text{ Biaya Pembantu Operator (M)} &= \text{OP2} \\ &= \text{Rp } 8.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Operasi Per Jam Kerja (P)} &= H + I + K + L + M \\ &= 120.000+36.000+30.000+10.000+8.000 \\ &= \text{Rp } 204.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

D. Total Biaya Sewa Alat Per Jam

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Sewa Alat Per Jam} &= G + P \\ &= 64848+ 204000 \\ &= \text{Rp } 268.484,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

3. *Bulldozer*

A. **Data Alat :**

Merk model alat	= <i>Komatsu D31P</i>
HP (PW)	= 105
Harga pokok (B)	= Rp 900.000.000,00
Umur ekonomis (A)	= 6 tahun
Waktu operasi (W)	= 1500 jam/tahun
Harga bahan bakar (f1)	= Rp 8.000,00 / liter
Harga pelumas (f2)	= Rp 30.000,00 / liter
Operator (OP1)	= Rp 10.000,00 /jam
Pembantu Operator (OP2)	= Rp 8.000,00 /jam
Suku bunga pinjaman (i)	= 15 %

B. **Biaya Pasti Per Jam Kerja**

$$\begin{aligned} - \text{ Nilai Sisa Alat (C)} &= 10 \% \times B \\ &= 10\% \times 900.000.000 \\ &= \text{Rp. } 90.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Faktor Angsuran Modal (D)} &= \frac{i x (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\ &= \frac{0.15 x (1+0.15)^6}{(1+0.15)^6 - 1} \\ &= 0.264 \end{aligned}$$

- Biaya Pasti Per Jam

$$\begin{aligned} \text{a. Biaya Pengembalian Modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\ &= \frac{(900.000.000 - 90.000.000) \times 0.264}{1500} \\ &= \text{Rp } 142.560,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Asuransi (F)} &= \frac{0.002 \times B}{W} \\
 &= \frac{0.002 \times 900.000.000}{1500} \\
 &= \text{Rp } 1.200,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pasti per jam (G)} &= E + F \\
 &= 142.560 + 1.200 \\
 &= \text{Rp. } 143.700,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

C. Biaya Operasi Per Jam Kerja

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Bahan Bakar (H)} &= (0,125-0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f1 \\
 &= 0.125 \times 105 \times 8000 \\
 &= \text{Rp } 105.000,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Pelumas (I)} &= (0,01-0,02 \text{ Ltr/Hp/Jam}) \times \text{PW} \times f2 \\
 &= 0,01 \times 105 \times 30.000 \\
 &= \text{Rp } 31.500,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3 \text{ Biaya Perawatan dan perbaikan (K)} &= \frac{(12,5 \% - 17,5\%) \times B}{W} \\
 &= \frac{(12,5 \%) \times 900.000.000}{1500} \\
 &= \text{Rp } 75.000,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4 \text{ Biaya Operator (L)} &= \text{OP1} \\
 &= \text{Rp } 10.000,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5 \text{ Biaya Pembantu Operator (M)} &= \text{OP2} \\
 &= \text{Rp } 8.000,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Operasi Per Jam Kerja (P)} &= H + I + K + L + M \\
 &= 105.000+31.500+75.000+10.000+8.000 \\
 &= \text{Rp } 229.500,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

D. Total Biaya Sewa Alat Per Jam

$$\begin{aligned}\text{Total Biaya Sewa Alat Per Jam} &= G + P \\ &= 143700 + 229500 \\ &= \text{Rp } 373.200,00 / \text{jam}\end{aligned}$$

4. Bore Machine

A. Data Alat :

$$\begin{aligned}\text{Merk model alat} &= \text{Bore Machine Kobelco BM 500} \\ &\text{Auger GB 40} \\ \text{HP (PW)} &= 180 \\ \text{Harga pokok (B)} &= \text{Rp } 3.909.000.000,00 \\ \text{Umur ekonomis (A)} &= 5 \text{ tahun} \\ \text{Waktu operasi (W)} &= 1500 \text{ jam/tahun} \\ \text{Harga bahan bakar (f1)} &= \text{Rp } 8.000,00 / \text{liter} \\ \text{Harga pelumas (f2)} &= \text{Rp } 30.000,00 / \text{liter} \\ \text{Operator (OP1)} &= \text{Rp } 10.000,00 / \text{jam} \\ \text{Pembantu Operator (OP2)} &= \text{Rp } 8.000,00 / \text{jam} \\ \text{Suku bunga pinjaman (i)} &= 15 \%\end{aligned}$$

B. Biaya Pasti Per Jam Kerja

$$\begin{aligned}- \text{ Nilai Sisa Alat (C)} &= 10 \% \times B \\ &= 10\% \times 3.909.000.000 \\ &= \text{Rp. } 390.900.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}- \text{ Faktor Angsuran Modal (D)} &= \frac{i x (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\ &= \frac{0.15 x (1+0.15)^5}{(1+0.15)^5 - 1} \\ &= 0.298\end{aligned}$$

- Biaya Pasti Per Jam

$$\begin{aligned} \text{a. Biaya Pengembalian Modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\ &= \frac{(3.909.000.000 - 390.900.000) \times 0.298}{1500} \\ &= \text{Rp } 698.929,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Asuransi (F)} &= \frac{0.002 \times B}{W} \\ &= \frac{0.002 \times 3.909.000.000}{1500} \\ &= \text{Rp } 5.212,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pasti per jam (G)} &= E + F \\ &= 698.929 + 5.212 \\ &= \text{Rp. } 704.141,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

C. Biaya Operasi Per Jam Kerja

$$\begin{aligned} 1 \text{ Bahan Bakar (H)} &= (0,125-0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f1 \\ &= 0.125 \times 180 \times 8000 \\ &= \text{Rp } 180.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ Pelumas (I)} &= (0,01-0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f2 \\ &= 0,01 \times 180 \times 30.000 \\ &= \text{Rp } 54.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Biaya Perawatan dan perbaikan (K)} &= \frac{(12,5 \% - 17,5\%) \times B}{W} \\ &= \frac{(12,5 \%) \times 3.909.000.000}{1500} \\ &= \text{Rp } 325.570,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Biaya Operator (L)} &= \text{OP1} \\ &= \text{Rp } 10.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$5 \text{ Biaya Pembantu Operator (M)} = \text{OP2}$$

$$= \text{Rp } 8.000,00 / \text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Operasi Per Jam Kerja (P)} &= H + I + K + L + M \\ &= 180.000 + 54.000 + 325.750 + 10.000 + 8.000 \\ &= \text{Rp } 577.750,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

D. Total Biaya Sewa Alat Per Jam

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Sewa Alat Per Jam} &= G + P \\ &= 704.141 + 577.750 \\ &= \text{Rp } 1.281.891,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

5. Tower Crane

A. Data Alat :

Merk model alat = *Tower Crane TC6015 radius 60m*
Genset dengan standart mesin 150 KVA

Harga Sewa Tower Crane = Rp 83.000.000,00 / bulan

Harga Sewa Genset = Rp 60.000.000,00 / bulan

Harga Pondasi Tower Crane + Angkur = Rp 130.000.000,00 / bulan

Harga Erection dan Dismantle = Rp 40.000.000 / unit

Biaya Operator = Rp 8.300.000 / bulan

Harga Pelumas = Rp 30.000/ liter

Harga bahan bakar = Rp 8.000 / liter

B. Biaya Pasti Per Jam Kerja

$$\begin{aligned} \text{a. Harga sewa alat Tower Crane} &= \frac{\text{Rp } 83.000.000 / \text{bulan}}{200} \\ &= \text{Rp } 415.000,00/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{b. Harga sewa Genset} = \frac{\text{Rp } 60.000.000 / \text{bulan}}{200/\text{jam}}$$

$$= \text{Rp. } 300.000,00 / \text{jam}$$

$$\text{Maka biaya sewa per jam} = \text{Rp } 415.000,00 + \text{Rp } 300.000,00$$

$$= \text{Rp } 715.000,00 / \text{jam}$$

C. Biaya Operasi Per Jam Kerja

$$1 \text{ Bahan Bakar (H)} = (0,125-0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times \text{harga bahan bakar}$$

$$= 0,125 \times 150 \times 8000$$

$$= \text{Rp } 150.000,00 / \text{jam}$$

$$2 \text{ Pelumas (I)} = (0,01-0,02 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times \text{f2}$$

$$= 0,01 \times 150 \times 30.000$$

$$= \text{Rp } 45.000,00 / \text{jam}$$

$$3 \text{ Biaya Operator} = \text{Rp } 8.300.000,00 / 200 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp } 41.500,00 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya Operasi Per Jam Kerja} = 150.000 + 45.000 + 41.500$$

$$= \text{Rp } 236.500,00 / \text{jam}$$

D. Total Biaya Sewa Alat Per Jam

$$\text{Total Biaya Sewa Alat Per Jam} = 715.000 + 236.500$$

$$= \text{Rp } 951.500,00 / \text{jam}$$

5. *Mixer Truck*

A. Data Alat :

$$\text{Merk model alat} = \text{Mixer Truck } 6 \text{ m}^3$$

$$\text{HP (PW)} = 250$$

$$\text{Harga pokok (B)} = \text{Rp } 698.194.000,00$$

$$\text{Umur ekonomis (A)} = 5 \text{ tahun}$$

$$\text{Waktu operasi (W)} = 1500 \text{ jam/tahun}$$

Harga bahan bakar (f1)	= Rp 8.000,00 / liter
Harga pelumas (f2)	= Rp 30.000,00 / liter
Operator (OP1)	= Rp 10.000,00 /jam
Suku bunga pinjaman (i)	= 15 %

B. Biaya Pasti Per Jam Kerja

$$\begin{aligned}
 - \text{ Nilai Sisa Alat (C)} &= 10 \% \times B \\
 &= 10\% \times 698.194.000 \\
 &= \text{Rp. } 69.819.400,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Faktor Angsuran Modal (D)} &= \frac{i x (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \\
 &= \frac{0.15 x (1+0.15)^5}{(1+0.15)^5 - 1} \\
 &= 0.298
 \end{aligned}$$

- Biaya Pasti Per Jam

$$\begin{aligned}
 \text{a. Biaya Pengembalian Modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\
 &= \frac{(698.194.000 - 69.819.400) \times 0.298}{1500} \\
 &= \text{Rp } 124.837,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Asuransi (F)} &= \frac{0.002 \times B}{W} \\
 &= \frac{0.002 \times 698.194.000}{1500} \\
 &= \text{Rp } 930,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Biaya pasti per jam (G)} &= E + F \\
 &= 124837 + 930 \\
 &= \text{Rp. } 125.767,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

C. Biaya Operasi Per Jam Kerja

$$\begin{aligned} 1 \text{ Bahan Bakar (H)} &= (0,125-0,175 \text{ Ltr/HP/Jam}) \times \text{PW} \times f1 \\ &= 0.125 \times 250 \times 8000 \\ &= \text{Rp } 250.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2 \text{ Pelumas (I)} &= (0,01-0,02 \text{ Ltr/Hp/Jam}) \times \text{PW} \times f2 \\ &= 0,01 \times 250 \times 30.000 \\ &= \text{Rp } 75.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Biaya Perawatan dan perbaikan (K)} &= \frac{(12,5 \% - 17,5\%) \times B}{W} \\ &= \frac{(12,5 \%) \times 698.194.000}{1500} \\ &= \text{Rp } 58.182,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Biaya Operator (L)} &= \text{OP1} \\ &= \text{Rp } 10.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \text{ Biaya Pembantu Operator (M)} &= \text{OP2} \\ &= \text{Rp } 8.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Operasi Per Jam Kerja (P)} &= H + I + K + L + M \\ &= 250000 + 75000 + 58182 + 10000 + 8000 \\ &= \text{Rp } 401.182,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

D. Total Biaya Sewa Alat Per Jam

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Sewa Alat Per Jam} &= G + P \\ &= 125.767 + 401.182 \\ &= \text{Rp } 526.949,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

➤ **Analisa biaya mobilisasi dan demobilisasi alat berat**

Demobilisasi alat berat yang dihitung hanya alat berat *Excavator*, *Dozer*, *Bore Machine* dan *Tower Crane*

- a. **Excavator** = Rp 3.000.000,00
- b. **Bulldozer** = Rp 3.000.000,00
- c. **Bore Machine** = Rp 3.000.000,00
- d. **Tower Crane** = Rp 80.000.000,00 +
Rp 89.000.000,00

Jadi total biaya mobilisasi dan demobilisasi yaitu sebesar Rp 89.000.000,00

➤ **Depresiasi Alat dengan Metode Garis Lurus (Staight Line Method)**

1. *Excavator* = Rp 934.000.000,00

$$Dk = \frac{P-F}{n} = \frac{934.000.000 - 60.700.000}{5} = \text{Rp } 174.660.000,00 / \text{tahun}$$

2. *Dump Truck* = Rp 360.000.000,00

$$Dk = \frac{P-F}{n} = \frac{360.000.000 - 23.400.000}{5} = \text{Rp } 67.320.000,00 / \text{tahun}$$

3. *Bulldozer* = Rp 900.000.000,00

$$Dk = \frac{P-F}{n} = \frac{900.000.000 - 58.500.000}{6} = \text{Rp } 140.200.000,00 / \text{tahun}$$

4. *Bore Machine* = Rp 3.909.000.000,00

$$Dk = \frac{P-F}{n} = \frac{3.909.000.000 - 254.000.000}{5} = \text{Rp } 731.000.000,00 / \text{tahun}$$

5. *Mixer Truck* = Rp 698.194.000,00

$$Dk = \frac{P-F}{n} = \frac{698.194.000 - 45.300.000}{5} = \text{Rp } 130.578.000,00 / \text{tahun}$$

4.6 Analisa Biaya Sewa Total Alat Berat

Setelah diketahui jumlah kebutuhan masing masing alat berat, kemudian diketahui waktu atau hari kerja masing masing alat berat serta diketahui pula biaya sewa alat per jam dari masing masing alat berat, maka dapat dihitung total biaya sewa alat berat.

A. Analisa Biaya Sewa Alat Berat Per Hari

➤ *Excavator*

Biaya sewa per jam = Rp 400.578,00 / jam

Biaya sewa per hari = Rp 400.578,00 x 7
= Rp 2.804.046,00

➤ *Dump Truck*

Biaya sewa per jam = Rp 268.848,00/ jam

Biaya sewa per hari = Rp 268.848,00 x 7
= Rp 1.881.936,00

➤ *Bulldozer*

Biaya sewa per jam = Rp 373.200,00/ jam

Biaya sewa per hari = Rp 373.200,00 x 7
= Rp 2.612.400,00

➤ *Bore Machine*

Biaya sewa per jam = Rp 1.281.891,00/ jam

Biaya sewa per hari = Rp 1.281.891,00 x 7
= Rp 8.973.237,00

➤ *Tower Crane*

Biaya sewa per jam = Rp 951.500,00/ jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per hari} &= \text{Rp } 951.500,00 \times 7 \\ &= \text{Rp } 6.660.500,00 \end{aligned}$$

➤ *Mixer Truck*

$$\text{Biaya sewa per jam} = \text{Rp } 526.949,00/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per hari} &= \text{Rp } 526.949,00 \times 3 \\ &= \text{Rp } 1.580.847,00 \end{aligned}$$

B. Biaya Total Alat Berat

Total biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah dan pondasi dapat dilihat pada tabel berikut :

NO	KOMPONEN	SATUAN	WAKTU	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
A	PEKERJAAN TANAH				
1	Excavator	1	5	Rp2,804,046.00	Rp14,020,230.00
2	Dump Truck	2	5	Rp1,881,936.00	Rp18,819,360.00
3	Bulldozer	1	5	Rp2,612,400.00	Rp13,062,000.00
B	PEKERJAAN PONDASI				
1	Bore Machine	1	53	Rp8,973,237.00	Rp475,581,561.00
2	Tower Crane	1	53	Rp6,660,500.00	Rp353,006,500.00
3	Mixer Truck	4	53	Rp1,580,847.00	Rp335,139,564.00
4	Excavator	1	53	Rp2,804,046.00	Rp148,614,438.00
5	Dump Truck	2	53	Rp1,881,936.00	Rp199,485,216.00
C	PEKERJAAN PILE CAP				
	Mixer Truck	1	53	Rp1,580,847.00	Rp83,784,891.00
D	MOBILISASI DAN DEMOBILISASI				
	Total Mobilisasi dan demobilisasi				Rp89,000,000.00
TOTAL BIAYA					Rp1,730,513,760.00

Dari tabel diatas dapat diketahui waktu pekerjaan tanah membutuhkan waktu 5 hari, pekerjaan pondasi membutuhkan waktu 53 hari, pekerjaan pile cap dilakukan setelah 1 minggu pekerjaan pengecoran pada pondasi strous yang membutuhkan waktu 53 hari. Jadi total waktu pekerjaan 63 hari dengan biaya total penggunaan alat berat Rp1.730.513.760,00

4.7 Hasil Analisa dan Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan dengan metode analisa produktivitas, yaitu dengan menghitung data untuk mencari produktivitas masing masing alat berat, menghitung kebutuhan alat berat yang digunakan, kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dan yang terakhir menghitung biaya sewa masing masing alat berat per jam, maka dapat diketahui total biaya pekerjaan pekerjaan tanah dan pondasi dengan menghitung biaya sewa alat berat perhari sesuai dengan lama waktu pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Hasil analisa pekerjaan tanah PPG UM dengan *Excavator Komatsu type PC 130* didapatkan produktivitas $22,504m^3/jam$, dari penelitian sebelumnya *Excavator Komatsu type PC 200* didapatkan produktivitas $34,26m^3/jam$. Penggunaan *Dump Truck 4m³* pada proyek PPG UM didapatkan produktivitas $15,552m^3/jam$ sedangkan dari penelitian sebelumnya didapatkan produktivitas *Dump Truck 11,46 m³/jam* dikarenakan jarak tempuh yang brebeda. Penggunaan alat berat *Bulldozer* pada proyek PPG UM didapatkan produktivitas $14,02m^3/jam$, sedangkan pada penelitian sebelunya produktivitas *Bulldozer 14,373 m³/jam*.

Hasil analisa pada pekerjaan pondasi diketahui jumlah pengeboran sebanyak 213 titik dengan kedalaman 19 meter, menggunakan alat berat 1 unit *bore machine* dengan produktivitas $4,22 m^3/jam$ membutuhkan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan 53 hari dengan total biaya sebesar Rp475,581,561.00, 1 *unit tower crane* dengan produktivitas 20,03 menit/pondasi untuk memindahkan material besi tulangan membutuhkan waktu sama dengan pekerjaan *bore machine* yaitu pekerjaan 53 hari dengan biaya sebesar Rp353,006,500.00 dan 4 unit *mixer*

truck pada pekerjaan pengecoran strous membutuhkan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan 53 hari dengan total biaya sebesar Rp335,139,564.00. Untuk pekerjaan pemindahan tanah bekas pengeboran yang menggunakan excavator dan dump truck membutuhkan waktu penyelesaian pekerjaan 53 hari dengan biaya pada excavator sebesar Rp148,614,438.00 dan dump truck biaya sebesar Rp199,485,216.00. Pada pekerjaan pengecoran pile cap membutuhkan 1 unit Mixer Truck membutuhkan waktu pekerjaan 53 hari dengan total biaya Rp83,784,891.00. Biaya mobilisasi dan demobilisasi alat berat sebesar Rp89,000,000.00

Dilihat dari hasil analisa pekerjaan tanah dan pondasi pada PPG UM yang menggunakan beberapa alat berat yaitu *excavator, dump truck, bulldozer, bore machine, tower crane* dan *mixer truck* dengan total waktu pekerjaan 63 hari, maka didapat biaya total alat berat untuk pekerjaan tanah dan pondasi yaitu sebesar **Rp1,730,513,760.00**

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang sudah dilakukan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Produktivitas masing-masing alat berat untuk pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru – Universitas Malang adalah sebagai berikut :

- Excavator = 22,504m³/jam
- Dump Truck = 15,552m³/jam
- Bulldozer = 14,02m³/jam
- Bore Machine = 4,22m³/jam
- Tower Crane = 20,03menit / pondasi
- Mixer Truck = 6 m³

2. Dari hasil analisa maka dapat disimpulkan bahwa waktu total dari pekerjaan tanah dan pondasi pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru – Universitas Malang adalah sebagai berikut :

No	Nama Pekerjaan	jumlah alat (unit)	waktu pekerjaan (hari)	Juli					Agustus				September			
				2/7 - 8/7	9/7 - 15/7	16/7 - 22/7	23/7 - 29/7	30/7 - 5/8	6/8 - 12/8	13/8 - 19/8	20/8 - 2/9	3/9 - 9/9	10/9 - 16/9	17/9 - 23/9	24/9 - 30/9	
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	PEK. TANAH															
1	EXCAVATOR	1	5													
2	DUMP TRUCK	2	5													
3	BULLDOZER	1	5													
	PEK. PENGEBORAN STROUS															
1	BORE MACHINE	1	53													
2	EXCAVATOR	1	53													
3	DUMP TRUCK	2	53													
	PEK. PENGECORAN STROUS															
1	TOWER CRANE	1	53													
2	MIXER TRUCK	3	53													
	PEK. PENGECORAN PILE CAP															
1	MIXER TRUCK	1	53													

- **Pekerjaan Tanah**
 - *Excavator* = 1unit = 5 hari
 - *Dump Truck* = 2unit = 5 hari
 - *Bulldozer* = 1 unit = 5 hari
- **Pekerjaan Pondasi**
 - *Bore machine* = 1 unit = 53 hari
 - *Tower Crane* = 1 unit = 53 hari
 - *Mixer Truck* = 3 unit = 53 hari
 - *Excavator* = 1 unit = 53 hari
 - *Dump Truck* = 2 unit = 53 hari
- **Pekerjaan Pengecoran Pile Cap**
 - *Mixer Truck* = 1 unit = 53 hari

Jadi total waktu pekerjaan pekerjaan tanah dan pondasi yaitu 63 hari

3. Biaya total yang dibutuhkan masing-masing alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru – Universitas Malang adalah sebagai berikut :

- **Pekerjaan Tanah**
 - *Exavator* = Rp. 14.020.230,00
 - *Dump truck* = Rp. 18.819.360,00
 - *Bulldozer* = Rp. 13.062.000,00
- **Pekerjaan Pondasi**
 - *Bore Machine* = Rp. 475.581.561,00
 - *Tower Crane* = Rp. 353.006.500,00

- *Mixer truck* = Rp. 335.139.564,00
- *Excavator* = Rp. 148.614.438,00
- *Dump Truck* = Rp. 199.485.216,00
- **Pekerjaan Pengecoran Pile Cap**
 - **Mixer Truck** = Rp. 83.784.891,00
- **Biaya Mobilisasi** = Rp. 89.000.000,00
- Total Biaya** = Rp1.730.513.760,00

Jadi biaya total alat berat yang dianalisa pada pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi dengan waktu pekerjaan 63 hari sebesar **Rp 1.730.513.760,00 (Satu Miliar Tujuh Ratus Tiga Puluh Juta Lima Ratus Tiga Belas Ribu Tujuh Ratus Enam Puluh Rupiah)**

5.2 Saran

Berdasarkan analisa yang sudah dilakukan, maka penulis memberi saran-saran sebagai berikut :

1. Dalam melakukan analisa pemilihan alat berat, sebaiknya terlebih dahulu mencari informasi yang sebanyak-banyaknya tentang alat berat ditempat penyewaan alat berat yang tersedia, mulai jenis, tipe, harga, sewa, kondisi agar diperoleh hasil yang efektif baik dari segi waktu dan biaya
2. Operator yang berpengalaman dalam mengendalikan alat berat jika perlu ada sertifikasinya
3. Dalam melakukan analisa waktu pelaksanaan, akan lebih baik dengan memakai satuan per-jam, hal ini dapat lebih memperjelas jadwal pelaksanaan pekerjaan, artinya walaupun penggunaan alat berat memiliki akhir hari yang sama, akan terlihat memiliki jam yang berbeda.
4. Saran penelitian selanjutnya, untuk harga sewa alat berat yang akan dianalisa sebaiknya sesuai dengan harga sewa yang ada di daerah proyek tersebut karena tiap daerah mempunyai harga sewa alat yang berbeda beda dan mempengaruhi total biaya alat berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Tenriajeng, Andi Tensirukki. 2001. *Pemindah Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma
- Rostiyanti, Susi Fatena. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sastraatmadja, A. Soedradjat. 1984. *Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi Dan Alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Rochmanhadi. 1992. *Alat Berat Dan Penggunaannya*. Jakarta: Dunia Grafika Indonesia
- Bhukti, Rizky Emalia. 2012. *Analisa Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Hotel The Singhasari Resort dan Convention*. Tidak diterbitkan : Institut Teknologi Nasional Malang
- Ridha, Muhammad. 2011. *Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane Dan Mobile Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya*. <https://www.scrib.com/mobile/doc/127000479/Perbandingan-Biaya-dan-Waktu-Pemakaian-Alat-Berat-Tower-Crane-Dan-Mobile-Crane-Pada-Proyek-Rumah-Sakit-Haji-Surabaya>
- Pranata, Adi, dan Putri. 2012. *Perbandingan Produktivitas Static Tower Crane Dan Mobile Crane Dengan Modifikasi Posisi Titik Suply*. [https://www.academia.edu/29844534/Perbandingan Produktivitas Static Tower Crane dan Mobile Crane dengan Modifokasi Titik Suply](https://www.academia.edu/29844534/Perbandingan_Produktivitas_Static_Tower_Crane_dan-Mobile_Crane_dengan_Modifokasi_Titik_Suply)
- Anwar, Nirwanto. 2016. *Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Apartemen Roseville Soho And Suite*. Tidak Diterbitkan : Mercu Buana. <http://digilib.mercubuana.ac.id/>
- Setiawati, Novi Dwi. 2013. *Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon*. <https://www.scribd.com/mobile/document/265290952/Produktivitas-Alat-Berat>

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Nirwanto. 2016. Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Apartemen Roseville Soho And Suite. Tidak Diterbitkan : Mercu Buana.
<http://digilib.mercubuana.ac.id/>
- Bhukti,R.E. 2012. *Analisa Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Pada Proyek Pembangunan Hotel The Singhasari Resort dan Convention*. Tidak diterbitkan : Institut Teknologi Nasional Malang
- Christyanti,Renaningtyas. 2011. *Analisis Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Fly Over Relokasi Jalan Arteri Raya Porong Kabupaten Sidoarjo*.
<https://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-30599-3111040610-presentation.pdf>
- Concrete Truck Mixer 6m3
<http://www.epmachine.com/product/concrete-mixer-truck/6m3-concrete-mixer-truck.html>
- Diputra,G.A. 2015. *Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Stock Yard Suzuki Negara di Kab. Jembrana Bali*
<https://www.scribd.com/document/356738705/Jurnal-Rumus-DT-Excavator>
- JURNAL HARGA SATUAN POKOK PEKERJAAN Standar Satuan Biaya Alat Berat/Besar, Mesin Proses & Penggerak
<https://www.scribd.com/doc/209735259/Copy-of-Hspk-Dinas-Pertamanan-Finish>
- KOMATSU PC-200 HYDRAULIC EXCAVATOR
<http://www.ritchiespecs.com/specification?category=Hydraulic%20Excavator&make=KOMATSU&model=pc200-6&modelid=93045>
- KOMATSU D31P-18 CRAWLER TRACTOR
<http://www.ritchiespecs.com/specification?type=Cons&category=Crawler+Tractor&make=Komatsu&model=D31P-18&modelid=90955>
- Kholil, Ahmad. 2012. *Alat Berat Dan Penggunaannya*. Bandung; Remaja Rosdakarya.

- Peraturan Menteri dan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2013) Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*
- PT. BUANS ARTHA INDOPRATAMA. 2015. *Tengda Tower Crane TC6018*
https://baindoprata.com/Katalog/Permesinan/Tower%20Crane/Tengda%20Tower%20Crane%20TC6018_2015.pdf
- Rostiyanti,S.F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Saputro,M.D.E 2014. *Analisa Produktivitas Alat Bore Machine Pada Proses Pengeboran Pondasi Bord Pile Di Kota Surabaya*. Tidak diterbitkan : Institut Teknologi Surabaya
<http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-tekniksipil/article/view/7892>
- Setiawati,N.D. 2013. *Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon*.
<https://www.scribd.com/mobile/document/265290952/Produktivitas-Alat-Berat>
- Tenriajeng,A.T. 2003. *Pemindah Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi Dan Alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ario Yusuf Baktiar
Nim : 12.21.053
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

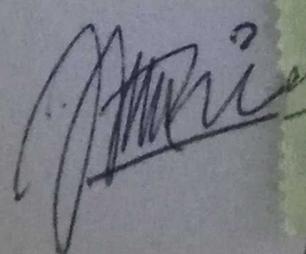
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG”

adalah hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyandur hasil karya orang lain, kecuali disebutkan sumbernya dan tercantum dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Malang, September 2017

Ya ataan



Ario Yusuf Baktiar

Nim : 12.21.053

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG**

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 30 Agustus 2017

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

Disusun Oleh :

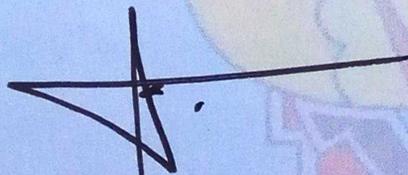
ARIO YUSUF BAKTIAR

12.21.053

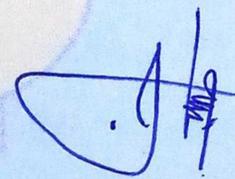
Disahkan Oleh :

Ketua

Sekretaris



Ir. A. Agus Santosa, MT

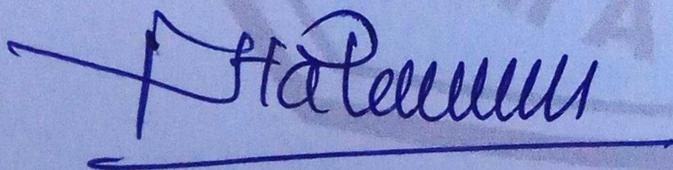


Ir. Munasih, MT

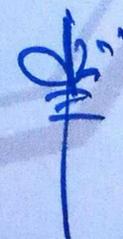
Anggota Penguji :

Penguji I

Penguji II



Ir. Togi H. Nainggolan, MS



Lila Ayu Ratna W. ST., MT

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISA PRODUKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU UNIVERSITAS MALANG**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

ARIO YUSUF BAKTIAR

12.21.053

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Edi Hargono D.P, MS


Ir. Munasih, MT

Mengetahui,

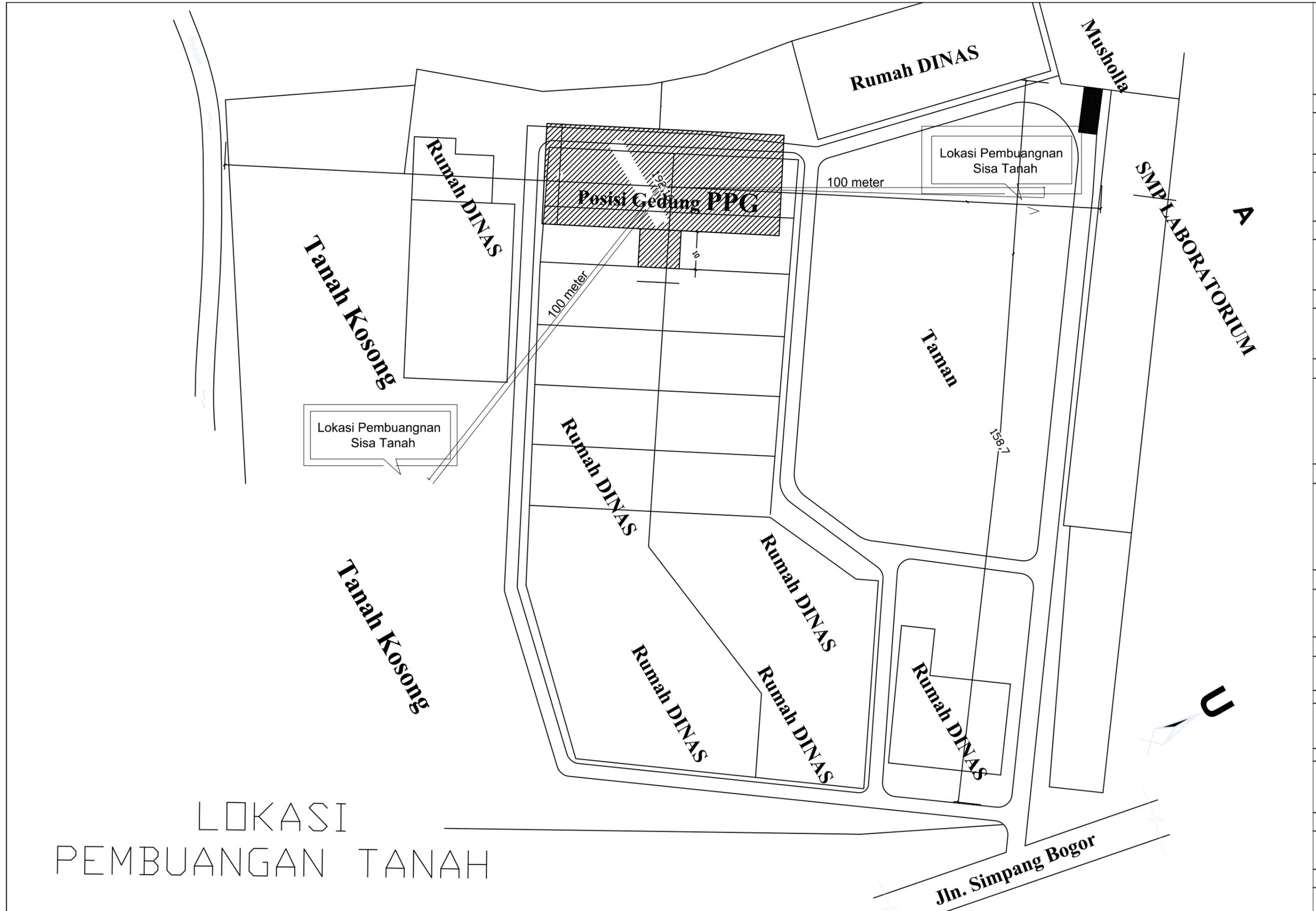
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang


Ir. A. Agus Santosa, MT



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2017



 KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)		
KEGIATAN		
KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS NEGERI MALANG TAHUN ANGGARAN 2014		
PEKERJAAN		
PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG DAN BANGUNAN BERUPA PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG PPG UM SIMPANG BOGOR		
LOKASI		
KAMPUS UNIVERSITAS NEGERI MALANG JL. SEMARANG NO.5 - MALANG TELP. (0341) 551312 Psw. 430 dan 431		
REVISI		
MENGETAHUI / MENYETUJUI		
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN		
Drs. ANDOYO, S.IP. M.M. NIP. 19630921 198709 1 001		
MENYETUJUI		
KETUA TIM TEKNIS UNIVERSITAS NEGERI MALANG		
Drs. EKO SETIAWAN, ST, MT NIP. 19600818 198603 1 003		
MENYETUJUI		
KONSULTAN PERENCANA		
 PT. TIRAMATSI UTAMA J.L. Dewi Sartika No. 3708 Jakarta Timur J. Cipinang Compedak II/7 Jakarta Timur		
PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR dan ARSITEKTUR		
Ir. Agoes Koernia SIBP: 0432/P/K-A/DPPB/XIV-2013		
PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN		
Ir. Mahyudi Sirie, IAI SIBP: 1281/P/A-B/DPPB/I-2014		
JUDUL GAMBAR		
LOKASI PEMBUANGAN		
KODE GBR	NO. LBR	JML GBR



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

PEKERJAAN

PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG
DAN BANGUNAN BERUPA PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

LOKASI

JL. SIMPANG BOGOR, MALANG

REVISI

MENGETAHUI / MENYETUJUI

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Drs. ANDOYO, S.I.P., M.M.
NIP. 19630921 198709 1 001

MENYETUJUI

KETUA TIM TEKNIS
UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Drs. EKO SETIAWAN, ST., MT
NIP. 19600818 198603 1 003

MENYETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PT. TIRAMATSU UTAMA
Jl. Dewi Sartika No. 370B Jakarta Timur
Jl. Cipinang Compadak II/7 Jakarta Timur

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR

Ir. Agoes Koernia
SIBP: 0432/P/K-A/DPPB/XIV-2013

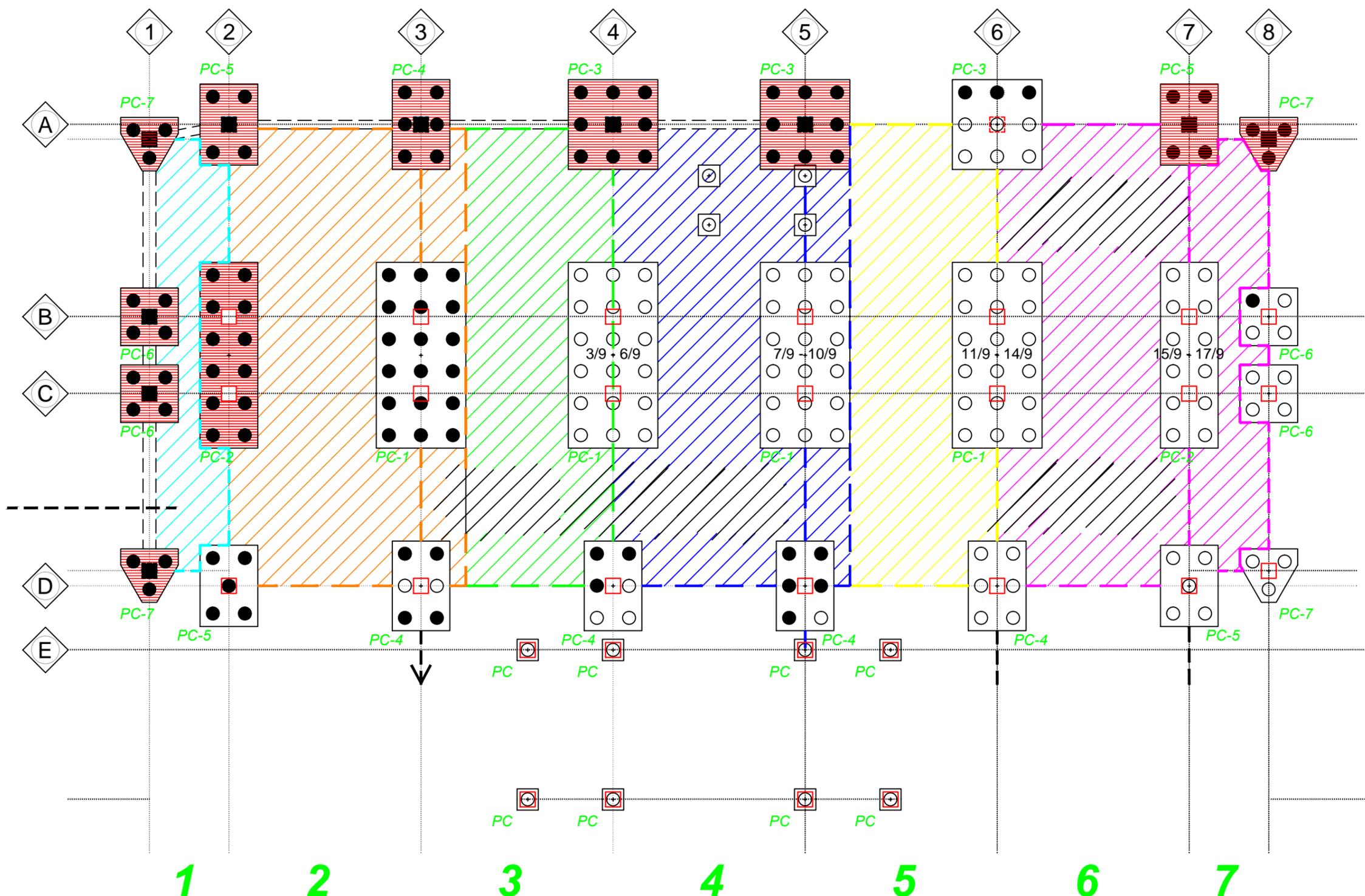
PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN

Ir. Mahyunadi Sirie, IAI
SIBP: 1281/P/A-B/DPPB/1-2014

JUDUL GAMBAR SKALA

LAYOUT EXAVATOR
BULLDOZER

1 : 200



LAYOUT EXAVATOR BULLDOZER

SKALA 1 : 200



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

PEKERJAAN

PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG
DAN BANGUNAN BERUPA PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

LOKASI

JL. SIMPANG BOGOR, MALANG

REVISI

MENGETAHUI / MENSETUJUI
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Drs. ANDOYO, S.IP, M.M
NIP. 19630921 198709 1 001

MENSETUJUI
KETUA TIM TEKNIS
UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Drs. EKO SETIAWAN, ST, MT
NIP. 19600818 198603 1 003

MENSETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PT. TIRAMATSI UTAMA
Jl. Dewi Sartika No. 370B Jakarta Timur
Jl. Cipinang Cempedak 1/7 Jakarta Timur

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR

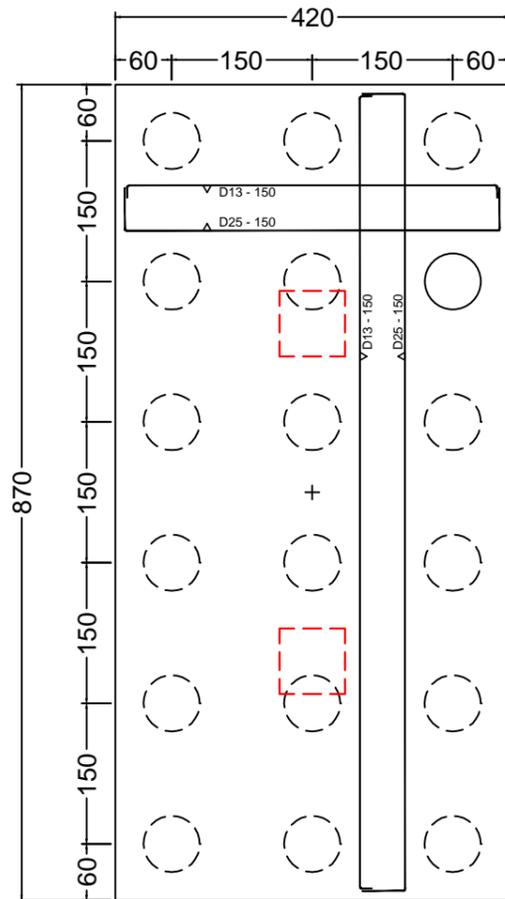
Ir. Agoes Koernia
SIBP: 0432/P/K-A/DPPB/XIV-2013
PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN

Ir. Mahyunadi Sirie, IAI
SIBP: 1281/P/A-B/DPPB/1-2014

JUDUL GAMBAR SKALA

DETAIL PONDASI
PILECAP TYPE PC-1 1 : 75

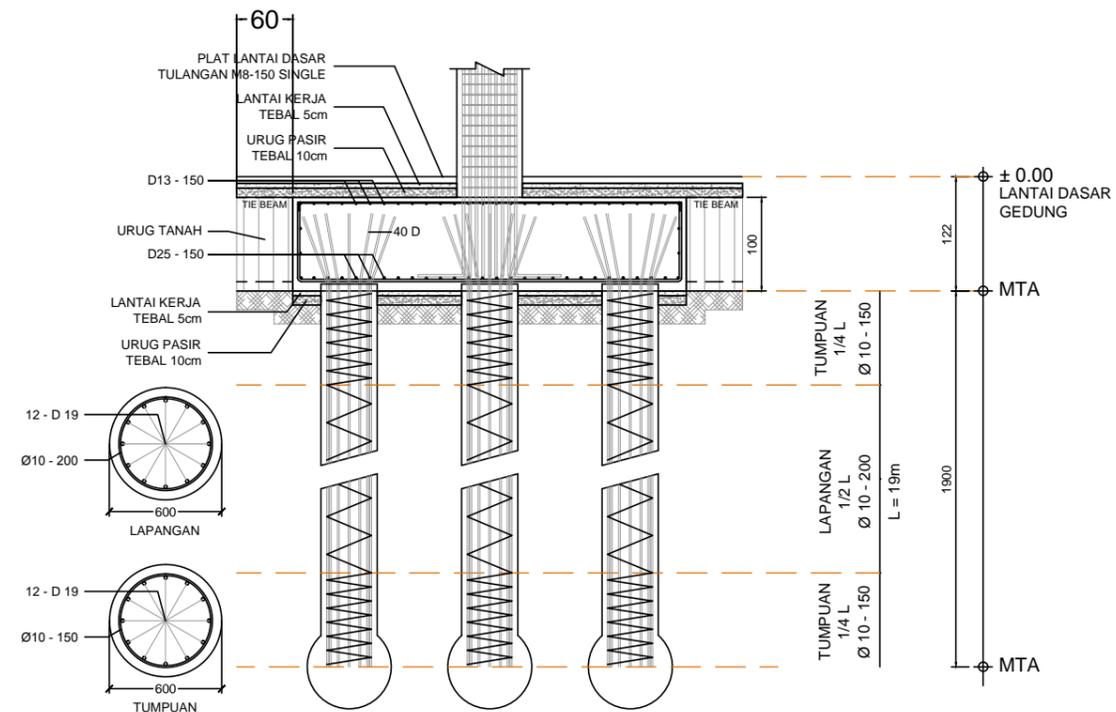
KODE GBR NO. LBR JML. GBR



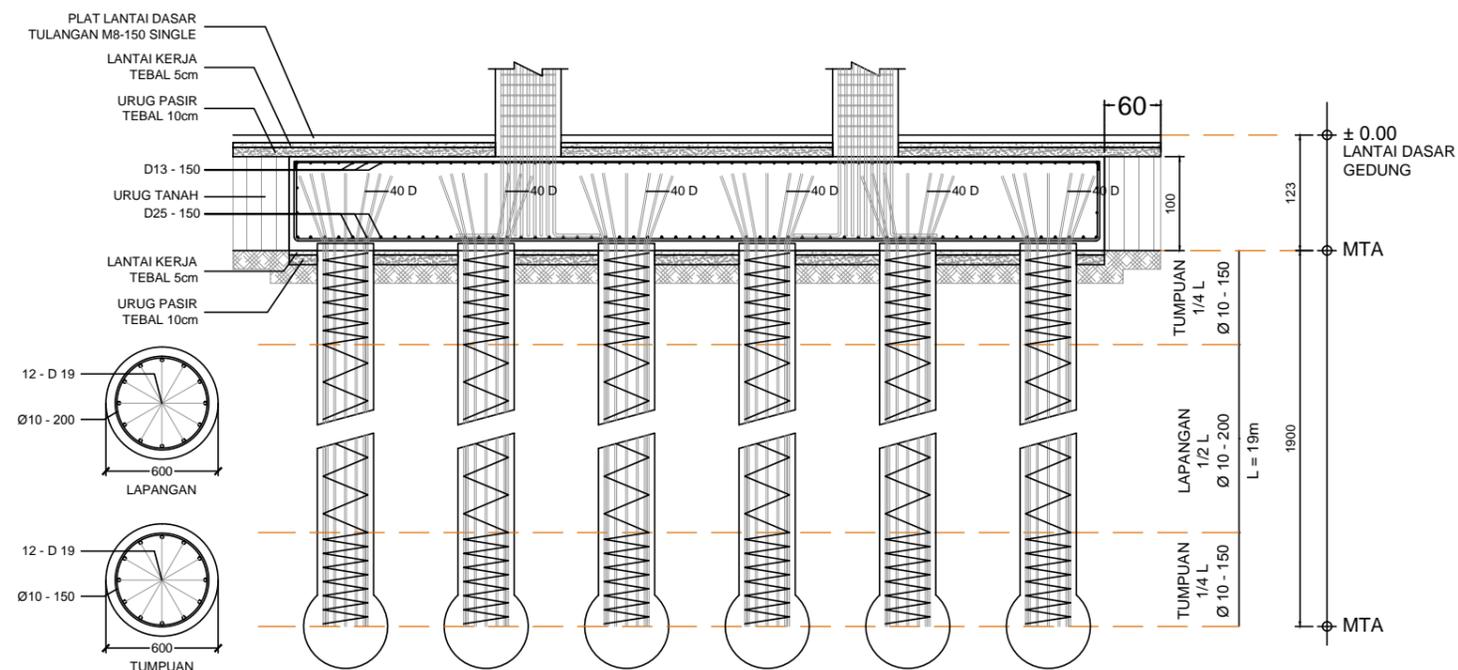
POTONGAN B

DETAIL PILECAP TYPE PC-1
skala 1 : 75

POTONGAN A



POTONGAN A
skala 1 : 75



POTONGAN B
skala 1 : 75



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

PEKERJAAN

PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG
DAN BANGUNAN BERUPA PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

LOKASI

JL. SIMPANG BOGOR, MALANG

REVISI

MENGETAHUI / MENSETUJUI
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Drs. ANDOYO, S.IP, M.M
NIP. 19630921 198709 1 001

MENSETUJUI
KETUA TIM TEKNIS
UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Drs. EKO SETIAWAN, ST, MT
NIP. 19600818 198603 1 003

MENSETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PT. TIRAMATSI UTAMA
Jl. Dewi Sartika No.370B Jakarta Timur
Jl. Cipinang Cempedak II/7 Jakarta Timur

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR

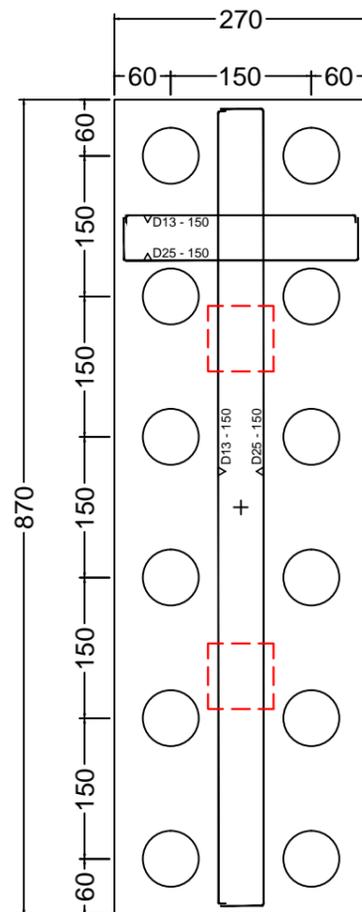
Ir. Agoes Koernia
SIBP: 0432/P/K-A/DPPB/XIV-2013
PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN

Ir. Mahyunadi Sirie, IAI
SIBP: 1281/P/A-B/DPPB/1-2014

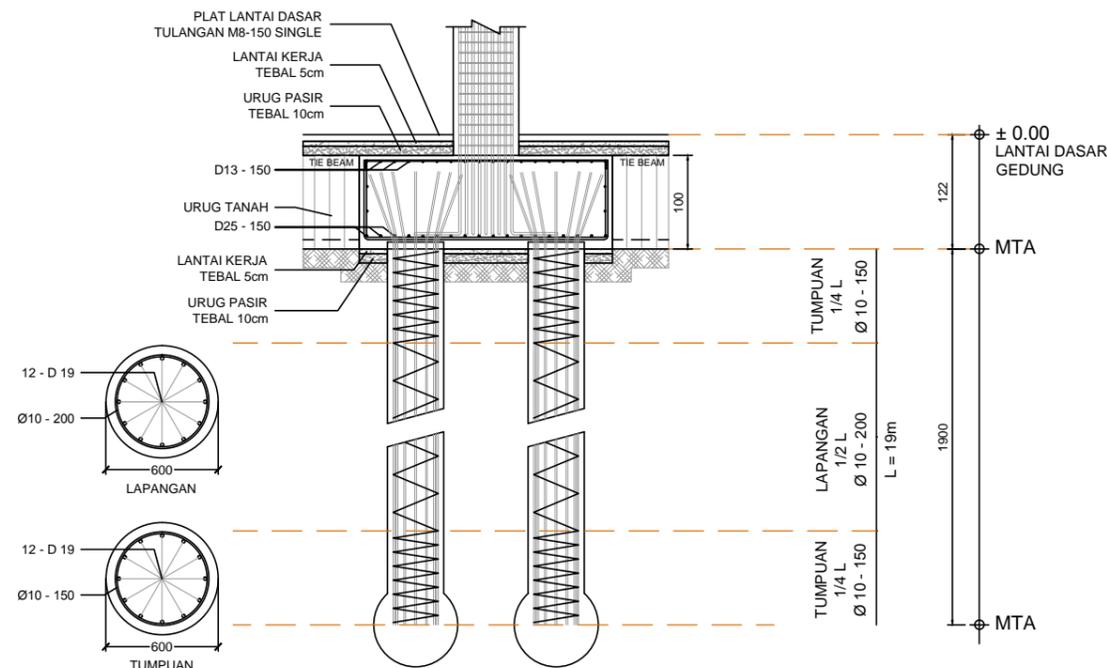
JUDUL GAMBAR SKALA

DETAIL PONDASI
PILECAP TYPE PC-2 1 : 75

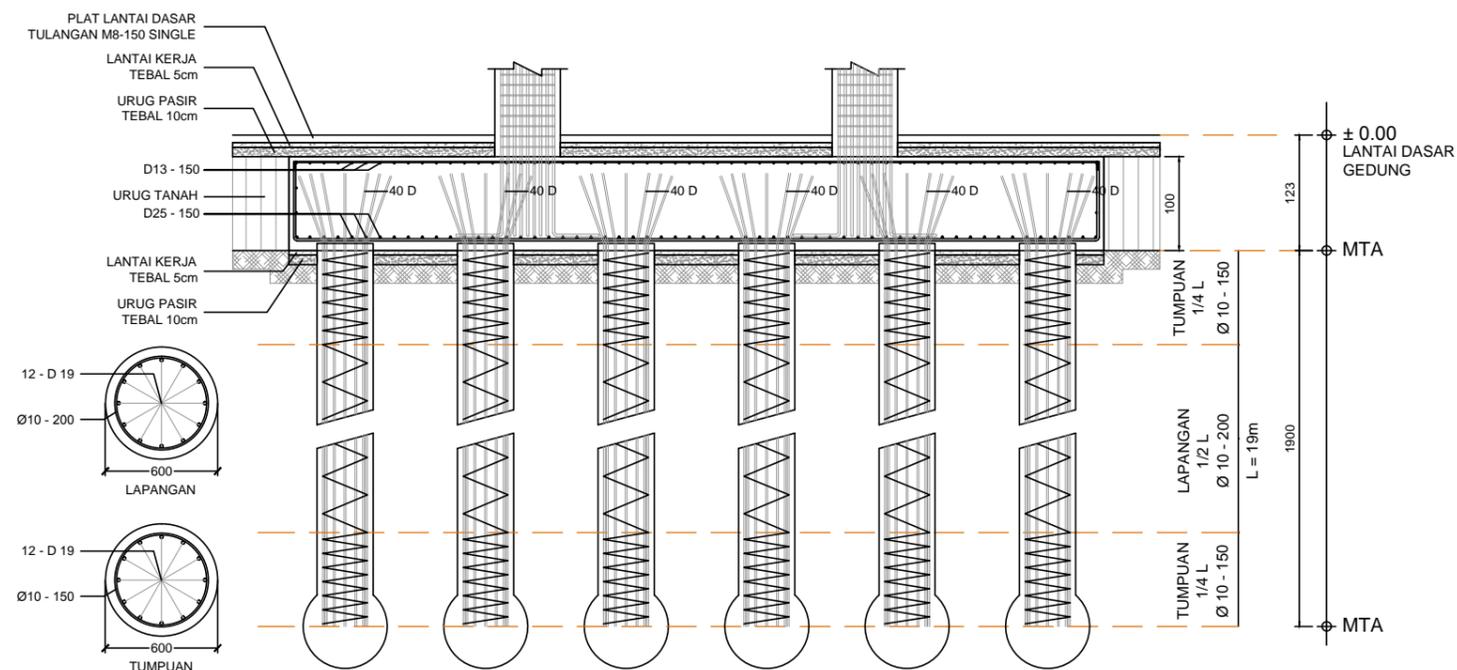
KODE GBR NO. LBR JML. GBR



POTONGAN B
DETAIL PILECAP TYPE PC-2
skala 1 : 75



POTONGAN A
skala 1 : 75



POTONGAN B
skala 1 : 75



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

PEKERJAAN

PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG
DAN BANGUNAN BERUPA PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

LOKASI

JL. SIMPANG BOGOR, MALANG

REVISI

MENGETAHUI / MENYETUJUI
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Drs. ANDOYO, S.IP, M.M
NIP. 19630921 198709 1 001

MENYETUJUI
KETUA TIM TEKNIS
UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Drs. EKO SETIAWAN, ST, MT
NIP. 19600818 198603 1 003

MENYETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PT. TIRAMATSI UTAMA
Jl. Dewi Sartika No. 370B Jakarta Timur
Jl. Cipinang Cempedak II/7 Jakarta Timur

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR

Ir. Agoes Koernia
SIBP: 0432/P/K-A/DPPB/XIV-2013
PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN

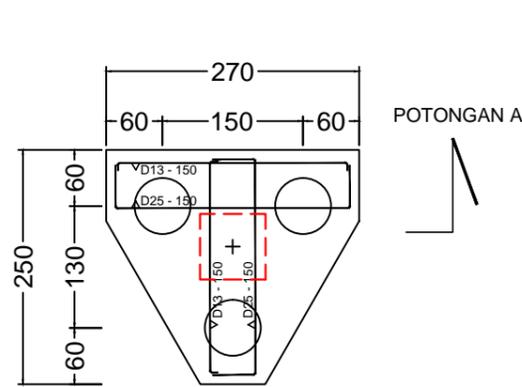
Ir. Mahyunadi Sirie, IAI
SIBP: 1281/P/A-B/DPPB/1-2014

JUDUL GAMBAR SKALA

DETAIL PONDASI
PILECAP TYPE PC DAN
PC-7

1 : 75

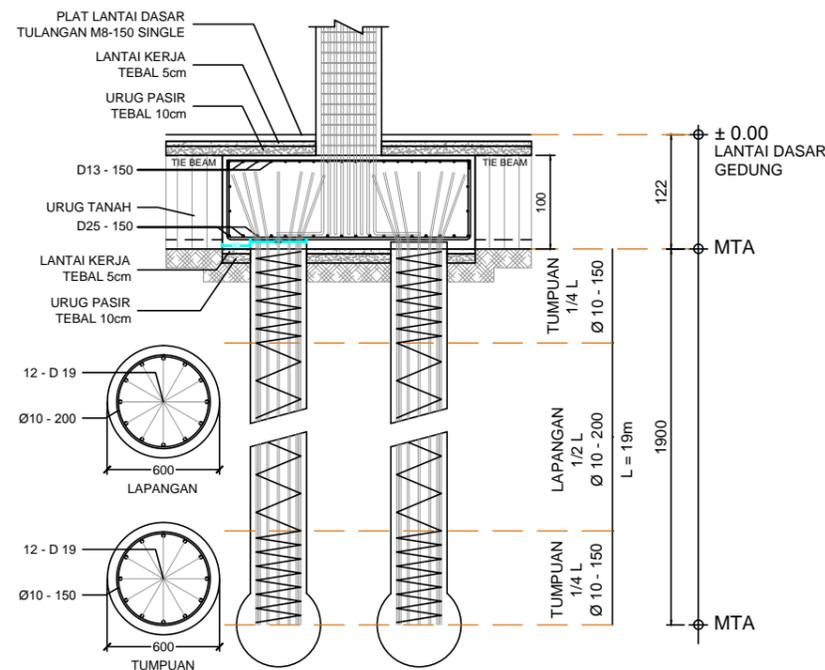
KODE GBR NO. LBR JML. GBR



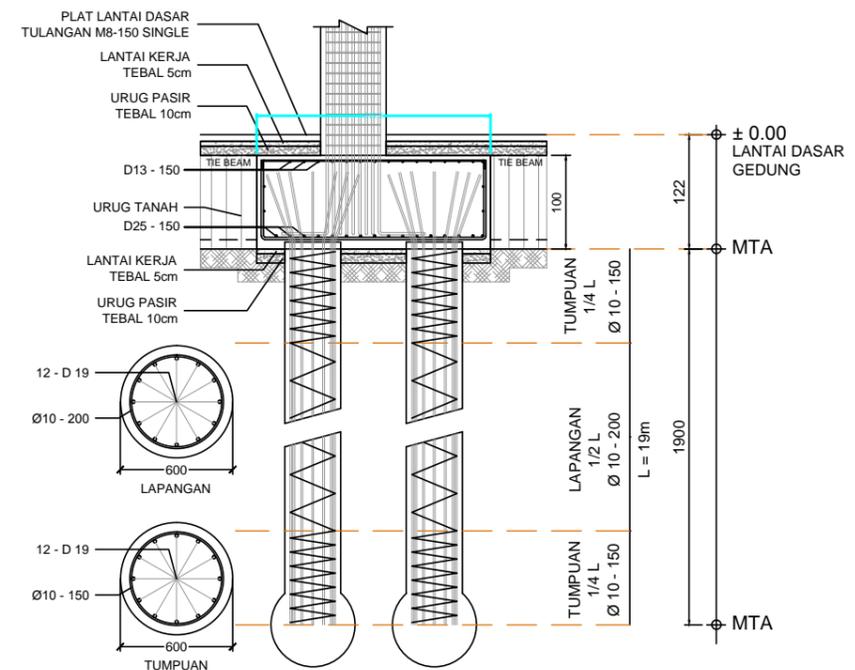
POTONGAN A

POTONGAN B

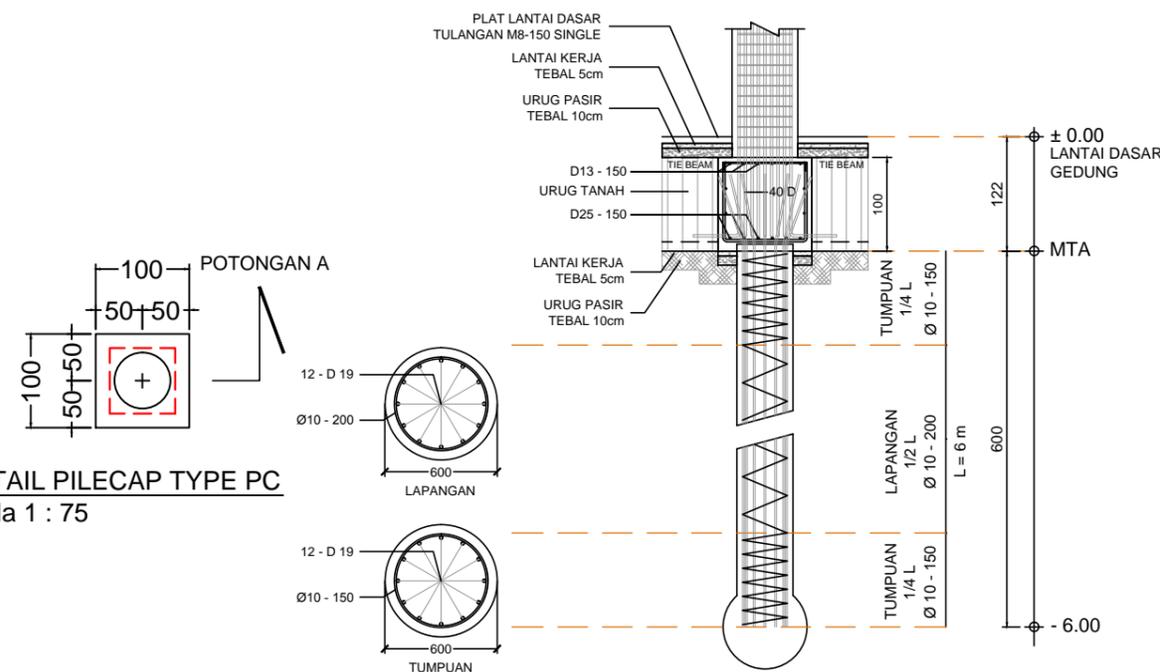
DETAIL PILECAP TYPE PC-7
skala 1 : 75



POTONGAN A
skala 1 : 75



POTONGAN B
skala 1 : 75



DETAIL PILECAP TYPE PC
skala 1 : 75

POTONGAN A
skala 1 : 75



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

PEKERJAAN

PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG
DAN BANGUNAN BERUPA PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

LOKASI

JL. SIMPANG BOGOR, MALANG

REVISI

MENGETAHUI / MENSETUJUI
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Drs. ANDOYO, S.IP, M.M
NIP. 19630921 198709 1 001

MENSETUJUI
KETUA TIM TEKNIS
UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Drs. EKO SETIAWAN, ST, MT
NIP. 19600818 198603 1 003

MENSETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PT. TIRAMATSI UTAMA
Jl. Dewi Sartika No.370B Jakarta Timur
Jl. Cipinang Cempedak II/7 Jakarta Timur

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR

Ir. Agoes Koernia
SIBP: 0432/P/K-A/DPPB/XIV-2013
PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN

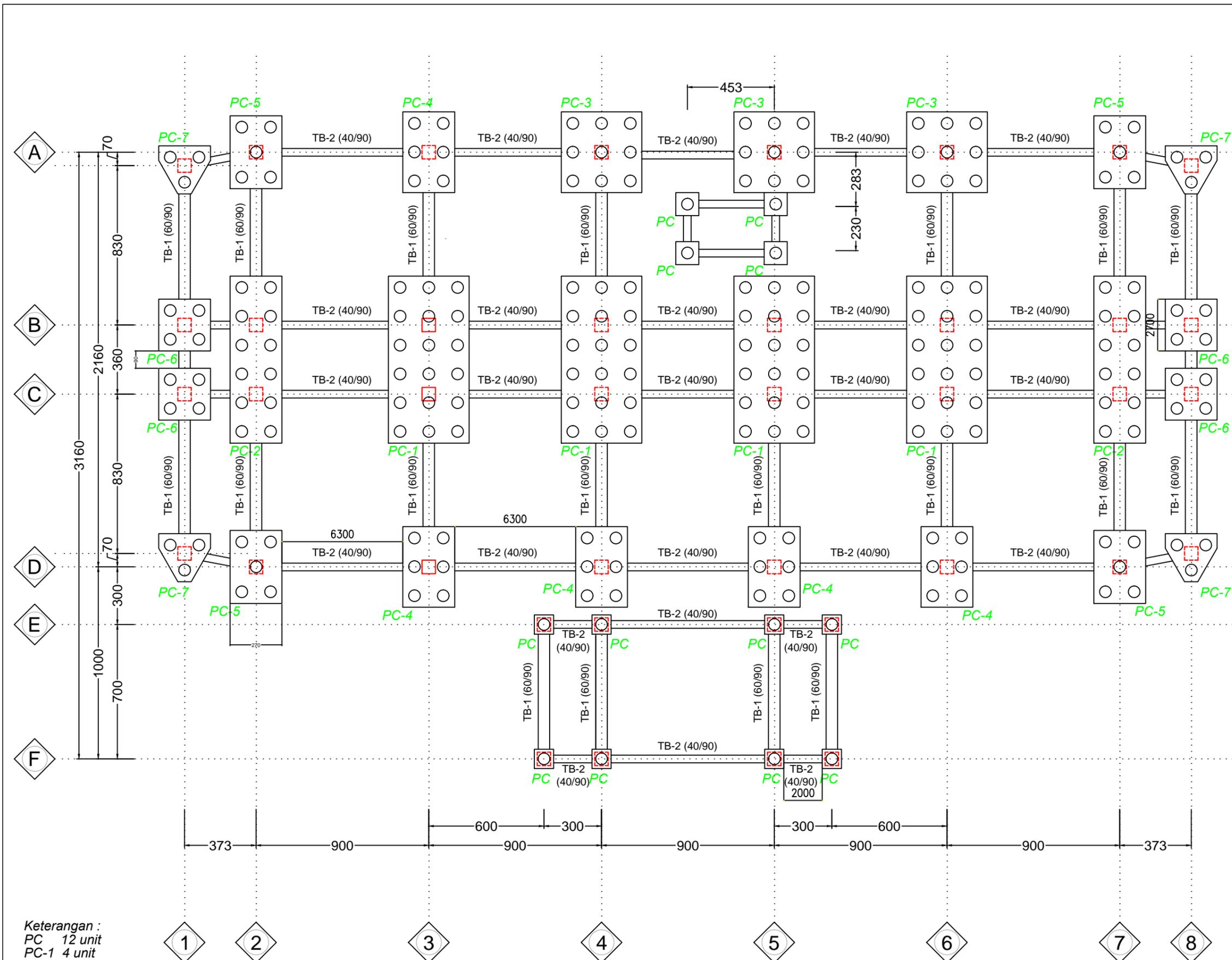
Ir. Mahyunadi Sirie, IAI
SIBP: 1281/P/A-B/DPPB/1-2014

JUDUL GAMBAR SKALA

- PILECAPE
- TITIK PENGEBORAN

1 : 200

KODE GBR	NO. LBR	JML. GBR



Keterangan :
PC 12 unit
PC-1 4 unit
PC-2 2 unit
PC-3 3 unit
PC-4 5 unit
PC-5 4 unit
PC-6 4 unit
PC-7 4 unit



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

PEKERJAAN

PEKERJAAN BELANJA MODAL GEDUNG
DAN BANGUNAN BERUPA PEMBANGUNAN
GEDUNG PENDIDIKAN PROFESI GURU
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)

LOKASI

JL. SIMPANG BOGOR, MALANG

REVISI

MENGETAHUI / MENYETUJUI

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Drs. ANDOYO, S.IP, M.M.
NIP. 19630921 198709 1 001

MENYETUJUI

KETUA TIM TEKNIS
UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Drs. EKO SETIAWAN, ST, MT
NIP. 19600818 198603 1 003

MENYETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PT. TIRAMATI UTAMA
Jl. Duri Satrio No. 3708 Jakarta Timur
J. Djibang Compadit 8/7 Jakarta Timur

PENANGGUNG JAWAB STRUKTUR

Ir. Agoes Koernia
SIP: 0432/P/K-A/DPB/XV-2013

PENANGGUNG JAWAB PEKERJAAN

Ir. Mahyunadi Sirie, IAI
SIP: 1281/P/A-B/DPB/I-2014

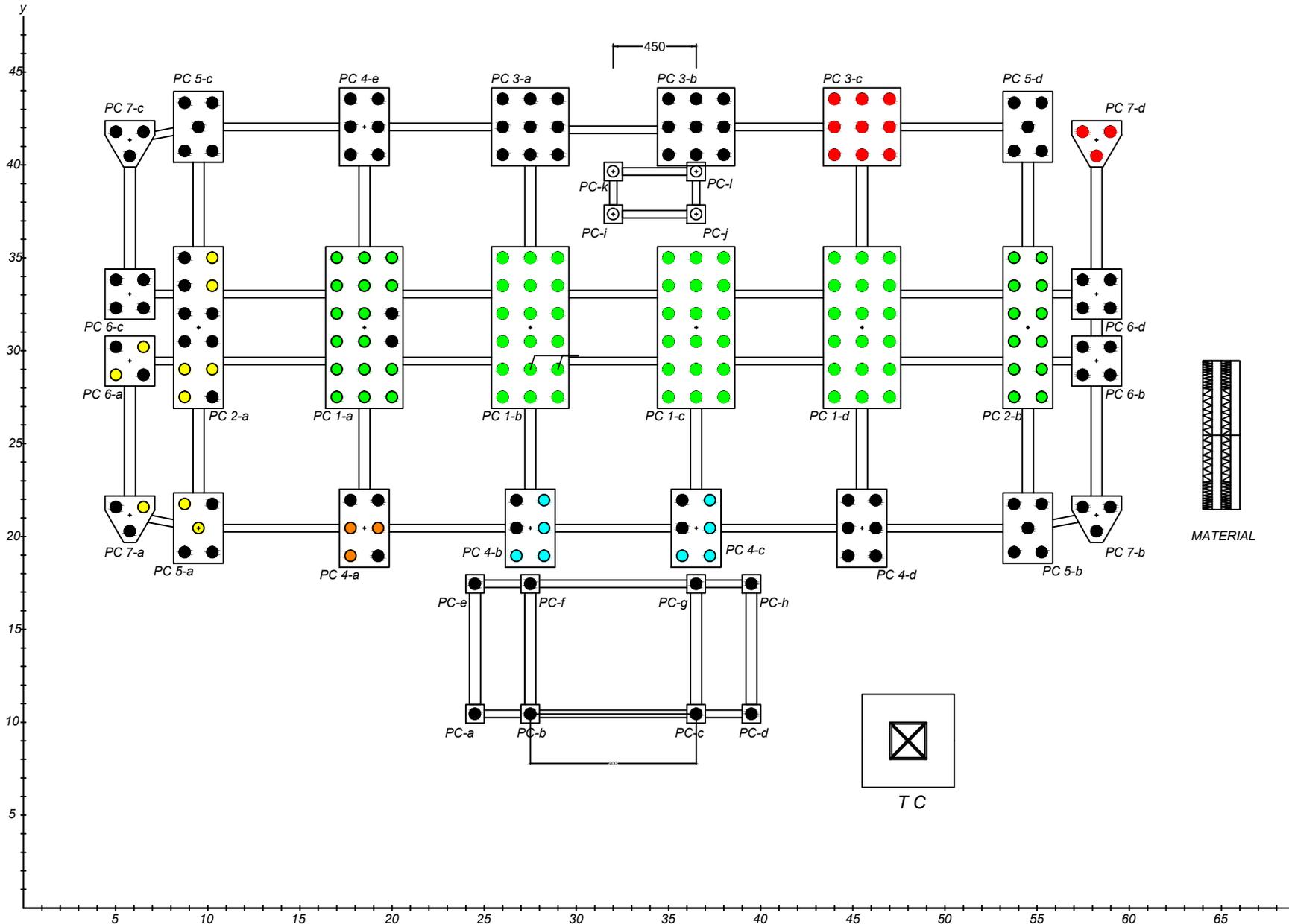
JUDUL GAMBAR

- TOWER CRANE
- MATERIAL

SKALA

1 : 200

KODE GBR	NO. LBR	JML. GBR
000	000	000



TITIK KORDINAT
SKALA 1 : 200