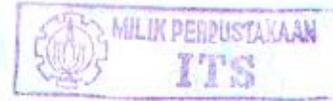


19.745/ITS/H/04



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN STABILISASI DAN EMBANKMENT DI BANDARA JUANDA SURABAYA

Disusun Oleh :

ZAINAL ABIDIN

3101 109 506

RSS
681.76
Abi
P-1

2003



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10-7-2003
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	217819

**PROGRAM SARJANA S-1 EKSTENSI LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2003**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN STABILISASI DAN EMBANKMENT DI BANDARA JUANDA SURABAYA

Disusun Oleh :

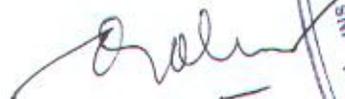
ZAINAL ABIDIN

3101 109 506

SURABAYA, JUNI 2003

MENGETAHUI / MENYETUJUI
DOSEN PEMBIMBING

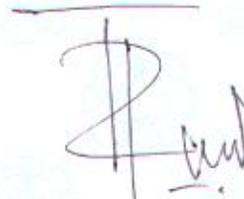
Pembimbing I



Djoko Rijanto Ir. MS



Pembimbing II



Tri Joko Wahyu Adi ST MT

27/6-03

**PROGRAM SARJANA S-1 EKSTENSI LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2003**

**PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT
PADA PEKERJAAN STABILISASI TANAH DAN EMBANKMENT
DI BANDARA JUANDA SURABAYA**

Disusun Oleh : Zainal Abidin
3101 109 506

Pembimbing : 1. Djoko Rijanto Ir MS
2. Tri Joko Wahyu Adi ST MT

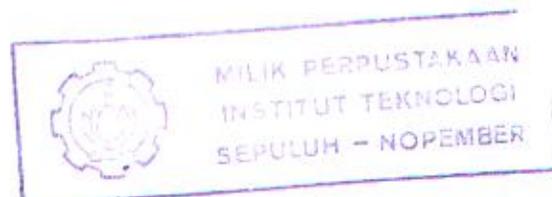
ABSTRAK

Bandara Juanda merupakan salah satu bandara udara nasional yang ada di Jawa Timur. Sesuai dengan fungsinya tersebut, bandara Juanda ini melayani transportasi udara lintas kota, provinsi maupun antar pulau. Semakin bertambahnya pemakai jasa transportasi ini, maka pemerintah Republik Indonesia melalui Direktorat Jendral Perhubungan Udara melaksanakan pengembangan bandara Juanda.

Pada pengembangan bandara Juanda ini banyak dijumpai pekerjaan-pekerjaan yang membutuhkan peralatan berat, seperti pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment. Untuk itu perlu diadakan perencanaan pemakaian alat-alat berat agar pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment tersebut dapat diselesaikan tepat pada waktu yang telah direncanakan.

Pada tugas akhir ini, waktu penyelesaian pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment adalah 150 hari. Dengan alat yang dimiliki yaitu (10 dump truck CWA 18T, 10 dump truck HD 320, 1 bulldozer D 41-P3, 1 bulldozer D 41-A3, 1 excavator, 1 wheel loader, 1 motor grader, 1 stabilizer, 1 tire roller dan 1 vibration roller) pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment dapat diselesaikan dalam waktu 191 hari, sehingga perlu penambahan alat agar pekerjaan tersebut dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Setelah dilakukan analisa, alat yang perlu ditambah adalah dump truck CWA 18T. Total biaya pemakaian alat berat (alat berat milik sendiri dan sewa) adalah Rp. 2.181.926.696.

Kata kunci : Alat berat, perencanaan



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan Stabilisasi Tanah Dan Embankment Di Bandara Juanda Surabaya.

Berbagai kesulitan yang timbul dalam Tugas Akhir ini akhirnya bisa diselesaikan berkat adanya bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. **Bapak dan Ibu** tercinta, yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan baik secara moril maupun materiil, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. **Bapak Djoko Rijanto Ir Ms**, selaku dosen pembimbing I, yang telah rela meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
3. **Bapak Tri Joko Wahyu Adi ST MT**, selaku dosen pembimbing II, yang telah rela meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. **Bapak Ananta Sigit S Ir MSc PhD**, selaku dosen wali, yang telah banyak membantu selama perkuliahan.
5. Semua rekan mahasiswa ekstensi atas dukungan dan bantuannya.
6. Semua pihak yang telah banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata semoga karya tulis yang jauh dari sempurna ini bisa memberikan sumbangan pengetahuan yang berarti bagi kita semua. Kritik dan saran demi perbaikan karya tulis ini sangat penulis hargai.

Surabaya, Juni 2003

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.....	2
1.3. Tujuan Pembahasan.....	2
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Umum.....	4
2.2. Karakteristik Tanah.....	4
2.3. Type-t ype alat berat.....	7
2.3.1. Pengelompokan Menurut Penggerak Utama.....	7
2.3.2. Pengelompokan Menurut Fungsinya.....	9
2.4. Produktivitas Alat Berat.....	9
2.5. Perhitungan Jumlah dan Jam Kerja Alat.....	11
2.6. Membuat Rencana Kerja Alat (Schedilung).....	12
2.7. Analisa Biaya Alat Berat.....	14
2.7.1. Biaya Kepemilikan.....	15
2.7.2. Biaya Operasi.....	16
2.7.3. Biaya Sewa Alat.....	17

BAB III METODOLOGI	
3.1. Telaah Pustaka	18
3.2. Pengumpulan Data – data	18
3.3. Permasalahan di Lapangan	19
3.4. Analisa Alat Berat.....	19
BAB IV PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN STABILISASI TANAH DAN EMBANKMENT DI BANDARA JUANDA SURABAYA	
4.1. Umum	23
4.2. Gambaran Umum Proyek	23
4.3. Data Teknis Proyek.....	24
4.3.1. Data Proyek.....	24
4.3.2. Pihak-Pihak yang Terlibat	24
4.3.3. Data-data Pekerjaan Stabilisasi Tanah dan Embankment ...	24
4.3.4. Jenis dan Jumlah Alat yang Dimiliki.....	26
4.3.5. Peta Rencana Ruas.....	27
4.3.6. Formation Of Stabilization Work	28
4.3.7. Formation Of Embankment Work	31
4.4. Taksiran Produksi Alat Berat.....	35
4.4.1. Bulldozer.....	35
4.4.2. Excavator	37
4.4.3. Motor Grader	40
4.4.4. Dump Truck.....	41
4.4.5. Stabillizer.....	45
4.4.6. Compactor.....	46
4.5. Perhitungan Waktu Penggunaan Alat Berat	48
4.5.1. Pekerjaan Remove Top Soil	48
4.5.2. Pekerjaan Pengangkutan Kapur.....	49
4.5.3. Pekerjaan Pencampuran Tanah dan Kapur	50
4.5.4. Pemerataan Material Tanah dan kapur	51

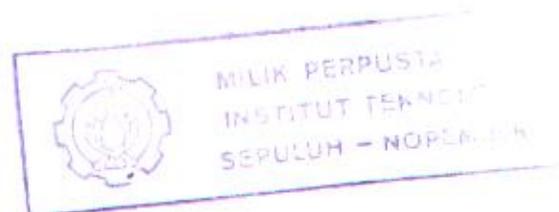
4.5.5. Pekerjaan Pemadatan Material Tanah dan Kapur.....	52
4.5.6. Pekerjaan Galian.....	53
4.5.7. Pekerjaan Pemindahan Tanah.....	54
4.5.8. Pekerjaan Pemerataan Tanah.....	56
4.5.9. Pekerjaan Pemadatan.....	58
4.6. Perhitungan Jumlah Penggunaan Alat Berat.....	62
4.6.1. Pekerjaan Remove Top Soil.....	62
4.6.2. Pekerjaan Pengangkutan Kapur.....	63
4.6.3. Pekerjaan Pencampuran Tanah dan Kapur.....	64
4.6.4. Pemerataan Material Tanah dan kapur.....	65
4.6.5. Pekerjaan Pemadatan Material Tanah dan Kapur.....	66
4.6.6. Pekerjaan Galian.....	67
4.6.7. Pekerjaan Pemindahan Tanah.....	68
4.6.8. Pekerjaan Pemerataan Tanah.....	70
4.6.9. Pekerjaan Pemadatan.....	72
4.7. Analisa Biaya Alat Berat.....	76
4.7.1. Menghitung Harga Satuan Penggunaan Alat Berat.....	76
4.7.2. Perhitungan Biaya Alat Berat.....	80

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	84
5.2. Saran-saran.....	84

Daftar Pustaka

Lampiran - Lampiran



DAFTAR TABEL

2.1. Faktor Konversi untuk Volume Tanah	6
2.2. Faktor Effisiensi Waktu	10
2.3. Faktor Effisiensi Kerja.....	11
2.4. Faktor Effisiensi Operator	11
2.5. Penggunaan Bahan Bakar dan Oli	16
4.1. Volume Pekerjaan Stabilisasi Tanah dan Embankment	25
4.2. Daftar Peralatan	26
4.3. Blade Faktor untuk Bulldozer.....	36
4.4. Perhitungan Produktivitas Bulldozer (Stright Blade dan Engle Blade).....	37
4.5. Bucker Faktor Excavator	38
4.6. Kedalaman dan Kondisi Penggalian Excavator.....	38
4.7. Standart Cycle Time Excavator	39
4.8. Faktor Effisiensi Kerja Excavator.....	39
4.9. Waktu Dumping dan Waktu Loading.....	43
4.10. Perhitungan Waktu Pekerjaan Remove Top Soil	49
4.11. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pengangkutan Kapur	50
4.12. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pencampuran Tanah dan Kapur	51
4.13. Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Campuran Tanah dan Kapur	52
4.14. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Material Campuran Tanah dan Kapur.....	53
4.15. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemindahan Tanah Lapis 1	55
4.16. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemindahan Tanah Lapis 2	56
4.17. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemindahan Tanah Lapis 3.....	56
4.18. Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 1	57
4.19. Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 2.....	58
4.20. Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 3.....	58
4.21. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapis 1	59
4.22. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapis 2	60

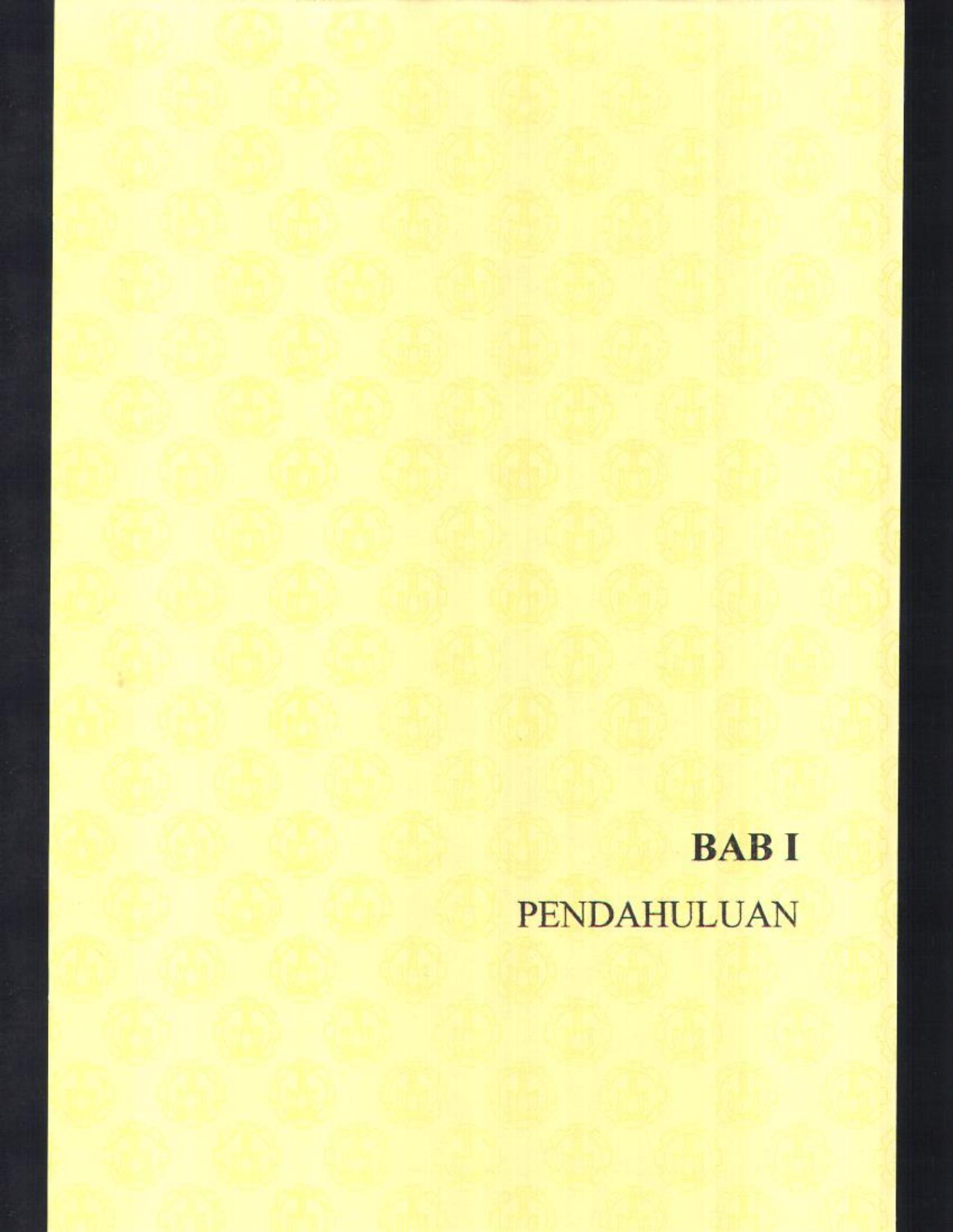
4.23. Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapis 3	60
4.24. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Remove Top Soil.....	63
4.25. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pengangkutan Kapur	64
4.26. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pencampuran Tanah dan Kapur	65
4.27. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Campuran Tanah dan Kapur.....	66
4.28. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Material Campuran Tanah dan Kapur.....	67
4.29. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemindahan Tanah Lapis 1	69
4.30. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemindahan Tanah Lapis 2	69
4.31. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemindahan Tanah Lapis 3	70
4.32. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 1	71
4.33. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 2	71
4.34. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 3	72
4.35. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapis 1.....	73
4.36. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapis 2.....	73
4.37. Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapis 3.....	74
4.38. Harga Satuan Penggunaan Alat	79
4.39. Perhitungan Biaya Alat Berat	80

DAFTAR GAMBAR

2.1. Biaya Alat	14
3.1. Bagan Alir Metodologi	22
4.1. Proses Pemindahan Tanah	32
4.2. Proses Pemerataan Tanah	33
4.3. Proses Pemasatan Tanah	34
4.4. Penjadwalan Pemakaian Alat Berat	61
4.5. Penjadwalan Ulang Pemakaian Alat Berat	75

DAFTAR LAMPIRAN

1. Peta Lokasi Proyek
2. Layout Plan Of The Project
3. Layout Plan GSE Road 1 s/d GSE Road 5
4. Daftar Harga Alat dan Upah Pekerja



BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bandara Juanda merupakan salah satu bandara udara nasional yang ada di Jawa Timur. Sesuai dengan fungsinya tersebut, Bandara Udara Juanda melakukan transportasi udara lintas kota, propinsi, maupun antar pulau. Namun semakin bertambahnya pemakai jasa transportasi ini sedang fasilitas Bandara Udara Juanda yang ada saat ini kurang memenuhi.

Pemerintah Republik Indonesia, melalui Direktorat Jendral Perhubungan Udara, bermaksud melaksanakan pengembangan Bandar Udara Juanda Surabaya sebagai pintu gerbang internasional propinsi Jawa Timur dengan tujuan menggalakkan perkembangan ekonomi Indonesia pada umumnya dan Jawa Timur khususnya.

Rencana pengembangan Bandar Udara Juanda Surabaya dimulai sejak tahun 1978. Rencana induk dan desain Bandar Udara tersebut dibuat tahun 1994/1995 dan pekerjaan konstruksi sedang dilaksanakan dengan bantuan dana pemerintah Jepang melalui program Official Development Assistance dari Japan Bank for International Cooperation (JBIC).

Pada pengembangan Bandara Udara Juanda Surabaya ini banyak dijumpai pekerjaan – pekerjaan yang membutuhkan peralatan berat, seperti pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment. Dengan peralatan berat yang dimiliki oleh kontraktor, diharapkan pekerjaan tersebut dapat diselesaikan tepat pada waktunya, yaitu 150 hari. Tetapi pada kenyataannya, dengan peralatan yang dimiliki, pekerjaan tersebut dapat diselesaikan dengan waktu 191 hari. Disini terlihat terjadi pembengkakan waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga kontraktor tersebut perlu merencanakan kembali mengenai peralatan yang akan dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment tersebut.

Oleh karena itulah akan dilakukan perencanaan pemakaian alat berat pada pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment, agar pelaksanaan pekerjaan

dapat berjalan lancar dengan biaya yang ekonomis dan selesai tepat pada waktu yang direncanakan (selama 150 hari).

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang ada dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana proses pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment dengan menggunakan alat berat.
2. Apakah jumlah peralatan yang ada cukup untuk melaksanakan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment. Kalau tidak, peralatan apakah yang perlu ditambah (disewa) dan berapakah jumlahnya.
3. Bagaimana penjadwalan alat tersebut, agar proyek dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
4. Berapakah biaya penggunaan alat yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment.

1.3. Tujuan Pembahasan

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

1. Mengetahui bagaimana proses pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment.
2. Untuk mengetahui jumlah alat dari berbagai jenis peralatan yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment.
3. Membuat penjadwalan penggunaan alat berat.
4. Menghitung biaya penggunaan peralatan dalam pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment.

1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup dan batasan masalah dalam tugas akhir ini meliputi :

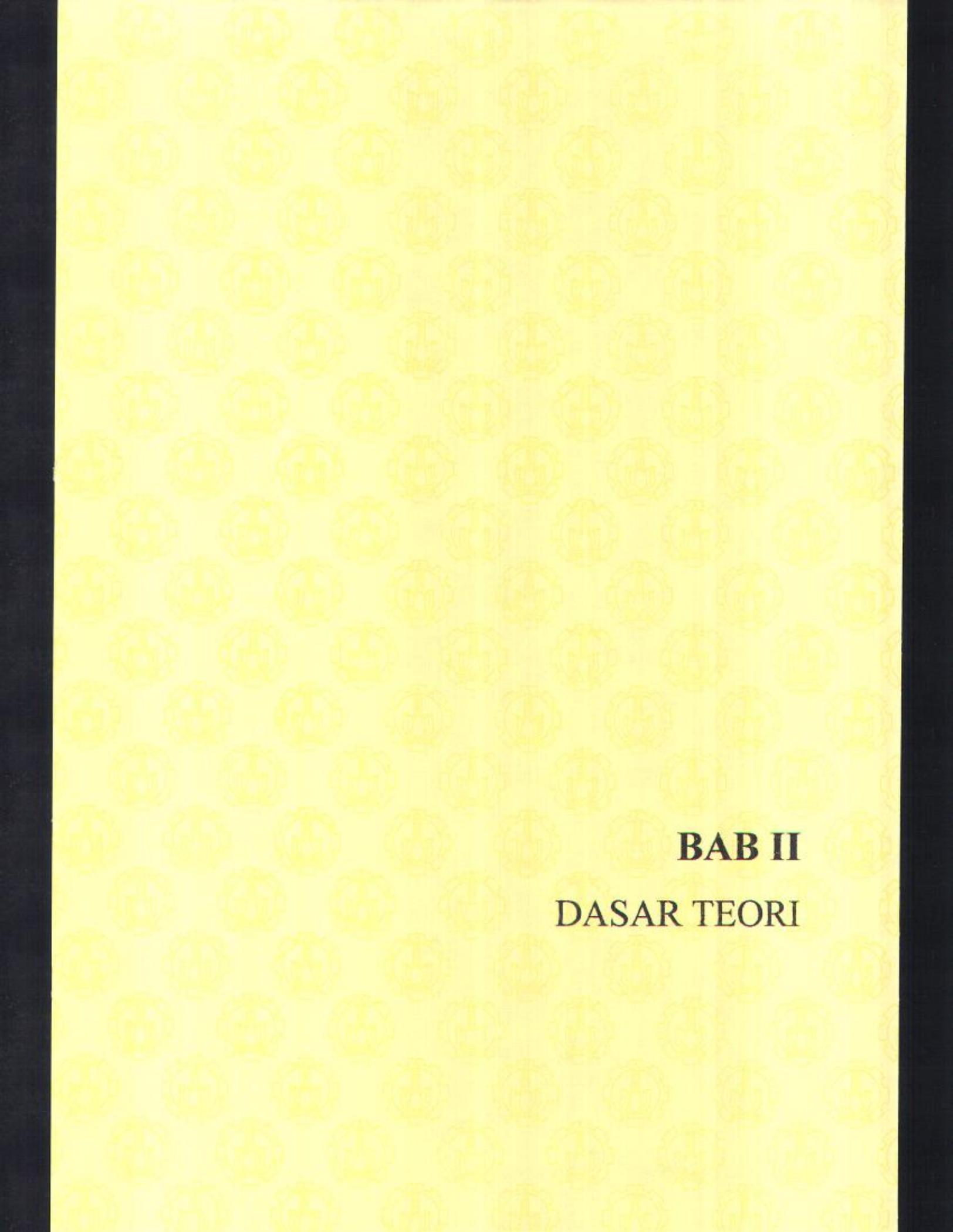
1. Pekerjaan embankment yang meliputi pekerjaan pemindahan, pemerataan dan pemadatan tanah.
2. Pekerjaan stabilisasi tanah yang meliputi pekerjaan remove top soil (pengelupasan tanah permukaan), pengangkutan material (kapur) untuk

stabilisasi tanah, pekerjaan pencampuran material, pemerataan dan pemadatan tanah dengan alat berat.

3. Perhitungan jumlah kebutuhan peralatan berdasarkan waktu dan volume pekerjaan.
4. Jenis peralatan dibatasi dengan peralatan yang dimiliki oleh kontraktor.
5. Alat berat yang digunakan adalah produksi United Tractor dengan merk Komatsu dan Nissan.
6. Jenis lahan yang diolah diasumsikan hanya pada lahan bekas sawah.
7. Lingkup bahasan hanya stabilisasi tanah dan embankment pada pekerjaan Ground Support Equipment (GSE-1 sampai dengan GSE-5) Proyek Pengembangan Bandara Juanda Surabaya.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir dengan judul Perencanaan Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Stabilisasi tanah dan Embankment di Bandara Juanda ini adalah untuk memberi gambaran atau kemudahan bagi pengguna peralatan berat dalam mengelola peralatan, menghitung jumlah kebutuhan peralatan, melakukan penjadwalan dan mengestimasi biaya penggunaan peralatan berat.



BAB II
DASAR TEORI

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Umum

Didalam Ilmu Pemindahan Tanah, yang dimaksud dengan material adalah semua bahan yang berasal dari bumi, misalnya tanah, tanah liat, kerikil, cadas, pasir, batu dan lain-lainnya. Material tanah memiliki bentuk dan karakteristik yang beraneka ragam. Oleh sebab itu alat yang dipergunakan untuk mengerjakan tanah beraneka ragam pula. Sifat - fisik tanah yang akan dikerjakan oleh alat berat berpengaruh dalam :

- Menentukan jenis alat.
- Taksiran atau kapasitas produksi alat berat.
- Perhitungan volume pekerjaan.
- Kemampuan kerja alat pada kondisi material yang ada.

Jadi dengan sesuainya pemilihan jenis alat berat terhadap kondisi material yang ada akan mempercepat pekerjaan dan mengurangi kehilangan waktu (lose time).

2.2. Karakteristik Tanah

Beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan tanah

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

a. Keadaan asli (Bank Measure)

Keadaan asli adalah keadaan tanah yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi. Ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam, Bank Measure (BM) Ini digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

b. *Keadaan lepas (Loose Measure)*

Keadaan lepas adalah keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan (disturb), tanah demikian misalnya terdapat di depan dozer blade, diatas truck, di dalam bucket dan sebagainya. Ukuran tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam Loose Measure (LM) yang besarnya sama dengan $BM + \% \text{ Swell} \times BM$. (swell = kembangan)

Faktor swell ini tergantung dari jenis tanah, dapat dimengerti bahwa LM mempunyai nilai yang lebih besar dari BM.

c. *Keadaan Padat (Compacted Volume)*

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali kemudian dipadatkan.

Untuk mengetahui faktor konversi volume tanah, dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1
Faktor konversi untuk volume tanah

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1.00	1.11	0.95
	(B)	0.90	1.00	0.86
	(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 : Training Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

2. Berat tanah

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

3. Bentuk (*shape of material*)

Bentuk tanah yang dimaksud disini didasarkan pada ukuran butir, untuk tanah dengan ukuran butir kecil akan terdapat rongga yang berukuran kecil

demikian pula pada tanah dengan ukuran butir besar membentuk rongga yang berukuran besar pula, ukuran butir ini akan berpengaruh terhadap pengisian bucket.

4. Daya ikat / kohesivitas tanah

Merupakan kemampuan untuk saling mengikat diantara butir tanah itu sendiri, sifat ini sangat berpengaruh terhadap alat, misalnya berpengaruh terhadap faktor luber (spillage factor).

5. Kekerasan tanah

Tanah yang lebih keras akan lebih sukar untuk dikerjakan oleh alat berat, kekerasan tanah ini juga berpengaruh terhadap produktifitas alat.

2.3. Tipe – tipe alat berat

2.3.1. Pengelompokan menurut penggerak utama

Pengelompokan alat berat menurut penggerak utamanya (PT. United Tractor Jakarta) adalah sebagai berikut :

1. Traktor sebagai Prime Mover

Untuk alat berat dengan penggeraknya traktor dibedakan menjadi :

a. Traktor (sebagai prime mover/ penggerak utama)

- Traktor roda kelabang (crawler)
- Traktor roda ban (Wheel)

b. Bulldozer (sebagai alat penggusur)

Dibedakan menurut blade :

- Straight Bulldozer (blade lurus)
- Angling Bulldozer (blade miring)
- Universal Bulldozer (Blade universal)
- Cushion Bulldozer (Blade chusion)

c. Ripper (alat pembajak)

Dibedakan menjadi :

- Hinge (bajak kaku tunggal)
- Giant Ripper
- Multy Shank Ripper

d. Scraper (alat pengelupas)

- Standart Scrapper (Scrapper bermesin)
 - Towed Scrapper (Scrapper yang ditarik)
 - e. Motor Grader (alat grading/ pembentuk permukaan)
 - f. Loader (alat pemuat)
 - Wheel loader (roda ban)
 - Track loader (roda kelabang)
2. *Excavator sebagai prime over/ penggerak utama*
- a. Backhoe (excavator pengeduk dengan arah ke belakang)
 - Backhoe dengan sistim kontrol mekanis
 - Beckhoe dengan sistim kontrol kabel-sling
 - b. Clamshell (excavator pengeduk – penjepit)
 - c. Shovel (excavator pengeduk dengan arah ke depan)
 - d. Skidder (excavator untuk balok-balok kayu)
 - e. Dragline (excavator pengeduk-tarik)
 - f. Crane/ pipe layers (keran pengangkat, alat pasang pipa)
3. *Alat selain traktor dan excavator*
- a. Truck
 - Slide dumping (pembuangan ke samping)
 - Back dumping (pembuangan ke belakang)
 - b. Dump Wagon
 - Rear dump (pembuangan ke belakang)
 - Bottom dump (pembuangan ke bawah)
 - Side dump (pembuangan ke samping)
 - c. Trailer
 - d. Alat pemadat
 - Three wheel roller (penggilas beroda tiga)
 - Tandem roller (penggilas tipe tandem)
 - Meshgrid dan segment roller (penggilas tipe lempengan dan anyaman)
 - Pneumatic tired roller (penggilas beroda ban)
 - Towed roller
 - e. Alat pneumatic (alat yang bekerja dengan tekanan angin)
 - f. Compressor (alat pemadat udara)

- g. Stone Crusher (pemecah batu)
 - Jaw crusher (pemecah dengan sistem rahang)
 - Roll crusher (pemecah dengan sistem roll)
 - Impact crusher (pemecah dengan sistem pukulan)
 - Cylatory crusher (pemecah dengan sistem kisaran)
- h. Alat pengolah aspal
- i. Dredger (kapal keruk)

2.3.2. Pengelompokan menurut fungsinya

Pengelompokan alat berat menurut fungsinya adalah sebagai berikut :

1. *Alat pembersih lapangan*
 - Bulldozer
 - Ripper
2. *Alat pengangkat dan pemuat*
 - Backhoe
 - Power shovel
 - Clamshell
 - Loaders
3. *Alat penggali dan pengangkut*
 - Scrapper
 - Truck
4. *Alat pembuat permukaan*
 - Motor Grader
5. *Alat pemadat*
 - Roller

2.4. Produktivitas alat berat

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

- Untuk menentukan jumlah alat yang diperlukan.
- Untuk memperkirakan waktu yang diperlukan.
- Untuk menghitung biaya produksi.

Produktivitas peralatan merupakan perkalian daripada q (kapasitas produksi per cycle), N (jumlah cycle tiap jam) dan E (faktor kerja).

Biasanya produktivitas suatu alat konstruksi dinyatakan dalam m^3/jam atau Cuyd/jam.

Produksi peralatan = $q \times N \times E$ atau

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{(J/F) + (J/R) + Z}$$

Dimana TP = Produktivitas alat berat per jam (m^3/jam)

KB = Kapasitas Blade (m^3)

FK = Faktor koreksi

J = Jarak dorong (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

Z = Waktu tetap (menit)

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

- Faktor efisiensi waktu
- Faktor efisiensi kerja
- Faktor efisiensi operator

Dimana besarnya angka koreksi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2
Faktor efisiensi waktu

Kondisi Kerja	Effisiensi
Menyenangkan	0,9
Normal	0,83
Buruk/ jelek	0,75

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

Tabel 2.3
Faktor Efisiensi 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 Center Dept. PT. United Tractors Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

Tabel 2.4
Faktor Efisiensi Operator

Ketrampilan Operator	Effisiensi
Baik	0,9 - 1,00
Normal	0,75
Jelek	0,5 - 0,60

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

2.5. Perhitungan Jumlah dan Jam Kerja Alat

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

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

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

dimana :

t = Jumlah jam kerja (jam)

V_t = Volume pekerjaan (m³)

TP = Taksiran produksi (m³/jam)

n = Jumlah kebutuhan alat

- Jika kita mengetahui jumlah jam kerja alat maka rumus untuk menghitung jumlah alat adalah :

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

dimana :

n = Jumlah kebutuhan alat

V_t = Volume pekerjaan (m³)

TP = Taksiran produksi (m³/jam)

t = Jumlah jam kerja (jam)

2.6. Membuat Rencana Kerja Alat (Scheduling)

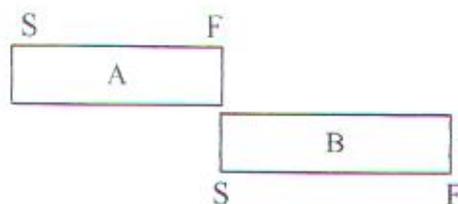
Dalam membuat rencana kerja dapat dilakukan dengan beberapa cara atau metode, diantaranya adalah :

- Bar Chart (Gantt), Line Diagram.
- Time Scale Diagram, Arrow/ Precedence Diagram.

Pada tugas akhir ini akan digunakan metode Bar Chart (Gantt) dalam membuat rencana kerja. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membuat Gantt Chart, hal tersebut mengenai hubungan antar aktivitas, seperti :

1. Finish to Start (FS)

Adalah kegiatan B dapat dimulai setelah kegiatan A selesai dikerjakan.

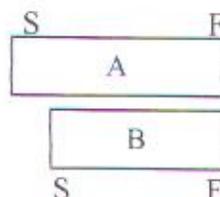


Predecessor : aktivitas yang mendahului.

Successor : aktivitas berikutnya.

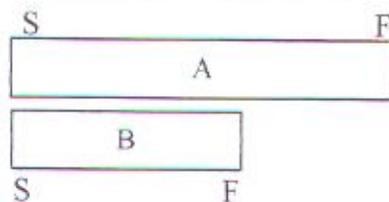
2. Finish to Finish (FF)

Adalah suatu kegiatan yang selesainya bersamaan (kegiatan A selesainya bersamaan dengan kegiatan B)



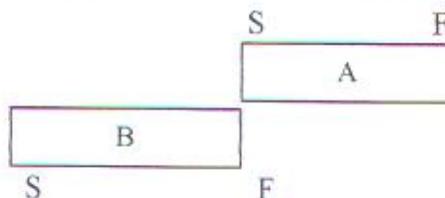
3. Start to Start (SS)

Adalah suatu kegiatan yang dilakukan bersamaan (kegiatan A dilakukan bersamaan dengan kegiatan B).



4. Start to Finish (SF)

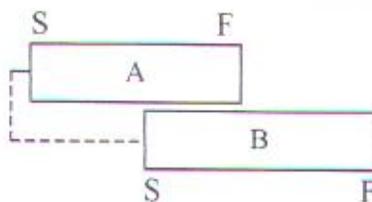
Adalah kegiatan A dapat dimulai setelah kegiatan B selesai dikerjakan.



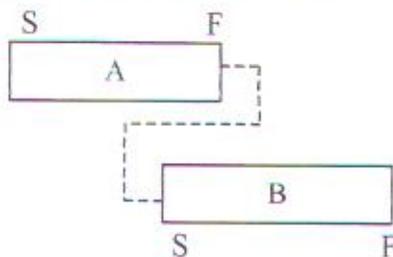
Selain hal tersebut, ada hal lain yang perlu kita perhatikan adalah :

1. Lead (mendahului)

- Untuk SS (kegiatan B dimulai sesaat setelah kegiatan A dimulai)

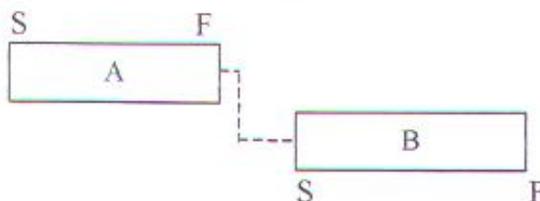


- Untuk FS (kegiatan B dapat dimulai sesaat sebelum kegiatan A selesai)



2. Lag (terlambat)

Kegiatan B dimulai beberapa saat setelah kegiatan A selesai



2.7. Analisa Biaya Alat Berat

Peralatan kita operasikan untuk mencapai produksi yang tinggi, tetapi didalam pengoperasian tersebut kita harus selalu mengusahakan agar biaya yang kita keluarkan sekecil mungkin. Dari hal tersebut di atas timbul pengertian istilah “ tampilan alat terbaik “, yaitu kalau produksi alat maksimum dengan biaya operasi alat terendah/ minimal.

Biaya kepemilikan dan biaya operasi alat untuk suatu jenis alat tidak selalu tetap atau tidak selalu sama, karena terpengaruh oleh banyak faktor, diantaranya adalah :

- Harga bahan - bahan dan pelumas yang berbeda antara satu tempat dengan yang lain.
- Harga beli alat yang berbeda.
- Jenis pekerjaan yang dilakukan.
- Suku bunga modal yang berlainan.
- Dan lain – lain.

Kalau ada pabrik pembuat yang mengeluarkan daftar biaya kepemilikan operasi, itu adalah berdasarkan asumsi dan kondisi harga – harga yang digunakan oleh pabrik pembuat.

Pemilik atau pemakai peralatan harus mampu membuat estimasi termaksud secara benar tergantung dari penggunaan dan lokasi kerjanya.

Secara keseluruhan biaya alat dapat diperinci seperti berikut ini :



Gambar 2.1

Biaya Alat

2.7.1. Biaya kepemilikan

Biaya kepemilikan adalah jumlah biaya dalam rupiah yang harus diterima kembali oleh pemilik alat, karena telah mengeluarkan biaya untuk pembelian alat, pajak, asuransi setiap jam selama umur ekonomis alat. Bunga modal juga harus diterima pemilik alat setiap jam selama umur ekonomis.

Biaya kepemilikan terdiri dari :

- Biaya penyusutan (depresiasi)

Biaya penyusutan ini dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyusutan} = \frac{P - S}{c \times N}$$

Dimana :

- P = Nilai awal (harga alat)
- S = Nilai sisa (10 % dari harga alat)
- c = Jam kerja per tahun (jam)
- N = Umur ekonomis alat

- Bunga modal, pajak dan asuransi

Bunga modal, pajak dan asuransi dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

- i = bunga per tahun
- r = nilai sisa alat
- P = Nilai awal (harga alat)
- S = Nilai sisa (10 % dari harga alat)
- c = Jam kerja per tahun (jam)
- N = Umur ekonomis alat

Jadi biaya kepemilikan = Biaya penyusutan + Bunga modal, pajak, asuransi

2.7.2. Biaya Operasi

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

- Bahan bakar

Dimana biaya bahan bakar dapat diperoleh dari :

- Angka konsumsi bahan bakar dari pabrik pembuatan alat tersebut.
- Atau, pemakaian bahan bakar alat berat diperkirakan berdasarkan rumus sebagai berikut :
 - Motor bermesin bensin = 0,23 liter/ HP /jam x Rp bensin/liter
 - Motor disel solar = 0,15 liter/HP /jam x Rp solar/liter

Pemakaian bahan bakar dapat dilihat pada tabel 2.6

- Pelumas

Seberapa banyak pelumas yang digunakan oleh sebuah mesin sangat tergantung pada ukuran mesin tersebut, kapasitas karter oli, keadaan piston ring dan lama waktu penggantian.

Dimana penggunaan pelumas ini dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.5

Penggunaan Bahan Bakar dan Oli

Jenis Alat	Biaya					
	Bahan bakar (ltr/jam)	Oli mesin (ltr/jam)	Oli transmisi (ltr/jam)	Oli vinal drive (ltr/jam)	Oli hodrolis (ltr/jam)	Grease/ gemuk (ltr/jam)
• Bulldozer						
- D 41 P-3	12,4	0,08	0,05	0,03	0,06	0,02
- D 41 A-3	11,9	0,08	0,05	0,03	0,06	0,02
• Excavator PC 200-5	14,0	0,07	0,005	0,055	0,136	0,02
• Wheel loader WA 250-1	54,0	0,25	0,07	0,11	0,36	0,01
• Motor Grader GD 523 A-1	16,4	0,13	0,04	0,11	0,06	0,03
• Tire Roller TS-200	31,1	0,25	0,05	0,05	-	0,02
• Vibration Roller JV 100 A-1	31,1	0,25	0,04	0,05	-	0,02
• Stabilizer CS 360 II	28,8	0,12	0,05	0,05	-	0,03
• Dump truck						
- CWA 18T	33,4	0,74	0,23	0,05	0,38	0,02
- HD 320	18,4	0,32	0,13	0,03	-	0,02

Sumber : Ir. Rochmanhadi. *Pemindahan Tanah Mekanis*



- Biaya perbaikan

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

$$\text{Biaya perbaikan} = \frac{\text{Faktor perbaikan} \times \text{Harga alat}}{\text{Jangka waktu penyusutan (jam)}}$$

- Upah operator

Upah operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar kerja operator dalam mengoperasikan alat - alat berat tersebut.

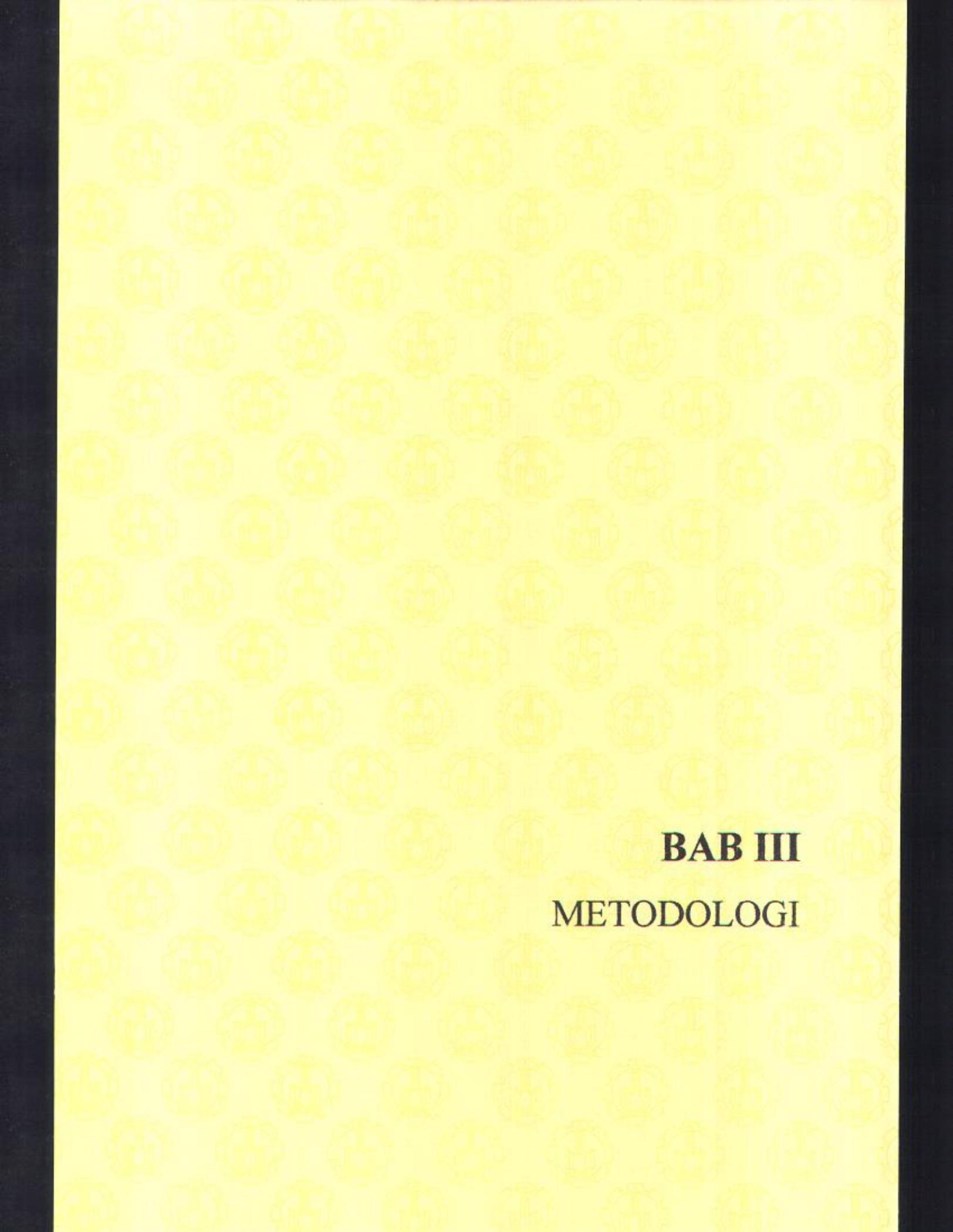
2.7.3. Biaya Sewa Alat

Dengan cara menyewa alat berat, kontraktor 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, organisasi konstruksi yang menggunakan alat biasanya juga membayar untuk :

1. Biaya sewa operator
2. Biaya bahan bakar

Jadi total biaya sewa alat adalah :

$$\text{Total Biaya} = (\text{Biaya sewa/hari} + \text{Biaya operator/hari} + \text{Biaya bahan bakar/hari}) \times (\text{Waktu operasi/ jam kerja sehari})$$



BAB III
METODOLOGI

BAB III

METODOLOGI

3.1. Telaah Pustaka

Telaah pustaka, meliputi :

- a. Teori pemindahan tanah mekanis
 - Sifat – sifat fisik tanah / material.
- b. Cara kerja, produksi alat dan analisa biaya alat berat
 - Fungsi dan kegunaan alat – berat berat.
 - Fungsi dan kegunaan attachment
 - Analisa biaya alat berat
- c. Spesifikasi alat – alat berat
 - Kapasitas yang dimiliki alat berat.
 - Kemampuan alat berat.
- d. Penjadwalan pekerjaan

3.2. Pengumpulan Data - data

1. Mengumpulkan data – data di lapangan berupa data – data umum dan teknis proyek :
 - a. Peta lokasi proyek.
 - b. Pekerjaan stabilisasi tanah.
 - c. Pekerjaan embankment.
 - d. Peralatan yang dimiliki.
 - e. Biaya sewa alat
 - f. Harga alat.
 - g. Upah pekerja/ operator.
 - h. Waktu pelaksanaan pekerjaan.
2. Wawancara dengan narasumber yang berkompeten tentang permasalahan di lapangan, meliputi :
 - a. Proses pekerjaan stabilisasi tanah.
 - b. Proses pekerjaan embankment.

- c. Waktu penyelesaian pekerjaan.

3.3. Permasalahan di Lapangan

Permasalahan yang ada di lapangan adalah :

1. Bagaimana proses pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment dengan menggunakan alat berat.
2. Apakah jumlah peralatan yang ada cukup untuk melaksanakan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment. Kalau tidak, peralatan apakah yang perlu ditambah (disewa) dan berapakah jumlahnya.
3. Bagaimana penjadwalan alat tersebut, agar proyek dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
4. Berapakah biaya penggunaan alat yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment.

3.4. Analisa Alat Berat

Dalam menganalisa alat berat perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

- a. Produksi alat berat yang dipengaruhi oleh 3 faktor
 - Waktu
 - Material
 - Effisiensi
- b. Peralatan yang digunakan dalam suatu pekerjaan.
 - Sesuai dengan jenis pekerjaan.
 - Kondisi medan dan jenis material.
 - Jumlah disesuaikan dengan volume pekerjaan.
- c. Perhitungan Produktivitas alat berat

Produktivitas peralatan merupakan perkalian daripada q (kapasitas produksi per cycle), N (jumlah cycle tiap jam) dan E (faktor kerja). Biasanya dinyatakan dalam m^3/jam atau cuyd/jam .

Produksi peralatan = $q \times N \times E$ atau,

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{(J/F) + (J/R) + Z}$$

BAB IV

PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN STABILISASI TANAH DAN EMBANKMENT DI BANDARA JUANDA SURABAYA

BAB IV
PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
STABILISASI TANAH DAN EMBANKMENT DI BANDARA JUANDA
SURABAYA

4.1. Umum

Dalam membuat perencanaan penggunaan alat berat pada suatu pekerjaan kita sering mengalami kesulitan, hal ini disebabkan banyaknya jenis pekerjaan dengan alat yang berbeda- beda. Perencanaan penggunaan alat yang baik akan mempengaruhi berhasil tidaknya pelaksanaan proyek. Untuk mendapatkan perencanaan penggunaan alat yang baik, kita harus mengetahui dan menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi di lapangan.

Selanjutnya masalah-masalah yang perlu diperhatikan adalah :

- Jangka waktu penyelesaian pekerjaan.
- Biaya operasional yang paling murah.

Jangka waktu penyelesaian pekerjaan sangat berpengaruh kepada produktivitas kerja yang harus dicapai pada suatu waktu tertentu. Sedangkan biaya penggunaa alat yang paling murah tergantung pada perencanaan penggunaan alat yang kita lakukan dalam waktu tersebut.

4.2. Gambaran Umum Proyek

Pada pembangunan Bandara Juanda Surabaya meliputi macam – macam item pekerjaan, salah satu pekerjaan yang akan dikerjakan yaitu Pekerjaan Jalan Ground Support Equipment (GSE), pekerjaan ini nantinya sebagai jalan transportasi yang menghubungkan tempat bongkar/ muat pesawat di Apron ke gedung Cargo. Pekerjaan ini nantinya mulai dari pekerjaan stabilisasi tanah (perbaikan daya dukung tanah) sampai dengan pekerjaan embankment.

4.3. Data Teknis Proyek

4.3.1. Data Proyek

- Nama Proyek : Proyek Pengembangan Pelayanan Transportasi Udara Jawa Timur
- Lokasi Proyek : Kompleks Bandara Udara Juanda Surabaya
- Panjang jalan GSE : ± 2.450 m
- Lebar jalan : 10 m
- Lebar bahu jalan : 2.25 m
- Total Nilai kontrak : Rp. 260.097.574.274
- Waktu pelaksanaan proyek : 150 hari

4.3.2. Pihak-pihak yang terlibat

- Pemilik proyek : Direktorat Jendral Perhubungan Udara
- Konsultan : Japan Airport Consultan (JAC) bekerjasama Dengan LAPI-ITB
- Kontraktor : KAWAMITE JOINT OPERATION

4.3.3. Data-data pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment

Contoh perhitungan menentukan volume pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment pada GSE Road 1 (STA 0+00 – 3+80) :

- Volume remove top soil = luas penampang x panjang

$$= \left(\frac{18,5 + 19,5}{2} \right) \times 0,2$$

$$= 3,8 \text{ m}^2 \times 380 \text{ m}^1$$

$$= 1.444 \text{ m}^3$$
- Volume kapur = luas penampang x panjang

$$= (20 \times 0,20) \times 380$$

$$= 1.520 \text{ m}^3$$
- Stabilisasi tanah
 Volume Stabilisasi tanah = luas penampang x panjang

$$= \left(\frac{19,5 + 20,5}{2} \right) \times 0,7$$

$$= 14 \text{ m}^2 \times 380 \text{ m}^1$$

$$= 5.320 \text{ m}^3$$

- Embankment

$$\begin{aligned} \text{Lapisan 1} &= \text{luas penampang} \times \text{panjang} \\ &= \left(\frac{18,5 + 17,5}{2} \right) \times 0,3 \\ &= 5,4 \text{ m}^2 \times 380 \text{ m}^1 \\ &= 2.052 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lapisan 2} &= \text{luas penampang} \times \text{panjang} \\ &= \left(\frac{17,5 + 16,5}{2} \right) \times 0,3 \\ &= 5,1 \text{ m}^2 \times 380 \text{ m}^1 \\ &= 1.938 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lapisan 3} &= \text{luas penampang} \times \text{panjang} \\ &= \left(\frac{16,5 + 15,5}{2} \right) \times 0,2 \\ &= 3,2 \text{ m}^2 \times 380 \text{ m}^1 \\ &= 1.216 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.1
volume pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment

Lokasi	Sta	Volume Pekerjaan					
		Remove top soil (m ³)	Material (kapur) (m ³)	Stabilisasi Tanah (m ³)	Embankment		
					Lapis 1 (m ³)	Lapis 2 (m ³)	Lapis 3 (m ³)
• GSE-1	0+00 – 3+80	1.444	1.520	5.320	2.052	1.938	1.216
• GSE-2	0+00 – 2+80	1.064	1.120	3.920	1.512	1.428	896
• GSE-3	0+00 – 1+90	722	760	2.660	1.026	969	608
• GSE-4	0+00 – 3+00	1.140	1.200	4.200	1.620	1.530	960
	3+00 – 6+00	1.140	1.200	4.200	1.620	1.530	960
	6+00 – 9+00	1.140	1.200	4.200	1.620	1.530	960
	9+00 – 12+50	1.330	1.400	4.900	1.890	1.785	1.120
• GSE-5	0+00 – 3+50	1.330	1.400	4.900	1.890	1.785	1.120

Sumber : hasil analisa penulis

Keterangan :

- Volume tanah remove top soil dalam satuan BCY (Bank Cubic Yard)
- Material Kapur diambil dari Gresik, dengan jarak ± 39 Km
- Material lapisan 1, 2 adalah 3 adalah tanah sirtu (satuan dalam Compacted Cubic Yard), diambil dari Pandaan dengan jarak ± 47 Km.

4.3.4. Jenis dan Jumlah Peralatan yang Dimiliki

Jumlah dan jenis peralatan yang dimiliki adalah sebagai berikut :

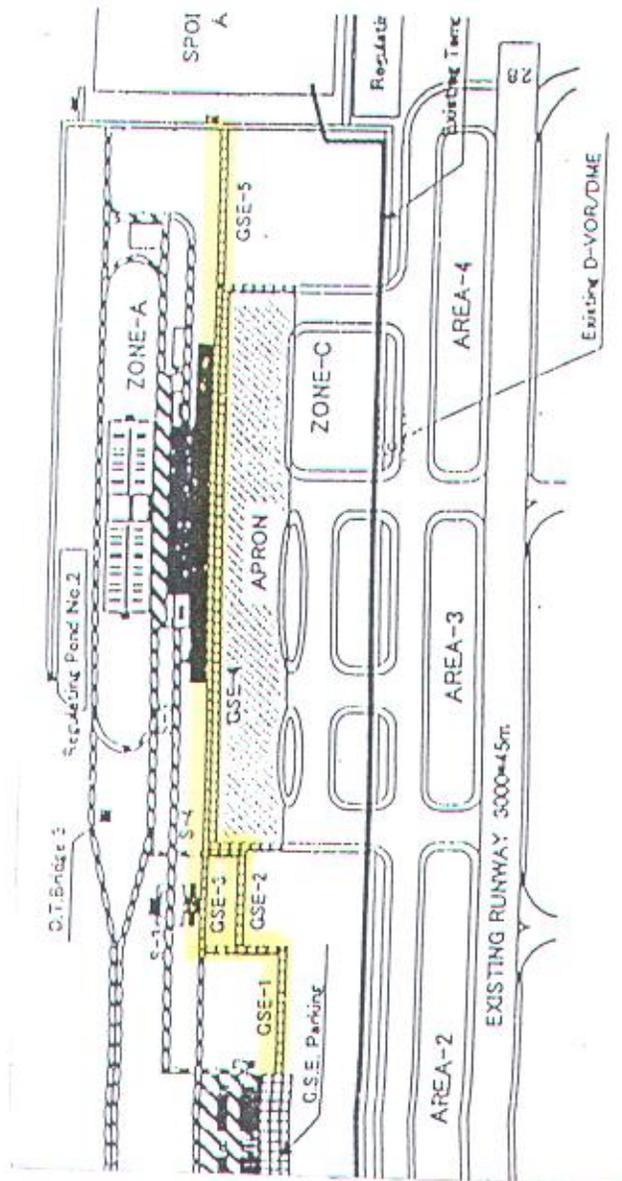
Tabel 4.2
Daftar Peralatan

Jenis alat	Type	Jumlah alat	Attachment
• Bulldozer	D 41-P3	1	Stright blade
	D 41-A3	1	Angle blade
• Excavator	PC 200-5	3	-
• Wheel loader	WA 250-1	1	-
• Motor Greder	GD 523 A-1	1	-
• Tired Roller	TS-200	1	-
• Vibration Roller	JV 100 A-1	1	-
• Stabilizer	CS 360 II	1	-
• Dump Truck			
- Truck	CWA 18T	10	-
- Truck	HD 320	10	-

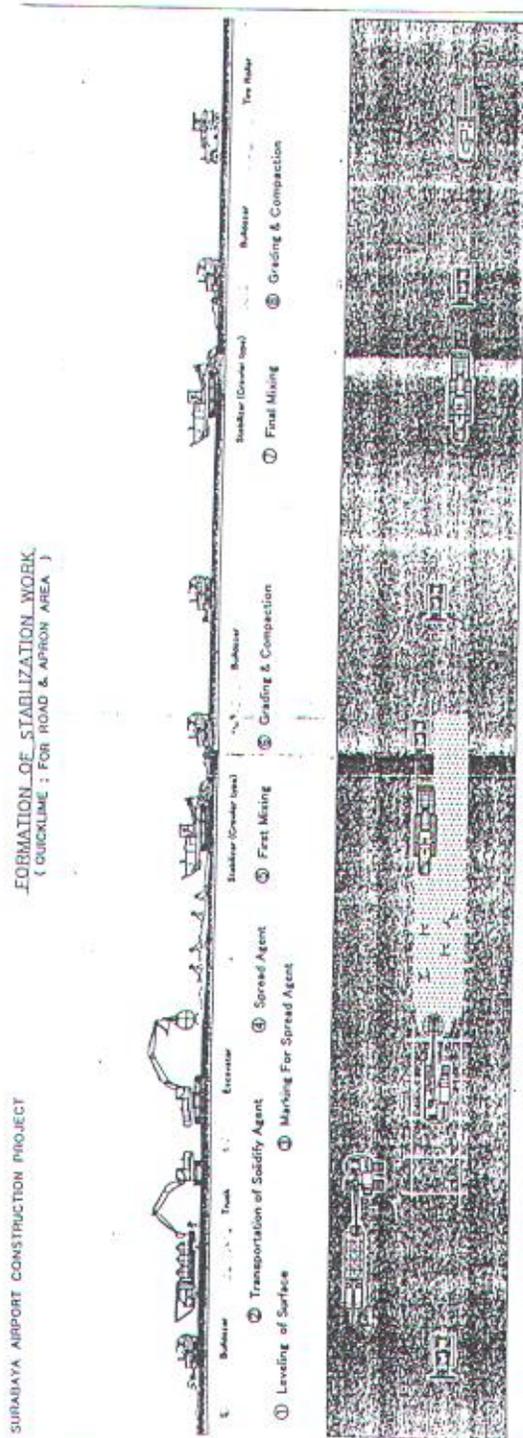
Sumber : PT. KAJIMA



4.3.5. Peta Rencana Ruas



4.3.6. Formation Of Stabilization Work



Pekerjaan Stabisasi tanah

Pekerjaan stabilisasi tanah merupakan pekerjaan perbaikan tanah yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah. Lokasi pembangunan Bandara Udara Juanda mempunyai kondisi tanah lembek (sawah dan tambak). Oleh karena itu dibutuhkan pekerjaan stabilisasi tanah (perbaikan tanah) dari kondisi tanah lembek ke tanah yang mempunyai daya dukung yang lebih baik.

Pada pekerjaan stabilisasi tanah meliputi pekerjaan :

1. Remove top soil (pengupasan tanah permukaan)

Pekerjaan remove top soil merupakan pekerjaan pengelupasan tanah permukaan. Pada pekerjaan remove top soil, tanah permukaan dikupas dengan kedalaman ± 20 cm dari elevasi muka tanah, yang bertujuan untuk menghilangkan tanah humus atau organik.

Alat yang digunakan adalah Bulldozer (Straight Blade)

2. Pengangkutan material kapur

Dalam pengangkutan material kapur ini, kapur dimasukkan ke karung dengan volume $1,2 \text{ m}^3$. Kemudian diangkut menggunakan truck, dimana truck yang dipakai tidak mempunyai kemampuan untuk membuang muatan sendiri, maka diperlukan alat excavator untuk mengangkat muatannya.

Alat yang digunakan adalah :

- Pengangkut : Truck
- Mengangkat muatan : Excavator

3. Pekerjaan Penghamparan Kapur

Pekerjaan penghamparan kapur dilakukan sesudah pekerjaan remove top soil, tujuannya agar tanah yang dalam kondisi basah (tanah bekas sawah dan tambak) menjadi kondisi asam. Bahan material berupa kapur tersebut dihamparkan dengan ketebalan ± 20 cm.

Pekerjaan penghamparan ini menggunakan alat Excavator dan pemerataannya dengan bantuan tenaga manusia.

4. Pekerjaan Pencampuran / Mixing

Pekerjaan pencampuran atau mixing yaitu pencampuran material tanah dengan material kapur. Kedalaman tanah yang dicampur adalah 50 cm.

Adapun komposisi pencampuran material kapur dengan tanah adalah 120 kg/m^3 . Pada prakteknya pekerjaan pencampuran atau mixing ini dilakukan bersamaan dengan pekerjaan penghamparan kapur dan pemerataan tanah yang sudah dicampur.

Alat yang digunakan adalah :

- Pekerjaan pencampuran / mixing : Stabilizer (Crawler type).
- Pemerataan tanah : Bulldozer (Angle Blade)

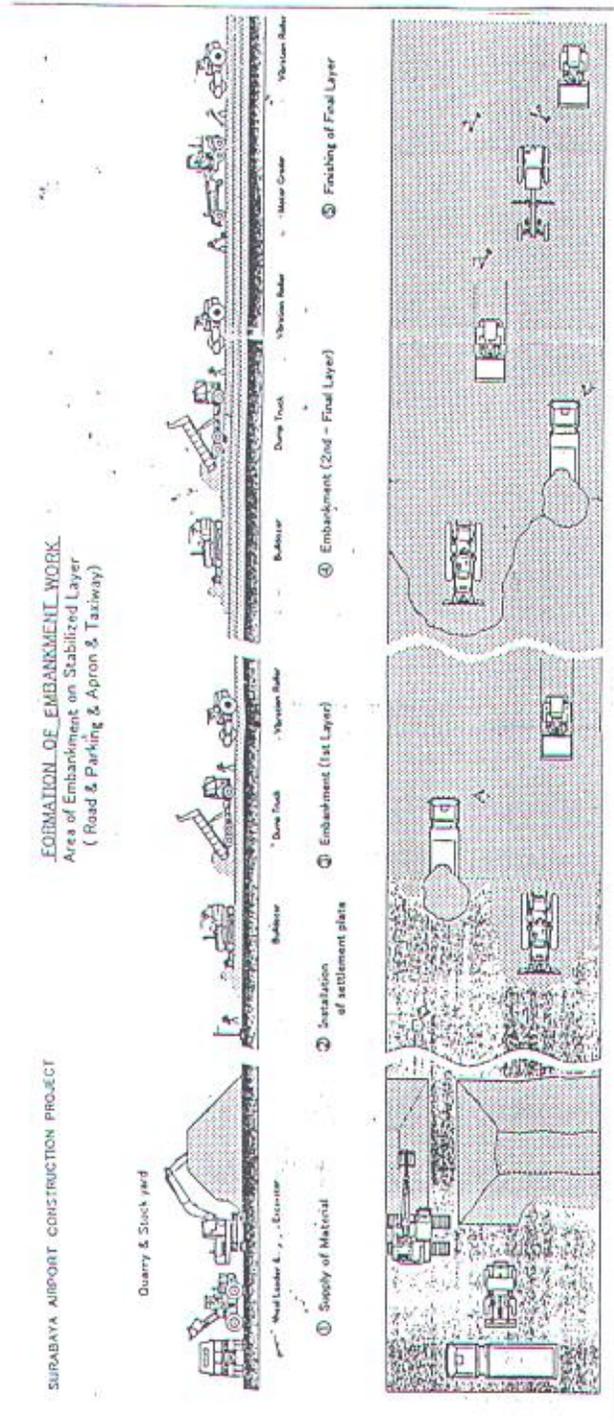
5. Pematatan

Pekerjaan pematatan dilakukan paling lambat sehari sesudah pekerjaan stabilisasi tanah, gunanya untuk memadatkan tanah. Dimana pematatan dilakukan dalam 8 – 12 laluan.

Alat yang digunakan adalah :

- Alat Pemadat : Tired Roller

4.3.7. Formation Of Embankment Work



Pekerjaan Embankment

Pekerjaan Structural Embankment dilaksanakan minimal 1 minggu setelah Pekerjaan Stabilisasi Tanah. Pekerjaan Struktur Embankment merupakan pekerjaan timbunan tanah yang nantinya sebagai lapisan dasar Pekerjaan Perkerasan Jalan.

Pekerjaan embankment meliputi :

1. Pindahkan Tanah

Pada dasarnya pekerjaan pemindahan tanah adalah sama yaitu memindahkan tanah / material dari suatu tempat ke tempat lainnya, akan tetapi proses pekerjaan dalam melaksanakannya berbeda-beda. Hal ini dimungkinkan adanya faktor-faktor sebagai berikut :

- Sifat-sifat fisik tanah/ material.
- Jarak angkut atau pemindahan.
- Keadaan situasi atau kondisi topografi.

Proses kerja pemindahan tanah dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1
Proses Pemindahan Tanah

Alat yang digunakan adalah :

- Alat penggali : Excavator
- Alat pemuat : Wheel loader
- Alat pengangkut : Dump Truck

2. Pemerataan Tanah

Pekerjaan pemerataan tanah adalah menyebarkan gundukan dari tanah buangan truck. Pada penyebaran tanah dibedakan sebagai berikut :

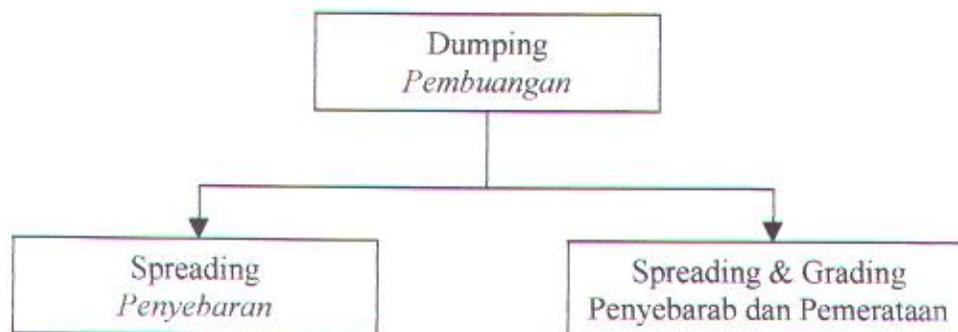
a. lapisan 1 dan 2 digunakan Bulldozer

Karena pada lapisan ini tanah hanya disebarkan tanpa ada syarat kemiringan khusus pada lapisan tersebut.

b. Lapisan 3 atau tahap finishing menggunakan Motor Greder.

Pada pemerataan tanah lapis 3 atau finishing dipakai Motor Greder karena pada lapisan ini disyaratkan tanah tersebut harus dengan kemiringan sebesar 2 %, hal ini sangat berpengaruh pada pekerjaan berikutnya, yaitu pekerjaan perkerasan.

Proses kerja pemerataan tanah dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2
Proses Pemerataan Tanah

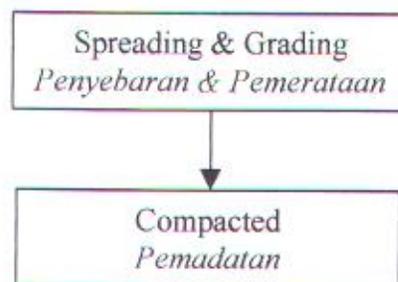
Alat yang digunakan adalah :

- Alat penyebar material : Bulldozer
- Alat penyebar (finishing) : Motor Grader

3. Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah bagian dari pekerjaan yang penting dari proses pembangunan suatu jalan. Proses pekerjaan tersebut dilakukan dengan alat-alat mekanis yaitu Vibration Roller. Alat ini dipilih karena alat pemadat Vibration Roller ini mempunyai kemampuan untuk bergetar, hal ini bertujuan untuk mengurangi rongga – rongga udara/ air yang terdapat pada butiran tanah. Sehingga butiran tanah tersebut tersusun rapat satu sama lain dan saling mengunci.. Proses pekerjaan pemadatan dilakukan laluan 8 – 12 kali.

Proses kerja pemadatan tanah dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3

Proses Pemadatan Tanah

Alat yang digunakan : Vibration Roller

4.4. Taksiran Produksi Alat Berat

4.4.1. Bulldozer

Produksi per jam suatu Bulldozer pada suatu penggusuran adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

- TP = Taksiran produksi (m^3/jam)
- q = Produksi per siklus (m^3)
- E = efisiensi kerja
- Cm = Waktu siklus (menit)

Perhitungan digunakan Bulldozer tipe D 41 P-3 dengan asumsi sebagai berikut :

- Produksi per siklus (q)

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

dimana :

- Lebar sudu L = 3,025 m
- Tinggi sudu H = 0,92 m
- Blade faktor BF = 0,8 (tabel 4.3)

Jadi produksi per siklus :

$$\begin{aligned} q &= 3,025 \times 0,92^2 \times 0,8 \\ &= 2,05 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Tabel 4.3
Blade Faktor Untuk Bulldozer

Kondisi Operasi Untuk Dozing	Blade Faktor	
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 dan tertanam kuat pada tanah	0,40 – 0,60

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

- Waktu siklus (Cm) [?]
 - Kecepatan maju $F = 3,4 \text{ km/jam} = 56,7 \text{ m/menit}$
 - Kecepatan mundur $R = 5,5 \text{ km/jam} = 91,67 \text{ m/menit}$
 - Waktu ganti persnelling $Z = 0,05 \text{ menit}$
 - Jarak gusur $= 40 \text{ m}$
- $$\text{Waktu siklus (Cm)} = \frac{40}{56,7} + \frac{40}{91,67} + 0,05$$
- $$= 1,19 \text{ menit}$$
- Effisiensi
 - Faktor effisiensi waktu, kondisi kerja normal $= 0,83$ (tabel 2.3)
 - Faktor effisiensi kerja, medan biasa, alat bagus $= 0,69$ (tabel 2.4)
 - Faktor effisiensi operator, ketrampilan baik $= 0,75$ (tabel 2.5)
- $$\text{Jadi Effisiensinya} = 0,83 \times 0,69 \times 0,75$$
- $$= 0,43$$

Jadi produktivitas bulldozer per jam adalah

$$\text{TP} = \frac{2,05 \times 60 \times 0,43}{1,19} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

$$= 44,45 \text{ m}^3\text{/jam}$$

Dengan cara yang sama, maka produktivitas bulldozer stright blade dan angle blade dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.4
Perhitungan produktivitas bulldozer (stright blade dan Angle blade)

Type	Lebar sudu L (m)	Tinggi sudu H (m)	Blade Faktor BF	Produksi per siklus q (m ³)	Kec maju F (km/jam)	Kec mundur R (km/jam)	Waktu tetap Z (menit)	Jarak gusur (m)	Waktu siklus Cm (menit)	Effisiensi kerja	Produktivitas TP (m ³ /jam)
D41 P-3	3,03	0,92	0,8	2,05	3,4	5,5	0,05	40	1,19	0,43	44,45
D41 A-3	3,18	0,87	0,8	1,93	3,4	5,5	0,05	40	1,19	0,43	41,84

Sumber : Hasil analisa penulis

4.4.2. Excavator

Produksi per jam suatu Excavator pada suatu pekerjaan penggalian adalah sebagai berikut :

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

Perhitungan digunakan Excavator dengan tipe PC 200-5 dengan asumsi sebagai berikut :

- Produksi per siklus (q)

$$q = KB \times BF$$

dimana :

- Kapasitas bucket = 0,8 m³
- Bucket faktor = 1,1 (tabel 4.5)

Jadi produksi per siklus

$$\begin{aligned} q &= 0,8 \times 1,1 \\ &= 0,88 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.5
Bucket Faktor Excavator

Kondisi Operasi/ Penggalian		Bucket Faktor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1,20 – 1,10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,10 – 1,00
Agak sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1,00 – 0,80
Sulit	Tanah keras, bekas ledakan	0,90 – 0,70

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

- Waktu siklus (Cm)

Dimana :

- Waktu putar PC 200-5 = 16 detik (tabel 4.7)
- Faktor kedalaman dan kondisi penggalian, normal = 1 (tabel 4.6)

$$\begin{aligned} \text{Cm} &= 15 \text{ detik} \times 1 \\ &= 15 \text{ detik} \\ &= 0,25 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 4.6
Kedalaman dan Kondisi Penggalian Excavator

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

*Dikalikan dengan Cycle Time

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

Tabel 4.7
Standart Cycle Time Excavator

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

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

- Efisiensi

Dimana efisiensi terdiri dari :

- Faktor efisiensi kerja = 0,75 (tabel 4.8)
- Faktor efisiensi waktu = 0,83 (tabel 2.3)

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

Tabel 4.8
Faktor Efisiensi Kerja Excavator

Kondisi operasi	Efisiensi kerja
Baik	0,83
Normal – sedang	0,75
Kurang baik	0,67
Buruk	0,58

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

Maka produksi Excavator perjam :

$$\begin{aligned} TP &= \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{0,88 \times 60 \times 0,64}{0,25} \\ &= 135,17 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.4.3. Motor Grader

Produksi per jam suatu Motor Grader pada pekerjaan perapian akhir pekerjaan tanah adalah sebagai berikut :

$$TP = \frac{60 \times V \times W \times E}{N} \quad (\text{m}^2/\text{jam})$$

Dimana :

- TP = Taksiran produksi (m³/jam)
- W = Lebar efektif (m)
- V = Kecepatan rata-rata (km/jam)
- E = Effesiensi
- N = Jumlah passing yang diperlukan

Perhitungan digunakan Motor Grader tipe GD 523 A-1 dengan asumsi sebagai berikut :

- W = Lebar efektif

Dimana :

- Panjang blade efektif = 2,395 m
- Lebar tumpang tindih = 0,3 m
- Sudut blade = 45°

Maka lebar efektifnya adalah :

$$\begin{aligned} W &= (L_e - L_o) \text{ Cos } 45^\circ \\ &= (2,395 - 0,3) \text{ Cos } 45^\circ \\ &= 1,481 \text{ m} \end{aligned}$$

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

Dimana kecepatan Motor Grader dalam pekerjaan adalah :

- Perbaikan jalan = 2 – 6 km/jam
- Pembuatan trens = 1,6 – 4 km/jam
- Perapian tebing = 1,6 – 2,6 km/jam
- Penggusuran salju = 7 – 25 km/jam
- Perapian medan = 1,6 – 4 km/jam
- Lenelling = 2 – 8 km/jam

- Effisiensi

- Faktor effisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.3)
- Faktor effisiensi kerja, medan biasa, alat bagus = 0,69 (tabel 2.4)
- Faktor effisiensi operator, ketrampilan baik = 0,75 (tabel 2.5)

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

Maka produksi Motor Grader per jam :

$$\begin{aligned} \text{TP} &= \frac{60 \times V \times W \times E}{N} \\ &= \frac{60 \times 66,67 \times 1,481 \times 0,43}{4} \\ &= 636,86 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

4.4.4. Dump Truck

A. Kombinasi dump truck dengan weel loader (pada pekerjaan pemindahan tanah)

Produksi per jam Dump Truck yang dikombinasikan dengan Wheel loader dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{TP} = \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{\text{CT}} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Perhitungan digunakan dump truck CWA 18T dikombinasikan dengan wheel loader WA 250-1

Dimana :

- Menghitung waktu siklus

1. Waktu muat loader

$$\text{Waktu muat Wheel loader} = \frac{J}{V1} + \frac{J}{V2} + FT$$

- Jarak angkut (J) = 10 m
- Kecepatan bucket bermuatan (V1) = 7 km/jam = 116,67 m/menit
- Kecepatan bucket kosong (V2) = 10 km/jam = 166,67 m/menit
- Fixed time (FT) = 0,30 menit

Jadi waktu siklus loader (Cms)

$$\begin{aligned} \text{Cms} &= \frac{J}{V1} + \frac{J}{V2} + FT \\ &= \frac{10}{116,67} + \frac{10}{166,67} + 0,3 \\ &= 0,44 \text{ menit} \end{aligned}$$

- n = jumlah siklus yang diperlukan loader untuk mengisi dump truck

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kapasitas rata-rata dump truck}}{\text{kapasitas bucket x faktor bucket}} \\ &= \frac{10 \text{ m}^3 \text{ (kapasitas munjung)}}{1,7 \text{ m}^3 \times 0,8} \\ &= 7 \text{ kali} \end{aligned}$$

- Waktu muat = 7 x Cms
= 7 x 0,44
= 3,08 menit

2. Waktu berangkat dan waktu kembali

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

- Jarak angkut dump truck J = 47 km
- Kecepatan angkut V1 = 35 km/jam = 583,3 m/menit
- Kecepatan kembali V2 = 40 km/jam = 666,7 m/menit

- Faktor koreksi
Effisiensi kerja = 0,83

Jadi produktivitas per jam adalah

$$\begin{aligned} TP &= \frac{C \times 60 \times FK}{CT} \\ &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,83}{139,3} \\ &= 2,57 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.4.5. Stabilizer

Untuk pekerjaan stabilisasi tanah digunakan stabilizer dengan tipe CS 360 II, produksi per jam stabilizer adalah sebagai berikut :

$$TP = \frac{Lk \times P \times J \times 60 \times FK}{CT} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

- LK = lebar kerja = 2 m
- P = Kedalaman penetrasi = 0.7 m
- J = Jarak pencampuran = 40 m
- CT = Cycle Time
 - F = Kecepatan maju = 6 m/menit
 - T = Waktu putar = 0,25 menit

$$\text{Jadi CT} = 2 \times \frac{40}{6} + 0,25 = 13,58 \text{ menit}$$

- FK = Faktor koreksi
 - Faktor efisiensi waktu, kondisi kerja normal = 0,83 (tabel 2.3)
 - Faktor efisiensi kerja, medan biasa, alat bagus = 0,69 (tabel 2.4)
 - Faktor efisiensi operator, ketrampilan baik = 0,75 (tabel 2.5)

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

Jadi produksi stabilizer tersebut adalah :

$$\begin{aligned} TP &= \frac{Lk \times P \times J \times 60 \times FK}{CT} \\ &= \frac{2 \times 0,7 \times 40 \times 60 \times 0,43}{13,58} \\ &= 106,39 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$



4.4.6. Compactor

Untuk Compactor pada pekerjaan stabilisasi tanah ditentukan menggunakan Tired Roller Tipe TS-200, untuk pekerjaan pemadatan tanah sirtu dipakai Vibration Roller JV 100 A-1. Produktivitas per jam suatu Compactor dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$TP = \frac{W \times L \times S}{P} \text{ (m}^3/\text{jam)}$$

Dimana :

- W = lebar pemadatan (m)
- L = Tebal lapisan (m)
- S = kecepatan rata-rata (km/jam)
- P = Jumlah laluan yang diperlukan

Jika pengukuran kecepatan yang sebenarnya tidak dapat dilakukan, maka kecepatan rata-rata di bawah ini bisa dipakai sebagai pedoman :

- Sheep Foot Roller = 7,5 km/m
- Pneumatic Tired Roller = 10 km/jam
- Sheep Foot Roller ditarik Wheel Tractor = 7,5 – 15 km/jam
- Sheep Foot Roller ditarik Crawler Tractor = 4,5 – 6 km/jam
- Pneumatic Roller ditarik Crawler Tractor = 4,5 – 7,5 km/jam

A. Tired Roller TS-200

- W = lebar pemadatan = 1,8 m
- L = tebal lapisan = 0,7 m

- S = kecepatan rata-rata = 7,5 km/jam = 7500 m/jam
- P = Jumlah laluan = 8

Maka produksi Tired Roller per jam :

$$\begin{aligned} TP &= \frac{W \times L \times S}{P} \\ &= \frac{1,8 \times 0,7 \times 7500}{8} \\ &= 1.181 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

B. Vibration Roller JV 100 A-1

1. Untuk tebal lapisan 0,2 meter.

- W = lebar pepadatan = 2,130 m
- L = tebal lapisan = 0,2 m
- S = kecepatan rata-rata = 10 km/jam = 10000 m/jam
- P = Jumlah laluan = 8

Maka produksi Vibration Roller per jam :

$$\begin{aligned} TP &= \frac{W \times L \times S}{P} \\ &= \frac{2,130 \times 0,2 \times 10000}{8} \\ &= 532,5 \text{ m}^3/\text{jam (compacted)} \end{aligned}$$

2. Untuk ketebalan 0,3 meter

- W = lebar pepadatan = 2,130 m
- L = tebal lapisan = 0,3 m
- S = kecepatan rata-rata = 10 km/jam = 10000 m/jam
- P = Jumlah laluan = 8

Maka produksi Vibration Roller per jam :

$$\begin{aligned} TP &= \frac{W \times L \times S}{P} \\ &= \frac{2,130 \times 0,3 \times 10000}{8} \\ &= 798,75 \text{ m}^3/\text{jam (compacted)} \end{aligned}$$

4.5. Perhitungan Waktu Penggunaan Alat Berat

Dalam menentukan lama waktu penggunaan alat berdasarkan atas volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut.

4.5.1. Pekerjaan Remove Top Soil

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan remove top soil adalah bulldozer (stright blade) D41 P-3.

Contoh perhitungan pada pekerjaan remove top soil adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

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

dimana :

$$V_t = 1.444 \text{ m}^3$$

$$TP = 44,45 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$n = 1$$

Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan bulldozer untuk menggusur tanah tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{1.444}{(44,45 \times 1)} \text{ jam} \\ &= 32,5 \text{ jam, atau} \\ &= 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan bulldozer untuk pekerjaan remove top soil adalah sebagai berikut :

Tabel 4.10
Perhitungan Waktu Pekerjaan Remove Top Soil

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	1.444	44,45	1	32,5	4
• GSE Road 2	1.064	44,45	1	23,9	3
• GSE Road 3	722	44,45	1	16,2	2
• GSE Road 4	1.140	44,45	1	25,6	4
	1.140	44,45	1	25,6	4
	1.140	44,45	1	25,6	4
	1.330	44,45	1	29,9	4
• GSE Road 5	1.330	44,45	1	29,9	4

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.2. Pekerjaan Pengangkutan Kapur

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pengangkutan kapur adalah truck dengan bantuan alat Excavator.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pengangkutan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$t = \frac{Vt}{(TP \times n)} \text{ (jam)}$$

dimana :

$$Vt = 1.520 \text{ m}^3$$

$$TP = 2,57 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$n = 10 \text{ buah}$$

Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan truck untuk mengangkut kapur tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{1.520}{(2,57 \times 10)} \text{ jam} \\
 &= 59,1 \text{ jam, atau} \\
 &= 8 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan truck untuk mengangkut kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11
Perhitungan Waktu Pekerjaan Pengangkutan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	1.520	2,57	10	59,1	8
• GSE Road 2	1.120	2,57	10	43,6	6
• GSE Road 3	760	2,57	10	29,6	4
• GSE Road 4	1.200	2,57	10	46,7	6
	1.200	2,57	10	46,7	6
	1.200	2,57	10	46,7	6
• GSE Road 5	1.400	2,57	10	54,4	7
	1.400	2,57	10	54,4	7

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.3. Pekerjaan Pencampuran (Kapur dan Tanah)

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pencampuran material kapur dan tanah adalah Stabilizer CS 360 II.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pencampuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$t = \frac{Vt}{(TP \times n)} \text{ (jam)}$$

dimana :

$$Vt = 5.320 \text{ m}^3$$

$$TP = 106,39 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$n = 1$$

Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan Stabilizer tersebut adalah :

$$t = \frac{5.320}{(106,39 \times 1)} \text{ jam}$$

$$= 50 \text{ jam, atau}$$

$$= 7 \text{ hari}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan Stabilizer untuk mencampur material tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pencampuran Tanah dan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	5.320	106,39	1	50,0	7
• GSE Road 2	3.920	106,39	1	36,8	5
• GSE Road 3	2.660	106,39	1	25,0	3
• GSE Road 4	4.200	106,39	1	39,5	5
	4.200	106,39	1	39,5	5
	4.200	106,39	1	39,5	5
• GSE Road 5	4.900	106,39	1	46,0	6
	4.900	106,39	1	46,0	6

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.4. Pemerataan Material Kapur dan Tanah

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemerataan campuran material kapur dan tanah adalah Bulldozer D41 A-3.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemerataan campuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$t = \frac{Vt}{(TP \times n)} \text{ (jam)}$$

dimana :

$$Vt = 1.520 \text{ m}^3$$

$$TP = 41,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$n = 1$$

Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan Bulldozer tersebut adalah :

$$t = \frac{1.520}{(41,84 \times 1)} \text{ jam}$$

$$= 36,3 \text{ jam, atau}$$

$$= 5 \text{ hari}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan Bulldozer untuk meratakan campur material tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13

Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan campuran Tanah dan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n Buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	1.520	41,84	1	36,3	5
• GSE Road 2	1.120	41,84	1	26,8	4
• GSE Road 3	760	41,84	1	18,2	2
• GSE Road 4	1.200	41,84	1	28,7	4
	1.200	41,84	1	28,7	4
	1.200	41,84	1	28,7	4
• GSE Road 5	1.400	41,84	1	33,5	5
	1.400	41,84	1	33,5	5

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.5. Pekerjaan Pemadatan Material Campuran Tanah dan Kapur

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemadatan material campuran kapur dan tanah adalah Bulldozer Tired Roller TS - 200.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemadatan material campuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$t = \frac{Vt}{(TP \times n)} \text{ (jam)}$$

dimana :

$$\begin{aligned} V_t &= 5.320 \text{ m}^3 \\ TP &= 1.181 \text{ m}^3/\text{jam} \\ n &= 1 \end{aligned}$$



Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan Tired Roller tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{5.320}{(1.181 \times 1)} \text{ jam} \\ &= 4,5 \text{ jam, atau} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan Tired Roller untuk memadatkan material campuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan material campuran Tanah dan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	V_t m^3	TP m^3/jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	5.320	1.181	1	4,5	1
• GSE Road 2	3.920	1.181	1	3,3	1
• GSE Road 3	2.660	1.181	1	2,3	1
• GSE Road 4	4.200	1.181	1	3,6	1
	4.200	1.181	1	3,6	1
	4.200	1.181	1	3,6	1
• GSE Road 5	4.900	1.181	1	4,1	1
	4.900	1.181	1	4,1	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.6. Pekerjaan Galian

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan galian ini adalah PC 200-5, perkiraan waktu lama pekerjaan galian (GSE Road 1 sampai dengan GSE Road 5) adalah sebagai berikut :

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

dimana :

$$\begin{aligned} V_t &= (\text{Volume total tanah untuk struktur embankment}) \\ &= 33.565 \times 1,09 \\ &= 36.586 \text{ m}^3 \text{ (keadaan lepas/loose)} \\ TP &= 135,17 \text{ m}^3/\text{jam} \\ n &= 1 \end{aligned}$$

Asumsi :

- Koefisien 1,09 merupakan tanah campur kerikil dari kondisi padat ke kondisi lepas.
- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan excavator untuk menggali tanah tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{36.586}{(135,17 \times 1)} \text{ (jam)} \\ &= 271 \text{ jam, atau} \\ &= 34 \text{ hari} \end{aligned}$$

4.5.7. Pekerjaan Pemindahan Tanah

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemindahan tanah adalah Dump Truck dikombinasikan dengan Wheel loader.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemindahan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

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

dimana :

$$\begin{aligned} V_t &= 2.052 \text{ m}^3 \times 1,09 \\ TP &= 2,81 \text{ m}^3/\text{jam} \\ n &= 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

Asumsi :

- Koefisien 1,09 merupakan tanah campur kerikil dari kondisi padat ke kondisi lepas.

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan untuk pemindahan tanah tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{2.052 \times 1,09}{(2,81 \times 10)} \quad \text{jam} \\
 &= 79,6 \text{ jam, atau} \\
 &= 10 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan Dump Truck untuk memindahkan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemindahan Tanah lapis 1

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t Jam	t hari
• GSE Road 1	2.237	2,81	10	79,6	10
• GSE Road 2	1.648	2,81	10	58,3	8
• GSE Road 3	1.118	2,81	10	39,8	5
• GSE Road 4	1.766	2,81	10	62,9	8
	1.766	2,81	10	62,9	8
	1.766	2,81	10	62,9	8
	2.060	2,81	10	73,3	9
• GSE Road 5	2.060	2,81	10	73,3	9

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.16

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemindahan Tanah lapis 2

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	2.112	2,81	10	75,2	9
• GSE Road 2	1.556	2,81	10	55,4	7
• GSE Road 3	1.056	2,81	10	37,6	5
• GSE Road 4	1.668	2,81	10	59,4	7
	1.668	2,81	10	59,4	7
	1.668	2,81	10	59,4	7
	1.946	2,81	10	69,2	9
• GSE Road 5	1.946	2,81	10	69,2	9

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.17

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemindahan Tanah lapis 3

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	1.325	2,81	10	60,6	8
• GSE Road 2	977	2,81	10	34,8	4
• GSE Road 3	663	2,81	10	23,6	3
• GSE Road 4	1046	2,81	10	37,2	5
	1046	2,81	10	37,2	5
	1046	2,81	10	37,2	5
	1.221	2,81	10	43,5	5
• GSE Road 5	1.221	2,81	10	43,5	5

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.8. Pekerjaan Pemerataan Tanah

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemerataan tanah lapis 1 dan lapis 2 adalah Bulldozer tipe D41 A-3. Sedangkan pada lapis 3 (finishing) dipakai Motor Greder.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemerataan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$t = \frac{Vt}{(TP \times n)} \text{ (jam)}$$

dimana :

$$\begin{aligned} Vt &= 2.237 \text{ m}^3 \\ TP &= 41,84 \text{ m}^3/\text{jam} \\ n &= 1 \end{aligned}$$

Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan Bulldozer tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{2.237}{(41,84 \times 1)} \text{ jam} \\ &= 53,5 \text{ jam, atau} \\ &= 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan Bulldozer untuk meratakan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.18
Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 1

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	2.237	41,84	1	53,5	7
• GSE Road 2	1.648	41,84	1	39,4	5
• GSE Road 3	1.118	41,84	1	26,7	4
• GSE Road 4	1.766	41,84	1	42,2	6
	1.766	41,84	1	42,2	6
	1.766	41,84	1	42,2	6
• GSE Road 5	2.060	41,84	1	49,2	6
	2.060	41,84	1	49,2	6

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.19

Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 2

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	2.112	41,84	1	50,5	7
• GSE Road 2	1.556	41,84	1	37,2	5
• GSE Road 3	1.056	41,84	1	25,2	3
• GSE Road 4	1.668	41,84	1	39,9	5
	1.668	41,84	1	39,9	5
	1.668	41,84	1	39,9	5
• GSE Road 5	1.946	41,84	1	46,5	6
	1.946	41,84	1	46,5	6

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.20

Perhitungan Waktu Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 3

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	1.325	636,86	1	2,1	1
• GSE Road 2	977	636,86	1	1,5	1
• GSE Road 3	663	636,86	1	1,0	1
• GSE Road 4	1.046	636,86	1	1,6	1
	1.046	636,86	1	1,6	1
	1.046	636,86	1	1,6	1
• GSE Road 5	1.221	636,86	1	1,9	1
	1.221	636,86	1	1,9	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.5.9. Pekerjaan Pemadatan

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemadatan tanah adalah Vibration Roller JV 100 A-1

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemadatan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$t = \frac{Vt}{(TP \times n)} \text{ (jam)}$$

dimana :

$$\begin{aligned} V_t &= 2.237 \text{ m}^3 \\ TP &= 798,75 \text{ m}^3/\text{jam} \\ n &= 1 \end{aligned}$$

Asumsi :

- Asumsi waktu : 1 bulan sama dengan 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi waktu yang diperlukan Tired Roller tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{2.237}{(798,75 \times 1)} \text{ jam} \\ &= 2,8 \text{ jam, atau} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka waktu yang dibutuhkan Vibration Roller untuk memadatkan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.21
Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapisan 1

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas alat	Jumlah Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan
	Vt m ³	TP m ³ /jam	n buah	t jam	t hari
• GSE Road 1	2.237	798,75	1	2,8	1
• GSE Road 2	1.648	798,75	1	2,06	1
• GSE Road 3	1.118	798,75	1	1,4	1
• GSE Road 4	1.766	798,75	1	2,2	1
	1.766	798,75	1	2,2	1
	1.766	798,75	1	2,2	1
	2.060	798,75	1	2,6	1
• GSE Road 5	2.060	798,75	1	2,6	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.22

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapisan 2

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas alat TP	Jumlah Alat n	Waktu Pengerjaan t	Waktu Pengerjaan t
	m ³	m ³ /jam	buah	jam	hari
• GSE Road 1	2.112	798,75	1	2,6	1
• GSE Road 2	1.556	798,75	1	1,9	1
• GSE Road 3	1.056	798,75	1	1,3	1
• GSE Road 4	1.668	798,75	1	2,1	1
	1.668	798,75	1	2,1	1
	1.668	798,75	1	2,1	1
	1.946	798,75	1	2,4	1
• GSE Road 5	1.946	798,75	1	2,4	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.23

Perhitungan Waktu Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapisan 3

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas alat TP	Jumlah Alat n	Waktu Pengerjaan t	Waktu Pengerjaan t
	m ³	m ³ /jam	buah	jam	hari
• GSE Road 1	1.325	532,5	1	2,5	1
• GSE Road 2	977	532,5	1	1,8	1
• GSE Road 3	663	532,5	1	1,2	1
• GSE Road 4	1.046	532,5	1	2,0	1
	1.046	532,5	1	2,0	1
	1.046	532,5	1	2,0	1
	1.221	532,5	1	2,3	1
• GSE Road 5	1.221	532,5	1	2,3	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Setelah dilakukan penjadwalan (Gambar 4.4) sesuai dengan peralatan yang dimiliki, ternyata waktu penyelesaiannya adalah 191 hari. Pada penjadwalan tersebut terlihat bahwa pekerjaan pemindahan tanah yang menyebabkan waktu penyelesaian menjadi lama. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan jumlah penambahan alat pada pekerjaan pemindahan tanah berupa Dump Truck CWA 18 T agar pekerjaan tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan batas waktu yang direncanakan, yaitu 150 hari.

4.6. Perhitungan Jumlah Penggunaan Alat Berat

Perhitungan jumlah penggunaan alat perlu dilakukan lagi, karena jumlah alat yang tersedia atau yang dimiliki tidak cukup untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan waktunya. Dalam perhitungan jumlah alat ini berdasarkan atas waktu perencanaan pada time schedul (Gambar 4.5).

4.6.1. Pekerjaan Remove Top Soil

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan remove top soil adalah bulldozer (stright blade) D41 P-3.

Contoh perhitungan jumlah alat pada pekerjaan remove top soil adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$\begin{aligned} Vt &= 1.444 \text{ m}^3 \\ TP &= 44,45 \text{ m}^3/\text{jam} \\ t &= 4 \text{ hari (32 jam)} \end{aligned}$$

Asumsi :

- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan bulldozer untuk menggusur tanah tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{1.444}{(44,45 \times 32)} \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka jumlah alat yang dibutuhkan bulldozer untuk pekerjaan remove top soil adalah sebagai berikut :

Tabel 4.24
Perhitungan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Remove Top Soil

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pekerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t jam	n buah
• GSE Road 1	1.444	44,45	4	32	1
• GSE Road 2	1.064	44,45	3	24	1
• GSE Road 3	722	44,45	2	16	1
• GSE Road 4	1.140	44,45	4	32	1
	1.140	44,45	4	32	1
	1.140	44,45	4	32	1
	1.330	44,45	4	32	1
• GSE Road 5	1.330	44,45	4	32	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.2. Pekerjaan Pengangkutan Kapur

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pengangkutan kapur adalah truck dengan bantuan alat Excavator.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pengangkutan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = 1.520 \text{ m}^3$$

$$TP = 2,57 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = 8 \text{ hari (64 jam)}$$

Asumsi :

- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan truck untuk mengangkut kapur tersebut adalah :

$$\begin{aligned} t &= \frac{1.520}{(2,57 \times 64)} \\ &= 9,2 \text{ buah, atau} \\ &= 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka jumlah alat yang dibutuhkan truck untuk mengangkut kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.25
Perhitungan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Pengangkutan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t jam	n buah
• GSE Road 1	1.520	2,57	8	64	10
• GSE Road 2	1.120	2,57	6	48	10
• GSE Road 3	760	2,57	4	32	10
• GSE Road 4	1.200	2,57	6	48	10
	1.200	2,57	6	48	10
	1.200	2,57	6	48	10
• GSE Road 5	1.400	2,57	7	56	10
	1.400	2,57	7	56	10

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.3. Pekerjaan Pencampuran (Kapur dan Tanah)

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pencampuran material kapur dan tanah adalah Stabilizer CS 360 II.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pencampuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = 5.320 \text{ m}^3$$

$$TP = 106,39 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = 7 \text{ hari (56 jam)}$$

Asumsi :

- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan Stabilizer tersebut adalah :

$$n = \frac{5.320}{(106,39 \times 56)}$$

$$= 0,89 \text{ atau}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Dengan cara yang sama, maka jumlah alat yang dibutuhkan Stabilizer untuk mencampur material tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.26

Perhitungan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Pencampuran Tanah dan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t jam	n buah
• GSE Road 1	5.320	106,39	7	56	1
• GSE Road 2	3.920	106,39	5	40	1
• GSE Road 3	2.660	106,39	3	24	1
• GSE Road 4	4.200	106,39	5	40	1
	4.200	106,39	5	40	1
	4.200	106,39	5	40	1
	4.900	106,39	6	48	1
• GSE Road 5	4.900	106,39	6	48	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.4. Pemerataan Material Kapur dan Tanah

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemerataan campuran material kapur dan tanah adalah Bulldozer D41 A-3.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemerataan campuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = 1.520 \text{ m}^3$$

$$TP = 41,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = 5 \text{ hari (40 jam)}$$

Asumsi :

- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan Bulldozer tersebut adalah :

$$n = \frac{1.520}{(41,84 \times 40)}$$

$$= 0,9 \text{ atau}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Dengan cara yang sama maka jumlah alat yang dibutuhkan Bulldozer untuk meratakan campur material tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.27

Perhitungan Jumlah Alat Pada Pekerjaan Meratakan campuran Tanah dan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt m ³	Produktivitas Alat TP m ³ /jam	Waktu Pengerjaan T Hari	Waktu Pengerjaan t jam	Jumlah Alat n buah
• GSE Road 1	1.520	41,84	5	40	1
• GSE Road 2	1.120	41,84	4	32	1
• GSE Road 3	760	41,84	2	16	1
• GSE Road 4	1.200	41,84	4	32	1
	1.200	41,84	4	32	1
	1.200	41,84	4	32	1
	1.400	41,84	5	40	1
• GSE Road 5	1.400	41,84	5	40	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.5. Pekerjaan Pemasatan Material Campuran Tanah dan Kapur

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemasatan material campuran kapur dan tanah adalah Bulldozer Tired Roller TS - 200.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemasatan material campuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = 5.320 \text{ m}^3$$

$$TP = 1.181 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = 1 \text{ hari (8 jam)}$$

Asumsi :

- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan Tired Roller tersebut adalah :

$$n = \frac{5.320}{(1.181 \times 8)}$$

$$= 0,7 \text{ atau}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Dengan cara yang sama, maka jumlah alat yang dibutuhkan Tired Roller untuk memadatkan material campuran tanah dan kapur adalah sebagai berikut :

Tabel 4.28

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pematatan material campuran Tanah dan Kapur

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t jam	n buah
• GSE Road 1	5.320	1.181	1	8	1
• GSE Road 2	3.920	1.181	1	8	1
• GSE Road 3	2.660	1.181	1	8	1
• GSE Road 4	4.200	1.181	1	8	1
	4.200	1.181	1	8	1
	4.200	1.181	1	8	1
	4.900	1.181	1	8	1
• GSE Road 5	4.900	1.181	1	8	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.6. Pekerjaan Galian

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan galian ini adalah PC 200-5, perkiraan jumlah alat pekerjaan galian (GSE Road 1 sampai dengan GSE Road 5) adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = (\text{Volume total tanah untuk struktur embankment})$$

$$= 33.565 \times 1,09$$

$$= 36.586 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} TP &= 135,17 \text{ m}^3/\text{jam} \\ n &= 34 \text{ hari (272 jam)} \end{aligned}$$

Asumsi :

- Koefisien 1,09 merupakan tanah campur kerikil dari kondisi padat ke kondisi lepas.
- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan excavator untuk menggali tanah tersebut adalah :

$$\begin{aligned} n &= \frac{36.586}{(135,17 \times 272)} \quad (\text{jam}) \\ &= 0,99 \text{ atau} \\ &= 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

4.6.7. Pekerjaan Pemandahan Tanah

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemindahan tanah adalah Dump Truck dikombinasikan dengan Wheel loader.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemindahan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

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

dimana :

$$\begin{aligned} V_t &= 2.052 \text{ m}^3 \times 1,09 \\ TP &= 2,81 \text{ m}^3/\text{jam} \\ t &= 10 \text{ hari (80 jam)} \end{aligned}$$

Asumsi :

- Koefisien 1,09 merupakan tanah campur kerikil dari kondisi padat ke kondisi lepas.
- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan untuk pemindahan tanah tersebut adalah :

$$\begin{aligned} n &= \frac{2.052 \times 1,09}{(2,81 \times 80)} \\ &= 9,95 \text{ atau} \\ &= 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama maka jumlah alat yang dibutuhkan Dump Truck untuk memindahkan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.29

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemindahan Tanah lapis 1

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas Alat TP	Waktu Pengerjaan T	Waktu Pengerjaan t	Jumlah Alat n
	m ³	m ³ /jam	Hari	jam	buah
• GSE Road 1	2.237	2,81	10	80	10
• GSE Road 2	1.648	2,81	6	48	13
• GSE Road 3	1.118	2,81	4	32	13
• GSE Road 4	1.766	2,81	6	56	13
	1.766	2,81	6	48	13
	1.766	2,81	6	48	13
	2.060	2,81	7	48	13
• GSE Road 5	2.060	2,81	7	48	13

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.30

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemindahan Tanah lapis 2

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas Alat TP	Waktu Pengerjaan T	Waktu Pengerjaan t	Jumlah Alat n
	m ³	m ³ /jam	Hari	jam	buah
• GSE Road 1	2.112	2,81	7	56	14
• GSE Road 2	1.556	2,81	5	40	14
• GSE Road 3	1.056	2,81	3	24	16
• GSE Road 4	1.668	2,81	5	40	15
	1.668	2,81	5	40	15
	1.668	2,81	5	40	15
	1.946	2,81	6	48	15
• GSE Road 5	1.946	2,81	6	48	15

Sumber : Hasil Analisa Penul

Tabel 4.31

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemindahan Tanah lapis 3

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t Jam	n buah
• GSE Road 1	1.325	2,81	3	24	20
• GSE Road 2	977	2,81	2	16	22
• GSE Road 3	663	2,81	2	16	15
• GSE Road 4	1046	2,81	3	24	16
	1046	2,81	5	40	10
	1046	2,81	5	40	10
	1.221	2,81	5	40	10
• GSE Road 5	1.221	2,81	5	40	10

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.8. Pekerjaan Pemerataan Tanah

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pemerataan tanah lapis 1 dan lapis 2 adalah Bulldozer tipe D41 A-3. Sedangkan pada lapis 3 (finishing) dipakai Motor Greder.

Contoh perhitungan pada pekerjaan pemerataan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = 2.237 \text{ m}^3$$

$$TP = 41,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = 7 \text{ hari (56jam)}$$

- Asumsi : 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan Bulldozer tersebut adalah :

$$n = \frac{2.237}{(41,84 \times 56)}$$

$$= 0,95 \text{ atau}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Dengan cara yang sama, maka jumlah alat yang dibutuhkan Bulldozer untuk meratakan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.32

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 1

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t Jam	n buah
• GSE Road 1	2.237	41,84	7	56	1
• GSE Road 2	1.648	41,84	5	40	1
• GSE Road 3	1.118	41,84	4	32	1
• GSE Road 4	1.766	41,84	6	48	1
	1.766	41,84	6	48	1
	1.766	41,84	6	48	1
• GSE Road 5	2.060	41,84	6	48	1
	2.060	41,84	6	48	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.33

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 2

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas Alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t Jam	n buah
• GSE Road 1	2.112	41,84	7	56	1
• GSE Road 2	1.556	41,84	5	40	1
• GSE Road 3	1.056	41,84	3	24	1
• GSE Road 4	1.668	41,84	5	40	1
	1.668	41,84	5	40	1
	1.668	41,84	5	40	1
• GSE Road 5	1.946	41,84	6	48	1
	1.946	41,84	6	48	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.34

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Meratakan Tanah Lapis 3

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas Alat TP	Waktu Pengerjaan T	Waktu Pengerjaan t	Jumlah Alat n
	m ³	m ³ /jam	Hari	Jam	buah
• GSE Road 1	1.325	636,86	1	8	1
• GSE Road 2	977	636,86	1	8	1
• GSE Road 3	663	636,86	1	8	1
• GSE Road 4	1.046	636,86	1	8	1
	1.046	636,86	1	8	1
	1.046	636,86	1	8	1
• GSE Road 5	1.221	636,86	1	8	1
	1.221	636,86	1	8	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.6.9. Pekerjaan Pematatan

Alat berat yang dipakai pada pekerjaan pematatan tanah adalah Vibration Roller JV 100 A-1

Contoh perhitungan pada pekerjaan pematatan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk GSE Road 1 :

$$n = \frac{Vt}{(TP \times t)}$$

dimana :

$$Vt = 2.237 \text{ m}^3$$

$$TP = 798,75 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = 1 \text{ ahri (8jam)}$$

Asumsi :

- 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja.

Jadi jumlah alat yang diperlukan Tired Roller tersebut adalah :

$$t = \frac{2.237}{(798,75 \times 8)}$$

$$= 0,35 \text{ atau}$$

$$= 1 \text{ buah}$$

Dengan cara yang sama, maka jumlah alat yang dibutuhkan Vibration Roller untuk memadatkan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.35

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapisan 1

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas alat TP	Waktu Pengerjaan T	Waktu Pengerjaan t	Jumlah Alat n
	m ³	M ³ /jam	Hari	jam	buah
• GSE Road 1	2.237	798,75	1	8	1
• GSE Road 2	1.648	798,75	1	8	1
• GSE Road 3	1.118	798,75	1	8	1
• GSE Road 4	1.766	798,75	1	8	1
	1.766	798,75	1	8	1
	1.766	798,75	1	8	1
	2.060	798,75	1	8	1
• GSE Road 5	2.060	798,75	1	8	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.36

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapisan 2

Lokasi	Volume Pekerjaan Vt	Produktivitas alat TP	Jumlah Alat n	Waktu Pengerjaan t	Waktu Pengerjaan t
	m ³	M ³ /jam	buah	jam	hari
• GSE Road 1	2.112	798,75	1	8	1
• GSE Road 2	1.556	798,75	1	8	1
• GSE Road 3	1.056	798,75	1	8	1
• GSE Road 4	1.668	798,75	1	8	1
	1.668	798,75	1	8	1
	1.668	798,75	1	8	1
	1.946	798,75	1	8	1
• GSE Road 5	1.946	798,75	1	8	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

Tabel 4.37

Perhitungan Jumlah Alat Pekerjaan Pemadatan Tanah Lapisan 3

Lokasi	Volume Pekerjaan	Produktivitas alat	Waktu Pengerjaan	Waktu Pengerjaan	Jumlah Alat
	Vt m ³	TP m ³ /jam	T Hari	t jam	n buah
• GSE Road 1	1.325	532,5	1	8	1
• GSE Road 2	977	532,5	1	8	1
• GSE Road 3	663	532,5	1	8	1
• GSE Road 4	1.046	532,5	1	8	1
	1.046	532,5	1	8	1
	1.046	532,5	1	8	1
	1.221	532,5	1	8	1
• GSE Road 5	1.221	532,5	1	8	1

Sumber : Hasil Analisa Penulis

4.7. Analisa Biaya Alat Berat

4.7.1. Menghitung Harga Satuan Penggunaan Alat Berat

A. Perhitungan Biaya Pemilikan dan Operasi

Sebagai contoh perhitungan, digunakan bulldozer D 41 P-3 dengan data – data sebagai berikut :

- Umur alat (N) = 5 tahun
- Jam kerja/ tahun (c) = 2000 jam
- Nilai awal (P) = Rp. 855.555.500
- Harga sisa alat (r) = 10 %
- Bunga per tahun (i) = 20 %
- Harga bahan bakar = Rp. 1.650/liter
- Harga oli mesin = Rp. 11.000/liter
- Harga oli transmisi = Rp. 11.000/liter
- Harga oli final drive = Rp. 11.000/liter
- Harga oli hidrolis = Rp. 11.000/liter
- Harga grease/ gemuk = Rp. 11.000/liter

• Perhitungan Biaya Kepemilikan

$$\begin{aligned} \text{Nilai sisa (S)} &= 10 \% \times \text{Rp. } 855.555.500 \\ &= \text{Rp. } 85.555.550 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan} &= \frac{P - S}{c \times N} \\ &= \frac{855.555.500 - 85.555.550}{2000 \times 5} = \text{Rp. } 77.000/\text{jam} \end{aligned}$$

Bunga, pajak dan asuransi

$$\begin{aligned} &= \frac{i \times \left[1 - \frac{(N-1)(1-r)}{2N} \right] \times P}{c} \\ &= \frac{20\% \times \left[1 - \frac{(5-1)(1-0,1)}{2 \times 5} \right] \times 855.555.500}{2000} \\ &= \text{Rp. } 54.755,56/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya kepemilikan} &= \text{Rp. } 77.000/\text{jam} + \text{Rp. } 54.755,56/\text{jam} \\ &= \text{Rp. } 131.755,56/\text{jam} \end{aligned}$$

- Perhitungan Biaya Operasi

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= 12,4 \text{ ltr/ jam} \times \text{Rp. } 1.650/\text{ ltr} \\ &= \text{Rp. } 20.460/\text{ jam} \\ \text{Biaya oli mesin} &= 0,08 \text{ ltr/ jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ ltr} \\ &= \text{Rp. } 880/\text{ jam} \\ \text{Biaya oli transmisi} &= 0,05 \text{ ltr/ jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ ltr} \\ &= \text{Rp. } 550/\text{ jam} \\ \text{Biaya oli final drive} &= 0,03 \text{ ltr/ jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ ltr} \\ &= \text{Rp. } 330/\text{ jam} \\ \text{Biaya oli hidrolis} &= 0,06 \text{ ltr/ jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ ltr} \\ &= \text{Rp. } 660/\text{ jam} \\ \text{Biaya grease/ gemuk} &= 0,02 \text{ ltr/ jam} \times \text{Rp. } 11.000/\text{ ltr} \\ &= \text{Rp. } 220/\text{ jam} \\ \text{Biaya perbaikan} &= \frac{0,15 \times 855.555.550}{5 \times 2000} \\ &= \text{Rp. } 12.833,33/\text{ jam} \\ \text{Biaya operator} &= \text{Rp. } 50.000/\text{ hari, atau} \\ &= \text{Rp. } 6.250/\text{ jam} \\ \text{Jadi biaya operasi} &= 20.460 + 880 + 550 + 330 + 660 + 220 + \\ &\quad 12.833,33 + 6.250 \\ &= \text{Rp. } 42.183,33/\text{ jam} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, maka harga satuan penggunaan alat berat dapat dilihat pada tabel 4.38.

B. Perhitungan Biaya Sewa Alat

Berdasarkan perhitungan jumlah alat yang telah dilakukan, maka alat yang disewa hanya truck. Untuk menghitung biaya sewa truck dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

BAB V

PENUTUP

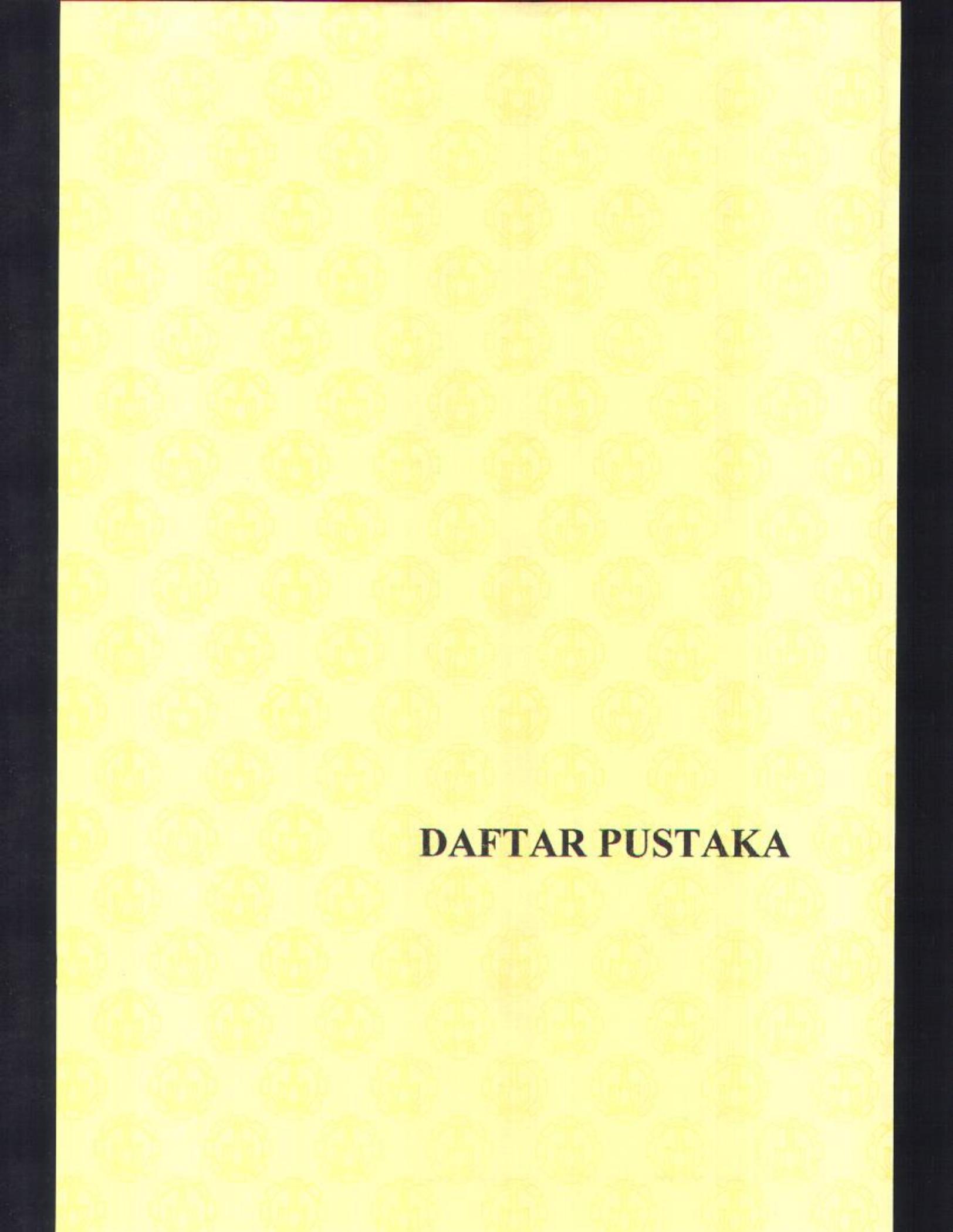
5.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan pemakaian alat berat pada pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment di Bandara Juanda Surabaya, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Pada pekerjaan stabilisasi tanah, alat berat yang dipakai adalah Excavator PC 200-5, Dump Truck HD 320, Stabilizer CS 360 II, Bulldozer D 41-P3 dan Tire Roller.
2. Pada pekerjaan embankment, alat berat yang dipakai adalah Excavator PC-200, Bulldozer D 41-A3, Dump Truck CWA 18T, Wheel Loader WA 250-1, Motor Greder 523 A-1 dan Vibration Roller.
3. Dengan alat berat yang dimiliki, pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment dapat diselesaikan dengan waktu 191 hari, sehingga perlu penambahan alat berat berupa Dump Truck CWA 18T. Dump Truck perlu ditambah karena waktu yang mungkin untuk dipendekkan atau dimampatkan adalah pekerjaan pemindahan tanah, sehingga pekerjaan tersebut dapat diselesaikan tepat pada waktu perencanaan, yaitu 150 hari.
4. Total biaya pemakaian alat berat pada pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment adalah Rp. 2.181.926.696

5.2. Saran

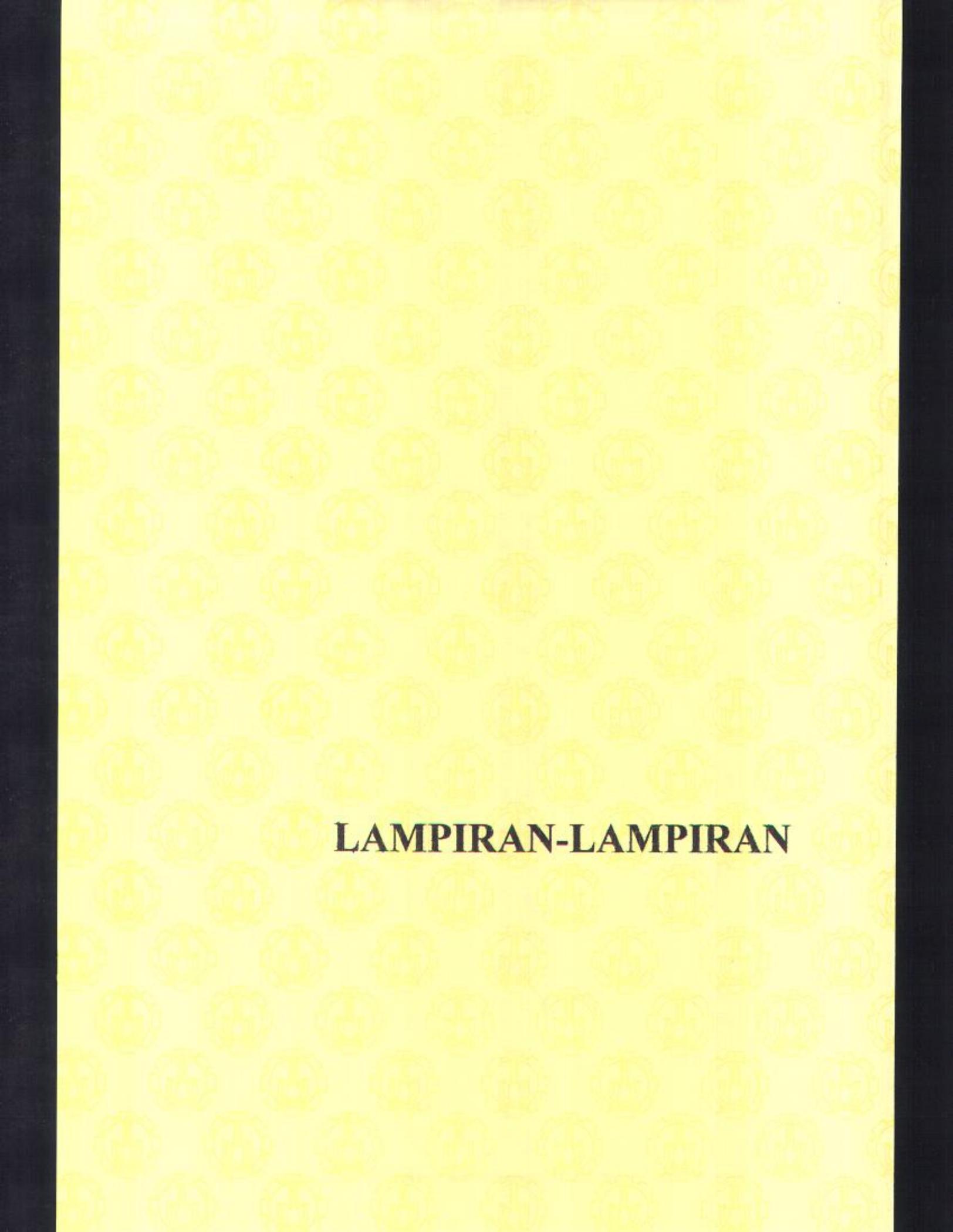
1. Lakukanlah metode pelaksanaan pekerjaan stabilisasi tanah dan embankment dengan benar, agar proyek dapat berjalan dengan lancar.
2. Gunakanlah alat berat yang mempunyai fungsi ganda, agar dapat mempercepat waktu pelaksanaan dan menghemat biaya.



DAFTAR PUSTAKA

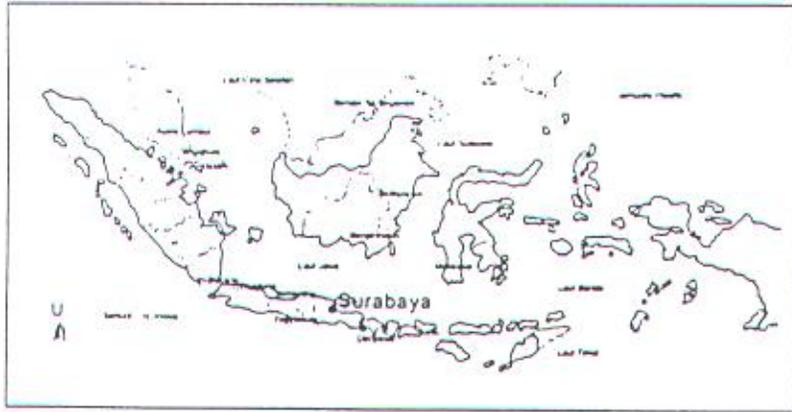
DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1978, *Penggalian dan Penimbunan*, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1993, *Bahan Pembekalan Sertifikasi General Superintendent (Manajemen Peralatan)*, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum
- PT United Tractors, 1996, *Latihan Dasar Sistem Mesin (B)*, Jakarta, Training Center Departement
- PT United Tractors, 1996, *Buku Pegangan Pengenalan Produk*, Jakarta, Training Center Departement
- Rochmanhadi, 1982, *Alat – alat Berat dan Penggunaannya*, Jakarta, Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum
- Rochmanhadi, 1990, *Pengantar dan Dasar – Dasar Pemindahan Tanah Mekanis*, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum
- Rochmanhadi, 1985, *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat – Alat Berat*, Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum

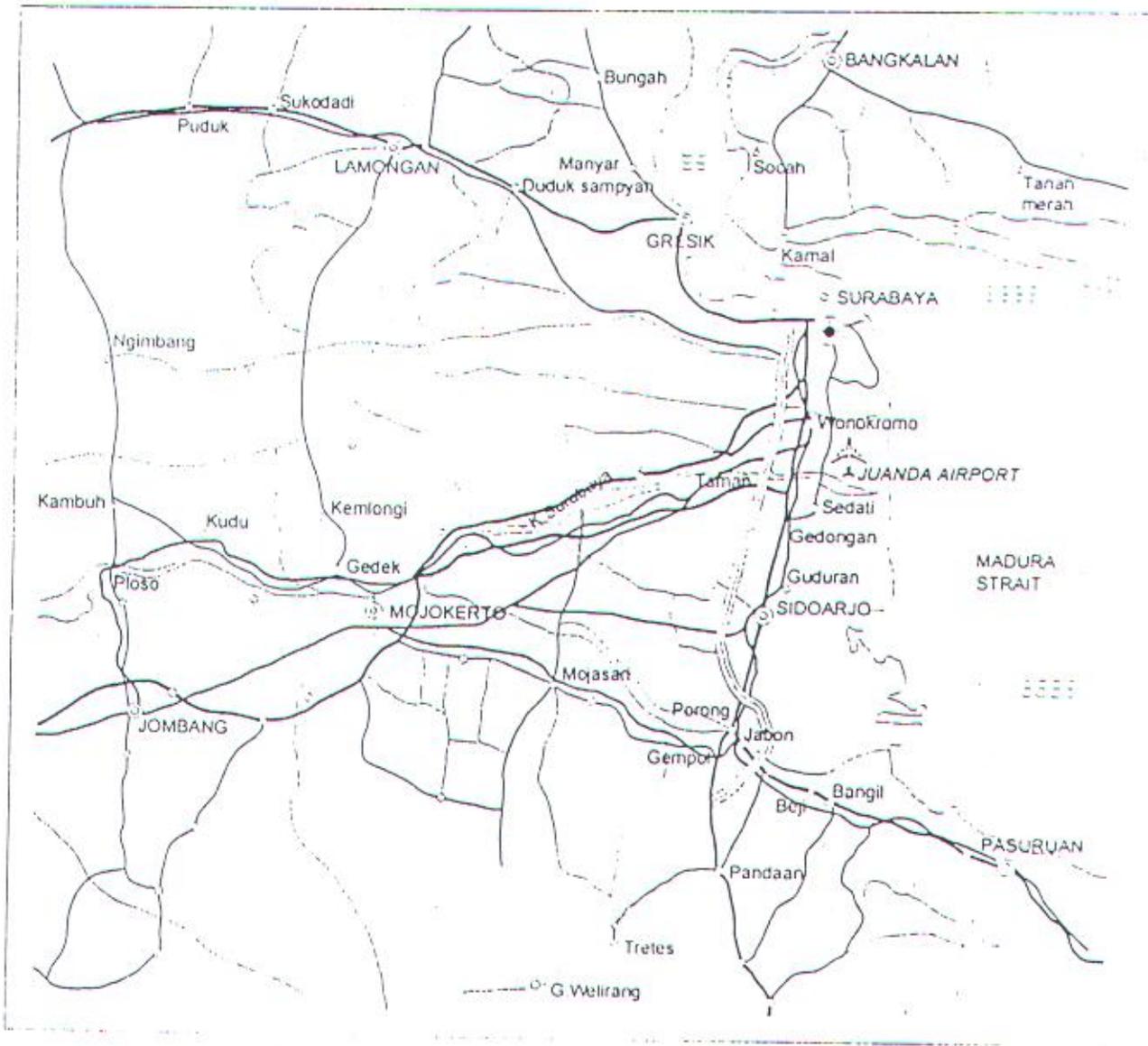


LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1
Peta Lokasi Proyek



INDONESIAN MAP



PROJECT LOCATION MAP

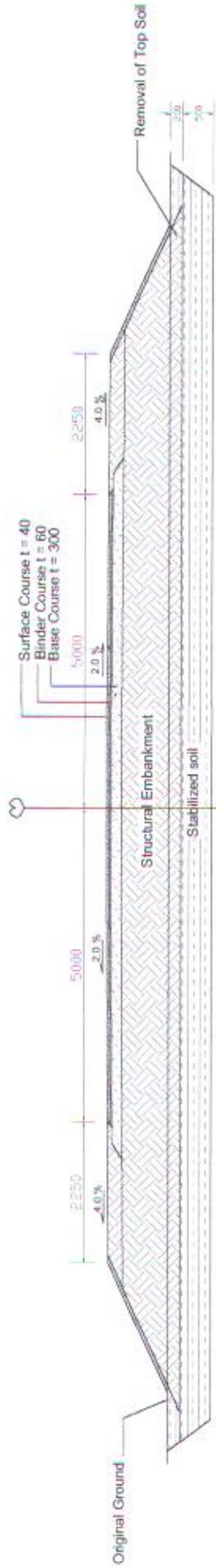
Lampiran 2
Layout Plan Of The Project

Lampiran 3

Layout Plan GSE Road 1 s/d GSE Road 2



LAYOUT PLAN G.S.E. ROAD 4
(STA 0+00 - 12+50)



G.S.E. ROAD 4
SCALE 1 : 100

Lampiran 4
Daftar Harga Alat dan Upah Pekerja

Daftar Harga dan Sewa Alat

No	Jenis Alat	Harga Alat (Rp)	Biaya Sewa Alat (Per Jam Kerja)
1	Bulldozer D 41-P3	855.555.550	382.300
2	Bulldozer D 41-A3	855.555.550	382.300
3	Excavator PC 200-5	300.000.000	129.300
4	Wheel loader WA 250-1	175.505.500	90.000
5	Motor Greder GD 253 A-1	224.996.300	102.700
6	Tire Roller TS-200	306.392.700	125.000
7	Vibration Roller JV 100 A-1	166.152.700	71.700
8	Stabilizer CS 360 II	850.000.000	375.000
9	Dump Truck CWA 18T	250.000.000	95.500
10	Dump Truck HD 320	150.000.000	75.000

Daftar Harga Oli dan Bahan Bakar

No	Jenis Bahan	Harga (Per liter)
1	Solar	11.000
2	Oli Mesin	11.000
3	Oli Transmisi	11.000
4	Oli Final Drive	11.000
5	Oli Hidrolis	11.000
6	Grese/ Gemuk	11.000

Daftar Upah Operator

No	Jenis Operator	Upah (Per hari)
1	Bulldozer	50.000
2	Excavator	50.000
3	Wheel loader	50.000
4	Motor Greder	50.000
5	Tire Roller	50.000
6	Vibration Roller	50.000
7	Stabilizer	50.000
8	Dump Truck	50.000

