21997/H/05

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PEMILIHAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK STADION PACITAN

Oleh :

DIAH RENGGANIS P
3101 109 539

RSS
681.76
Dia
p-1
2004

PERPUSTAKAAN
ITS

Tgl. Terima	5-4-2001
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	221768

PROGRAM SARJANA (S-1) EKSTENSI LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2004

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PEMILIHAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK STADION PACITAN

SURABAYA, 24 DESEMBER 2004

MENGETAHUI MENYETUJUI

DOSEN PEMBIMBING

Christiono U, ST. MT	**Djoko Sulistiono, Ir**
NIP. 132 303 087	**NIP. 131 558 660**

PROGRAM SARJANA (S-1) EKSTENSI LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
S U R A B A Y A
2004

PERENCANAAN PEMILIHAN ALAT BERAT
PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK STADION PACITAN

Disusun Oleh : Diah Rengganis P
3101.109.539

Pembimbing : 1. Christiono U, ST.MT
2. Djoko Sulistiono, Ir

ABSTRAK

Kondis daerah Pacitan yang belum memiliki stadion olah raga mendorong pihak Pemerintah Daerah Pacitan untuk membangun sarana yang nantinya akan digunakan untuk kegiatan turnamen olah raga maupun kegiatan penting lainnya. Proses penyiapan lahan stadion didominasi oleh pekerjaan tanah, yang menuntut perencanaan pemilihan alat berat dengan tepat. Pekerjaan tanah yang ditinjau adalah pekerjaan pembersihan lahan, pekerjaan urugan jalan masuk, pekerjaan urugan tanah, pekerjaan urugan tanah sirtu, dan pekerjaan pemadatan.

Metodologi yang dipakai adalah mencari produksi alat berat, mencari jumlah alat yang dipakai, mencari jam kerja alat per hari, menghitung idle time alat, dan dipilih alat yang memiliki idle time paling minimum, serta mengitung biaya operasional yang berdasarkan P5.

Waktu yang direncanakan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah ini adalah 117 hari. Alternatif alat berat yang ditinjau adalah Bulldozer, Motor grader, Wheel Loader, Excavator, Dump Truck, dan Compactor. Dari hasil perhitungan, alat yang dipakai adalah Bulldozer D53A, D41P-3, D65E, Excavator PC200, PC300, Dump Truck CWB10T, CWA25t, Wheel Loader WA250, dan Vibro Roller BW212. Total biaya pemakaian alat berat adalah Rp 1.872.164.938,40.

Kata kunci: Stadion, tanah, alat berat, biaya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus untuk hikmat dan rahmatNya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Perencanaan Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Stadion Pacitan.

Banyak kesulitan dan hambatan yang timbul dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, namun dapat diselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan inipun penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1 Bapak dan Ibu tercinta, yang telah memberikan dorongan dan bantuan moril maupun materiil, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

2 Pak Kris, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan bimbingan, pengarahan, dan ilmunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

3 Bapak Djoko Sulistiono, Ir, yang telah dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan serta ilmunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

4 Bapak Indra Surya, Ibu Fifi, dan Bapak Sudjanarko, yang telah banyak membantu dengan memberikan kemudahan-kumudahan dalam bidang perkuliahan.

5 Andjang dan Tristi, saudara-saudaraku yang banyak membantu dalam segala hal.

6 Semua teman di Ekstensi Teknik Sipil dan semua pihak pengajaran dan perpustakaan yang banyak membantu, yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

7 Rudy Fritz Tua, ST, kekasihku yang selalu setia memberikan dorongan dan cintanya.

Penulis berharap, semoga karya tulis yang jauh dari sempurna ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi kita semua. Kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini sangat penulis harapkan mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis.

Surabaya, November 2004

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

DAFTAR TABEL v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR LAMPIRAN viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Permasalahan 1

1.3. Maksud dan Tujuan 2

1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah 2

1.5. Sistematika Penulisan 3

BAB II DASAR TEORI

2.1. Umum 5

2.2. Analisa Data Lokasi Proyek 5

2.3. Data Tanah 6

2.3.1. Klasifikasi Tanah 6

2.3.2. Sifat-sifat Tanah 6

2.4. Peralatan yang Dipakai 8

2.4.1. Peralatan pemindah dan perata tanah 8

2.4.2. Peralatan pengangkut 10

2.4.3. Peralatan pemadat 10

2.4.4. Peralatan penggali dan pemuat 11

2.5. Produktivitas Alat Berat 12

2.6. Perhitungan Jumlah dan Jam Kerja Alat 14
2.7. Perhitungan Idle Time 15
2.8. Membuat Jadwal Pekerjaan 15
2.9. Analisa Biaya Alat 17
2.9.1. Biaya operasi 17
2.9.2. Biaya Sewa Alat 18

BAB III METODOLOGI

3.1. Data 19
3.1.1. Jenis Data 19
3.1.2. Cara Memperoleh Data 19
3.2. Analisa 20

BAB IV PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH DI STADION PACITAN

4.1. Umum 24
4.2. Data Teknis Proyek 24
4.2.1. Data Proyek 24
4.2.2. Pihak-pihak yang terlibat 25
4.3. Pekerjaan Embankment 25
4.3.1. Proses Penggalian 25
4.3.2. Proses Penimbunan Tanah 26
4.3.3. Proses Pemadatan Tanah 27

BAB V ANALISA PEMILIHAN ALAT BERAT DAN BIAYA

5.1. Umum 28
5.2. Perhitungan Luas Lahan 28
5.3. Perhitungan Volume Timbunan 29
5.4. Perhitungan Taksiran Produksi Alat Berat 30
5.4.1. Bulldozer 30
5.4.2. Excavator 32
5.4.3. Motor Grader 35

5.4.4. Dump Truck 37
5.4.5. Compactor 44
5.5. Perhitungan Jumlah dan Pemilihan Alat Berat 46
5.5.1. Pekerjaan Pembersihan Lahan 46
5.5.2. Pekerjaan Urugan Jalan Masuk 47
5.5.2.1. Pekerjaan Pemindahan Tanah 47
5.5.2.2. Pekerjaan Penimbunan dan Perataan Tanah 50
5.5.3. Pekerjaan Urugan Tanah 54
5.5.3.1. Pekerjaan Pemindahan Tanah 54
5.5.3.2. Pekerjaan Penimbunan dan Perataan Tanah 56
5.5.4. Pekerjaan Urugan Tanah Sirtu 60
5.5.4.1. Pekerjaan Pemindahan Tanah 60
5.5.4.2. Pekerjaan Penimbunan dan Perataan Tanah 62
5.5.5. Pekerjaan Pemadatan Tanah 66
5.6 Penjadwalan 68
5.7. Analisa Biaya 70
5.7.1. Perhitungan Biaya Operasi Alat 70
5.7.2. Perhitungan Total Biaya Sewa Alat Berat yang Dipakai 71
5.8 Hasil Dan Pembahasan 75

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan 76
6.2. Saran 77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 1

LAMPIRAN 2

LAMPIRAN 3

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Konversi untuk Volume Tanah	7
Tabel 2.2	Faktor Effisiensi Waktu	13
Tabel 2.3	Faktor Effisiensi Kerja	14
Tabel 2.4	Faktor Effisiensi Operator	14
Tabel 5.1	Faktor Blade untuk Bulldozer	31
Tabel 5.2	Perhitungan Produktifitas Bulldozer	32
Tabel 5.3	Faktor Bucket Excavator	33
Tabel 5.4	Kedalaman dan Kondisi Penggalian Excavator	34
Tabel 5.5	Standar Cycle Time Excavator	34
Tabel 5.6	Faktor Effisiensi Kerja Excavator	34
Tabel 5.7	Perhitungan Produktivitas Excavator	35
Tabel 5.8	Perhitungan Produktivitas Motor Grader	36
Tabel 5.9	Faktor Bucket	38
Tabel 5.10	Waktu Dumping dan Waktu Loading Dump Truck	39
Tabel 5.11	Perhitungan Produktivitas Dump Truck yang Dikombinasikan dengan Wheel Loader	41
Tabel 5.12	Perhitungan Produktivitas Dump Truck yang Dikombinasikan dengan Excavator	44
Tabel 5.13	Perhitungan Produktivitas Computer	45
Tabel 5.14	Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Pembersihan Lahan	47
Tabel 5.15	Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Urugan Jalan Masuk	53
Tabel 5.16	Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk PekerjaanUrugan Tanah	59
Tabel 5.17	Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Urugan Tanah Sirtu	65
Tabel 5.18	Perhitungan Jumlah Alatdan IdleTime Untuk PekerjaanPemadatan ..	67

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI

Tabel 5.19 Urutan Kegiatan 68
Tabel 5.20 Perhitungan Biaya Operasional 72
Tabel 5.21 Perhitungan Total Biaya Sewa Alat Berat 74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi stadion Olah raga Pacitan 4
Gambar 3.1 Bagan Alir 23
Gambar 4.1 Proses Pemindahan Tanah 25
Gambar 4.2 Proses Penimbunan Tanah 27
Gambar 4.3 Proses Pemadatan Tanah 27
Gambar 5.1 Gambar Lokasi Lahan Hasil Pengolahan Penulis untuk Mencari Luas Lahan dan Volume Timbunan 30
Gambar 5.2 Gambar Presendence Diagram Method (PDM) 69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Pelaksanaan pekerjaan 79
Lampiran 2 Perhitungan mencari Volume 80
Lampiran 3 Gambar Lokasi Lahan 88

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Stadion Pacitan adalah sarana yang akan digunakan khususnya untuk olah raga dan juga untuk kegiatan lainnya. Sebelum stadion ini dibangun, seluruh kegiatan olah raga ataupun kegiatan yang lain dipusatkan di alun-alun Pacitan atau di tanah lapang yang ada. Namun kondisi fasilitas dan kapasitas daya tampung yang ada kurang memenuhi, hal ini dapat dilihat bahwa tempat yang digunakan dalam keadaan terbuka, tanpa pembatas/pagar tertutup, juga tempat duduk yang digunakan untuk penonton kurang.

Dengan kondisi seperti tersebut, pihak kabupaten Pacitan bermaksud merencanakan pendirian stadion yang letaknya ± 3 km dari alun-alun Pacitan, dengan menggunakan anggaran dana APBD. Hal ini bertujuan agar kegiatan turnamen-turnamen olah raga yang akan diselenggarakan, atau peristiwa penting lainnya dapat dilaksankan dengan lebih lancar.

Pada awal proyek ini banyak dijumpai pekerjaan yang membutuhkan alat berat sebagai faktor utama yang dapat menyelesaikan pekerjaan galian tanah permukaan, timbunan, perataan dan pemadatan. Dengan perencanaan pemilihan alat berat diharapkan pekerjaan akan selesai tepat pada waktunya. Selain itu biaya yang dikeluarkan untuk operasional dapat seefesien mungkin, tanpa alat mengalami idle time. Apabila terjadi penambahan waktu penyelesaian pekerjaan, kontraktor perlu merencana ulang mengenai peralatan yang dipakai.

1.2 Permasalaan

Adapun permasalahan yang terdapat pada perencanaan pemilihan alat berat dalam Tugas Akhir ini adalah:

a. Alat berat apa yang bisa dipakai untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan tanah.
b. Berapakah jumlah alat berat yang dapat digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah, yaitu dari pekerjaan pembersihan lahan sampai pekerjaan pemadatan tanah.

c. Penjadwalan yang dipakai adalah dengan menggunakan metode PDM (Precedence Diagram Method)
d. Berapakah biaya penggunaan alat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah agar dapat mengetahui proses pelaksanaan pekerjaan tanah dari pekerjaan pembersihan lahan sampai pekerjaan pemadatan tanah, mengetahui jumlah alat yang diperlukan dan penjadwalannnya dalam pelaksanaan pekerjaan tanah, serta mengetahui biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk pekerjaan ini. Perencanaan pemilihan alat yang tepat diharapkan dapat meyelesaikan volume pekerjaan tepat pada waktu yang direncanakan.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

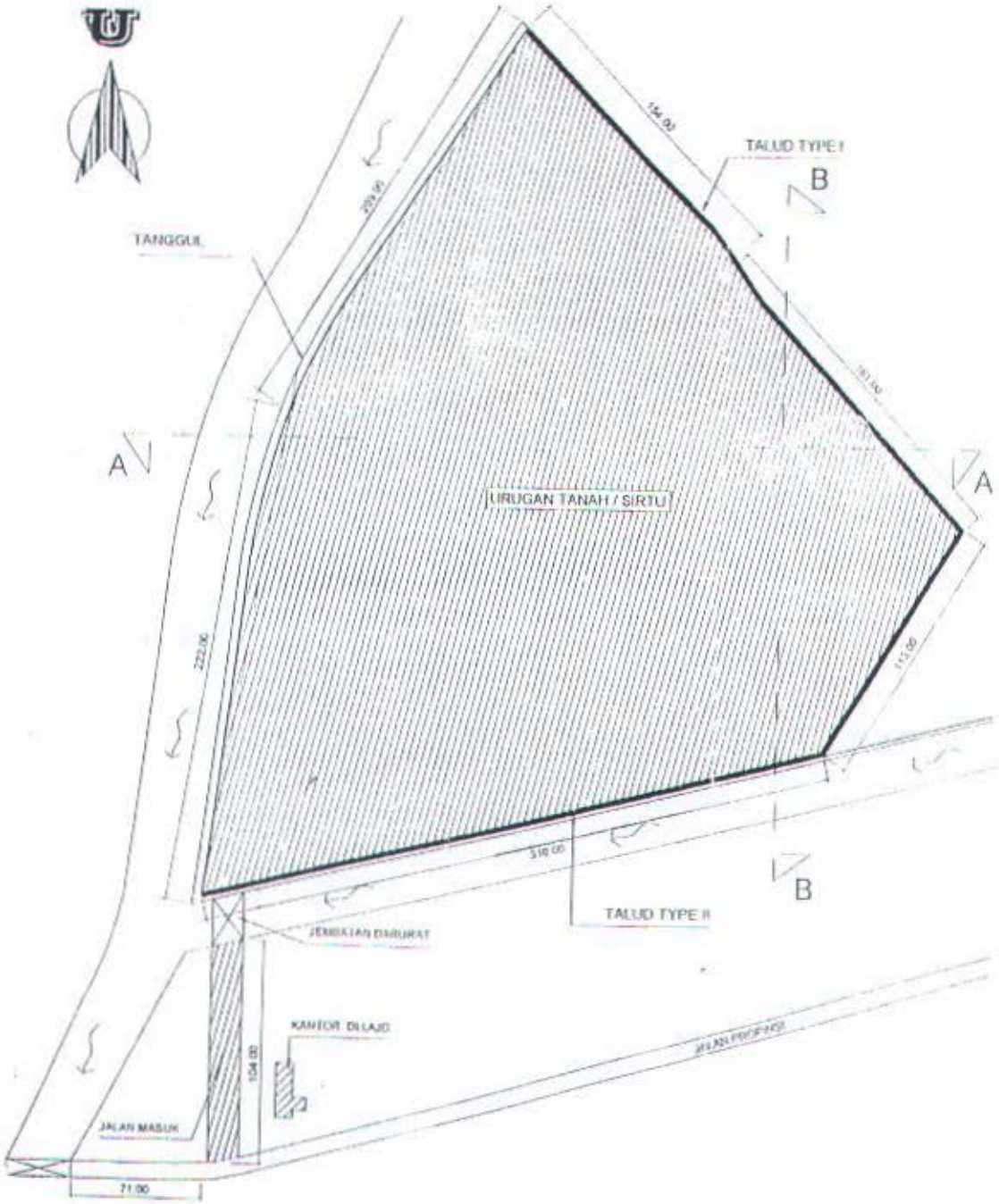
Mengacu pada masalah yang ada dan pertimbangan akan kemampuan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, maka diperlukan ruang lingkup pembatasan masalah agar tujuan perencanaan alat berat ini tercapai. Dalam penulisan Tugas Akhir ini pembatasan masalah TA adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan tanah yang meliputi pemindahan, perataan, dan pemadatan tanah.
2. Pekerjaan untuk tanah dasar, yaitu pembersihan lahan (remove top soil) dari semak atau tanaman lainnnya.
3. Metode penjadwalan yang digunakan adalah PDM (Precedence Diagram Method)
4. Jenis tanah dasar yang dipakai sebagai lahan proyek adalah bekas sawah kering.
5. Lingkup bahasan hanya pada pekerjaan tanah untuk stadion.
6. Standart satuan pekerja dan satuan harga sewa alat berat untuk masing-masing uraian pekerjaan ditentukan berdasarkan ketetapan standar yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum.
7. Alat berat yang ditinjau adalah Bulldozer, Excavator, Wheel Loader, Motor Grader, Compactor, dan Dump truck.
8. Alat berat yang digunakan adalah produksi United tractor dengan merk Komatzu dan Nissan.

9. Analisa biaya diasumsikan dengan cara sewa karena penulis menganalisa pemilihan alat berat yang paling effisien berdasarkan perhitungan idle time tiap alat.
10. Pemilihan alat berat tidak mempertimbangkan biaya akhir produksi masing-masing alat berat, karena penulis menganalisa pemilihan berdasarkan effisiensi alat berat yang ditinjau.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan Tugas Akhir ini dibagi dalam enam bab utama yaitu BAB I yang merupakan latar belakang pembangunan proyek, permasalahan yang timbul, dan batasan masalah penulisan Tugas Akhir. BAB II adalah dasar teori penyusunan Tugas Akhir yang terdiri dari teori dasar tentang tanah, teori tentang produktivitas alat berat, jumlah alat, jam kerja alat, penjadwalan, dan analisa biaya alat. BAB III adalah metodologi penulisan Tugas Akhir, yang menjelaskan tentang data-data yang dibutuhkan, cara mencari data, dan menganalisanya. BAB IV adalah proses merencanakan penggunaan alat berat dalam setiap pekerjaan. BAB V adalah proses memilih alat berat dengan menghitung terlebih dahulu produksi tiap alat, menghitung jumlah alat dan jam kerjanya, menghitung idle time, dan dipilih alat yang memiliki idle time paling minimum, dibuat jadwal kegiatan, serta mencari biaya pemakaian alat. Sedangkan BAB VI adalah kesimpulan dan saran.



Gambar 1.1 Lokasi Stadion Olah Raga Pacitan

BAB II

DASAR TEORI

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Umum

Material tanah memiliki bentuk dan karakteristik yang beraneka ragam. Oleh karena itu alat yang digunakan untuk mengerjakannnya beraneka ragam pula. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan peralatan selain segi ekonomi, yaitu memang tidak bisa dikerjakan oleh tenaga kerja manusia, dan lain-lain. Menurut Pedoman Pokok Pelaksanaan Pekerjaan dengan menggunakan Peralatan (Departemen PU dan Tenaga Listrik, 1977), pemilihan jenis atau type alat yang dipakai harus sesuai kondisi medan, kemampuan alat, dan lain-lain. Untuk memuat tanah lepas, alat berat yang digunakan berbeda dengan jika mengerjakan tanah rawa. Karena itu diperlukan survai lokasi, melihat medan, pekerjaan yang ditangani, jenis material, jalan masuk, dan lain-lain.

2.2 Analisa Data Lokasi Proyek

Proyek stadion ini letaknya tidak jauh dari tengah kota Pacitan, sekitar 3 km dari alun-alun kota Pacitan. Hal ini menyebabkan mudahnya mendapatkan fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan selama pelaksanaan.

Material timbunan yang dibutuhkan untuk pekerjaan ini diambil dari quarry yang letaknya tidak jauh dari lokasi proyek, yaitu:

a. Quarry Kali Sundeng

   Letaknya ± 1,5 km arah barat.

b. Quarry Pantai Teleng

   Letaknya ± 1,5 km arah timur.

c. Quarry Desa Borang

   Letaknya ± 20 km arah utara

Lokasi yang akan dimanfaatkan sebagai stadion adalah tanah bekas sawah yang tidak produktif lagi, yang sudah ditumbuhi gulma. Rencana penimbunan tanah adalah sampai pada elevasi +1,5 m dari BM yang sudah ditentukan.

2.3 Data Tanah

Tanah adalah subjek utama dalam pekerjaan galian dan timbunan. Dalam pengerjaannya dibutuhkan pengetahuan dasar tentang tanah. Adapun pengetahuan dasar tersebut adalah sebagai berikut:

2.3.1 Klasifikasi Tanah

Pengklasifikasian tanah pada umumnya dibagi menjadi 4 bagian (Sulistiono, 2002), yaitu :

a. Tanah permukaan (top soil)

   Terdapat pada permukaan bumi dan bercampur dengan tanaman-tanaman kecil atau gulma. Tanah jenis ini dapat dibersihkan dengan menggunakan alat berat scraper, bulldozer.

b. Tanah dalam (earth)

   Penggalian langsung dibawah tanah permukaan. Pada umumnya alat berat yang digunakan adalah scraper, buldozer, dan alat penggali lainnya.

   Batuan (rock) Penggalian atau penghancuran batuan tidak dapat menggunakan alat-alat melainkan dengan pengeboran yang dilanjutkan dengan peledakan. Untuk pekerjaan keprasan batuan dapat digunakan ripper.

c. Tanah lumpur (mud)

   Penggalian dan pengerukan tanah yang mengandung banyak air dapat menggunakan alat keruk/dredger.

d. Campuran dari a,b,c,d diatas

   Klasifikasi ini memberikan gambaran tentang daya tahan tanah terhadap usaha-usaha penggalian (digging ressistance).

2.3.2 Sifat-sifat Tanah

Dalam pekerjaan pemindahan tanah, kita menjumpai perubahan volume dan kepadatannya (Rochmanhadi, 1985). Beberapa keadaan volume tanah adalah sebagai berikut :

a. Keadaan Asli (bank measure/BM)

   Keadaan tanah sebelum dilakukan pengusikan atau gangguan teknologi, sesuai keadaan alam. Ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI

(Bank Measure/BM). Ukuran ini digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

b. Keadaan Lepas (loose volume)

Keadaan setelah pengusikan yaitu tanah yang dipindahkan akan mengalami pengembangan volume yang dinyatakan dalam % BM.

Tabel 2.1. Faktor Konversi Untuk Volume Tanah

Jenis Tanah	Kondisi Tanah	Rasio Konversi		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	Asli (A)	1.00	1.11	0.95
	Lepas (B)	0.90	1.00	0.86
	Padat (C)	1.05	1.17	1.00
Tanah Liat Berpasir/ Tanah biasa	A	1.00	1.25	0.90
	B	0.80	1.00	0.72
	C	1.11	1.39	1.00
Tanah Liat	A	1.00	1.25	0.90
	B	0.70	1.00	0.63
	C	1.11	1.59	1.00
Tanah Campur Kerikil	A	1.00	1.18	1.08
	B	0.85	1.00	0.91
	C	0.93	1.09	1.00
Kerikil	A	1.00	1.13	1.03
	B	0.88	1.00	0.91
	C	0.97	1.10	1.00
Kerikil Kasar	A	1.00	1.42	1.29
	B	0.70	1.00	0.91
	C	0.77	1.10	1.00
Pecahan Cadas Atau Batuan Lunak	A	1.00	1.65	1.22
	B	0.61	1.00	0.74
	C	0.82	1.35	1.00
Pecahan Granit Atau Batuan Keras	A	1.00	1.70	1.31
	B	0.59	1.00	0.77
	C	0.76	1.30	1.00
Pecahan Batu	A	1.00	1.75	1.40
	B	0.57	1.00	0.80
	C	0.71	1.24	1.00
Batuan Hasil Peledakan	A	1.00	1.80	1.30
	B	0.56	1.00	0.72
	C	0.77	1.38	1.00

Sumber : Sulistiono, 2002

c. Keadaan Padat (compacted volume)

Tanah setelah ditimbun dan dilakukan pemadatan yang pemadatannya lebih dari keadaan aslinya sehingga mengalami penyusutan, yang dinyatakan dalam %.

Untuk mengetahui faktor konversi volume tanah pada jenis-jenis tanah dalam keadaan bank measure (A), loose measure (B), dan compacted measure (C), dapat dilihat pada tabel 2.1

Besarnya volume tanah yang dibutuhkan dalam pekerjaan galian ataupun timbunan mempengaruhi besarnya produksi alat berat dan banyaknya alat yang dibutuhkan. Perhitungan yang akan dilakukan adalah agar penggunaan alat-alat tersebut dapat seefisien mungkin sehingga alat tidak mengalami idle time.

2.4 Peralatan yang Dipakai

Beberapa peralatan yang dipakai, dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu (Rochmanhadi, 1992) :

2.4.1. Peralatan pemindah dan perata tanah

a. Tractor Sebagai Alat Penggerak Utama (Prime Mover)

Tractor adalah kendaraan yang dibuat khusus untuk mengubah tenaga mesin menjadi tenaga traksi. Sehingga penggunaannya yang utama adalah sebagai penggerak.

i. Crawler Tractor (Traktor Roda Rantai)

Alat ini bisa digunakan sebagai prime mover pada scraper, bulldozer, loader, juga untuk mendorong serta menarik muatan berat di atas tanah lembek.

ii. Wheel Tractor (tractor Beroda Ban)

Alat ini merupakan kendaraan roda ban yang biasa kita kenal, kelebihannya ada pada sistem konstruksi yang lebih mementingkan traksi dan kelincahannya. Dua macam wheel tractor :

1) Wheel Tractor Beroda Dua, pertimbangannya adalah :

a) Traksi yang lebih besar karena seluruh berat dilimpahkan pada dua roda.

b) Kemungkinan gear yang lebih besar.

c) Pemeliharaan ban yang lebih sedikit.

2) Wheel Tractor Beroda Empat, pertimbangannya adalah :
   a) Lebih nyaman dikemudikan dan stabil
   b) Dapat bekerja sendiri bila dilepas dari rangkaian.

b. Scraper

Scraper adalah alat berat yang dapat digunakan untuk penggusuran tanah yang dapat berfungsi sebagai alat penggali, pemuat, pengangkut, dan menebar hasil galian ke tempat penimbunan. Bisa dikatakan merupakan paduan dari fungsi dozer, loader, dan truk dengan segala keuntungan dan kerugian masing-masing. Cycle time dari srcaper adalah waktu untuk menggali, memuat, mengangkut, menghampar, berjalan kembali ke tempat penggalian.

c. Bulldozer

Yaitu suatu traktor yang telah dilengkapi dengan alat yang dipasang khusus (attachment) dozer, dengan tugas mendorong tanah, menggusur tanah, dan kepentingan lain yang sesuai. Pekerjaan yang dapat dilakukan oleh buldozer adalah : (Fatena, 2002)

1) Pembersihan medan dari pohon, batu-batuan, semak, bekas bangunan, dan lain-lain.
2) Mendorong scraper pada suatu pemuatan.
3) Mengisi galian tanah ke daerah timbunan..
4) Pembukaan jalan kerja ke lokasi pekerjaan.

Pada umumnya blade yang dipakai pada bulldozer dan/atau angle dozer ada beberapa jenis, yaitu :

1) Straight Blade (Blade Lurus)
2) Angling Blade (Blade Miring)
3) Universal Bulldozer (Blade Universal)
4) Cushion Bulldozer (Blade Chusion)

d. Ripper (Alat Pembajak)

Merupakan alat penggusur tanah keras (batuan). Ripper seperti garu dengan gigi yang kokoh/kuat sehingga dapat mengadakan penetrasi ke tanah keras dan mengoyakkan menjadi bongkahan-bongkahan tanah.

e. Motor Grader (Alat Pembentuk Permukaan)

Yaitu suatu alat yang dipakai unutk membentuk kemiringan permukaan tanah seperti yang direncanakan. Pekerjaan yang dapat dikerjakan adalah menebar rata (spreading), mencampur bahan (mixing in place), menggali saluran tepi (profil yang dibentuk adalah bentuk V), membentuk tebing sepanjang jalan (penggalian ringan), buldozing dalam keadaan darurat, striping ringan (pembersihan bahan organis).

f. Loader (Alat Pemuat)

Alat ini merupakan sebuah traktor yang diberikan perlengkapan untuk memuat tanah atau bahan lain ke dalam alat angkut. Prinsip loader adalah sebuah sendok (bucket) pada tuas untuk kegiatan menggali dan membuang. Satu siklus pekerjaan loader adalah gerakan mulai menggali muatan - berjalan ke alat angkut - menumpah - kembali ke tempat galian.

2.4.2. Peralatan pengangkut

Yaitu kendaraan yang khusus dibuat sebagai alat angkutan tanpa kemampuan menggali maupun memuat (Sulistiono, 2002). Cycle time dump truck terdiri dari:

a) Fixed Time : menunggu untuk dimuati, menempatkan truck dekat alat pemuat, menunggu sambil dimuat.

b) Variabel Time : tergantung jauh dekatnya jarak angkut serta kecepatan kendaraan.

2.4.3. Peralatan pemadat

Peralatan pemadat diperlukan untuk memperkecil jumlah rongga hampa ataupun yang berisi air sehingga mencapai nilai minimal (Rochmanhadi, 1992).

1. Roller roda baja dengan permukaan halus

   a. Three wheel roller

      Digunakan untuk menggilas padat lapisan batu pecah ukuran tertentu pada lapisan konstruksi macadam.

   b. Tandem rollers

      Digunakan untuk melindas padat dan rata lapisan tipis seperti konstruksi beton aspal dan lapisan penetrasi.

2. Tamping Roller dan Compactor Sejenisnya
   a. Sheeps foot roller (Pelintas kaki kambing)

      Ditarik oleh bulldozer. Pemadatan dihentikan sampai kaki-kaki roller terangkat keluar dari dalam lapisan.
   b. Tamping roller

      Merupakan pengembangan dari sheep foot roller yang mempunyai kecepatan gerak lebih tinggi dan luas ujung kaki lebih besar, sehingga tekanan per satuan luas menjadi lebih kecil.
   c. Segmented wheel roller

      Cocok dipakai untuk batu pecah bergradasi yang tidak terlalu keras.
   d. Mesh grid roller

      Digunakan untuk usaha pemadatan lapisan dari bahan granular/non kohesif, bhkan batu belah yang tidak terlalu kerasdapat dilindas remuk. Ditarik oleh sebuah crawler tractor atau bulldozer.
3. Pneumetic tyred rollers

   Cocok digunakan untuk pekerjaan penggilasan bahan yang granular, juga baik digunakan pada lapisan hotmix sebagai penggilas antara

2.4.4. Peralatan penggali dan pemuat

Excavator adalah peralatan penggali dan pemuat tanah tanpa terlalu banyak berpindah tempat (Sulistiono, 2002). Jenis attachment yang biasa digunakan adalah:

1. Shovels

   Berfungsi sebagai penggali tanah pada tebing yang letaknya lebih tinggi dari kedudukan peralatan. Selanjutnya tanah dimuatkan ke alat angkut.
2. Backhoe

   Merupakan jenis shovel yang khusus dibuat untuk penggalian tanah di bawah permukaan, seperti parit-parit, galian pondasi. Backhoe dalam hal menggali bergerak dari depan ke belakang (ke arah operator).
3. Dragline

   Merupakan attachment yang dapat diberikan crane dengan kemampuan menggali dan memindahkan material lepas. Dragline bekerja dengan posisi tanah galian berada di bawah peralatan.

4. Clamshell

Merupakan attachment yang diberikan crane untuk menggali dan memindahkan tanah yang tidak lengket. Arah gerakan menggali adalah vertical.

Dari banyaknya alat berat yang ada tersebut dipilih dan direncanakan salah satu alat atau lebih agar didapatkan yang lebih efesien.

2.5 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat mutlak perlu diketahui untuk beberapa keperluan, seperti:

a) Untuk menentukan jumlah alat yang diperlukan

b) Untuk memperkirakan waktu yang diperlukan,

c) Untuk menghitung biaya produksi.

Peralatan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan bekerja secara kelompok dalam suatu unit pekerjaan. Produksi individu peralatan merupakan bagian produksi unit pekerjaan. Pemilihan jenis alat beserta kapasitasnya adalah penting supaya terdapat keseimbangan produksi, sehingga semua peralatan akan bekerja lebih efektif, sehingga tidak terjadi peralatan yang idle (kondisi baik tetapi alat tidak bisa bekerja karena menunggu pekerjaan).

Produktivitas dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

TP = taksiran produktivitas alat

q = kapasitas produktivitas per cycle

n = jumlah cycle per jam

$$= \frac{60}{cycle\,time}$$

E = faktor kerja

Perumusan produktivitas peralatan sebagai berikut (Fatena, 2002):

$$\boxed{TP = q \times n \times E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

Perumusan Cycle time (Sulistiono, 2002) adalah :

$$\boxed{\text{Cycle time} = \text{Fixed time} + \text{Variabel time}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.2)$$

Fixed time : merupakan waktu untuk pemuatan, pembuangan, parkir, dan lain-lain, yang sudah ditentukan. Jadi fixed time tidak terpengaruh oleh jauh dekatnya jarak angkut.

Variabel time : merupakan waktu yang diperlukan untuk pengangkutan dan berjalan kembali dalam keadan kosong

$$VariabelTime = \frac{JarakPembuangan(km)}{V_1(km/jam)} + \frac{JarakKembali(km)}{V_2(km/jam)} \quad ....(2.3)$$

dimana, V_1 : kecepatan pada saat membuang

V_2 : kecepatan pada saat kembali

Faktor koreksi diperlukan untuk memperoleh nilai yang mendekati kenyataan di lapangan. Faktor koreksi terdiri dari:

a) Faktor efesiensi waktu

b) Faktor efesiensi kerja

c) Faktor efesiensi operator

Dimana besarnya angka koreksi tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Faktor Effisiensi Waktu

Kondisi Kerja	Effisiensi
Menyenangkan	0.90
Normal	0.83
Buruk/Jelek	0.75

Sumber : Training Centre Dept. PT United Tractor Jakarta 1997, Latihan Dasar Sistem Mesin.

Tabel 2.3 Faktor Effisiensi Kerja

Kondisi Medan	Keadaan Alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0.84	0.81	0.76	0.70
Bagus	0.78	0.75	0.71	0.65
Biasa	0.72	0.69	0.65	0.60
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52

Sumber : Training Centre Dept. PT United Tractor Jakarta 1997, Latihan Dasar Sistem Mesin

Tabel 2.4 Faktor Effisiensi Operator

Ketrampilan Operator	Effisiensi
Baik	0.9 - 1.00
Normal	0.75
Jelek	0.5 - 0.60

Sumber : Training Centre Dept. PT United Tractor Jakarta 1997, Latihan Dasar Sistem Mesin.

2.6 Perhitungan Jumlah dan Jam Kerja Alat

Dari produktivitas kerja yang sudah diketahui dapat memperkirakan jumlah alat berat yang dibutuhkan dengan perumusan sebagai berikut :

$$n = \frac{Vt}{TP * t} \qquad \text{..... (2.4)}$$

dimana,

n : jumlah kebutuhan alat

Vt : volume pekerjaan (m^3)

TP : taksiran produksi (m^3/jam)

t : jumlah jam kerja (jam)

Sedangkan untuk menghitung jam kerja alat berat yang dipakai adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{Vt}{TP * n} \qquad \text{..... (2.5)}$$

dimana,

t : jumlah jam kerja (jam)

Vt : volume pekerjaan (m^3)

TP : taksiran produksi (m^3/jam)

n : jumlah alat yang dipakai

2.7 Perhitungan Idle Time

Setelah bekerja dalam satu unit pekerjaan proyek, suatu alat berat akan bekerja bersama dengan alat yang lain (lebih dari 1 alat). Hal ini akan menyebabkan timbulnya idle time, alat yang satu menunggu alat yang lain selesai mengerjakan pekerjaannya. Kondisi peralatan baik namun tak bisa bekerja, karena menunggu pekerjaan.

Asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam

Idle Time = 8 jam - Jam Kerja Alat

2.8 Membuat Jadwal Pekerjaan

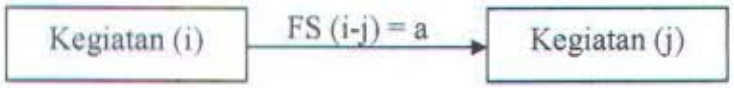
Penyelesaian kegiatan proyek dilakukan dengan menggunakan metode PDM (Precedence Diagram Method), sehingga didapatkan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek. Penyelesaian proyek menggunakan kegiatan tumpang tindih, kegiatan satu belum selesai dikerjakan kegiatan berikutnya, sehingga bisa menghemat waktu yang diperlukan (Soeharto, 1995).

Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal/mulai dan ujung akhir/selesai. Predecessor adalah kegiatan yang mendahuluinya.

Ada beberapa konstrain yang dapat digunakan yaitu:

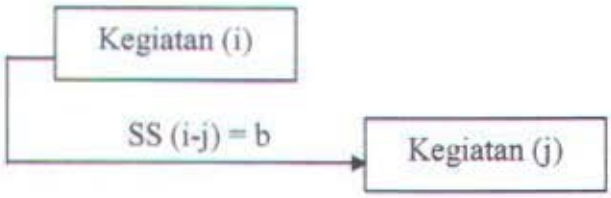
1. Konstrain Finish to Start (FS)

   Yaitu hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS (i-j) = a, yang berarti kegiatan (j) mulai a hari setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai.



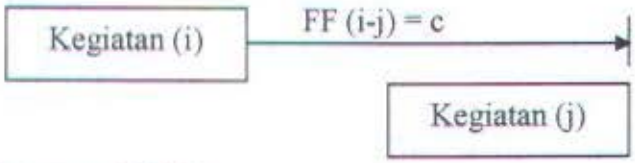
2. Konstrain Start to Start (SS)

Yaitu hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan yang terdahulu, dirumuskan sebagai SS (i-j) = b, yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Jadi disini bisa terjadi kegiatan tumpang tindih.



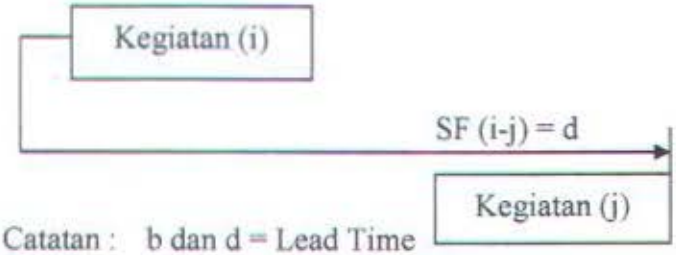
3. Konstrain Finish to Finish (FF)

Yaitu hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan sebagai FF (i-j) = c, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai.



4. Konstrain Start to Finish

Yaitu hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dapat dirumuskan sebagai SF (i-j) = d, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai.

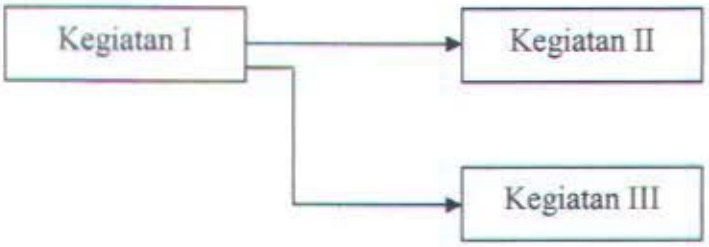


Catatan : b dan d = Lead Time

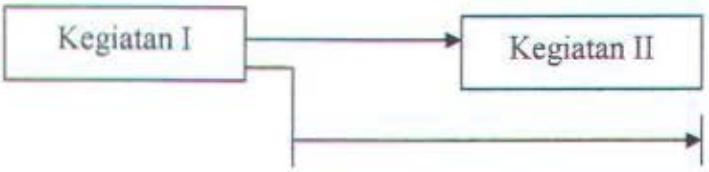
a dan c = Lag Time

MILIK PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

5. Satu Kegiatan mempunyai hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan yang berbeda.



6. Multikonstrain antar kegiatan



Menghitung ES dan EF, ditujukan untuk hal hal:

1. Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
2. Diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung.
3. Notasi (i) dipergunakan untuk kegiatan terdahulu dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
4. Waktu awal dianggap nol.

2.9 Analisa Biaya Alat

Peralatan yang direncanakan bertujuan untuk mencapai produktivitas yang tinggi. Namun dalam pengoperasiannya harus mengusahakan pengeluaran biaya sekecil mungkin. Analisa biaya alat terdiri dari biaya operasi dan biaya sewa alat (Departemen PU dan Tenaga Listrik, 1977).

2.9.1 Biaya operasi

Biaya operasi adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk keperluan pengoperasian alat yang terdiri dari :

a. Bahan Bakar

Penggunaan bahan bakar sangat tergantung dari daya mesin alat. Biaya bahan bakar dapat diperoleh dari :

1) Angka konsumsi bahan bakar dari pabrik pembuatan alat tersebut.
2) Pemakaian bahan bakar alat berat diperkirakan berdasarkan rumus sebgai berikut:

   Motor bermesin bensin = 0.23 lt/HP/jam x Rp bensin/lt

   Motor diesel solar = 0.15 lt/HP/jam x Rp solar/lt

3) Pelumas

   Pelumas yang digunakan oleh sebuah mesin sangat tergantung dari kapasitas karter oli,keadaan piston ring, dan lama waktu penggantian.

4) Biaya perbaikan

   Alat yang sering dipakai, makin lama makin aus atau rusak. Agar alat/mesin dapat terus bekerja, suku cadang-suku cadang yang rusak harus diganti. Biaya perbaikan dapat diperkirakan sesuai dengan jam penggunaannya.

$$\text{Biaya perbaikan/jam} = \frac{\text{Faktor perbaikan x Harga alat}}{\text{Jangka wkt penyusutan (jam)}} \quad \ldots\ldots (2.6)$$

5) Biaya operator

   Upah untuk operator dikeluarkan untuk membayar kerja operator dalam pengoperasian alat-alat berat.

2.9.2. Biaya Sewa Alat

Dengan cara menyewa alat berat, kontraktor dapat memenuhi kebutuhannya tanpa melibatkan diri dengan biaya kepemilikan jangka panjang. Jangka waktu sewa dan beban pembayaran biasanya didasarkan perjanjian harian, mingguan, atau bulanan. Biaya yang harus dikeluarkan bila alat didapatkan dengan cara menyewa adalah :

1. Biaya sewa dari pemilik alat berat
2. Biaya untuk operator
3. Biaya bahan bakar

Jadi total biaya sewa alat yaitu :

Total Biaya = {biaya sewa perhari + biaya operator perhari + biaya bahan bakar perhari} x waktu operasi perjam kerja sehari

BAB III

METODOLOGI

BAB III
METODOLOGI

Untuk mendapatkan pemecahan dari permasalahan yang ada, yang perlu dilakukan adalah pengumpulan data dengan penjelasan jenis data, cara memperoleh, dan analisa data.

3.1 Data

Dalam menjawab permasalahan yang ada pada Tugas Akhir ini, perlu dilakukan pengumpulan data lapangan berupa data umum dan data teknis di lapangan. Berikut ini merupakan penjelasan dari jenis data dan cara memperoleh data.

3.1.1 Jenis Data

Adapun jenis data yang diperlukan adalah:

a. Data Umum, meliputi :
   1) Spesifikasi alat-alat berat
   2) Harga sewa alat berat
   3) Upah pekerja atau operator

b. Data teknis di lapangan, meliputi :
   1) Peta lokasi proyek
   2) Teknis pelaksanaan pekerjaan pembersihan lahan, pemindahan tanah, penimbunan, perataan, dan pemadatan tanah
   3) Peralatan yang dipakai
   4) Waktu pelaksanaan proyek

3.1.2 Cara Memperoleh Data

Untuk memperoleh data-data yang diperlukan dalam rangka menyusun Tugas Akhir ini, cara yang perlu dilakukan adalah meliputi telaah pustaka dan mewawancara narasumber yang berkompeten tentang permasalahan yang terjadi di lapangan.

1. Telaah Pustaka, meliputi :
   a. Teori pemindahan tanah mekanis

      Meliputi sifat-sifat fisik tanah/material.
   b. Cara kerja, produksi alat dan analisa biaya alat berat

      Meliputi : 1) Fungsi dan kegunaan alat berat
      2) Fungsi dan kegunaan attachment
      3) Analisa biaya alat berat
   c. Spesifikasi alat-alat berat

      Meliputi : 1) Kapasitas yang dimiliki alat berat
      2) Kemampuan alat berat
2. Wawancara dengan narasumber yang berkompeten dengan permasalah yang terjadi di lapangan, meliputi :
   a. Proses pekerjaan mulai dari pembersihan lahan proyek sampai proses pekerjaan pemadatan tanah.
   b. Waktu penyelesaian kegiatan proyek.
   c. Biaya sewa alat berat.

3.2 Analisa

Dalam menganalisa alat berat perlu diperhatikan hal-hal berikut, yaitu: faktor yang mempengaruhi produksi alat berat, hal-hal yang perlu diperhatikan oleh suatu peralatan, perhitungan produktivitas alat berat, perhitungan jumlah alat dan waktu pekerjaan, pembuatan jadwal pekerjaan, dan perhitungan biaya alat berat.

a. Produksi alat berat yang dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu :
   i. Waktu
   ii. Material
   iii. Effisiensi
b. Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan alat berat, yaitu :
   i. Sesuai dengan jenis pekerjaan
   ii. Kondisi medan dan jenis material
   iii. Jumlah alat berat disesuaikan dengan volume pekerjaan

c. Perhitungan produktivitas alat berat

Produktivitas peralatan (TP) dipengaruhi oleh produksi peralatan per siklus (q), effisiensi kerja (E), waktu siklus peralatan (CT). Perhitungan produktivas peralatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Fatena, 2002) :

$$TP = \frac{qx60xE}{CT}(m^3 / jam) \qquad \text{..... (3.1)}$$

Dimana :

TP	=	Taksiran Produksi	(m^3/jam)
q	=	Produksi per siklus	(m^3)
E	=	Effisiensi kerja	
CT	=	Waktu siklus	(menit)

d. Perhitungan jumlah alat berat dan waktu penyelesaian pekerjaan

Perhitungan jumlah alat berat yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dipengaruhi oleh volume pekerjaan, produktivitas alat berat, dan waktu penyelesaian pekerjaan. Untuk mencari jumlah alat berat dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

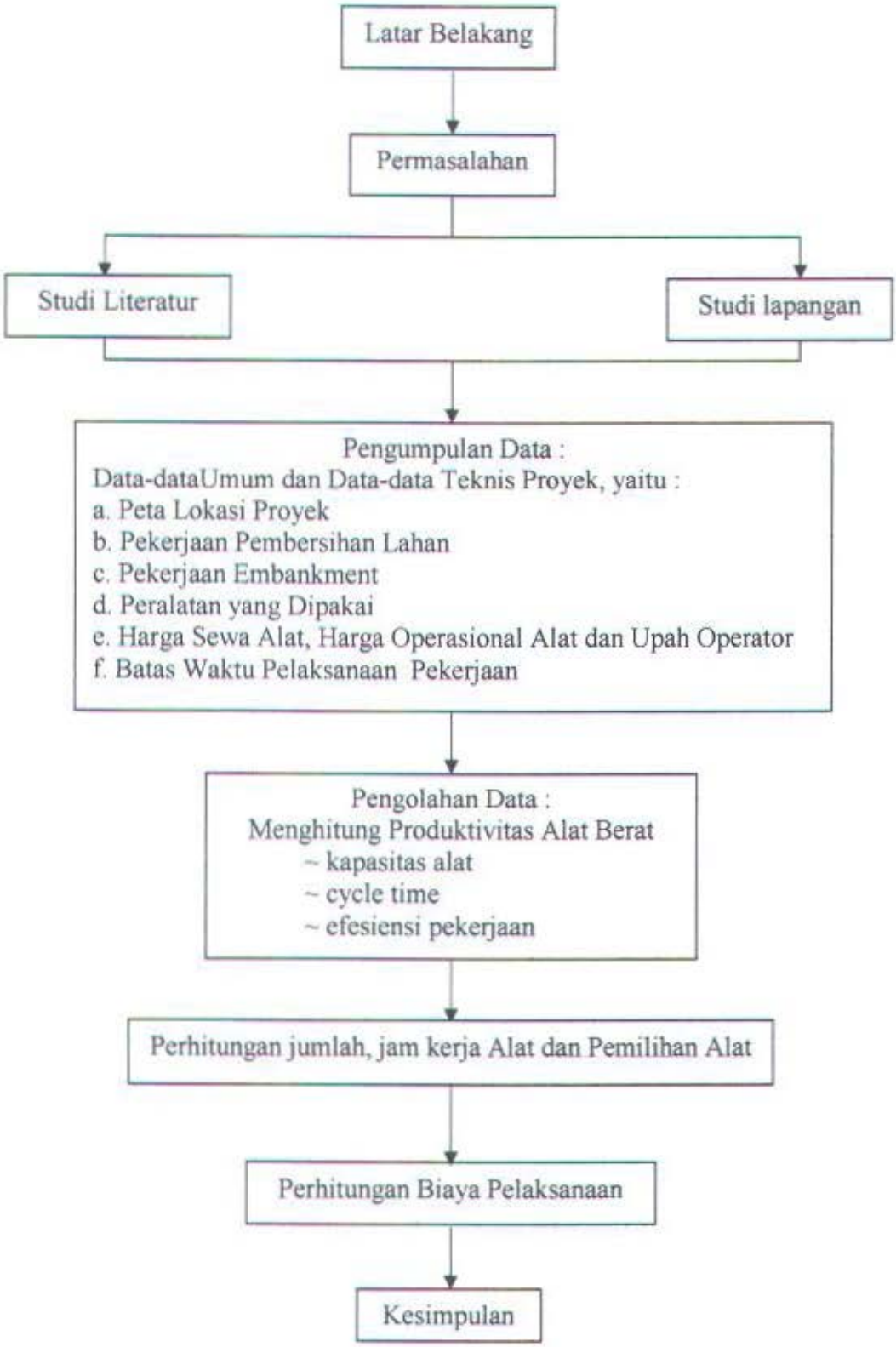
$$n = \frac{Vt}{TP * t}$$

Sedangkan untuk menghitung waktu penyelesaian pekerjaan oleh satu alat berat, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TP * n}$$

Dari perhitungan waktu penyelesaian di atas, dapat dihitung waktu idelnya, dengan cara: 8 jam dikurangi waktu penyelesaian. Kemudian dipilih idle time yang paling minimum dari beberapa alternative alat berat yang ditinjau.

e. Pembuatan jadwal pekerjaan
   i. Membuat tabel urutan pekerjaan
   ii. Membuat jadwal pekerjaan tanah dengan metode Precedence Diagram Methode (PDM)
f. Perhitungan biaya alat berat
   i. Menghitung biaya operasional tiap pekerjaan
   ii. Menghitung total biaya sewa alat berat tiap pekerjaan



Gambar 3.1 Bagan alir

BAB IV

PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH DI STADION PACITAN

BAB IV
PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH DI STADION PACITAN

4.1. Umum

Perencanaan penggunaan alat berat untuk pekerjaan tanah pada suatu proyek pada dasarnya adalah menunjang pekerjaan sipil agar terlaksana dengan waktu dan biaya yang lebih efektif. Banyaknya jenis pekerjaan dan bermacam-macamnya tipe alat, menuntut perencana untuk melakukan pemilihan alat berat dengan tepat.

Dalam melakukan pemilihan peralatan, harus dapat ditentukan lebih dahulu:

1. Jenis alat yang diperlukan sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan.
2. Model atau tipe alat yang diperlukan sesuai dengan keadaan medan, jenis material, dan ketinggian daerah pekerjaan.
3. Volume dan rencana waktu pelaksanaan pekerjaan.

Proyek Stadion Pacitan ini diharapkan dapat terlaksana sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan. Dengan perencanaan pemilihan alat berat yang tepat, hasil yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Produksi alat yang paling menguntungkan sesuai dengan keadaan medan, jenis material, dan jarak pemindahan tanah yang dikehendaki.
2. Harga satuan pekerjaan yang terkecil atau biaya operasi dan investasi yang paling kecil serta menguntungkandari kombinasi peralatan.
3. Jumlah peralatan yang paling minimum dari kombinasi peralatan.

4.2. Data Teknis Proyek

4.2.1. Data Proyek

a)	Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Stadion Olah raga Kabupaten Pacitan.
b)	Lokasi Proyek	: Kabupaten Pacitan
c)	Luas Stadion	: 80 072,08 m^2
d)	Waktu Pelaksanaan Proyek	: 117 hari
e)	Nilai Total Kontrak	: Rp 3.060.500.072,15

4.2.2. Pihak-pihak yang terlibat:

a)	Pemilik proyek	: Dinas Pemukiman dan Prasarana Wilayah Kabupaten Pacitan
b)	Konsultan	: CV Ratna
c)	Kontraktor	: CV Ratna

4.3. Pekerjaan Embankment

Pekerjaan ini pada proyek stadion adalah pekerjaan penimbunan yang bertujuan untuk membuat tinggi permukaan tanah setinggi elevasi yang direncanakan yaitu elevasi +1,5 m.

4.3.1. Proses Penggalian

Yang dimaksud dengan penggalian adalah memindahkan tanah dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Namun proses pekerjaan dalam melaksanakannya adalah berbeda-beda.

Gambar 4.1 Proses Pemindahan Tanah

Faktor-faktor yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut:

1) Skala proyek (besar atau kecilnya proyek)
2) Jarak angkut material ke tujuan akhir
3) Sifat fisik tanah
4) Keadaan atau kondisi lapangan

Sistem kerja pemindahan tanah dapat dilihat pada gambar 4.1.

Alat yang dapat digunakan adalah:

1. Alat penggali = Excavator
2. Pemuat = Wheel Loader, Excavator, Backhoe
3. Alat Pengangkut = Dump Truck

4.3.2. Proses Penimbunan Tanah

Pada dasarnya pekerjaan penimbunan adalah penambahan material/tanah sampai pada ketinggian elevasi yang sudah direncanakan. Proses pekerjaan ini disertai dengan pekerjaan perataan tanah, yaitu menyebarkan gundukan tanah dari buangan truk dan meratakannya.

Proyek Stadion Olah Raga Pacitan ini meliputi 2 jenis timbunan tanah, yaitu :

1. Lapisan bawah adalah timbunan tanah urug

   Lapisan ini penyebaran dan perataannya menggunakan bulldozer, disebabkan karena pada lapisan ini tanah hanya disebarkan tanpa ada syarat kemiringan khusus pada lapisan ini.

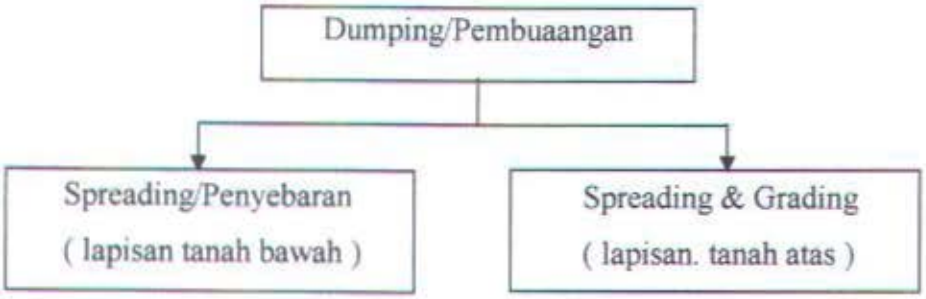
2. Lapisan atas adalah timbunan sirtu

   Penyebaran dan perataan lapisan atas ini memerlukan alat perata agar seluruh permukaan tanah dapat ditimbun dan diratakan sampai dengan elevasi yang sudah ditentukan (elv +1,5).

Sistem kerja penimbunan dan perataan tanah Stadion Pacitan dapat dilihat pada gambar 4.2

Alat yang bisa digunakan adalah sebagai berikut:

1. Alat penyebar material : Bulldozer, Motor Grader
2. Alat perata : Motor Grader



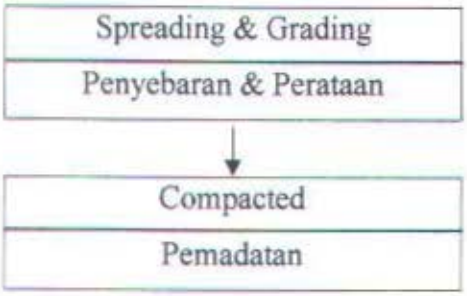
Gambar 4.2 Proses Penimbunan Tanah

4.3.3. Proses Pemadatan Tanah

Proses pemadatan tanah adalah pekerjaan mengurangi rongga-rongga udara antar butiran bahan yang cukup besar. Dengan demikian antar butiran bahan tersebut tersusun rapat satu sama lain. Proses pemadatan ini merupakan bagian dari unit pekerjaan tanah yang penting, sebab apabila di atas tanah didirikan suatu bangunan, maka bangunan akan kurang stabil jika tidak tanah tidak dipadatkan.

Sistem kerja pemadatan tanah dapat dilihat pada gambar 4.3

Alat yang bisa digunakan adalah : Vibratory Roller



Gambar 4.3 Proses Pemadatan tanah

BAB V

ANALISA PEMELIHARAAN ALAT

BAB V
ANALISA PEMILIHAN ALAT BERAT DAN BIAYA

5.1. Umum

Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat sehingga proyek berjalan lancar. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkaan biaya yang lebih besar.

Perencanaan pemilihan alat berat pada proyek Stadion Olah Raga Pacitan ini dimulai dengan perhitungan luas lahan, perhitungan volume tanah yang dibutuhkan dalam pekerjaan penimbunan, perhitungan taksiran produksi alat berat, dan perhitungan jumlah alat yang dibutuhkan.

5.2. Perhitungan Luas Lahan

Perhitungan luas lahan stadion dihitung dengan cara menarik titik-titik terluar lahan stadion, menjadi satu bentuk segiempat. Sehingga didapatkan bentuk gambar seperti pada gambar 5.1. Kemudian lahan dibagi menjadi beberapa bagian dan dihitung luasnya sebagai berikut:

(i) Luas segiempat

Luas	=	lebar x panjang	
Luas	=	352m x 392m	= 137 984,00 m^2
(ii) Luas luasan (1)	=	½ x 91m x 203,6m	= 9 263,80 m^2
Luas luasan (2)	=	148,4m x 91m	= 13 504,40 m^2
Luas luasan (3)	=	½ x 148,4m x 148,4m	= 11 011,28 m^2
Luas luasan (4)	=	½ x 152,6m x 274,8m	= 20 967,24 m^2
Luas luasan (5)	=	½ x 82m x 77,2m	= 3 165,20 m^2
Total luasan			= 57 911,92 m^2

(iii) Luas lahan stadion adalah

Luas = luas segiempat – total luasan

Luas = 137 984,00m^2 – 57 911,92m^2 = 80 072,08 m^2

5.3. Perhitungan Volume Timbunan

Perhitungan volume timbunan stadion dihitung dengan cara membuat 7 (1-7) garis vertikal dan 7 (A-G) garis horizontal.

i. Mencari Tinggi Timbunan

Garis 1

Panjang garis 1 (L) = 46m + 46m + 22m = 114m

Panjang per segmen (dL) = panjang OB' = 46m + 46m + 22m = 114m

Tinggi tanah (h) = elv(+0.25) – elv(-0.615) = 0,805m

Tinggi $dh = \frac{hxdL}{L}$

$$dh = \frac{0.805x114}{114} = 0{,}805 \text{ m}$$

Tinggi total tanah $\sum h = a_1$ = elv(+2.00) – elv(+0.25) + dh

a_1 = 1,75 + 0,805 = 2,615 m

ii. Mencari Volume Timbunan

Trapesium 1

Panjang sisi kiri = a = a_1 = 2,615 m

Panjang sisi kanan = b = a_2 = 2,266 m

Panjang sisi atas = l = 46 m

Luas bentuk 1 $= A = \frac{(a+b)xl}{2}$

$$= \frac{(2.615+2.266)x46}{2} = 112{,}262 \text{ m}^2$$

Lebar = z = 44m

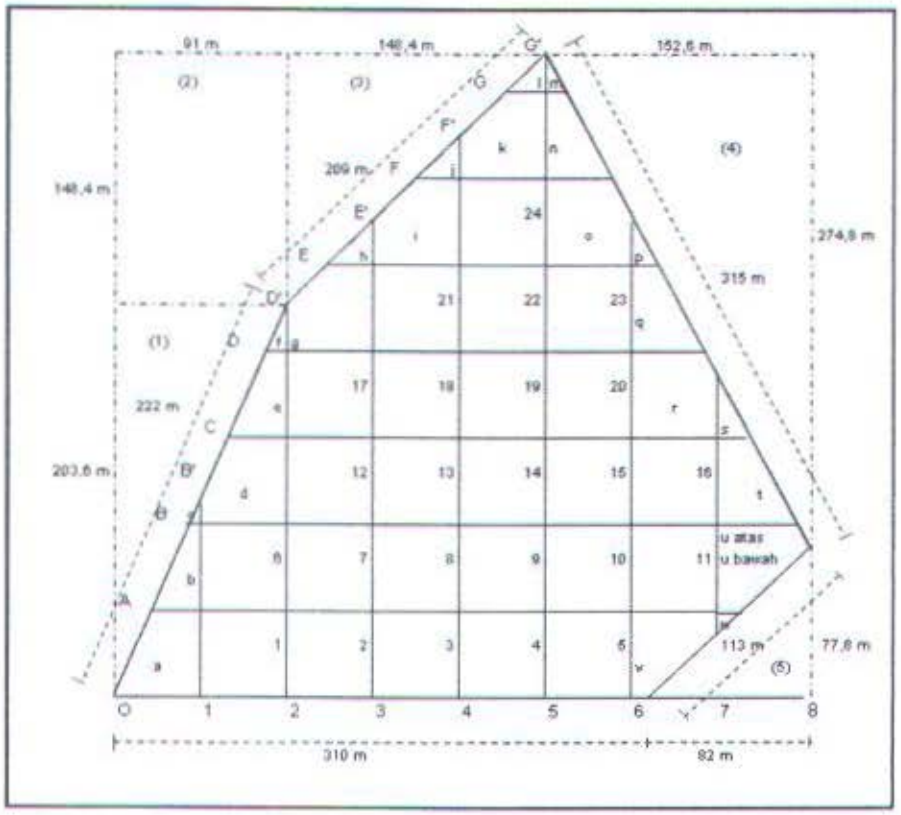
Volume = V = A x z = 112,262 x 44 = 4939,536 m^3

Selanjutnya untuk perhitungan volume lainnya akan ditabelkan pada lampiran.

Volume untuk timbunan tanah sirtu = 40 036,040 m^3

Volume untuk timbunan tanah urug = 98 917,664 m^3

Jumlah total volume timbunan = 138 953,704 m^3.



Gambar 5.1. Gambar Lokasi Lahan Hasil Pengolahan Penulis Untuk Mencari Luas Lahan dan Volume Timbunan

5.4. Perhitungan Taksiran Produksi Alat Berat

Jenis peralatan untuk pekerjaan embankment dengan alat mekanis ada bermacam-macam, baik dari segi fungsi dan kegunaannya, maupun manfaat khususnya. Oleh karena itu cara perhitungan taksiran produktivitas alatpun beraneka ragam.

5.4.1. Bulldozer

Produksi bulldozer per jam pada suatu penggusuran tanah adalah sebagai berikut:

$$TP = \frac{qx60xE}{CT}(m^3 / jam) \qquad \text{..... (3.1)}$$

Dimana :

TP	=	Taksiran Produksi	(m^3/jam)
q	=	Produksi per siklus	(m^3)
E	=	Effisiensi kerja	
CT	=	Waktu siklus	(menit)

Perhitungan menggunakaan bulldozer tipe D 41 P-3 dengan asumsi sebagai berikut :

a) Produksi per siklus (q)

$$q = L \times H^2 \times BF \ (m^3) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.1)$$

Dimana :

L = Lebar Sudu = 3.025 m

H = Tinggi Sudu = 0,92 m

BF = Faktor blade = 0,75 (tabel 5.2)

Jadi produksi per siklus bulldozer adalah :

$$q = 3{,}025 \times 0{,}92^2 \times 0{,}75$$
$$= 1{,}92 \ m^3$$

Tabel 5.1 Faktor Blade Untuk Bulldozer

Kondisi Operasi Untuk Dozing	Faktor Blade	
Mudah Digusur	Blade mendorong tanah penuh, untuk tanah yang loose, lepas, kandungan airnya rendah	1,00 – 0,90
Sedang	Blade tidak penuh mendorong tanah, untuk tanah dengan campuran gravel, pasir, atau lepas	0,90 – 0,70
Agak sukar digusur	Untuk tanah liat yang kandungan airnya tinggi, pasir tercampur kerikil, tanah liat yang keras	0,70 – 0,60
Sukar	Untuk batuan hasil ledakan atau batuan berukuran besar dab tertanam kuat pada tanah	0,60 – 0,40

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

b) Waktu siklus (CT)

F = Kecepatan Maju = 3,4 km/jam = 56,7 m/mnt

R = Kecepatan Mundur = 5,5 km/jam = 91,67 m/mnt

Z = Waktu ganti persneling = 0,05 mnt

J = jarak Gusur = 50 m

Jadi Waktu siklus (CT) $= \frac{50}{56{,}7} + \frac{50}{91{,}67} + 0{,}05$

$= 1{,}477$ menit

MILIK PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH - NOPEMBER

Faktor Effisiensi

Faktor Effisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.2)

Faktor Effisiensi kerja, medan biasa, keadaan alat biasa = 0,65 (tabel 2.3)

Faktor Effisiensi operator, ketrampilan jelek = 0,65 (tabel 2.4)

Jadi faktor effisiensi kerja = 0,83 x 0,65 x 0,65

= 0,35

Produktivitas bulldozer per jam adalah :

$$TP = \frac{1{,}92x60x0{,}35}{1{,}477} \ (m^3/jam)$$

$$= 27{,}30 \ m^3/jam$$

Dengan cara yang sama, perhitungan produktivitas bulldozer tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Perhitungan Produktivitas Bulldozer

Tipe	Kap. Blade (q) m^3	Effisiensi Kerja (E)	Jarak (J) m	Kecepatan Maju (F) km/jam	Kecepatan Mundur (R) km/jam	Waktu Tetap (Z) menit	Waktu Siklus (CT) menit	Prod. (Q) m^3/jam
D 41 P-3	1,92	0,35	50	3,40	5,50	0,05	1,4778	27,2836
D 53 A	2,21	0,35	50	3,20	5,80	0,05	1,5047	30,8425
D 70 LE	3,10	0,35	50	3,60	6,20	0,05	1,3672	47,6154
D 85 E SS	3,40	0,35	50	3,80	6,40	0,05	1,3082	54,5778
D 65 E	3,55	0,35	50	3,40	6,10	0,05	1,4242	52,3467

Sumber : Hasil Analisa Penulis

5.4.2. Excavator

Produktivitas per jam suatu excavator pada suatu pekerjaan penggalian dapat dihitung dengan menggunakan rumus 3.1, yaitu :

$$\boxed{TP = \frac{qx60xE}{CT} (m^3 / jam)}$$

Dimana :

TP	=	Taksiran Produksi	(m^3/jam)
q	=	Produksi per siklus	(m^3)
E	=	Effisiensi kerja	
CT	=	Waktu siklus	(menit)

Perhitungan menggunakaan Excavator tipe PC 100 dengan asumsi sebagai berikut :

c) Produksi per siklus (q)

$$q = KB \times BF \quad (m^3) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.2)$$

Dimana,

KB = Kapasitas Bucket = 0,55 (m^3)

BF = Faktor Bucket = 1,1 (tabel 5.3)

Jadi produksi per siklus excavator adalah =

q = 0,55 x 1,1

= 0,61 m^3

Tabel 5.3 Faktor Bucket Excavator

Kondisi Operasi / Penggalian		Faktor Bucket
Mudah	Tanah Clay, Agak Lunak	1,20 – 1,10
Sedang	Tanah Asli Kering, Berpasir	1,10 – 1,00
Agak Sulit	Tanah Asli Berpasir & berkerikil	1,00 – 0,90
Sulit	Tanah Keras Bekas Ledakan	0,90 – 0,70

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

d) Waktu Siklus (CT)

Waktu putar Excavator PC 100 = 12 detik (tabel 5.5)

Faktor kedalaman dan kondisi penggalian, normal = 1 (tabel 5.4)

Jadi waktu siklus Excavator adalah

CT = 12 detik x 1

= 12 detik = 0,20 menit

Faktor Effisiensi

Faktor Effisiensi Kerja, kurang baik = 0,67 (tabel 5.6)

Faktor Effisiensi Waktu, normal = 0,83 (tabel 2.2)

Jadi Faktor Effisiensi Excavator adalah

E = 0,67 x 0,83

= 0,556

Maka produksi kerja Excavator per jam adalah

$$TP = \frac{0{,}61 x 60 x 0{,}556}{0{,}20} = 100{,}914 \ (m^3/jam)$$

Tabel 5.4 Kedalaman dan Kondisi Penggalian Excavator

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

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

Tabel 5.5 Standar Cycle Time Excavator

Model	Swing Angle		Model	Swing Angle	
	45 - 90	90 - 180		45 - 90	90 - 180
PC 60	10 - 13	13 - 16	PC 210	14 - 17	17 - 20
PW 60	10 - 13	13 - 16	PW 210	14 - 17	17 - 20
PC 80	11 - 14	14 - 17	PC 220	14 - 17	17 - 20
PC 100	11 - 14	14 - 17	PC 240	15 - 18	18 - 21
PW 100	11 - 14	14 - 17	PC 280	15 - 18	18 - 21
PC 120	11 - 14	14 - 17	PC 300	15 - 18	18 - 21
PC 150	13 - 16	16 - 19	PC 360	16 - 19	19 - 22
PW 150	13 - 16	16 - 19	PC 400	16 - 19	19 - 22
PC 180	13 - 16	16 - 19	PC 650	18 - 21	21 - 24
PC 200	13 - 16	16 - 19	PC 1000	22 - 25	25 - 28

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

Tabel 5.6 Faktor Effisiensi Kerja Excavator

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

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

Dengan cara yang sama, perhitungan produktivitas excavator tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.7

Tabel 5.7 Perhitungan Produktivitas Excavator

Tipe	Kapasitas Blade (q) m^3	Faktor Bucket (BF)	Effisiensi Kerja (E)	Waktu Siklus (CT) menit	Produktivitas (TP) m^3/jam
a	b	c	d	e	f=b*c*60*d/e
PC 100	0,55	1,10	0,556	0,20	100,914
PC 200	0,80	1,10	0,556	0,25	117,427
PC 300	1,30	1,10	0,556	0,28	170,374
PC 400	1,80	1,10	0,556	0,30	220,176

Sumber : Hasil Analisa Penulis

5.4.3 Motor Grader

Produksi suatu motor grader per jam pada pekerjaan perataan tanah adalah sebagai berikut:

$$TP = \frac{60xVxWxE}{N}(m^2 / jam) \qquad \text{..... (5.3)}$$

Dimana : TP = Taksiran Produksi (m^2/jam)

V = Kecepatan Rata-rata (km/jam)

W = Lebar Efektif (m)

E = Effisiensi

N = Jumlah Passing yang Diperlukan

Perhitungan menggunakan Motor Grader tipe GD 31 – 3H dengan asumsi sebagai berikut :

a) Lebar Effektif (W)

Panjang bladefektif = 2,395 m

Lebar overlap = 0,3 m

Maka lebar efektifnya adalah :

W = (Le – Lo)

= (2,395 – 0,3) = 1,890 m

b) Kecepatan Kerja (V)

Kecepatan kerja = 4 km/jam = 66,67 m/menit

Kecepatan kerja motor grader untuk berbagai keperluan adalah sebagai berikut :

Perbaikan jalan = 2,0 – 6,0 km/jam

Pembuatan Trens	= 1,6 – 4,0	km/jam
Perataan tebing	= 1,6 – 2,6	km/jam
Perataan medan	= 1,6 – 5,0	km/jam
Lenelling	= 2,0 – 8,0	km/jam
Penggusuran salju	= 7,0 – 25	km/jam

c) Effisiensi (E)

Faktor Effisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.2)

Faktor Effisiensi kerja, medan biasa, keadaan alat biasa = 0,65 (tabel 2.3)

Faktor Effisiensi operator, ketrampilan jelek = 0,65 (tabel 2.4)

Jadi faktor effisiensi kerja = 0,83 x 0,65 x 0,65

= 0,35

Produktivitas motor grader per jam adalah :

$$TP = \frac{60x66,67x1,89x0,35}{4} \ (m^2/jam)$$

$$= 661,53 \ m^2/jam$$

Dengan cara yang sama, perhitungan produktivitas bulldozer tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.8

Tabel 5.8 Perhitungan Produktivitas Motor Grader

Model	Panjang Pisau (mm)	Le - Lo (mm)	Kecp. km/jam	Jumlah Laluan (N)	Effisiensi Kerja (E)	Produktivitas (TP) (m²/jam)
a	b	c	d	e	f	g=(60*c/1000*d*16,67*f)/e
GD 31 - 3H	2395	1890	4	4	0,35	661,500
GD 200 - A1	2200	1600	4	4	0,35	560,000
GD 300 - A1	3100	2390	4	4	0,35	836,500
GD 500 - R2	3710	2910	4	4	0,35	1018,500

Sumber : Hasil Analisa Penulis

5.4.4. Dump Truck

A. Dump Truck Dikombinasikan Dengan Wheel Loader

Produksi Dump Truck yang dikombinasikan dengan Wheel Loader dapat dihitung dengan menggunakan rumus 3.1, yaitu :

$$TP = \frac{Cx60xFK}{CT} (m^3 / jam)$$

Dimana : TP = Taksiran Produksi (m^3/jam)

C = Produksi per siklus (m^3)

E = Faktor Effisiensi

CT = Waktu Siklus (menit)

Contoh perhitungan menggunakan Dump Trick tipe CWA 18 T yang dikombinasikan dengan Wheel Loader WA 250-1 dengan asumsi sebagai berikut :

1) Waktu Siklus

Perhitungan Waktu siklus Dump Truck terlebih dahulu harus menghitung:

a) Waktu Muat Loader

Waktu Muat Wheel Loader dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Cms} = \frac{J}{V1} + \frac{J}{V2} + \text{FT} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.4)$$

dimana : J = Jarak angkut = 10 m

V1= Kecepatan saat bucket bermuatan = 7 km/jam = 116,67 m/menit

V2= Kecepatan saat bucket kosong = 10 km/jam = 166,67 m/menit

FT= Fixed Time = 0,35 menit (Rochmanhadi, 1977)

Jadi waktu siklus loader

$$\text{Cms} = \frac{J}{V1} + \frac{J}{V2} + \text{FT}$$

$$= \frac{10}{116{,}67} + \frac{10}{166{,}67} + 0{,}35 = 0{,}50 \text{ menit}$$

Jumlah siklus yang diperlukan loader untuk mengisi dump truck (n) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{\text{Kapasitas Rata}^2 \text{ Dump Truck}}{\text{Kapasitas Bucket x Faktor Bucket}}$$

$$= \frac{10}{1{,}7x0{,}8} = 7 \text{ kali}$$

Waktu muat dump truck adalah sebagai berikut :

Waktu muat = n x Cms

= 7 x 0,50 = 3,5 menit

Tabel 5.9 Faktor Bucket

Kelompok Meterial		Faktor Muatan	
		Tanah Tebing (asli)	Tanah Gembur
Butir Campuran Lembab		0,95 - 1,00	0,95 - 1,00
Butir Seragam	Sampai 3 mm	0,95 - 1,00	
	3 mm - 9 mm	0,90 - 0,95	
	12 mm - 20 mm	0,85 - 0,90	
	20 mm lebih	0,75 - 0,85	
Material Hasil Ledakan	Diledakkan baik	0,95 - 1,00	
	Diledakkan sedang	0,95 - 1,00	
	Diledakkan buruk (dengan blok-blok batu)	0,95 - 1,00	
Lempung Lembab			1,00 - 1,10
tanah, batu besar, berakal			0,80 - 1,00

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

b) Waktu Berangkat dan Waktu Kembali

$$Ct = \frac{J}{V1} + \frac{J}{V2}$$

Dimana, J = Jarak angkut = 1,5 km

V1 = Kecepatan angkut = 30 km/jam = 500,0 m/menit

V2 = Kecepatan kembali = 40 km/jam = 666,7 m/menit

$$Ct = \frac{1500}{500,0} + \frac{1500}{666,7} = 5,25 \text{ menit}$$

c) Waktu Dumping dan Waktu Siap Loading

Waktu dumping, t_1 = 1,5 menit (tabel 5.10)

Waktu loading, t_2 = 0,4 menit (tabel 5.10)

Tabel 5.10 Waktu Dumping dan Waktu Loading Dump Truck

Kondisi Operasi	Waktu Dumping (t_1)	Waktu Loading (t_2)
Baik	0,50 – 0,70	0,10 – 0,20
Sedang	1,00 – 1,30	0,25 – 0,35
Buruk	1,50 – 2,00	0,40 – 0,50

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

Jadi total waktu siklus dump truck adalah :

$$CT = \text{Waktu muat} + Ct + t_1 + t_2$$

$$= 3,5 + 5,25 + 1,5 + 0,4 \quad = 10,62 \text{ menit}$$

2) Produksi per Siklus

Produksi per siklus dump truck dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = n \times KB \times BF$$

$$= 7 \times 1,7 \times 0,8 = 9,52 \text{ m}^3$$

3) Faktor Effisiensi

Faktor Effisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.2)

Faktor Effisiensi operator, ketrampilan jelek = 0,65 (tabel 2.4)

Jadi faktor koreksi adalah :

$$E = 0,83 \times 0,65 = 0,54$$

Jadi produktivitas dump truck yang dikombinasikan dengan wheel loader per jam adalah :

$$TP = \frac{Cx60xE}{CT}$$

$$= \frac{9{,}52x60x0{,}54}{10{,}62} \qquad = 29{,}04\ m^3/jam$$

Dengan cara yang sama, perhitungan produksi Dump Truck yang dikombinasikan dengan Wheel Loader dapat dilihat pada tabel 5.11

B. Dump Truk Dikombinasikan Dengan Excavator

Sebagai contoh perhitungan digunakan Dump Truck tipe CWA 18 t yang dikombinasikan dengan Excavator tipe PC 200 dengan memakai rumus 3.1 yaitu :

$$TP = \frac{Cx60xE}{CT}(m^3 / jam)$$

Dimana : TP = Taksiran Produksi (m^3/jam)

C = Produksi per siklus (m^3)

E = Faktor Effisiensi

CT = Waktu Siklus (menit)

a) Produksi per siklus (C)

Jumlah rit pemuatan/loading truck yang dilakukan oleh Excavator (n) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{\text{Kapasitas Rata}^2\text{ Dump Truck}}{\text{Kapasitas Bucket x Faktor Bucket}}$$

$$= \frac{10}{0{,}55x1{,}1} = 17 \text{ kali}$$

Jadi produksi per siklus dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = n \times KB \times BF \quad (m^3) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5.5)$$

Dimana, n = Jumlah rit pemuatan = 17 kali

KB = Kapasitas Bucket = 0,55 (m^3)

BF = Faktor Bucket = 1,1 (tabel 5.3)

Tabel 5.11 Perhitungan Produktivitas Dump Truck yang Dikombinasikan dengan Wheel Loader

Tipe		Kapasitas		Faktor	Loading	Kapasitas	Jarak
Wheel Loader	D.T	Bucket	Truck KB	Bucket BF	Truck n	Vessel C	Angkut J
		(m³)	(m³)			(m³)	(m)
a	b	c	d	e	f	g=d*e*f	h
WA 250	CWB 10t	1,7	5,5	0,8	4	17,6	10
WA 500	CWB 10t	4	5,5	0,8	2	8,8	10
WA 250	CWA 18t	1,7	10	0,8	7	56	10
WA 500	CWA 18t	4	10	0,8	4	32	10
WA 250	CWB 25t	1,7	14	0,8	10	112	10
WA 500	CWB 25t	4	14	0,8	5	56	10

Sumber : Hasil Analisa Penulis

... lanjutan

Kec. W.Loader		Waktu	Wkt Siklus	Waktu	Faktor	Jrk.Angkut	Kec.
Bermuatan V1	Kosong V2	Tetap FT	Wl. Loader Cms	Muat	Koreksi FK	DT J	Angkut V1
(m/menit)	(m/menit)	(menit)	(menit)	(menit)		(m)	(km/jam)
i	j	k	l=h/i+h/j+k	m=f*l	n	o	p
116,67	166,67	0,35	0,496	1,983	0,54	1500	35
175	225	0,4	0,502	1,003	0,54	1500	35
116,67	166,67	0,35	0,496	3,470	0,54	1500	30
175	225	0,4	0,502	2,006	0,54	1500	30
116,67	166,67	0,35	0,496	4,957	0,54	1500	25
175	225	0,4	0,502	2,508	0,54	1500	25

Sumber : Hasil Analisa Penulis

...lanjutan

Kec. Kembali V2	Waktu Dumping t1	Waktu Loading t2	Wkt Siklus DT Ct	Prod.Per Siklus C	Produktivitas TP
(km/jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(m³)	(m³/jam)
q	r	s	t=(o/p*0,06)+(o/q*0,06)+r+s+m	u=f*c*e	v=60*u*n/t
40	1,5	0,4	8,704	5,44	20,2494
40	1,5	0,4	7,725	6,4	26,8441
40	1,5	0,4	10,620	9,52	29,0441
40	1,5	0,4	9,156	12,8	45,2932
35	1,5	0,4	13,029	13,6	33,8211
35	1,5	0,4	10,579	16	49,0011

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Jadi produksi per siklus excavator adalah =

$$C = 17 \times 0{,}55 \times 1{,}1$$
$$= 10{,}29\ m^3$$

b) Faktor Effisiensi

Faktor Effisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.2)

Faktor Effisiensi kerja, medan biasa, keadaan alat biasa = 0,65 (tabel 2.3)

Faktor Effisiensi operator, ketrampilan jelek = 0,65 (tabel 2.4)

Jadi faktor effisiensi kerja (E) = 0,83 x 0,65 x 0,65

= 0,35

c) Waktu Siklus (CT)

Waktu siklus dump truck dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\boxed{CT = HT + RT + t_1 + t_2 \text{ (menit)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.6)$$

Dimana, CT = Waktu siklus (menit)

HT = Waktu angkut (menit)

RT = Waktu kembali (menit)

t_1 = Waktu dumping (menit)

t_2 = Waktu atur posisi muat (menit)

Perhitungan waktu siklus dihitung dengan asumsi sebagai berikut:

I. Waktu Angkut (HT)

Waktu angkut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\boxed{HT = \frac{J}{V1}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.7)$$

Dimana,

J = jarak angkut dump truck = 1,5 km = 1500 m

V1 = kecepatan angkut dump truck = 30 km/jam = 500 m/mnt

Maka waktu yang dibutuhkan dump truck untuk mengangkut material adalah :

$$HT = \frac{1500}{500} = 3 \text{ menit}$$

2. **Waktu Kembali (RT)**

Waktu kembali dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$RT = \frac{J}{V2} \quad \text{.....} \quad (5.8)$$

Dimana,

J = jarak angkut dump truck = 1,5 km = 1500 m

V1 = kec. kembali dump truck = 40 km/jam = 666,67 m/menit

Maka waktu yang dibutuhkan dump truck untuk kembali adalah :

$$RT = \frac{1500}{666{,}67} = 2{,}25 \text{ menit}$$

3. **Waktu dumping (t_1)**

Waktu dumping, t_1 = 1,5 menit (tabel 5.10)

4. **Waktu loading (t_2)**

Waktu loading, t_2 = 0,4 menit (tabel 5.10)

Maka waktu siklus Dump truck adalah :

$$CT = HT + RT + t_1 + t_2 \quad \text{(menit)}$$

$$= 3 + 2{,}25 + 1{,}5 + 0{,}4$$

$$= 7{,}15 \text{ menit}$$

Jadi produksi dump truck per jam adalah :

$$TP = \frac{Cx60xE}{CT}$$

$$= \frac{10{,}29x60x0{,}35}{7{,}15} = 30{,}21 \text{ m}^3\text{/jam}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan produksi Dump Truck yang dikombinasikan dengan Excavator dapat dilihat pada tabel 5.12

Tabel 5.12 Perhitungan Produktivitas Dump Truck yang Dikombinasikan dengan Excavator

Tipe		Kap. Exc	Kap. D.T	Fakt. Bucket	Loading Truck	Kap. Vessel	Wkt Siklus Excavator	Faktor Koreksi
Exc	D.T	KB		BF	n	C	Ct	FK
		(m^3)	(m^3)			(m^3)	(detik)	
a	b	c	d	e	f	g=f*e*c	h	i
PC. 100	CWB 10t	0,55	5,50	1,1	10	6,05	12	0,35
PC. 200	CWB 10t	0,80	5,50	1,1	7	6,16	15	0,35
PC. 300	CWB 10t	1,30	5,50	1,1	4	5,72	17	0,35
PC. 100	CWA 18t	0,55	10,00	1,1	17	10,29	12	0,35
PC. 200	CWA 18t	0,80	10,00	1,1	12	10,56	15	0,35
PC. 300	CWA 18t	1,30	10,00	1,1	7	10,01	17	0,35
PC. 100	CWB 25t	0,55	14,00	1,1	24	14,52	12	0,35
PC. 200	CWB 25t	0,80	14,00	1,1	16	14,08	15	0,35
PC. 300	CWB 25t	1,30	14,00	1,1	10	14,30	17	0,35

Sumber : Hasil Analisa Penulis

...lanjutan

Jarak Angkut	Kec. Angkut	Kec. Kembali	Waktu Dumping	Waktu Posisi Muat	Waktu Siklus DT	Prod DT
J	V1	V2	t1	t2	CT	TP
(km)	(km/jam)	(km/jam)	(menit)	(menit)	(menit)	(m^3/jam)
j	k	l	m	n	o = (j*1000/k*0,06)+ (j*1000/l*0,06)+m+n	p=g*60*i/o
1,5	35	40	1,5	0,4	6,721	18,902
1,5	35	40	1,5	0,4	6,721	19,246
1,5	35	40	1,5	0,4	6,721	17,871
1,5	30	40	1,5	0,4	7,150	30,208
1,5	30	40	1,5	0,4	7,150	31,015
1,5	30	40	1,5	0,4	7,150	29,400
1,5	25	35	1,5	0,4	8,071	37,778
1,5	25	35	1,5	0,4	8,071	36,633
1,5	25	35	1,5	0,4	8,071	37,205

Sumber : Hasil Analisa Penulis

5.4.5. Compactor

Produksi per jam suatu compactor pada pekerjaan tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TP = \frac{WxLxSxE}{P}(m^3 / jam) \quad \text{.....} \quad (5.9)$$

dimana, TP = Taksiran Produksi (m^3/jam)

W = Lebar Pemadatan (m)

L = Tebal lapisan (m)

S = Kecepatan rata-rata (km/jam)

FK = Faktor Effisiensi

P = Jumlah laluan

Perhitungan menggunakan Vibration Roller tipe JV 100 A-1 dengan asumsi sebagai berikut :

Faktor Effisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.2)

Faktor Effisiensi kerja, medan biasa, keadaan alat biasa = 0,65 (tabel 2.3)

Faktor Effisiensi operator, ketrampilan jelek = 0,65 (tabel 2.4)

Jadi faktor effisiensi kerja (E) = 0,83 x 0,65 x 0,65

= 0,35

Lebar pemadatan (W) = 2,13 m

Tebal Pemadatan (L) = 0,2 m

Kecepatan rata-rata (S) = 10 km/jam = 10000 m/jam

Jumlah laluan (P) = 10

Maka produksi Vibration Roller per jam adalah :

$$TP = \frac{2{,}13x0{,}2x10000x0{,}35}{10} = 149{,}100 \text{ m}^3\text{/jam}$$

Tabel 5.13 Perhitungan Produksi Compactor

Jenis	Lebar Pemadatan W (m)	Tebal Pemadatan L (m)	Kecp. Rata-Rata S (m/jam)	Jumlah Laluan P	Faktor Koreksi FK	Produktivitas TP m³/jam
a	B	c	d	e	f	g=b*c*d*f/e
JV 100 A-1	2,13	0,2	10000	10	0,35	149,100
BW 142 PD	1,426	0,2	7500	10	0,35	74,865
BW 212	2,12	0,2	9600	10	0,35	142,464

Sumber : Hasil Analisa Penulis

5.5. Perhitungan Jumlah dan Pemilihan Alat Berat

Dalam menentukan jumlah dan lama waktu penggunaan alat berat yang diperlukan, perhitungan berdasarkan atas volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Perhitungan dibedakan untuk tiap pekerjaan. Pekerjaan yang akan ditinju adalah pekerjaan pembersihan lahan, urugan jalan masuk, pekerjaan urugan tanah, pekerjaan urugan tanah sirtu, dan pemadatan tanah

5.5.1. Pekerjaan Pembersihan Lahan

Pekerjaan pembersihan lahan stadion atau pekerjaan remove top soil adalah proses membersihkan tanah dari bekas-bekas tanaman gulma yang sebelumnya sudah tumbuh. Alat berat yang dipakai adalah Bulldozer. Beberapa tipe bullbozer yang akan ditinju adalah D 41 P-3, D 53 A, D 70 LE, D 85 E SS, D 65 E.

Sebagai contoh, untuk pekerjaan remove top soil, Bulldozer yang digunakan dalam perhitungan adalah Bulldozer tipe D41 P-3. Untuk menghitung jumlah bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 11 hari = 88 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 2669,069 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{2669{,}069}{27{,}2837x88} = 1{,}11 \approx 2 \text{ buah}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah bulldozer yang diperlukan	= 2 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 2669,069 m^3

TP = Taksiran produksi = 27,2837 m^3/jam

t = Lama waktu yang diperlukan bulldozer

Maka waktu yang diperlukan oleh bulldozer untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{2669,069}{27,2837x2} = 48,913 \text{ jam}$$

t = 48,913 jam/11 hari = 4,45 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 4,45 jam = 3,55 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Bulldozer dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.14

Tabel 5.14 Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Pembersihan Lahan.

Jenis Alat	Produksi Alat TP (m^3/jam)	Volume Pekerjaan m^3	Renc. Penye-lesaian T (jam)	Jumlah Alat n	Jumlah Alat yang dipakai n	Wkt penylsaian dg n alat t (jam)	Wkt penylsaian per hari (jam)	Idle Time (jam)	Ket.
a	b	c	d	e=c/(b*d)	f	g=c/(b*f)	h=g/11hr	i=8jam-h	j
BULLDOZER									
D 41 P-3	27,2837	2669,069	88	1,11	1	97,827	8,89	-0,89	lembur 0,89 jm
D 53 A	30,8425	2669,069	88	0,98	1	86,539	7,87	0,13	-
D 70 LE	47,6154	2669,069	88	0,64	1	56,055	5,10	2,90	-
D 85 E SS	54,5778	2669,069	88	0,56	1	48,904	4,45	3,55	-
D 65 E	52,3468	2669,069	88	0,58	1	50,988	4,64	3,36	-

Sumber : hasil analisa penulis

5.5.2. Pekerjaan Urugan Jalan Masuk

Pekerjaan urugan jalan masuk mempunyai dua item pekerjaan yang harus dikerjakan yaitu pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan penimbunan-perataan tanah. Setiap pekerjaan akan dijelaskan sebagai berikut.

5.5.2.1. Pekerjaan Pemindahan Tanah

Pekerjaan ini adalah proses pemindahan tanah dari quarry ke lokasi stadion. Alat-alat berat yang dipakai adalah Dump Truck (alat pemuat) yang dikombinasikan dengan Excavator atau Wheel Loader (alat penggali). Beberapa tipe Excavator yang ditinjau adalah tipe PC-100, PC-200, PC-300. Sedangkan tipe Dump Truck yang

ditinjau adalah tipe CWB 10t, CWA 18t, CWB 25t. Dan tipe Wheel Loader yang ditinjau adalah tipe WA 250 dan tipe WA 500

Contoh perhitungan untuk mencari jumlah alat berat dan lama waktu penggunaannya adalah sebagai berikut :

1. Kombinasi Dump Truck dengan Excavator

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemindahan tanah, Dump Truck yang dikombinasikan dengan Excavator yang digunakan dalam perhitungan adalah dump truck tipe CWB 10t dan Excavator PC-100. Untuk menghitung jumlah dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu:

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 7 hari = 56 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 3900*1,09 = 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 18,902 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{4251}{18{,}902x56} = 4{,}02 \approx 5 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu:

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah dump truck yang diperlukan	= 5 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 18,902 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan dump truck	

Maka waktu yang diperlukan oleh dump truck untuk menyelesaikan pekerjaan pemindahn tanah adalah :

$$t = \frac{4251}{18{,}902x5} = 44{,}979 \text{ jam}$$

t = 44,979 jam/7 hari = 6,43 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,37 jam = 1,57 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Dump Truck dan Excavator dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.15

2. Kombinasi Dump Truck dengan Wheel Loader

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemindahan tanah, Dump Truck yang dikombinasikan dengan Wheel Loader, yang digunakan dalam perhitungan adalah dump truck tipe CWB 10t dan WA 250. Untuk menghitung jumlah dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$\boxed{n = \frac{Vt}{TPxT}}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 7 hari = 56 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 3900*1,09 = 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 20,2494 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{4251}{20{,}2494x56} = 3{,}75 \approx 4 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$\boxed{t = \frac{Vt}{TPxn}}$$

Dimana,

n	= Jumlah dump truck yang diperlukan	= 4 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 3900*1,09 = 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 20,2494 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan dump truck	

Maka waktu yang diperlukan oleh dump truck untuk menyelesaikan pekerjaan pemindahan tanah adalah :

$$t = \frac{4251}{20{,}2494x4} = 52{,}483 \text{ jam}$$

t = 52,483 jam/7 hari = 7,50 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,50 jam = 0,50 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Dump truck dan Wheel Loader dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.15.

5.5.2.2. Pekerjaan Penimbunan dan Perataan Tanah

Pekerjaan ini adalah proses menimbun tanah yang telah dibawa oleh dump truck dari quarry. Alat-alat berat yang akan dipakai dalam pekerjaan ini adalah bulldozer atau motor grader. Tipe bulldozer yang ditinjau adalah D 41 P-3, D 53 A, D 70 LE, D 85 E SS, D 65 E. sedangkan tipe motor grader yang ditinjau adalah GD 31–3H, GD 200-A1, GD 300-A1, GD 500-R2.

A. Bulldozer

Sebagai contoh, untuk pekerjaan menimbun dan meratakan tanah, Bulldozer yang digunakan dalam perhitungan adalah Bulldozer tipe D41 P-3. Untuk menghitung jumlah bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$\boxed{n = \frac{Vt}{TPxT}}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 7 hari = 56 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 3900*1,09 = 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{4251}{27{,}2837x56} = 2{,}78 \approx 3 \text{ buah}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah bulldozer yang diperlukan	= 3 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan bulldozer	

Maka waktu yang diperlukan oleh bulldozer untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{4251}{27{,}2837x3} = 51{,}936 \text{ jam}$$

t = 51,936 jam/7 hari = 7,42 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,42 jam = 0,58 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Bulldozer dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.15.

B. Motor Grader

Sebagai contoh, untuk pekerjaan menimbun dan meratakan, Motor Grader yang digunakan dalam perhitungan adalah Motor Grader tipe GD 31-3H. Untuk menghitung jumlah motor grader, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu:

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 7 hari = 56 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 3900*1,09 = 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 661,50 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{4251}{661{,}50x56} = 0{,}11 \approx 1 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan motor grader, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu:

$$\boxed{t = \frac{Vt}{TPxn}}$$

Dimana,

n	= Jumlah motor grader yang diperlukan	= 1 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 4251 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 661,50 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan motor grader	

Maka waktu yang diperlukan oleh motor grader untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{4251}{661{,}50x1} = 6{,}426 \text{ jam}$$

t = 6,426 jam/7 hari = 0,92 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 0,92 jam = 7,08 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Motor Grader dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.15.

Tabel 5.15

Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Urugan Jalan Masuk

	Jenis Alat		Produksi Alat TP (m³/jam)	Volume Pekerjaan m³	Rencana Penyelesaian T (jam)	Jumlah Alat n	Jumlah Alat yang Dipakai (n)	Wkt penyelesaian dg n alat t (jam)	Wkt penyelesaian per hari (jam)	Idle Time (jam)	Keterangan
	a		b	c	d	e=c/(b*d)	f	g=c/(b*f)	h=g/7hr	i=8jam-h	j
Pekerjaan Pemindahan Tanah											
Kombinasi Dump Truck Dengan Excavator											
Dump Truck	Exc	D.T									
	PC. 100	CWB 10t	18,902	4251	56	4,02	4	56,224	8,03	-0,03	lembur 0,03 jm
	PC. 200	CWB 10t	19,246	4251	56	3,94	4	55,219	7,89	0,11	-
	PC. 300	CWB 10t	17,871	4251	56	4,25	4	59,468	8,50	-0,50	lembur 0,50 jm
	PC. 100	CWA 18t	30,208	4251	56	2,51	3	46,908	6,70	1,30	-
	PC. 200	CWA 18t	31,015	4251	56	2,45	3	45,688	6,53	1,47	-
	PC. 300	CWA 18t	29,400	4251	56	2,58	3	48,197	6,89	1,11	-
	PC. 100	CWB 25t	37,778	4251	56	2,01	2	56,263	8,04	-0,04	lembur 0,04 jm
	PC. 200	CWB 25t	36,633	4251	56	2,07	2	58,021	8,29	-0,29	lembur 0,29 jm
	PC. 300	CWB 25t	37,205	4251	56	2,04	2	57,129	8,16	-0,16	lembur 0,16 jm
Kombinasi Dump Truck Dengan Loader											
Dump Truck	W.Loader	D.T									
	WA 250	CWB 10t	20,2494	4251	56	3,75	4	52,483	7,50	0,50	-
	WA 500	CWB 10t	26,8441	4251	56	2,83	3	52,786	7,54	0,46	-
	WA 250	CWA 18t	29,0441	4251	56	2,61	3	48,788	6,97	1,03	-
	WA 500	CWA 18t	45,2932	4251	56	1,68	2	46,928	6,70	1,30	-
	WA 250	CWB 25t	33,8211	4251	56	2,24	2	62,845	8,98	-0,98	lembur 0,98 jm
	WA 500	CWB 25t	49,0011	4251	56	1,55	2	43,377	6,20	1,80	-
Pekerjaan Penimbunan Dan Perataan Tanah											
Bulldozer	D 41 P-3		27,2837	4251	56	2,78	3	51,936	7,42	0,58	-
	D 53 A		30,8425	4251	56	2,46	3	45,943	6,56	1,44	-
	D 70 LE		47,6154	4251	56	1,59	2	44,639	6,38	1,62	-
	D 85 E SS		54,5778	4251	56	1,39	2	38,944	5,56	2,44	-
	D 65 E		52,3468	4251	56	1,45	2	40,604	5,80	2,20	-
Motor Grader	GD 31 - 3H		661,50	4251	56	0,11	1	6,426	0,92	7,08	-
	GD 200 - A1		560,00	4251	56	0,14	1	7,591	1,08	6,92	-
	GD 300 - A1		836,50	4251	56	0,09	1	5,082	0,73	7,27	-
	GD 500 - R2		1018,50	4251	56	0,07	1	4,174	0,60	7,40	-

sumber : analisa penulis

5.5.3. Pekerjaan Urugan Tanah

Pekerjaan urugan tanah untuk stadion mempunyai dua item pekerjaan yang harus dikerjakan yaitu pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan penimbunan-perataan tanah. Setiap pekerjaan akan diuraikan sebagai berikut.

5.5.3.1. Pekerjaan Pemindahan Tanah

Pekerjaan ini adalah proses pemindahan tanah dari quarry ke lokasi stadion. Alat-alat berat yang dipakai adalah Dump Truck (alat pemuat) yang dikombinasikan dengan Excavator atau Wheel Loader (alat penggali). Beberapa tipe Excavator yang ditinjau adalah tipe PC-100, PC-200, PC-300. Sedangkan tipe Dump Truck yang ditinjau adalah tipe CWB 10t, CWA 18t, CWB 25t. Dan tipe Wheel Loader yang ditinjau adalah tipe WA 250 dan WA 500.

Contoh perhitungan untuk mencari jumlah alat berat dan lama waktu penggunaannya adalah sebagai berikut :

1. Kombinasi Dump Truck dengan Excavator

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemindahan tanah, Dump Truck yang dikombinasikan dengan Excavator yang digunakan dalam perhitungan adalah dump truck tipe CWB 10t dan Excavator PC-100. Untuk menghitung jumlah dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 91 hari = 728 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 98917,66*1,09 = 107820,25m^3
TP	= Taksiran produksi	= 18,902 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{10782025}{18{,}902x728} = 7{,}84 \approx 8 \text{ buah}$$

MILIK PERPUSTAKAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH - NOPEMBER

Untuk menghitung waktu penggunaan dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah dump truck yang diperlukan	= 8 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 107820,25m^3
TP	= Taksiran produksi	= 18,902 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan dump truck	

Maka waktu yang diperlukan oleh dump truck untuk menyelesaikan pekerjaan pemindahan tanah adalah :

$$t = \frac{10782025}{18{,}902x8} = 713{,}021 \text{ jam}$$

t = 713,021 jam/91 hari = 7,84 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,84 jam = 0,16 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Dump Truck dan Excavator dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.16.

2. Kombinasi Dump Truck dengan Wheel Loader

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemindahan tanah, Dump Truck yang dikombinasikan dengan Wheel Loader, yang digunakan dalam perhitungan adalah dump truck tipe CWB 10t dan WA 250. Untuk menghitung jumlah dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4 yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 91 hari = 728 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 98917,66*1,09 = 107820,25 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 20,2494 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{10782025}{20{,}2494x728} = 7{,}31 \approx 8 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$\boxed{t = \frac{Vt}{TPxn}}$$

Dimana,

n	= Jumlah dump truck yang diperlukan	= 8 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 107820,25 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 20,2494 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan dump truck	

Maka waktu yang diperlukan oleh dump truck untuk menyelesaikan pekerjaan pemindahan tanah adalah :

$$t = \frac{10782025}{20{,}2494x8} = 665{,}577 \text{ jam}$$

t = 665,577 jam/91 hari = 7,31 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,31 jam = 0,69 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Dump Truck dan Wheel Loader dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.16.

5.5.3.2. Pekerjaan Penimbunan dan Perataan Tanah

Pekerjaan ini adalah proses menimbun tanah yang telah dibawa oleh dump truck dari quarry. Alat-alat berat yang akan dipakai dalam pekerjaan ini adalah bulldozer atau motor grader. Tipe bulldozer yang ditinjau adalah D 41 P-3, D 53 A, D 70 LE, D 85 E SS, D 65 E. sedangkan tipe motor grader yang ditinjau adalah GD 31–3H, GD 200-A1, GD 300-A1, GD 500-R2.

A. Bulldozer

Sebagai contoh, untuk pekerjaan menimbun dan meratakan tanah, Bulldozer yang digunakan dalam perhitungan adalah Bulldozer tipe D41 P-3. Untuk menghitung jumlah bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4,yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 91 hari = 728 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 98917,66*1,09 = 107820,25 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{107820,25}{27,2837x728} = 5,43 \approx 6 \text{ buah}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu sebagai berikut :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah bulldozer yang diperlukan	= 6 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 107820,25 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan bulldozer	

Maka waktu yang diperlukan oleh bulldozer untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{107820,25}{27,2837x6} = 658,636 \text{ jam}$$

t = 658,636 jam/91 hari = 7,24 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,24 jam = 0,76 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Bulldozer dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.16.

B. Motor Grader

Sebagai contoh, untuk pekerjaan menimbun dan meratakan, Motor Grader yang digunakan dalam perhitungan adalah Motor Grader tipe GD 31-3H. Untuk menghitung jumlah motor grader, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 91 hari = 728 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 98917,66*1,09 = 107820,25 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 661,50 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{107820,25}{661,50x728} = 0,22 \approx 1 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan motor grader, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah motor grader yang diperlukan	= 1 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 107820,25m^3
TP	= Taksiran produksi	= 661,50 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan motor grader	

Maka waktu yang diperlukan oleh motor grader untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{107820,25}{661,50x1} = 162,994 \text{ jam}$$

t = 162,994 jam/91 hari = 1,79 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 1,79 jam = 6,21 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Motor Grader dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.16.

Tabel 5.16

Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Urugan Tanah

	Jenis Alat		Produksi Alat TP (m^3/jam)	Volume Pekerjaan m^3	Rencana Penyelesaian T (jam)	Jumlah Alat n	Jumlah Alat yang dipakai n	Wkt penyelesaian dg n alat t (jam)	Waktu penyelesaian per hari (jam)	Idle Time (jam)	Keterangan
	a		b	c	d	e=c/(b*d)	f	g=e/(b*f)	h=g/9Jhr	i=8jam-h	j
Pekerjaan Pemindahan Tanah Urug											
Kombinasi Dump Truck Dengan Excavator											
Dump Truck	Exc	D.T									
	PC. 100	CWB 10t	18,902	107820,25	728	7,84	8	713,021	7,84	0,16	-
	PC. 200	CWB 10t	19,246	107820,25	728	7,70	8	700,277	7,70	0,30	-
	PC. 300	CWB 10t	17,871	107820,25	728	8,29	8	754,157	8,29	-0,29	lembur 0,29 jm
	PC. 100	CWA 18t	30,208	107820,25	728	4,90	5	713,852	7,84	0,16	-
	PC. 200	CWA 18t	31,015	107820,25	728	4,78	5	695,278	7,64	0,36	-
	PC. 300	CWA 18t	29,400	107820,25	728	5,04	5	733,471	8,06	-0,06	lembur 0,06 jm
	PC. 100	CWB 25t	37,778	107820,25	728	3,92	4	713,512	7,84	0,16	-
	PC. 200	CWB 25t	36,633	107820,25	728	4,04	4	735,814	8,09	-0,09	lembur 0,09 jm
	PC. 300	CWB 25t	37,205	107820,25	728	3,98	4	724,501	7,96	0,04	-
Kombinasi Dump Truck Dengan Loader											
Dump Truck	W.Loader	D.T									
	WA 250	CWB 10t	20,2494	107820,25	728	7,31	7	760,659	8,36	-0,36	lembur 0,36 jm
	WA 500	CWB 10t	26,8441	107820,25	728	5,52	6	669,422	7,36	0,64	-
	WA 250	CWA 18t	29,0441	107820,25	728	5,10	5	742,459	8,16	-0,16	lembur 0,16 jm
	WA 500	CWA 18t	45,2932	107820,25	728	3,27	3	793,498	8,72	-0,72	lembur 0,72 jm
	WA 250	CWB 25t	33,8211	107820,25	728	4,38	4	796,990	8,76	-0,76	lembur 0,76 jm
	WA 500	CWB 25t	49,0011	107820,25	728	3,02	3	733,455	8,06	-0,06	lembur 0,06 jm
Pekerjaan Penimbunan Dan Perataan Tanah Urug											
Bulldozer	D 41 P-3		27,2837	107820,25	728	5,43	6	658,637	7,24	0,76	-
	D 53 A		30,8425	107820,25	728	4,80	5	699,167	7,68	0,32	-
	D 70 LE		47,6154	107820,25	728	3,11	3	754,800	8,29	-0,29	lembur 0,29 jm
	D 85 E SS		54,5778	107820,25	728	2,71	3	658,511	7,24	0,76	-
	D 65 E		52,3468	107820,25	728	2,83	3	686,577	7,54	0,46	-
Motor Grader	GD 31 - 3H		661,50	107820,25	728	0,22	1	162,994	1,79	6,21	-
	GD 200 - A1		560,00	107820,25	728	0,26	1	192,536	2,12	5,88	-
	GD 300 - A1		836,50	107820,25	728	0,18	1	128,895	1,42	6,58	-
	GD 500 - R2		1018,50	107820,25	728	0,15	1	105,862	1,16	6,84	-

sumber : analisa penulis

5.5.4. Pekerjaan Urugan Tanah Sirtu

Pekerjaan urugan tanah sirtu untuk stadion mempunyai dua item pekerjaan yang harus dikerjakan yaitu : pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan penimbunan dan perataan tanah. Setiap pekerjaan akan dijelaskan sebagai berikut.

5.5.4.1. Pekerjaan Pemindahan Tanah

Pekerjaan ini adalah proses pemindahan tanah dari quarry ke lokasi stadion. Alat-alat berat yang dipakai adalah Dump Truck (alat pemuat) yang dikombinasikan dengan Excavator atau Wheel Loader (alat penggali). Beberapa tipe Excavator yang ditinjau adalah tipe PC-100, PC-200, PC-300. Sedangkan tipe Dump Truck yang ditinjau adalah tipe CWB 10t, CWA 18t, CWB 25t. Dan tipe Wheel Loader yang ditinjau adalah tipe WA 250 dan WA 500.

Contoh perhitungan untuk mencari jumlah alat berat dan lama waktu penggunaannya adalah sebagai berikut :

1. Kombinasi Dump Truck dengan Excavator

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemindahan tanah, Dump Truck yang dikombinasikan dengan Excavator yang digunakan dalam perhitungan adalah dump truck tipe CWB 10t dan Excavator PC-100. Untuk menghitung jumlah dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4,yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 84 hari = 672 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 40036,04*1,09 = 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 18,902 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{43639{,}28}{18{,}902x672} = 3{,}44 \approx 4 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5,yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah dump truck yang diperlukan	= 4 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 18,902 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan dump truck	

Maka waktu yang diperlukan oleh dump truck untuk menyelesaikan pekerjaan pemindahan tanah adalah :

$$t = \frac{43639{,}28}{18{,}902x4} = 577{,}178 \text{ jam}$$

t = 577,178 jam/84 hari = 6,87 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 6,87 jam = 1,13 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Dump Truck dan Excavator dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.17.

2. Kombinasi Dump Truck dengan Wheel Loader

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemindahan tanah, Dump Truck yang dikombinasikan dengan Wheel Loader, yang digunakan dalam perhitungan adalah dump truck tipe CWB 10t dan WA 250. Untuk menghitung jumlah dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 84 hari = 672 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 20,2494 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{43639{,}28}{20{,}2494x672} = 3{,}21 \approx 4 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan dump truck, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah dump truck yang diperlukan	= 4 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 20,2494 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan dump truck	

Maka waktu yang diperlukan oleh dump truck untuk menyelesaikan pekerjaan pemindahan tanah adalah :

$$t = \frac{43639{,}28}{20{,}2494x4} = 538{,}773 \text{ jam}$$

t = 538,773 jam/84 hari = 6,41 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 6,41 jam = 1,59 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Dump Truck dan Wheel Loader dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.17.

5.5.4.2. Pekerjaan Penimbunan dan Perataan Tanah

Pekerjaan ini adalah proses menimbun tanah yang telah dibawa oleh dump truck dari quarry. Alat-alat berat yang akan dipakai dalam pekerjaan ini adalah bulldozer atau motor grader. Tipe bulldozer yang ditinjau adalah D 41 P-3, D 53 A, D 70 LE, D 85 E SS, D 65 E. sedangkan tipe motor grader yang ditinjau adalah GD 31–3H, GD 200-A1, GD 300-A1, GD 500-R2.

A. Bulldozer

Sebagai contoh, untuk pekerjaan menimbun dan meratakan tanah, Bulldozer yang digunakan dalam perhitungan adalah Bulldozer tipe D41 P-3. Untuk menghitung jumlah bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4, yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 84 hari = 672 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{43639{,}28}{27{,}2837 x 672} = 2{,}38 \approx 3 \text{ buah}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan bulldozer, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$\boxed{t = \frac{Vt}{TPxn}}$$

Dimana,

n	= Jumlah bulldozer yang diperlukan	= 3 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 27,2837 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan bulldozer	

Maka waktu yang diperlukan oleh bulldozer untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{43639{,}28}{27{,}2837 x 3} = 533{,}155 \text{ jam}$$

t = 533,155 jam/84 hari = 6,35 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 6,35 jam = 1,65 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Bulldozer dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.17.

B. Motor Grader

Sebagai contoh, untuk pekerjaan menimbun dan meratakan, Motor Grader yang digunakan dalam perhitungan adalah Motor Grader tipe GD 31-3H. Untuk menghitung jumlah motor grader, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu:

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 84 hari = 672 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28m^3
TP	= Taksiran produksi	= 661,50 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{43639{,}28}{661{,}50x672} = 0{,}10 \approx 1 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan motor grader, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5, yaitu :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah motor grader yang diperlukan	= 1 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 43639,28 m^3
TP	= Taksiran produksi	= 661,50 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan motor grader	

Maka waktu yang diperlukan oleh motor grader untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{43639{,}28}{661{,}50x1} = 65{,}970 \text{ jam}$$

t = 65,970 jam/84 hari = 0,79 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 0,79 jam = 7,21 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Motor Grader dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.17.

Tabel 5.17
Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Urugan Tanah Sirtu

	Jenis Alat		Produksi Alat TP (m^3/jam)	Volume Pekerjaan m^3	Renc. Penyelesaian T (jam)	Jumlah Alat n	Jumlah Alat yang Dipakai n	Wkt penyelesaian dg n alat t (jam)	Waktu penyelesaian per hari (jam)	Idle Time (jam)	Keterangan
	a		b	c	d	e=c/(b*d)	f	g=c/(b*f)	h=g/8hr	i=8jam-h	j
Pekerjaan Pemindahan Tanah Sirtu											
Kombinasi Dump Truck Dengan Excavator											
Dump Truck	Exc	D.T									
	PC. 100	CWB 10t	18,902	43639,28	672	3,44	4	577,178	6,87	1,13	-
	PC. 200	CWB 10t	19,246	43639,28	672	3,37	4	566,862	6,75	1,25	-
	PC. 300	CWB 10t	17,871	43639,28	672	3,63	4	610,476	7,27	0,73	-
	PC. 100	CWA 18t	30,208	43639,28	672	2,15	2	722,313	8,60	-0,60	lembur 0,60 jm
	PC. 200	CWA 18t	31,015	43639,28	672	2,09	2	703,519	8,38	-0,38	lembur 0,38 jm
	PC. 300	CWA 18t	29,400	43639,28	672	2,21	2	742,165	8,84	-0,84	lembur 0,84 jm
	PC. 100	CWB 25t	37,778	43639,28	672	1,72	2	577,575	6,88	1,12	-
	PC. 200	CWB 25t	36,633	43639,28	672	1,77	2	595,628	7,09	0,91	-
	PC. 300	CWB 25t	37,205	43639,28	672	1,75	2	586,471	6,98	1,02	-
Kombinasi Dump Truck Dengan Loader											
Dump Truck	W Loader	D.T									
	WA 250	CWB 10t	20,2494	43639,28	672	3,21	3	718,363	8,55	-0,55	lembur 0,55 jm
	WA 500	CWB 10t	26,8441	43639,28	672	2,42	3	541,885	6,45	1,55	-
	WA 250	CWA 18t	29,0441	43639,28	672	2,24	2	751,259	8,94	-0,94	lembur 0,94 jm
	WA 500	CWA 18t	45,2932	43639,28	672	1,43	2	481,742	5,74	2,26	-
	WA 250	CWB 25t	33,8211	43639,28	672	1,92	2	645,149	7,68	0,32	-
	WA 500	CWB 25t	49,0011	43639,28	672	1,33	2	445,289	5,30	2,70	-
Pekerjaan Penimbunan Dan Perataan Tanah Sirtu											
Bulldozer	D 41 P-3		27,2837	43639,28	672	2,38	3	533,155	6,35	1,65	-
	D 53 A		30,8425	43639,28	672	2,11	2	707,454	8,42	-0,42	lembur 0,42 jm
	D 70 LE		47,6154	43639,28	672	1,36	2	458,248	5,46	2,54	-
	D 85 E SS		54,5778	43639,28	672	1,19	2	399,790	4,76	3,24	-
	D 65 E		52,3468	43639,28	672	1,24	2	416,829	4,96	3,04	-
Motor Grader	GD 31 - 3H		661,50	43639,28	672	0,10	1	65,970	0,79	7,21	-
	GD 200 - A1		560,00	43639,28	672	0,12	1	77,927	0,93	7,07	-
	GD 300 - A1		836,50	43639,28	672	0,08	1	52,169	0,62	7,38	-
	GD 500 - R2		1018,50	43639,28	672	0,06	1	42,847	0,51	7,49	-

sumber : analisa penulis

5.5.5. Pekerjaan Pemadatan Tanah

Pekerjaan pemadatan tanah untuk stadion adalah proses mamadatkan tanah urugan yang sudah ditimbun di lokasi. Item pekerjaan pemadatan ini dilakukan pada lapis teratas saja. Sebagai contoh, untuk pekerjaan pemadatan, alat pemadat yang digunakan dalam perhitungan adalah Compactor tipe JV 100 A-1. Untuk menghitung jumlah alat pemadat, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.4,yaitu :

$$n = \frac{Vt}{TPxT}$$

Dimana,

T	= Rencana waktu penyelesaian	= 15 hari = 120 jam
Vt	= Volume pekerjaan	= 16014,420m^3
TP	= Taksiran produksi	= 149,100 m^3/jam
n	= Jumlah alat	

Maka jumlah alat yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{16014420}{149100x120} = 0,09 \approx 1 \text{ buah}$$

Untuk menghitung waktu penggunaan compactor, dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.5 :

$$t = \frac{Vt}{TPxn}$$

Dimana,

n	= Jumlah compactor yang diperlukan	= 1 buah
Vt	= Volume pekerjaan	= 16014,420m^3
TP	= Taksiran produksi	= 149,100 m^3/jam
t	= Lama waktu yang diperlukan compactor	

Maka waktu yang diperlukan oleh compactor untuk menyelesaikan pekerjaan menimbun dan meratakan tanah adalah :

$$t = \frac{16014420}{149100x1} = 107,407 \text{ jam}$$

t = 107,407 jam/120 hari = 7,16 jam per hari

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu: 8 jam – 7,16 jam = 0,84 jam.

Dengan cara yang sama, perhitungan Bulldozer dengan tipe yang lain dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perhitungan Jumlah Alat dan Idle Time Untuk Pekerjaan Pemadatan

Jenis Alat	Prod. Alat TP (m^3/jam)	Volume Pek. m^3	Renc. Penye-lesaian T (jam)	Jumlah Alat n	Jumlah Alat yang dipakai n	Waktu Penye-lesaian dg n alat t (jam)	Waktu Penye-lesaian per hari (jam)	Idle Time (jam)
a	b	c	d	e=c/(b*d)	f	g=c/(b*f)	h=g/15 hr	i=8jam-h
COMPACTOR								
JV 100 A-1	149,100	16014,420	120	0,90	1	107,407	7,16	0,84
BW 142 PD	74,865	16014,420	120	1,78	2	106,955	7,13	0,87
BW 212	142,464	16014,420	120	0,94	1	112,410	7,49	0,51

Sumber : Hasil Analisa Penulis

5.6. Penjadwalan

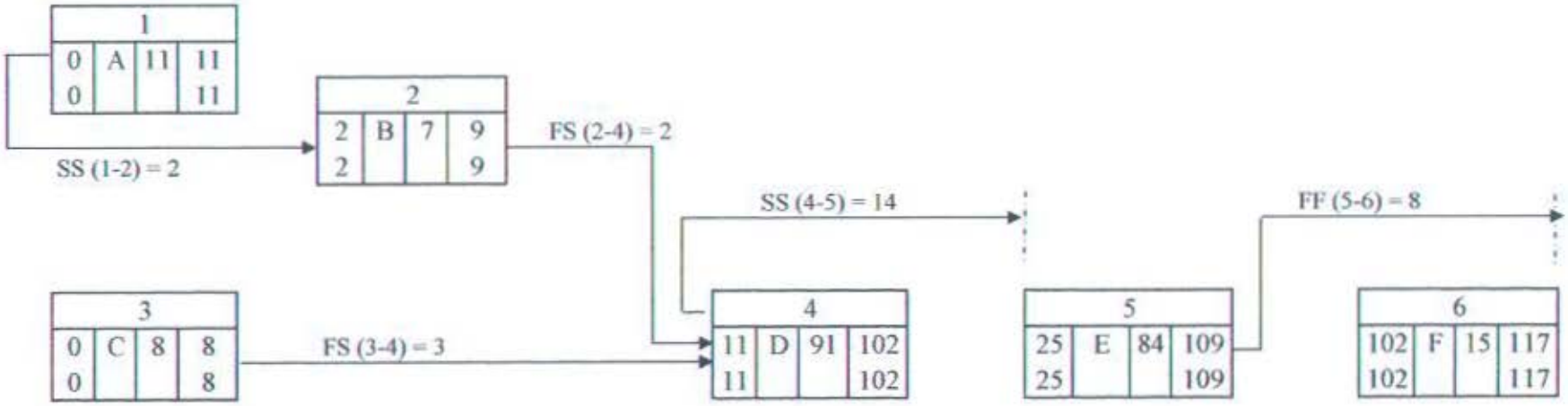
Penjadwalan untuk pekerjaan tanah pada Proyek Stadion Pacitan ini, dicoba dengan menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM). Penyelesaian proyek menggunakan kegiatan tumpang tindih, kegiatan satu belum selesai dikerjakan kegiatan berikutnya, sehingga bisa menghemat waktu yang diperlukan. Predecesor adalah kegiatan yang mendahului kegiatan lainnya. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya.

Tabel 5.19 Urutan Kegiatan

No	Aktivitas	Kode	Predecesor	Konstrain	Durasi waktu (hari)	Volume
1	Pembersihan Lahan	A	-	-	11	2669,069 m^2
2	Urugan Jalan Masuk	B	A	SS (1-2) = 2	7	4251 m^2
3	Jembatan Darurat	C	-	-	8	1 bh
4	Urugan Tanah	D	B, C	FS (2-4) = 2 FS (3-4) = 3	91	107820,249 m^3
5	Urugan Sirtu	E	D	SS (4-5) = 14	84	43639,284 m^3
6	Pemadatan	F	E	FF (5-6) = 8	15	16014,420 m^2

sumber : analisa penulis

Dari tabel di atas dapat digambarkan diagramnya seperti pada gambar 6.2.



Precedence Diagram Method (PDM)
Gambar 5.2

Keterangan :

1, Pekerjaan A menggunakan Bulldozer tipe D 53 A 1 unit
2, Pekerjaan B menggunakan Excavator tipe PC-200 1 unit, Dump Truck tipe CWB10t 4 unit, Bulldozer tipe D 41 P-3 3 unit.
3, Pekerjaan C adalah pekerjaan jembatan.
4, Pekerjaan D menggunakan Excavator tipe PC-300 1 unit, Dump Truck tipe CWB 25t 4 unit, Bulldozer tipe D 65 E 3 unit.
5, Pekerjaan E menggunakan Wheel Loader tipe WA 250 1 unit, Dump Truck tipe CWB 25t 2 unit, Bulldozer tipe D 41 P3: 3 unit.
6, Pekerjaan F menggunakan Vibro Roller tipe BW 212 1 unit

5.7. Analisa Biaya

Dengan cara menyewa alat berat, suatu perusahaan konstruksi dapat memenuhi kebutuhannya tanpa melibatkan diri dengan biaya pemilikan jangka panjang. Jangka waktu sewa dan beban pembayaran biasanya berdasarkan perjanjian harian, mingguan, atau bulanan. Selain beban sewa, perusahaan konstruksi yang menggunakan alat berat biasanya juga harus dibebani :

1. Biaya sewa operator
2. Biaya bahan bakar

Alasan penulis memakai asumsi biaya sewa adalah karena dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menganalisa dan memilih alat berat dari beberapa jenis alat yang ditinjau, tidak bisa mengacu dari alat yang dimiliki pihak Kontraktor.

Biaya perbaikan kerusakan ditanggung oleh pemilik peralatan, kecuali kerusakan tersebut disebabkan karena pengoperasian yang tidak benar oleh pemakai alat. Biaya pemeliharaan berkala dan perbaikan juga ditanggung oleh pemilik peralatan. Selain itu, pemilik peralatan juga yang menanggung semua biaya pemilikan tetap dan biaya penyusutan.

Biaya alat berat yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan tiap jenis pekerjaan yang meliputi : pekerjaan pembersihan lahan, pekerjaan urugan jalan masuk, pekerjaan urugan tanah, pekerjaan urugan tanah sirtu, dan pekerjaan pemadatan.

5.7.1. Perhitungan Biaya Operasi Alat

Perhitungan biaya operasi yang dibutuhkan dalam penggunaan alat berat, ditentukan oleh kebutuhan bahan bakar, biaya untuk ongkos operator, dan biaya sewa alat yang ditentukan oleh perusahaan pemilik (yang menyewakan) alat berat. Sebagai contoh, perhitungan dipakai alat berat Bulldozer tipe D 53 A pada pekerjaan pembersihan tanah. Perhitungan dikerjakan dengan menggunakan cara sebagai berikut :

Biaya operasi = Biaya untuk bahan bakar + Ongkos operator + Biaya sewa Alat perhari

Dimana,

Biaya untuk bahan bakar

= 12,4 liter/jam x Rp 1.650 /liter x 7,87 jam = Rp 161.020/hari

Ongkos Operator = Rp 50.000/hari

Biaya Sewa Alat Berat perhari = Rp 1.545.600/hari

Maka total biaya operasional adalah

= 161.020 + 50.000 + 1.545.600

= Rp 1.756.620/hari

Dengan cara yang sama, untuk perhitungan alat berat yang lain dapat dilihat pada tabel 5.20.

5.7.2 Perhitungan Total Biaya Sewa Alat Berat yang Dipakai

Perhitungan biaya sewa yang dibutuhkan dalam penggunaan alat berat, ditentukan oleh biaya operasi, jumlah peralatan, dan lama waktu sewa. Sedangkan Total biaya sewa adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan satu pekerjaan saja. Jika dalam satu pekerjaan tersebut dikerjakan oleh 2 alat, maka perhitungannya adalah dengan menambahkan kedua biaya sewa alat tersebut. Perhitungan Total Biaya Sewa Alat per Item Pekerjaan adalah biaya sewa yang dikeluarkan untuk mengerjakan satu item pekerjaan. Jika dalam satu item pekerjaan ini terdiri dari 2 pekerjaan yang harus dikerjakan, maka cara perhitungannya dengan menambahkan kedua total biaya sewa masing-masing pekerjaan.

Sebagai contoh, perhitungan dipakai alat berat Dump Truk tipe CWB 10T, pada pekerjaan urugan jalan masuk. Perhitungan dikerjakan dengan menggunakan cara sebagai berikut :

Biaya sewa = Biaya Operasi * Jumlah Alat * Lama Waktu Sewa

Dimana,

Biaya Operasi = Rp 586.694,-

Jumlah Alat yang Dipakai = 4 unit

Lama Waktu Sewa Alat = 7 hari

Maka biaya sewa Dump Truck adalah

= 586.694 x 4 x 7

= Rp 16.427.439,-

Tabel 5.20

PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL

No	Pekerjaan	Jenis Alat		Kebutuhan Bhn bakar per Hari (liter/hari)		Biaya Operator (Rp/hari)	Biaya Sewa (Rp/hari)		Biaya Operasi per hari (Rp)	
a	b	c		d		e	f		g=d+e+f	
1	PEMBERSIHAN LAHAN	Bulldozer tipe D 53 A		161.020,20		50.000,00	1.545.600,00		1.756.620,20	
2	URUGAN JALAN MASUK									
	Pekerjaan Pemindahan Tanah	Exc	D.T	Exc	D.T		Exc	D.T	Exc	D.T
		PC 200	CWB 10t	182.259,00	136.694,25	50.000,00	1.324.800,00	450.000,00	1.557.059,00	586.694,25
	Penimbunan Dan Perataan Tanah	Bulldozer tipe D 41 P-3		151.813,20		50.000,00	1.240.000,00		1.441.813,20	
3	URUGAN TANAH									
	Pemindahan Tanah Urug	Exc	D.T	Exc	D.T		Exc	D.T	Exc	D.T
		PC 300	CWB 25t	709.236,00	144.474,00	50.000,00	2.100.000,00	600.000,00	2.859.236,00	744.474,00
	Penimbunan Dan Perataan Tanah	Bulldozer tipe D 65 E		248.820,00		50.000,00	1.955.200,00		2.254.020,00	
4	URUGAN TANAH SIRTU									
	Pemindahan Tanah Sirtu	W.Loader	D.T	W.Loader	D.T		W.Loader	D.T	W.Loader	D.T
		WA 250	CWB 25t	684.288,00	139.392,00	50.000,00	883.200,00	600.000,00	1.617.488,00	739.392,00
	Penimbunan Dan Perataan Tanah	Bulldozer tipe D 41 P3		129.921,00		50.000,00	1.240.000,00		1.419.921,00	
5	PEMADATAN TANAH	Vibro Roller tipe BW 212		123.585,00		50.000,00	1.080.000,00		1.253.585,00	

sumber : analisa penulis

Total Biaya sewa alat adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan pekerjaan pemindahan tanah. Dimana pekerjaan ini dikerjakan oleh 2 alat berat, yaitu Excavator dan Dump Truck, maka total biaya sewa alat dihitung dengan cara menambahkan biaya sewa Excavator dengan biaya sewa Dump Truck, sebagai contoh :

Total Biaya Sewa Alat = Biaya Sewa Excavator + Biaya Sewa Dump Truck
= Rp 10.899.413 + Rp 16.427.439
= Rp 27.326.852,-

Sedangkan Total Biaya Sewa Alat per Item Pekerjaan adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengerjakan item pekerjaan urugan jalan masuk, dimana dalam item pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan pemindahan tanah yang dikerjakan oleh Excavator-Dump Truck dan pekerjaan penimbunan-perataan tanah oleh Bulldozer, maka jumlah total biaya sewa alat berat per item pekerjaan adalah dengan cara menambahkan total biaya sewa untuk pekerjaan pemindahan tanah ditambahkan dengan total biaya sewa untuk pekerjaan penimbunan dan perataan tanah.

Sebagai contoh :

Total Biaya Sewa Alat per Item Pekerjaan
= Total Biaya sewa untuk pekerjaan pemindahan tanah + Total Biaya sewa untuk pekerjaan penimbunan dan perataan
= Rp 27.326.852 + Rp 30.278.077
= Rp 57.604.929,-

Dengan cara yang sama, perhitungan alat berat yang lain dapat dilihat pada tabel 5.21.

Tabel 5.21

PERHITUNGAN TOTAL BIAYA SEWA ALAT BERAT

No	Pekerjaan	Jenis Alat		Biaya Operasi per hari (Rp)		Jumlah Unit (bh)		Waktu Sewa (hari)	Biaya Sewa Alat (hari)		Total Biaya Sewa (Rp)	Total Biaya Sw Alat Per Item Pekerjaan (Rp)
a	b	c		d		e		f	g=d*e*f		h	i
1	PEMBERSIHAN LAHAN	Bulldozer tipe D 53 A		1.756.620		1		11	19.322.822,20		19.322.822,20	19.322.822,20
2	URUGAN JALAN MASUK											
	Pekerjaan Pemindahan Tanah	Exc	D.T	Exc	D.T	Exc	D.T		Exc	D.T		
		PC 200	CWB 10t	1.557.059,00	586.694,25	1	4	7	10.899.413,00	16.427.439,00	27.326.852,00	57.604.929,20
	Penimbunan Dan Perataan Tanah	Bulldozer tipe D 41 P-3		1.441.813,20		3		7	30.278.077,20		30.278.077,20	
3	URUGAN TANAH											
	Pemindahan Tanah Urug	Exc	D.T	Exc	D.T	Exc	D.T		Exc	D.T		
		PC 300	CWB 25t	2.859.236,00	744.474,00	1	4	91	260.190.476,00	270.988.536,00	531.179.012,00	1.146.526.472,00
	Penimbunan Dan Perataan Tanah	Bulldozer tipe D 65 E		2.254.020,00		3		91	615.347.460,00		615.347.460,00	
4	URUGAN TANAH SIRTU											
	Pemindahan Tanah Sirtu	W.Loader	D.T	W.Loader	D.T	W.Loader	D.T		W.Loader	D.T		
		WA 250	CWB 25t	1.617.488,00	739.392,00	1	2	84	135.868.992,00	124.217.856,00	260.086.848,00	617.906.940,00
	Penimbunan Dan Perataan Tanah	Bulldozer tipe D 41 P3		1.419.921,00		3		84	357.820.092,00		357.820.092,00	
5	PEMADATAN TANAH	Vibro Roller tipe BW 212		1.253.585,00		1		15	18.803.775,00		18.803.775,00	18.803.775,00

sumber : analisa penulis

5.8 Hasil Dan Pembahasan

Dari beberapa alternatif alat berat yang ada, telah dipilih satu jenis alat berat untuk menyelesaikan satu pekerjaan, yang memiliki perhitungan idle time paling minimum. Pemilihan jenis alat berat berdasarkan atas idle time yang minimum dilakukan dengan pertimbangan, jika alat tersebut tidak mengalami idle time terlalu lama maka biaya yang dikeluarkan untuk menyewa alat berat dapat digunakan seefisien mungkin.

Jumlah alat berat yang digunakan untuk menyelesaikan tiap pekerjaan sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. Masing-masing pekerjaan diselesaikan oleh alat berat yang berbeda jenis dan jadwalnya sesuai perhitungan yang dilakukan. Pada pekerjaan urugan tanah item penimbunan dan perataan tanah digunakan Bulldozer D65E sebanyak 3 unit. Jika disesuaikan perhitungan, seharusnya dapat dipilih Bulldozer tipe D53A sebanyak 5 unit. Karena menurut pertimbangan penulis jika 5 unit bulldozer digunakan secara bersamaan di lapangan, pengaturan tempatnya tidak akan memenuhi syarat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan pemilihan alat berat pada pekerjaan tanah di Stadion Olah Raga Pacitan, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Pada pekerjaan pembersihan lahan, alat berat yang dipakai adalah Bulldozer tipe D-53-A.
2. Pada pekerjaan urugan jalan masuk, ada dua item pekerjaan, yaitu pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan menimbun meratakan tanah.
    a. Pekerjaan pemindahan tanah, alat berat yang dipakai adalah Excavator tipe PC-200 dan Dump Truck tipe CWB-10t
    b. Pekerjaan menimbun dan meratakan tanah, alat yang dipakai adalah Bulldozer tipe D 41 P-3.
3. Pada pekerjaan urugan tanah juga ada dua item pekerjaan yaitu pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan menimbun meratakan tanah.
    a. Pekerjaan pemindahan tanah, alat berat yang dipakai adalah Excavator tipe PC-300 dan Dump Truck tipe CWB-25t
    b. Pekerjaan menimbun dan meratakan tanah, alat yang dipakai adalah Bulldozer tipe D 65 E.
4. Pekerjaan urugan tanah sirtu
    a. Pekerjaan pemindahan tanah, alat yang dipakai adalah Wheel Loader tipe WA-250 dan Dump Truck tipe CWB-25t
    b. Pekerjaan menimbun dan meratakan tanah, alat yang dipakai adalah Bulldozer tipe D 41 P3.
5. Pada pekerjaan pemadatan tanah alat berat yang dipakai adalah Vibro Roller tipe BW 212.
6. Total biaya pemakaian alat berat pada pekerjaan tanah proyek ini adalah Rp1.872.164.938,40

6.2 Saran

Karena keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan alat berat yang lain atau perencanaan dengan mempertimbangkan metode pelaksanaannya di lapangan. Semakin banyak alat berat yang ditinjau akan semakin mudah memilih alat yang benar-benar efektif.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, 1977, ***Buku Pedoman Pokok Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Peralatan***, Edisi 1.

Fatena Susy, 2002, ***Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi***, Jakarta, Rineka Cipta.

Reksohadiprojo Sukanto, 2001, ***Manejemen Proyek***, Yogyakarta, BPFE Yogyakarta Edisi5.

Rochmanhadi, 1985, ***Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat***, Jakarta, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi, 1992, ***Alat-alat Berat dan Penggunaannya,*** Jakarta, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Soeharto Imam, 1995, ***Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional***, Jakarta, Erlangga, Jilid 1.

Soeharto Imam, 1998, ***Manejemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional***, Jakarta, Erlangga, Jilid 2.

Sulistiono Djoko, 2002, ***Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis***. Tidak Dipublikasikan.

United Tractor, PT, 1996, ***Latihan Dasar Sistem mesin (B)***, Jakarta, Training Centre Departement.

United Tractor, PT, 1996, ***Buku Pegangan Pengenalan Produk***, Jakarta, Training Centre Departement.

LAMPIRAN

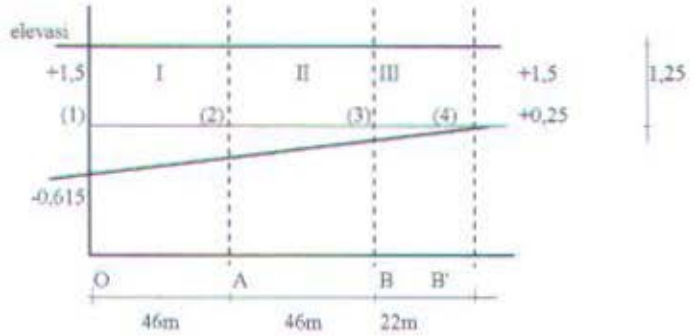
JADWAL PELAKSANAAN PEKERJAAN

NAMA PROYEK : PEMBANGUNAN STADION OLAH RAGA KABUPATEN PACITAN
KONTRAKTOR : CV RATNA

No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Biaya (Rp)	Bobot (%)	AGT	SEP				OKT				NOP				DES		
						W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	W-8	W-9	W-10	W-11	W-12	W-13	W-14	W-15	W-16
A	Pembersihan Lahan	m³	2.669,069	19.322.822,20	1,03	0,21	0,82														
B	Urugan Jalan Masuk	m³	4.251,000	57.604.929,20	3,08	3,08															
C	Jembatan Darurat	buah	1,000	12.000.000,00	0,64	0,64															
D	Urugan Tanah	m³	107.820,249	1.146.526.472,00	61,24			1,33	2,55	3,56	5,68	6,74	7,86	8,68	7,12	6,58	5,11	3,92	2,11		
E	Urugan Sirtu	m³	43.639,284	617.906.940,00	33,00					1,56	2,25	2,99	3,03	5,35	5,95	4,01	2,84	1,94	1,65	1,43	
F	Pemadatan	m³	16.014,420	18.803.775,00	1,00															0,33	0,67
JUMLAH NILAI PEKERJAAN (%)				1.872.164.938,40	100																
RENCANA	Jumlah					3,93	0,82	1,33	2,55	5,12	7,93	9,73	10,89	14,03	13,07	10,59	7,95	5,86	3,76	1,76	0,67
	Jumlah Komulatif					3,93	4,75	6,08	8,63	13,75	21,68	31,41	42,3	56,33	69,4	79,99	87,94	93,8	97,56	99,32	100

Lampiran 2 : Perhitungan Mencari Volume
GARIS 1

Mencari Tinggi Timbunan

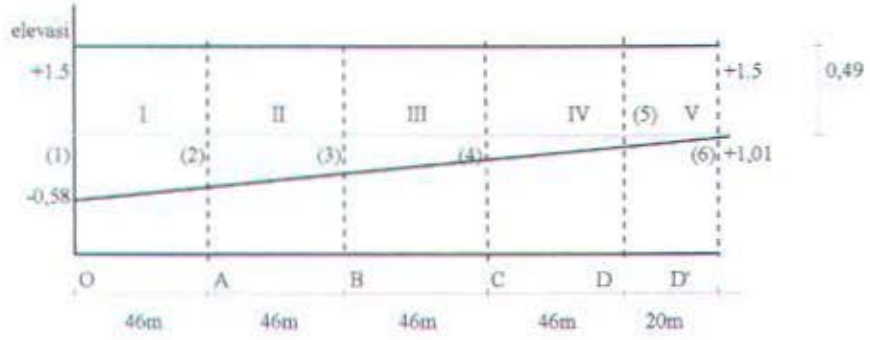


no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=1,25+(4)
1	114	114	0,865	0,865	2,115
2	114	68	0,865	0,516	1,766
3	114	22	0,865	0,167	1,417
4	114	0	0,865	0,000	1,250

Mencari Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	2,115	1,766	46	89,262	44	3927,536
II	1,766	1,417	46	73,207	16	1171,305
III	1,417	1,250	22	29,336	4	117,345
				191,805		5216,187

GARIS 2



Mencari Tinggi Timbunan

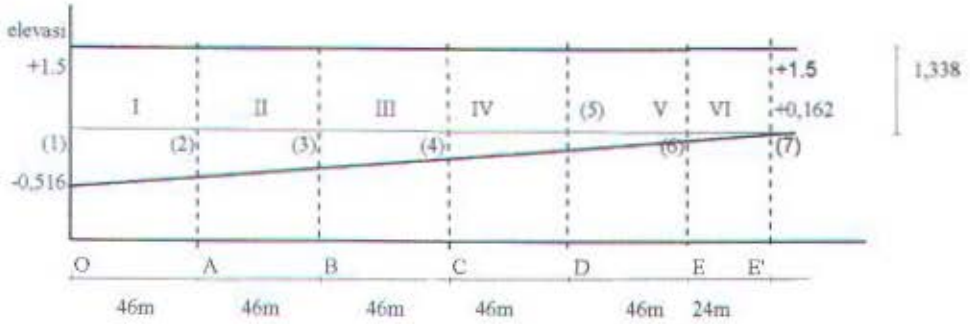
no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=0.49+(4)
1	204	204	1,59	1,590	2,080
2	204	158	1,59	1,231	1,721
3	204	112	1,59	0,873	1,363
4	204	66	1,59	0,514	1,004
5	204	20	1,59	0,156	0,646
6	204	0	1,59	0,000	0,490

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	2,080	1,721	46	87,434	44	3847,088
II	1,721	1,363	46	70,941	44	3121,425
III	1,363	1,004	46	54,449	44	2395,761
IV	1,004	0,646	46	37,957	23	873,006
V	0,646	0,490	20	11,359	12	136,306
				262,140		10373,586

PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI
SEPULUH - NOPEMBER

GARIS 3



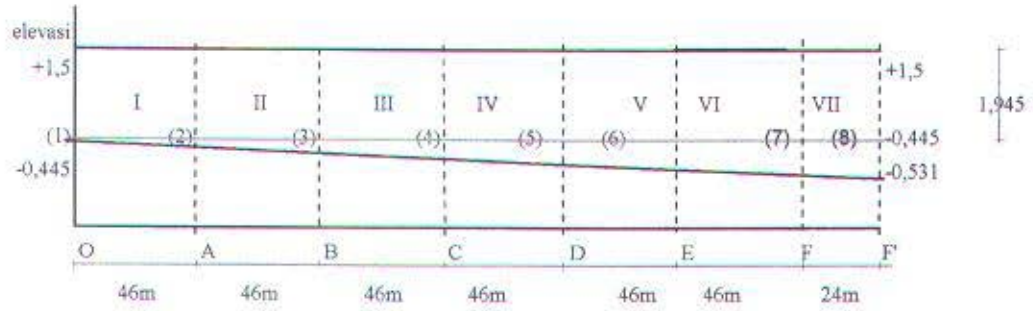
Mencari Tinggi Timbunan

no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=1,338+(4)
1	254	254	0,678	0,678	2,016
2	254	208	0,678	0,555	1,893
3	254	162	0,678	0,432	1,770
4	254	116	0,678	0,310	1,648
5	254	70	0,678	0,187	1,525
6	254	24	0,678	0,064	1,402
7	254	0	0,678	0,000	1,338

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	2,016	1,893	46	89,912	44	3956,123
II	1,893	1,770	46	84,264	44	3707,601
III	1,770	1,648	46	78,615	44	3459,080
IV	1,648	1,525	46	72,967	44	3210,558
V	1,525	1,402	46	67,319	34	2288,846
VI	1,402	1,338	24	32,881	12	394,569
			∑=	425,958	∑=	17016,778

GARIS 4



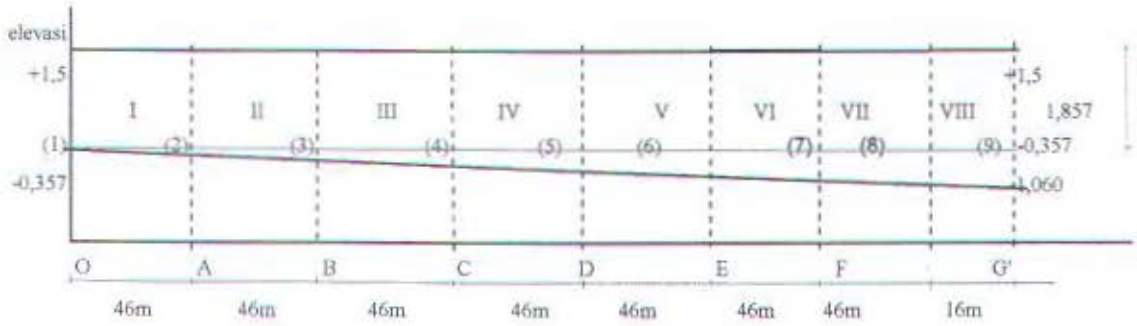
Mencari Tinggi Timbunan

no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=1,945+(4)
1	300	0	0,086	0,000	1,945
2	300	46	0,086	0,013	1,958
3	300	92	0,086	0,026	1,971
4	300	138	0,086	0,040	1,985
5	300	184	0,086	0,053	1,998
6	300	230	0,086	0,066	2,011
7	300	276	0,086	0,079	2,024
8	300	300	0,086	0,086	2,031

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	1,945	1,958	46	89,773	44	3950,025
II	1,958	1,971	46	90,380	44	3976,715
III	1,971	1,985	46	90,986	44	4003,405
IV	1,985	1,998	46	91,593	44	4030,094
V	1,998	2,011	46	92,200	44	4056,784
VI	2,011	2,024	46	92,806	34	3155,412
VII	2,024	2,031	24	48,661	12	583,937
				596,400		23756,372

GARIS 5 KIRI



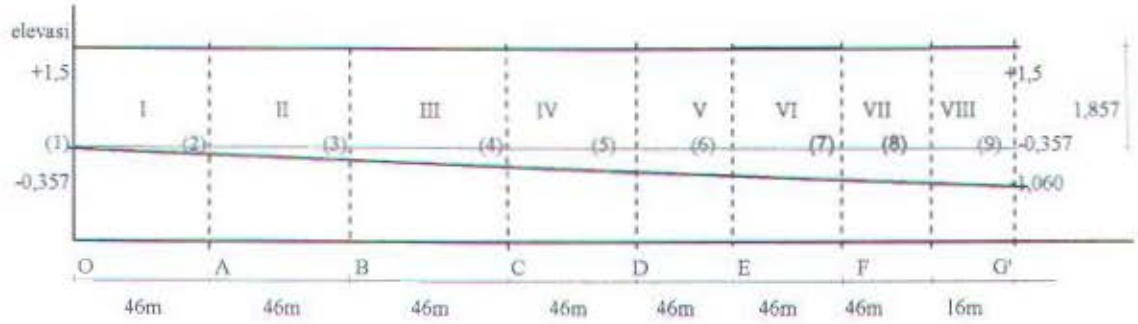
Mencari Tinggi Timbunan

no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=1,857+(4)
1	338	0	0,703	0,000	1,857
2	338	46	0,703	0,096	1,953
3	338	92	0,703	0,191	2,048
4	338	138	0,703	0,287	2,144
5	338	184	0,703	0,383	2,240
6	338	230	0,703	0,478	2,335
7	338	276	0,703	0,574	2,431
8	338	322	0,703	0,670	2,527
9	338	338	0,703	0,703	2,560

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	1,857	1,953	46	87,623	44	3855,391
II	1,953	2,048	46	92,024	44	4049,036
III	2,048	2,144	46	96,425	44	4242,681
IV	2,144	2,240	46	100,826	44	4436,327
V	2,240	2,335	46	105,227	44	4629,972
VI	2,335	2,431	46	109,628	44	4823,617
VII	2,431	2,527	46	114,029	31	3534,889
VIII	2,527	2,560	16	40,694	9	366,244
				746,473		29938,157

GARIS 5 KANAN



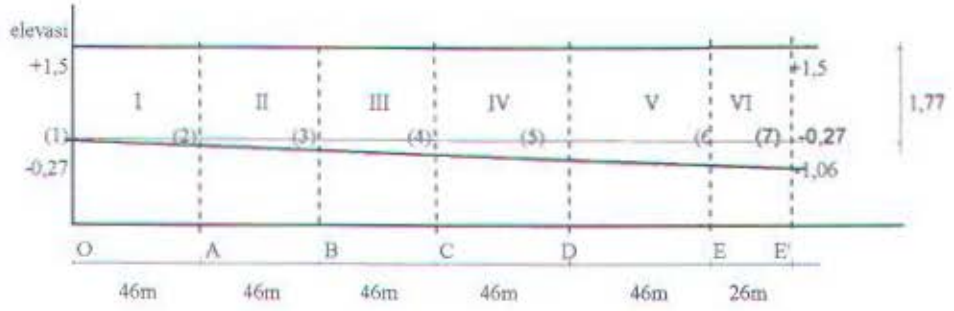
Mencari Tinggi Timbunan

no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=1,857+(4)
1	338	0	0,703	0,000	1,857
2	338	46	0,703	0,096	1,953
3	338	92	0,703	0,191	2,048
4	338	138	0,703	0,287	2,144
5	338	184	0,703	0,383	2,240
6	338	230	0,703	0,478	2,335
7	338	276	0,703	0,574	2,431
8	338	322	0,703	0,670	2,527
9	338	338	0,703	0,703	2,560

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	1,857	1,953	46	87,623	44	3855,391
II	1,953	2,048	46	92,024	44	4049,036
III	2,048	2,144	46	96,425	44	4242,681
IV	2,144	2,240	46	100,826	44	4436,327
V	2,240	2,335	46	105,227	44	4629,972
VI	2,335	2,431	46	109,628	39	4275,479
VII	2,431	2,527	46	114,029	21	2394,603
VIII	2,527	2,560	16	40,694	4	162,775
				746,473		28046,263

GARIS 6



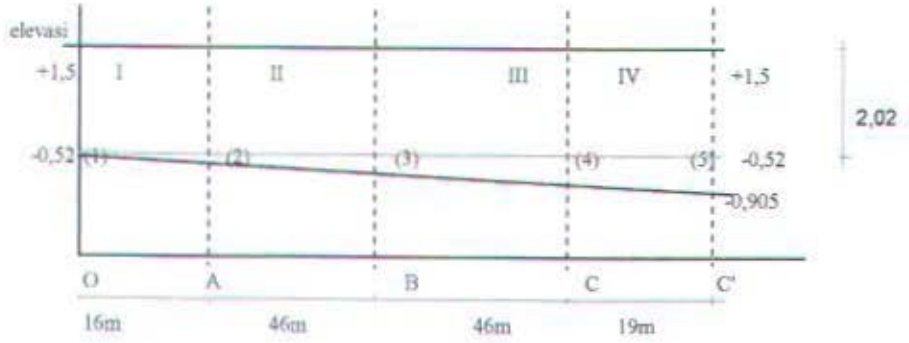
Mencari Tinggi Timbunan

no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=1,77+(4)
1	256	0	0,79	0,000	1,770
2	256	46	0,79	0,142	1,912
3	256	92	0,79	0,284	2,054
4	256	138	0,79	0,426	2,196
5	256	184	0,79	0,568	2,338
6	256	230	0,79	0,710	2,480
7	256	256	0,79	0,790	2,560

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	1,770	1,912	46	84,685	29	2455,863
II	1,912	2,054	46	91,215	44	4013,450
III	2,054	2,196	46	97,745	44	4300,763
IV	2,196	2,338	46	104,274	38	3962,429
V	2,338	2,480	46	110,804	24	2659,303
VI	2,480	2,560	26	65,517	7	458,619
				554,240		17850,426

GARIS 7



Mencari Tinggi Timbunan

no	L (1)	dL (2)	h (3)	dh (4)=(2)*(3)/(1)	∑h (5)=2,02+(4)
1	127	0	0,385	0,000	2,020
2	127	16	0,385	0,049	2,069
3	127	62	0,385	0,188	2,208
4	127	108	0,385	0,327	2,347
5	127	127	0,385	0,385	2,405

Mencari Luas dan Volume

no	a (1)	b (2)	l (3)	A (4)=1/2((1)+(2))*(3)	z (5)	V (6)=(4)*(5)
I	2,020	2,069	16	32,708	8,5	278,018
II	2,069	2,208	46	98,359	38,0	3737,623
III	2,208	2,347	46	104,773	24,0	2514,556
IV	2,347	2,405	19	45,148	5,0	225,739
				280,988		6755,936