



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN RC - 145501

**METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN
TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR**

DOHRI SUPRAYOGI

NRP.10111400000122

RAHMAT YULIANSA

NRP. 10111400000139

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS

NIP. 19630426 198803 1 003

**DIPLOMA III TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR TERAPAN

RC - 145501

**METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN
TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR**

DOHRI SUPRAYOGI

NRP.10111400000122

RAHMAT YULIANSA

NRP. 10111400000139

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS

NIP. 19630426 198803 1 003

**DIPLOMA III TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT APPLIED RC - 145501

**IMPLEMENTATION METHOD OF MAIN DAM TUKUL IN
DISTRICT OF PACITAN, EAST JAVA**

DOHRI SUPRAYOGI

NRP. 10111400000122

RAHMAT YULIANSA

NRP. 10111400000139

FINAL PROJECT SUPERVISOR

Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS

NIP. 19630426 198803 1 003

**DIPLOMA III CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATIONAL FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN
METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN
TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR

Surabaya, 26 januari 2018

Disusun oleh:

MAHASISWA I



DOHRI SUPRAYOGI

1011140000122

MAHASISWA II



RAHMAT YULIANSA

1011140000139

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

26 JAN 2018



Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS

DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

NIP. 19630426 198803 1 003



B E R I T A A C A R A
UJIAN TUGAS AKHIR TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI-ITS
PROGRAM DIPLOMA III
KOSENTRASI BANGUNAN AIR

Nomor Agenda :
000090/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal Ujian :
10 Januari 2018

Judul Proyek Akhir	Metode Pelaksanaan Main Dam Bendungan Tukul Kab. Pacitan Jawa Timur		
Nama Mahasiswa 1	Dohri Suprayogi	NRP	3114030122
Nama Mahasiswa 2	Rahmat Yuliansa	NRP	3114030139
Dosen Pembimbing 1 NIP:	Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS 19630426 198803 1 003	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2 NIP:	-	Tanda tangan	-

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
.....	 Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS NIP: 19630426 198803 1 003
1. Penulisan : Gambar Skala + ut-angin ; Diagram Air ; legenda gambar ; garis tebal 2. Saran : apakah solusi penambahan waktu null yg paling tepat? 3. Tunjukkan dengan kurva & mobilisasi Alat berat dan zonanya 4. Lampiran : beri Keterangan Alur pelaksanaan pd Alat berat & zona 5. Daftar Austaka : tambahkan Literatur 1. perencana SM Laporan 2. Jadwal Alat berat & jumlah Myn tiap periode	 M. Hafizh I, ST, MT NIP. 19860212 201504 1 001
.....	 Ir. Ismail Sa'ud, MMT NIP. 19600517 198903 1 002
1. Metode mengorganisasi WC di lapangan 2.	 Dr. Ir. Kuntjoro, MT 19580629 198703 1 002

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS NIP: 19630426 198803 1 003	M. Hafizh I, ST, MT NIP. 19860212 201504 1 001	Ir. Ismail Sa'ud, MMT NIP. 19600517 198903 1 002	Dr. Ir. Kuntjoro, MT NIP.19580629 198703 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Pembimbing 1	Pembimbing 2
	 Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS NIP. 19630426 198803 1 003	- NIP. -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Dohri Supriyogi 2 Rahmat Yuliansa
NRP : 1 3114030122 2 3114030139
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Main Dam Waduk Tukul Kab. Ponorogo
 Jatim
Dosen Pembimbing : Ir. Hendra.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	15/6 17	- Daftar Urutan TA' sesuai dg hasil Asistensi				
				B	C	K
4.	17/07 17	- Kejelasan gambar. - lengkapi sumber pada tabel dan gambar. - lanjutkan sampai lembar pulan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	5/8 - 2017	- Puncak grafik antara proktor & sandi - time yang opt' dengan dengan - jangka waktu sebelum dg time standard yg ada.				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasiiti-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Dohri Suprayogi 2 Rahmat Yuliansa
NRP : 1 3114030122 2 3114030139
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Main dan Waduk Tukul Kab. Pacitan, Jatim.

Dosen Pembimbing : Ir. Hendra.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	09/05/17 ✓	- Buat rencana akses Road Harp quarry - Jelaskan tiap pekerjaan dengan testaya. - Jelaskan alur perimbangan dengan gambar deskripsi.	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	07/06/17	- Buat perhitungan mengenai data tanah menggunakan keterangan asumsi yang jelas. (data lab yang sdh ada) - Rubah isi yg ada "test fill" ganti dng hasil lab. - Cantumkan syarat tercapainya suatu pekerjaan - Untuk pengendalian waktu diambil dari proyek (Curvas) - Untuk data material test diambil dari data lab	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	15/6/17	- Material yang lain harap di masukkan	<i>[Signature]</i>	B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa 1 : DOHRI SUPRAYOGI
NRP : 10111400000122
Jurusan : INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL
Nama Mahasiswa 1 : RAHMAT YULIANSA
NRP : 10111400000139
Jurusan : INFRASTRUKTUR TEKNIK SIPIL
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hendra Wahyudi, Ms
NIP : 19630426 198803 1 003

ABSTRAK

Pembangunan waduk tukul kabupaten pacitan ini berfungsi sebagai penyedia air irigasi di daerah kabupaten pacitan dan sekitarnya yang meliputi luas area sebesar 1.070 ha. Pembangunan waduk ini membutuhkan perencanaan metode pelaksanaan yang tepat. Agar pelaksanaan dapat berjalan sesuai dengan target yang diharapkan, maka dibutuhkan instrumen pengendalian yang meliputi teknik pelaksanaan dan produktifitas alat berat untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan.

Karena hal tersebut, kami merancang teknik dalam metode pelaksanaan yang akan digunakan di lapangan. Teknik-teknik yang akan kami ulas meliputi teknik pelaksanaan dalam pekerjaan tubuh bendungan pada pembangunan waduk tukul yang sekarang dilaksanakan oleh PT. Brantas Abipraya. Alasan kami mengulas teknik-teknik pelaksanaan pada pekerjaan tubuh bendungan pada waduk tukul ini, agar dapat mengoptimalkan kinerja pada pembangunan di lapangan. Dengan menjabarkan teknik pada metode pelaksanaan, kami berharap mendapatkan alternatif baru dalam pelaksanaan di lapangan. Selain itu dalam pengulasan metode pelaksanaan, kami menggunakan jangka waktu penyelesaian yang ditetapkan pihak lapangan yaitu 3 bulan sebagai instrument pengendali waktu untuk mengetahui jumlah alat berat

yang nantinya dapat digunakan untuk pertimbangan guna pengefisienan penggunaan alat berat dari segi quantity.

Dari perhitungan produktifitas alat berat untuk mendapatkan kebutuhan alat berat yang akan digunakan, didapatkan kebutuhan alat berat yang terlalu over untuk pekerjaan tiap zona pada tubuh bendungan waduk tukul ini. Hal ini bisa terjadi karena waktu pekerjaan yang ditargetkan terlalu cepat untuk pekerjaan dengan volume kerja yang besar. Dengan penambahan waktu kerja dapat memperkecil kebutuhan akan penyediaan alat berat pada pekerjaan tubuh bendungan ini.

Kata kunci: metode pelaksanaan dan produktivitas alat berat.

IMPLEMENTATION METHOD OF MAIN DAM TUKUL IN DISTRICT OF PACITAN, EAST JAVA

Name Student 1 : DOHRI SUPRAYOGI
NRP : 10111400000122
Nama Student 1 : RAHMAT YULIANSA
NRP : 10111400000139
Department : CIVIL INFRASTRUCTURE
ENGINEERING
Supervisor : Dr. Ir. Hendra Wahyudi, Ms
NIP : 19630426 198803 1 003

ABSTRACT

Construction of Tukul Reservoir in District of Pacitan district serves as a provider of irrigation water in the District of Pacitan and surrounding areas covering an area of 1,070 Ha. The construction of these reservoirs requires proper planning of implementation methods. In order for the implementation to run in accordance with the expected targets, it is necessary to control the instrument that includes implementation engineering and productivity of heavy equipment to facilitate the implementation.

Because of this, we decided techniques in the method of implementation that will be used in the field of project. The techniques that we will review include implementation techniques in main dam work on the construction of tukul dam that is now implemented by PT. Brantas Abipraya. The reason we review the implementation techniques on the dam body work on this tukul dam, in order to optimize the performance on the development in the field. By describing the technique on the method of implementation, we hope to get a new alternative in the field. In addition to the implementation method, we use a 3-month settlement timeframe as a time control instrument to determine the

amount of heavy duty equipment that can be used for consideration in order to make use of heavy duty equipment in terms of quantity.

From the calculation of heavy equipment productivity to obtain heavy equipment needs to be used, we find the needs of heavy equipment that we think is still too much in terms of quantity. This can happen because the time job is targeted too quickly for work with a large working volume. With the planned addition of working time that is still reasonable, it can be possible to minimize the need for heavy equipment on the work of this dam body.

Keywords: implementation method and heavy duty equipment productivity.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmad serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR “ dengan baik dan dapat mempresentasikan pada Sidang Proyek Akhir.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam pekerjaan pelaksanaan pembangunan main dam di suatu bendungan.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Proyek Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Machsus, ST. MT. selaku kepala program studi Diploma Teknik Sipil ITS.
2. Bapak Dr. Ir. Hendra Wahyudi, MS. selaku dosen pembimbing proyek akhir.
3. Orang Tua dan Keluarga yang telah member dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu penyelesaian Proyek Akhir ini.
5. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan proyek akhir kami, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Di dalam penulisan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran

dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak yang bertujuan untuk kesempurnaan Proyek Akhir ini. Terimakasih.
Wassalamualaikum wr.wb

Surabaya, 10 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vi
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Maksud dan Tujuan.....	3
BAB II KONDISI LOKASI PEKERJAAN	5
2.1. Lokasi Pekerjaan dan Pencapaian	5
2.2. Rencana Waduk Tukul	6
2.3. Tata Guna Lokasi	7
2.4. Manfaat Waduk Tukul.....	9
2.5. Kondisi Sosial Masyarakat.....	9
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1. Rencana Tipe Main Dam Waduk Tukul.....	11
3.2. Rencana Pekerjaan Pelaksanaan Pembangunan	11
BAB IV METODOLOGI PEKERJAAN	31
4.1. Bagan Alir	31
4.2. Penjelasan.....	32

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
5.1. Analisa Tanah.....	35
5.2. Metode Pelaksanaan.....	59
5.3. Analisa Produktivitas dan Metode Alat Berat.....	107
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	140
6.1. Kesimpulan.....	141
6.2. Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA.....	147
LAMPIRAN.....	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Provinsi Jawa Timur	5
Gambar 2.2. Peta Lokasi Wduk Tukul	6
Gambar 2.3. Layout Kerja Proyek.....	8
Gambar 3.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Air (w) dan Berat Volume Kering (γ_d).....	13
Gambar 3.2. Excavator Backhoe merk KOMATSU	22
Gambar 3.3. Dump Truck NISSAN CWB6LLD	24
Gambar 3.4. Vibration Roller Caterpillar	25
Gambar 3.5. Tire Ranner BOMAG BW 211 D'4	27
Gambar 3.6. Truck Mitsubishi Water tanker FK13-240	28
Gambar 3.7. Sheepsfoot Roller Caterpillar 815F	29
Gambar 4.1 Bagan Alir	31
Gambar 5.1 Titik - titik Pembuatan Titik Acuan (BM).....	60
Gambar 5.3 Sketsa Timbunan Tahap Awal.....	65
Gambar 5.4 Jalan Kerja Tahap Awal (Warna Jingga).....	66
Gambar 5.5 Sketsa Timbunan Tahap Kedua.....	68
Gambar 5.6 Jalan Kerja Tahap Kedua.....	69
Gambar 5.8 Jalan Kerja Tahap Ketiga	72
Gambar 5.9 Sketsa Timbunan Tahap Keempat.....	74
Gambar 5.11 Ilustrasi pekerjaan <i>dewatering</i>	77
Gambar 5.12 Ilustrasi pekerjaan <i>clearing and grubbing</i>	78
Gambar 5.13 Ilustrasi pekerjaan <i>clearing and grubbing</i>	78

Gambar 5.14 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan	80
Gambar 5.15 Ilustrasi Pekerjaan <i>Ripping</i>	81
Gambar 5.16 Ilustrasi Pekerjaan Pengangkutan Material	81
Gambar 5.17 Tata letak <i>cofferdam</i>	82
Gambar 5.18 Ilustrasi pengangkutan material cofferdam sementara	83
Gambar 5.19 Ilustrasi Pekerjaan penuangan material random....	83
Gambar 5.20 Ilustrasi penghampanan material random ke sungai	84
Gambar 5.21 Ilustrasi Pekerjaan pemadatan material random cofferdam sementara	84
Gambar 5.22 Ilustrasi Pekerjaan pengambilan material random.	86
Gambar 5.23 Ilustrasi Pekerjaan pengambilan material clay	86
Gambar 5.24 Ilustrasi Pekerjaan pengambilan material rip-rap..	87
Gambar 5.25 alur penimbunan material pada cofferdam permanen	87
Gambar 5.27 Ilustrasi pekerjaan pemadatan	88
material inti	88
Gambar 5.26 Ilustrasi pekerjaan penghampanan	88
material timbunan inti	88
Gambar 5.28 Ilustrasi pekerjaan penghampanan	88
material timbunan random.....	88
Gambar 5.29 Ilustrasi pekerjaan pemadatan	88
material timbunan random.....	88
Gambar 5.30 Ilustrasi pekerjaan peletakan material rip-rap.....	89

ketimbunan yang sudah ada	89
Gambar 5.31 Pembagian Material Timbunan	90
Gambar 5.32 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Material Zona Inti (kedap air)	92
Gambar 5.33 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Material Timbunan Inti	93
Gambar 5.34 Ilustrasi Pekerjaan Pemadatan Timbunan Inti	93
Gambar 5.35 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Filter	96
Gambar 5.36 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Timbunan Filter	96
Gambar 5.37 Ilustrasi Pekerjaan Pemadatan Timbunan Filter	97
Gambar 5.38 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Random	99
Gambar 5.39 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Timbunan Random	100
Gambar 5.40 Ilustrasi Pekerjaan Pemadatan Timbunan Random	100
Gambar 5.41 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Batu..	102
Gambar 5.42 Ilustrasi Pekerjaan Pelonggaran Timbunan Batu.	102
Gambar 5.43 Ilustrasi Pekerjaan Pengangkutan Timbunan Batu	102
Gambar 5.44 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Timbunan Batu	103
Gambar 5.45 Ilustrasi Pekerjaan Pemadatan Timbunan Batu ...	103
Gambar 5.46 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Rip-rap	105
Gambar 5.47 Ilustrasi Pekerjaan Pelonggaran Material Timbunan Rip-rap.....	106

Gambar 5.48 Ilustrasi Pekerjaan Pengangkutan Material Timbunan Rip-rap.....	106
Gambar 5.49 Ilustrasi Pekerjaan Penuangan Material Timbunan Rip-rap.....	106
Gambar 5.50 Ilustrasi Pekerjaan Peletakan Material Rip-rap ke Timbunan yang Sudah Ada	107

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Volume Timbunan <i>Cofferdam</i>	18
Tabel 3.2. Volume Timbunan Bendungan Utama.....	19
Test Proctor Untuk Material Zona 1 Clay	42
Tabel 5.1 Data Uji Pemasatan Standar (<i>Proctor Test</i>) Material Timbunan Zona 1	42
Tabel 5.2 Data Uji Pemasatan Standar (<i>Proctor Test</i>) Material Timbunan Zona 1	42
Grafik 5.1 γ_{zav} dan W_c Optimum.....	43
Test Sandcone Untuk Material Zona 1 Clay	43
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sandcone Zona 1 Clay dengan Banyak Lintasan Pemasat 6 lintasan.....	45
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Sandcone Zona 1 Clay dengan Banyak Lintasan 8 lintasan.....	46
Test Proctor Untuk Material Zona 2 Filter	48
Grafik 5.2 γ_{zav} dan W_c Optimum.....	49
Test Sandcone Untuk Material Zona 2 Filter	50
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sandcone Zona 2 Filter dengan Banyak Lintasan 3 lintasan.....	50
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Sandcone Zona 2 Filter dengan Banyak Lintasan 5 lintasan.....	51
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Sandcone Zona 2 Filter dengan Banyak Lintasan Pemasat 7 lintasan	52
Test Proctor Untuk Material Zona 3 Random.....	53
Tabel 5.10 Data Uji Pemasatan Standar (<i>Proctor Test</i>) Material Timbunan Zona 3	53

Tabel 5.11 Data Uji Pemadatan Standar (<i>Proctor Test</i>) Material Timbunan Zona 3	54
Grafik 5.12 γ_{zav} dan W_c Optimum.....	54
Test Sandcone Untuk Material Zona 3 Random	56
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Sandcone Zona 3 Random dengan Banyak Lintasan Pematat 2 lintasan.....	56
Tabel 5.14 Hasil Pengujian Sandcone Zona 3 Random dengan Banyak Lintasan Pematat 4 lintasan.....	57
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Sandcone Zona 3 Random dengan Banyak Lintasan Pematat 6 lintasan.....	58
Tabel. 5.16 faktor keadaan tempat pekerja dan managemen.....	109
Tabel. 5.17 faktor keadalaman timbunan galian dan sudut putaran lengan	110
Tabel. 5.18 faktor pengisian (bucket).....	110
Tabel. 5.19 Besaran Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat	112
Tabel. 5.20 Besaran Produktivitas Alat Berat Tiap Zona.....	117
Tabel. 5.21 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap awal	118
Tabel. 5.22 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap kedua	118
Tabel. 5.23 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap ketiga	119
Tabel. 5.24 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap empat	119

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data dari Dinas Tanaman Pangan dan Peternakan (Distanak) Pacitan menyebutkan bahwa pada tahun 2016 sebanyak 1.070 ha sawah para petani di daerah Pacitan mengalami kekeringan akibat musim hujan yang tidak menentu sehingga sumber air untuk sistem irigasi yang ada tidak dapat mencukupi. Disisi lain tidak adanya tampungan cadangan sumber air membuat kondisi tersebut semakin parah, padahal kondisi air permukaan dan topografi di daerah Pacitan pada umumnya memungkinkan untuk dibangunnya konstruksi bangunan-bangunan pengairan yang besar.

Salah satu konstruksi dalam mengatasi permasalahan kekeringan dan kekurangan sumber air irigasi diantaranya yaitu pengembangan waduk dan bendungan yang pada dasarnya mampu menampung sumber air yang ada dan juga mampu mendistribusikan sumber air untuk irigasi dengan jangkauan dan lahan yang luas.

Di kabupaten Pacitan sedang berlangsung pembangunan waduk dan bendungan Tukul dengan menggunakan tipe urugan zonal yang dilakukan pada awal juli 2016 lalu. Bendungan ini akan difungsikan sebagai penyedia air irigasi untuk wilayah kabupaten Pacitan dan sekitarnya. Bendungan ini merupakan bendungan dengan tipe urugan zonal di mana bahan material lebih banyak mengambil dari material sekitar karena kondisi geologinya yang sesuai dengan material yang dibutuhkan. Pekerjaan bendungan ini secara garis besar meliputi pekerjaan maindam dan cover dam, bangunan pelimpah, dan bangunan intake. Disini kami mencoba untuk merencanakan suatu metode

pelaksanaan pembangunan waduk dan bendungan Tukul yang nantinya akan terfokuskan pada bagaimana cara untuk melaksanakan pekerjaan yang sudah terjadwal dalam pembuatan kurva S yang direalisasikan di lapangan sehingga mendapatkan suatu metode pelaksanaan yang tepat, tepatnya pada metode pelaksanaan tubuh bendungan atau maindam waduk dan bendungan Tukul ini yang kami anggap adalah bangunan paling penting dalam sistematis suatu bendungan. kami akan merencanakan teknik-teknik pelaksanaan yang ada dalam daftar kerja pada schedule, dimana diharapkan perencanaan tersebut dapat diterapkan di lapangan dengan efektif.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas rumusan masalah yang dapat kami tarik adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan metode pelaksanaan dan teknik-teknik pelaksanaan yang akan dilaksanakan di lapangan terhadap pekerjaan pembangunan Main Dam waduk Tukul berdasarkan data-data yang ada ?
2. Bagaimana memperhitungkan produktifitas alat berat dan menghitung daya kapasitas alat berat tersebut berdasarkan waktu pekerjaan untuk pelaksanaan Main Dam waduk Tukul, serta jenis tanah yang akan dilaksanakan menurut topografi lokasi proyek?
3. Bagaimana memenejemen kinerja alat berat yang digunakan pada pekerjaan Main Dam waduk Tukul berdasarkan waktu yang ada?
4. Bagaimana meminimallisir kesalahan dan mencegah kemoloran waktu pada pekerjaan Main Dam waduk Tukul?

1.3. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah di atas maka ruang lingkup penelitian kami mencakup beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Merencanakan proses pekerjaan tubuh bendung.
2. Perhitungan kebutuhan penggunaan alat berat.
3. Tidak menghitung kebutuhan tenaga pekerja.
4. Tidak menghitung Perencanaan waktu dan biaya yang efisien atau lintasan kritis.
5. Tidak menghitung RAB.
6. Tidak menghitung dan merencanakan proses Grouting dan pondasi.

1.4. Maksud dan Tujuan

Dari rumusan masalah yang ada maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian kami adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa metode pelaksanaan dan teknik-teknik pekerjaan yang sesuai untuk pembangunan Main Dam bendungan Tukul ditinjau dari keadaan daerah sekitar.
2. Menganalisa jumlah alat berat yang akan digunakan pada setiap pekerjaan di lapangan.
3. Menganalisa hambatan-hambatan yang terjadi pada setiap pekerjaan di lapangan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

KONDISI LOKASI PEKERJAAN

2.1. Lokasi Pekerjaan dan Pencapaian

- Lokasi secara Administrasi
Secara administrasi lokasi pekerjaan termasuk dalam wilayah Desa Karanggede, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan, Propinsi Jawa Timur.
- Lokasi secara Geografis
Secara geografis lokasi pekerjaan terletak pada:
 $110^{\circ} 55' - 111^{\circ} 25'$ bujur timur
 $7^{\circ} 55' - 8^{\circ} 17'$ lintang selatan
- Pencapaian Lokasi
 - Dengan menggunakan kendaraan roda dua atau empat, dari kota Ponoroga sejauh ± 4 km melalui jalan raya jurusan Pacitan, kemudian mengikuti jalan provinsi menuju kabupaten Pacitan selanjutnya kearah utara menuju desa Karanggede, Kecamatan Arjosari untuk menuju ke site Waduk Tukul. Untuk lebih jelasnya lokasi pro-yek dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.1. Peta Provinsi Jawa Timur



Gambar 2.2. Peta Lokasi Wduk Tukul

2.2. Rencana Waduk Tukul

2.2.1. Tipe Bangunan Main Dam

Tipe bangunan inti atau main dam pada waduk tukul ini menggunakan tipe main dam urugan, dengan spesifikasi sebagai berikut:

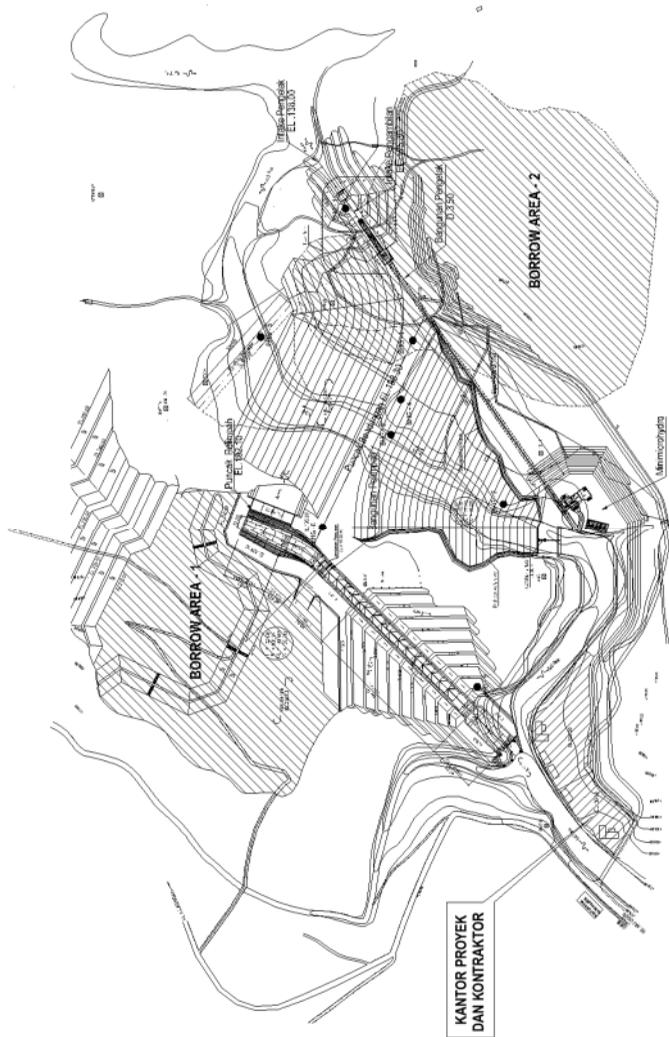
- Untuk meminimalkan kontaminasi material filter dengan material yang lebih halus selama pekerjaan timbunan, perbedaan permukaan timbunan zona-zona yang berdekatan harus dijaga dalam batas-batas sebagai berikut:
 1. Zona 2 to zona 1 : 30 sampai 60 cm lebih tinggi dari zona 1
 2. Zona 2 to zona 3 : 40 cm lebih tinggi dari Zona 3
- Lapisan-lapisan tiap zona harus dihamparkan membentang penuh ke arah lebar dan panjang zona sesuai dengan kapasitas alat pemadat.
- Material zona 1 dihamparkan secara kesinambungan, tebal lapisan mendatar tidak lebih dari 30 cm sebelum dipadatkan.

- Material zona 2 harus dihamparkan secara terus-menerus, kurang lebih berupa lapisan mendatar untuk mencegah terjadinya pemisahan butiran atau terjadinya formasi rongga. Tebal tiap lapisan tidak boleh lebih dari 40 cm sebelum dipadatkan.
- Material zona 3 harus dihamparkan secara terus-menerus, kurang lebih berupa lapisan mendatar untuk mencegah terjadinya pemisahan butiran, kantong-kantong batuan. Tebal tiap lapisan tidak boleh dari 100 cm untuk batu berukuran maksimum 50 cm dan 150 cm untuk batu berukuran 100 cm sebelum dipadatkan.
- Material untuk zona 4 harus dihamparkan secara terus-menerus, kurang lebih berupa lapisan mendatar untuk mencegah terjadinya pemisahan butiran dan formasi rongga. Untuk zona 4 tebal lapisan tidak boleh lebih dari 100 cm.

Berdasarkan informasi dari direksi proyek waduk tukul bahwa kuantitas material yang harus disediakan untuk pengujian timbunan sementara ini diperkirakan sebesar 1000 m³ tiap zona.

2.3. Tata Guna Lokasi

Tata letak lokasi pekerjaan pada proyek waduk tukul ini dapat dilihat pada sketsa gambar 2.3., dengan pembagian lokasi pekerjaan sebagai berikut:



Gambar 2.3. Layout Kerja Proyek

2.4. Manfaat Waduk Tukul

Waduk Tukul Kabupaten Pacitan ini dibangun dengan luas genangan kurang lebih mencapai 51 hektar dan volume tampungan air sebesar 8,68 juta meter kubik.

Waduk Tukul ini dibangun berfungsi sebagai sumber irigasi yang nantinya menjadi sumber air untuk 1070 hektar persawahan di daerah Pacitan. Selain fungsi utamanya sebagai sumber irigasi, waduk Tukul juga berfungsi sebagai pembangkit listrik tenaga mini hidro yang digunakan sebagai sumber tenaga pengoprasian waduk.

2.5. Kondisi Sosial Masyarakat

Sumber daya manusia (SDM) yang tersedia sangat dibutuhkan pada pelaksanaan pekerjaan tersebut. Pada proyek ini tenaga kerja yang ada bisa diajak bekerja sama dan bekerja keras demi terselesaikannya proyek ini. Pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut dianjurkan untuk menggunakan tenaga kerja yang dimiliki dari penduduk setempat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Rencana Tipe Main Dam Waduk Tukul

Pada dasarnya bahan tubuh bendungan dapat dibedakan menjadi 2 klarifikasi, yaitu:

- Bahan dengan fungsi utama sebagai penyangga tubuh bendungan, berupa bahan yang lulus air, seperti pasir, kerikil, dan batu.
- Bahan dengan fungsi utamanya sebagai pencegah rembesan air yang berlebihan dari waduk, berupa bahan yang kedap air yang umumnya adalah bahan tanah lempung. (*Sossrodarsono, 2002*)

Biasanya sebelum dilaksanakn penimbunan pada tubuh bendungan, diperlukan adanya pengujian-pengujian penimbunan dalam keadaan sesungguhnya, terutama yang berhubungan dengan pelaksanaan pemadatan, untuk memperoleh pemadatan yang optimal dengan peralatan yang paling memadai yang disesuaikan dengan kondisi setempat.

Mengingat bahwa rencana teknis bendungan umumnya didasarkan pada hasil-hasil pengujian di lab atau dari pendekatan rumus-rumus empiris serta dari pertimbangan individu perencana, maka biasanya akan ada perubahan-perubahan dan penyesuaian dengan pengujian penimbunan yang dilaksanakan.

Pada kontruksi bendungan urugan, senantiasa terjadi perbedaan-perbedaan antara rencana teknis dan pelaksanaan kontruksinya, karenanya supaya terdapat saling pengertian antara pelaksanaan dan perencanaan.

3.2. Rencana Pekerjaan Pelaksanaan Pembangunan

Proses pengolahan data untuk perencanaan metode pelaksanaan pembangunan Bendungan Tukul Kabupaten

Pacitan ini, berdasarkan teori dasar yang digunakan sebagai acuan yaitu sebagai berikut:

3.2.1. Survei Lapangan

Pekerjaan mengukur tanah dan pemetaan (Survei dan pemetaan) meliputi pengambilan/ pemindahan data-data dari lapangan ke peta atau sebaliknya.

Pengukuran yang akan dipelajari dibagi bagi dalam pengukuran mendatar dari titik titik yang terletak diatas permukaan bumi , dan pengukuran tegak guna mendapatkan beda tinggi antara titik titik yang diukur diatas permukaan bumi yang tidak beraturan ,yang pada akhirnya dapat digambar diatas bidang datar (Peta).

Ilmu ukur tanah merupakan ilmu sebagai dasar dalam melaksanakan pekerjaan survey atau ukur mengukur tanah.

Secara umum tujuan pekerjaan survey adalah untuk:

1. Menentukan posisi sembarang bentuk yang berbeda diatas permukaan bumi
2. Menentukan letak ketinggian (elevasi) segala sesuatu yang berbeda diatas atau dibawah suatu bidang yang berpedoman pada bidang permukaan air laut tenang
3. Menentukan bentuk atau relief permukaan tanah beserta luasnya
4. Menentukan panjang, arah dan posisi dari suatu garis yang terdapat diatas permukaan bumi yang merupakan batas dari suatu areal tertentu.

Pekerjaan ini menggunakan alat – alat sebagai berikut:

1. Seperangkat Total Station
2. Prisma
3. Roll Meter
4. Kalkulator

3.2.2. Trial Timbunan Bendunagan

Pada pekerjaan trial timbunan ini, dilakukan pengujian pemadatan standar (*Proctor Test*) di

laboratorium untuk mengetahui kadar air optimum tanah material timbunan tubuh bendungan.

Pada uji pemadatan standar, tanah dipadatkan dalam sebuah silinder bervolume 1/30 ft³ (943.3 cm³). Diameter cetakan tersebut 4 in (101.6 mm). Tanah sekitar 2500 gram dicampur air dengan kadar air berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk dengan berat 5.5 lb (2.5 kg), tinggi jatuh 12 in (30.48 cm). Pemadatan tanah tersebut dilakukan dalam 3 lapisan dengan jumlah tumbukan per lapis 25 kali. Percobaan dapat diulang dalam 5 kali percobaan dengan kadar air yang berbeda-beda.

Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah (γ_b) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung:

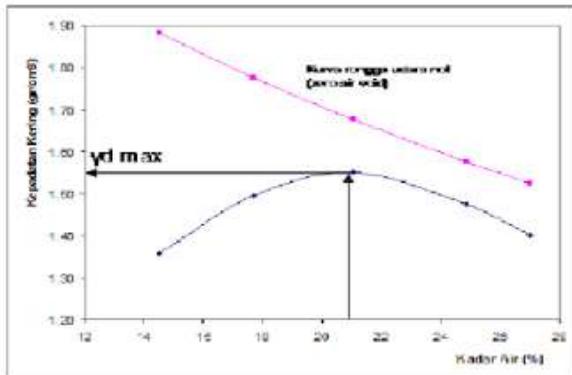
$$\gamma_b = W/V \dots\dots\dots 3.1$$

(Mektan I, 2000)

Keterangan:

W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V = volume cetakan



Gambar 3.1. Grafik Hubungan Antara Kadar Air (w) dan Berat Volume Kering (γ_d)

3.2.3. Galian dan Timbunan

Dalam pekerjaan galian dan timbunan, material yang terdapat di alam itu berada dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian yang kosong atau berisi udara diantara butir-butirnya, terutama bila butir-butir tersebut sangat halus. Pada saat material tersebut digali, maka akan terjadi pengembangan volume (*swelling*). Besarnya *swelling* tidak sama untuk setiap jenis tanah, tergantung pada berat jenis tanah. Pengembangan volume dinyatakan dengan swell faktor yang dinyatakan dalam persen (%). Untuk itu, diperlukan pemeriksaan keadaan lapangan (*survey*), untuk menghindari adanya *swelling*.

Dari hasil *survey* kita dapat menentukan beberapa kegiatan selanjutnya, diantaranya:

- Metode pelaksanaan pekerjaan yang dipilih
- Macam, jenis, tipe peralatan/alat-alat berat yang digunakan
- Jumlah alat-alat berat atau peralatan yang sesuai dengan volume dan bagan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Setelah kita mengetahui metoda pelaksanaan pekerjaan dan peralatannya, dari beberapa alternatif kita dapat memilih mana yang paling menguntungkan dan paling baik. Metoda pelaksanaan pekerjaan harus sudah meliputi hal-hal berikut:

- a. Pembersihan Medan (*Land Clearing*)
- b. Pengupasan Medan (*Stripping*)
- c. Galian Tanah
- d. Timbunan Tanah dan Penebaran
- e. Pemadatan Tanah
- f. Perataan Tanah

Cara kerja yang tepat dan benar mempunyai efek yang besar terhadap produksi alat. Cara pelaksanaan pekerjaan yang tepat sangat dipengaruhi oleh volume

pekerjaan, spesifikasi pekerjaan, bagan waktu yang ditentukan, keadaan lapangan dan sebagainya. Pemilihan cara pelaksanaan pekerjaan adalah identik dengan pemilihan penggunaan peralatan di dalam pelaksanaan pekerjaan tanah dengan menggunakan alat berat.

Dari pemilihan penggunaan peralatan di dalam pelaksanaan pekerjaan tanah dengan menggunakan alat-alat berat, tentunya faktor kemampuan pelaksanaan kerja dan faktor ekonomi sangat perlu diperhatikan. Pemilihan beberapa alternatif tersebut dapat kita batasi dengan faktor sebagai berikut:

1. Keadaan medan
2. Keadaan tanah
3. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan
4. Pengaruh Lingkungan
5. Volume pekerjaan yang disyaratkan
6. Biaya produksi untuk pelaksanaan pekerjaan dengan alat berat yang relatif rendah
Prosedur operasi alat dan pemeliharaan alat yang mudah dan sederhana
7. Umur alat yang tinggi
8. Undang-undang perburuhan termasuk keselamatan kerja untuk para pelaksana.

Setelah secara garis besar ditentukan alternatif-alternatif yang mendekati dengan asumsi yang wajar untuk pelaksanaan pekerjaan, secara kasar dapat diperkirakan jumlah biaya keseluruhan untuk tiap-tiap alternatif, sehingga alternatif-alternatif dapat dibandingkan dari segi besarnya biaya. Dengan demikian, pemilihan alat bukan didasarkan pada besarnya produksi atau kapasitas alat, tetapi didasarkan pada biaya termurah untuk tiap cu / yard atau cu / meter produksinya.

Komponen-komponen biaya produksi yang mempengaruhi harga satuan pekerjaan adalah:

1. Biaya Pemilikan (*Ownership Cost*)
2. Biaya Operasi (*Operating Cost*)
3. Biaya Perbaikan (*Repairing Cost*)
4. Biaya Tidak Langsung (*Undirect Cost*)

Pekerjaan timbunan terbesar yang akan dilaksanakan adalah pelaksanaan bendungan utama, bendung elak utama hulu dan bendung elak hilir. Berikut adalah daftar berbagai tipe material yang akan digunakan untuk bendungan utama dan bendungan pengelak utama:

- (1) Bendungan Utama:
 - (a) Zona inti kedap air (Zona 1)
 - (b) Zona filter (Zona 2)
 - (c) Zona Random (Zona 3)
 - (d) Zona rip-rap / batu pilihan (Zona 4)
- (2) Bendung Pengelak Utama Hulu:
 - (a) Zona material kedap air (Zona 1)
 - (b) Zona filter (Zona 2)
 - (c) Zona Random (Zona 3)
 - (d) Zona batu (Zona 4)
- (3) Bendung Pengelak Hilir:
Zona Random (Zona 3)

3.2.4. Pematatan Tanah

Tingkat pematatan tanah di ukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah pada partikel-partikel tanah. Untuk usaha pematatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah meningkat. Harap dicatat bahwa pada saat kadar air $w = 0$, berat volume basah dari tanah adalah sama dengan berat volume keringnya.

Bila kadar airnya ditingkatkan terus secara bertahap pada usaha pematatan yang sama, maka berat dari

jumlah bahan padat dalam tanah persatuan volume juga meningkat secara bertahap. Berat volume kering dari tanah pada kadar air dapat dinyatakan:

Setelah mencapai kadar air tertentu $w = w_2$, adanya penambahan kadar air justru cenderung menurunkan berat volume kering dari tanah. Hal ini disebabkan karena air tersebut kemudian menempati ruang-ruang pori dalam tanah yang sebetulnya dapat ditempati oleh partikel-partikel padat dari tanah. Kadar air dimana harga berat volume kering maksimum tanah dicapai tersebut kadar air optimum.

Percobaan-percobaan di laboratorium yang umum dilakukan untuk mendapatkan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum adalah proctor compaction uji pemadatan *Proctor*.

Pemadatan pada timbunan tanah *Main Dam* menggunakan alat berat *Vibro Roller* untuk Zona 2 dan Zona 3, sedangkan untuk pemadatan Zona 1 menggunakan *Sheepfoot Roller*.

3.2.5. Persiapan Material Timbunan

a. Mempersiapkan Bahan Tanah

Umumnya bahan tanah diperoleh dari tempat penggalian (*borrow-pit*) yang telah diuji lebih dahulu, tetapi kadang-kadang dapat pula diperoleh dari hasil penggalian pondasi bangunan-bangunan pelengkap calon bendungan. Mempersiapkan bahan yang diperoleh dari tempat-tempat penggalian, biasanya didasarkan pada penyelidikan yang saksama mengenai kondisi lapangannya (kondisi-kondisi topografi dan geologi tempat penggalian, kondisi dan jarak pengangkutannya, elevasi permukaan tanah, kondisi meteorologi, dan lain-lain), sehingga dapat dilaksanakan berdasarkan metode penyediaan serta penggunaan peralatan

yang paling efektif dan supaya dilengkapi pula dengan denah skema pelaksanaan yang mantap.

b. Mempersiapkan Bahan Tanah

Bahan batu umumnya diperoleh dari tempat penggalian batu (*quarry*). Sebelum dilaksanakan penggarapan tempat penggalian tersebut, supaya dilakukan penyelidikan yang saksama, dengan borbor pengujian, lubang-lubang pengujian dan sumur-sumur pengujian. Disamping itu perlu pula diamati secara cermat, hal-hal mengenai kondisi topografinya, kondisi geologinya dan mengadakan pemeriksaan kembali terhadap volume persediaan yang terdapat pada tempat penggalian tersebut serta mencoba menelaah relevansi penerapan rencana-teknik yang telah dibuat untuk tempat penggalian tersebut serta mengadakan penelaahan metode penggalian dan mempersiapkan bahan untuk diangkut ke tempat penimbunan pada tubuh bendungan.

c. Volume Timbunan

Volume timbunan bendungan seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Volume Timbunan *Cofferdam*

TIMBUNAN BENDUNGAN UTAMA		
Timb. Zone 1. Kedap air	33,870	m3
Timb. zone 2. Random	85,396	m3
Timb. zone 4. Rip-rap	18,241	m3
Total	137,507.00	m3

Tabel 3.2. Volume Timbunan Bendungan Utama

TIMBUNAN BENDUNGAN UTAMA		
Timb. Zone 1. Kedap air	326,355.00	m3
Timb. zone 2. Filter	116,991.00	m3
Timb. zone 3. Random	1,246,386.00	m3
Timb. zone 4. Rip-rap	166,690.00	m3
Timb. Rock Toe	66,569.00	m3
Total	1,922,991.00	m3

3.2.6. Persiapan Alat-alat Berat yang Digunakan

Peralatan mekanik adalah alat penunjang untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan yang bertujuan memperoleh hasil yang maksimal dan untuk mencapai sasaran pekerjaan, antara lain, tepat waktu sesuai dengan jadwal dan sesuai jadwal yang direncanakan serta lebih ekonomis bila dibandingkan dengan pekerjaan fisik manusia secara langsung.

Ada beberapa faktor yang diperhatikan untuk pemilihan penggunaan alat berat, antara lain:

1. Kondisi medan atau karakteristik tanah
2. Karakteristik pekerjaan
3. Teknik pelaksanaan pekerjaan
4. Kapasitas pekerjaan yang dibutuhkan

Alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan suatu proyek dapat berasal dari berbagai sumber. Sumber pengadaan untuk alat berat sebagai berikut:

- Alat Berat yang dibeli oleh Kontraktor

Alat berat yang dimiliki oleh kontraktor yaitu alat berat yang dibeli oleh kontraktor dan kontraktor mendapat keuntungan dari pemakaian alat tersebut dengan biaya per jam oleh pengguna jasa alat.

- Alat Berat yang disewa-beli (*Leasing*) oleh kontraktor

Alat berat sewa-beli (*leasing*) adalah alat berat yang dipakai kontraktor untuk pengerjaan proyek

dengan membayar pada perusahaan sewa-beli dengan jangka waktu yang lama. Dan di akhir masa sewa beli alat berat menjadi milik pihak kontraktor (penyewa). Biaya pemakainan sewa-beli pada umumnya akan lebih tinggi dibandingkan dengan sewa biasa.

- Alat Berat yang disewa oleh Kontraktor

Alat berat yang disewa oleh kontraktor dengan jangka waktu tertentu dan tidak terlalu lama dengan biaya yang tinggi. Karena itu, penggunaan Alat sewa harus se-efisien mungkin.

Selain dari sumber pengadaan yang berbeda, jenis-jenis dari alat berat yang digunakan dalam suatu proyek juga berbeda-beda. Jenis-jenis alat berat yang digunakan dalam proyek pembangunan bendungan ini adalah sebagai berikut:

1. *Excavator Backhoe*
2. *Dump Truck*
3. *Vibration Roller*
4. *T. Ranner*
5. *Water Tank*
6. *Sheepfoot Roller*

Spesifikasi pada alat yang digunakan sebagai berikut:

1. *Excavator*

Excavator adalah sebuah peralatan penggali, pengangkut dan pemuat tanah tanpa terlalu banyak berpindah tempat. Bagian pokok dari *excavator* adalah sebagai berikut (Sulistiono, 1996):

- *Travel unit*, merupakan bagian untuk berpindah (roda ban atau roda lantai).
- *Resolving unit*, merupakan bagian yang berputar dan pusat semua gerakan. Bagian –

bagian penting dari *resolving unit* adalah *cabi*, *control levers* dan *operator seat*.

➤ *Attachment* merupakan peralatan tambahan yang terpasang pada *excavator*.

Jenis – jenis *attachment* yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

- *Shovels*
- *Dragline*
- *Backhoe*
- *Clamshell*

Dalam pelaksanaan pekerjaan digunakan *attachment backhoe* merupakan jenis *shovels* yang khusus dibuat untuk penggalian tanah dibawah permukaan, seperti galian pondasi, parit, dan lain – lain. *Backhoe attachment* bisa berupa kendali kebel maupun hidrolis (*Hydraulic operated*). Produk baru (hidrolis) mempunyai kelebihan dalam hal penetrasi, kelincahan gerak dan lain – lain.

Waktu kerja dan siklus *excavator* gerakan – gerakan *backhoe* dalam beroperasi ada empat macam, diantaranya adalah:

- Pengisian *bucket* (*load bucket*)
- Mengangkat dan *swing* (*swing loaded*)
- Membuang (*dumping*)
- Mengayun balik (*swing empty*)

Empat gerakan dasar tadi akan didapat *cycle time* yang menentukan lama waktu siklus, tetapi waktu ini juga tergantung dari ukuran *backhoe*. *Backhoe* kecil waktu siklusnya akan lebih cepat, sebaliknya dengan kerja yang berat seperti tanah yang keras gerakan *excavator backhoe* akan menjadi lebih lambat.



Gambar 3.2. Excavator Backhoe merk KOMATSU

Perhitungan produksi *excavator* beberapa faktor koreksi yang dapat mempengaruhi produktifitas *backhoe* yaitu:

- a. Kondisi pekerjaan
 - Keadaan jenis tanah
 - Tipe pembuangan
 - Kemampuan operator
 - Pengaturan
- b. Faktor mesin
 - *Attachment* yang cocok untuk pekerjaan
 - Kapasitas *bucket*
 - Waktu dan siklus yang dipengaruhi kecepatan dan sistem hidrolis
- c. Faktor *swing* dan kedalaman galian

Dalam pengoperasian makin dalam pemotongan yang diukur dari permukaan tempat *excavator* beroperasi, makin sulit pula untuk mengisi *bucket* secara optimal dengan sekali gerakan. Dengan demikian untuk memperoleh pengisian *bucket* secara optimal

diperlukan beberapa kali gerakan yang akan menambah waktu siklus.

d. Faktor pengisian material

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = q \times \frac{60}{CT} \times E \dots\dots\dots 3.2$$

(Sulistiono, 1996)

Keterangan:

- Q = Kapasitas per jam (m^3/jam)
- q = Kapasitas per siklus (m^3/jam)
- E = Efisiensi
- CT = *Cycle Time* (menit)

2. *Dump Truck*

Truk tidak hanya untuk pengangkutan tanah tetapi juga untuk material – material lain. Dalam pengisian baknya, truk memerlukan alat lain seperti *Excavator* dan *Loader*. karena truk sangat tergantung pada alat lain, untuk pengisian material tanah perlu memperhatikan hal – hal berikut:

1. *Excavator* merupakan penentu utama jumlah truk.
2. Jumlah truk yang menunggu jangan lebih dari 2 unit.
3. Isi truk sampai kapasitas maksimumnya.
4. Untuk pengangkatan material beragam, material paling berat diletakkan di bagian belakang (menghindari terjadinya kerusakan pada hidrolis).
5. Ganjal ban saat pengisian.



Gambar 3.3. Dump Truck NISSAN CWB6LLD

Produktivitas *Dump Truck* dalam produktivitas suatu alat tergantung dari waktu siklusnya. Waktu siklus truk terdiri dari jumlah siklus *Excavator* mengisi truk, waktu siklus *Excavator*, jarak angkut material, kecepatan angkut, dan kecepatan kembali.

Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas *Dump truck* adalah:

$$Q = C \times \frac{60}{CT} \times E \dots\dots\dots 3.3$$

(Sulistiono, 1996)

Keterangan:

- Q = Kapasitas per jam (m³/jam)
- q = Kapasitas per siklus (m³/siklus)
- E = Efisiensi
- CT = Cycle Time (menit)

3. *Vibration Roller*

Vibration Roller merupakan sebuah alat penggilas pemadatan bergetar yang berfungsi untuk menggetarkan tanah yang akan dipadatkan supaya kaitan butir pada tanah menjadi lepas dan menyusun diri kembali menjadi butir yang lebih rapat.

Perhitungan produksi *Vibration roller* dengan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktifitas *Vibration roller* yaitu:

- Kondisi lapangan / pekerjaan.
 - Keadaan dan jenis tanah
 - Kemampuan operator
 - Manajemen
- Faktor Peralatan
- Faktor Cuaca
- Faktor Meterial



Gambar 3.4. *Vibration Roller* Caterpillar

Kapasitas produksi *vibration roller* dapat dihitung dengan cara:

$$A = \frac{V \times B^2 \times E}{N} \dots\dots\dots 3.4$$

$$Q = A \times D \times f \dots\dots\dots 3.5$$

(Sulistiono, 1996)

Keterangan produksi *vibration roller*:

Q = Produksi alat berat (m^3/jam)

A = Luas yang dipadatkan per jam (m^2/jam)

B2 = Lebar efektif pemadatan (m)

V = Kecepatan gilas (km/jam)

E = Efisiensi

N = Banyak lintasan

D = Tebal Lapisan timbunan (m)

F = Koefisien konversi Volume tanah

4. *Tire Ranner*

Tire Ranner merupakan salah satu alat penggilas yang digunakan untuk memadatkan lapisan asphalt atau tanah yang menggunakan roda ban karet yang

dipompa (pneumatic) sebagai permukaan yang menggilas permukaan asphalt atau tanah. susunan roda bagian depan dan roda bagian belakang diatur secara selang – seling, sehingga seluruh permukaan yang dilintasi akan menjadi rata. Bagian yang tidak dilintasi roda depan akan dilintasi roda belakang.

Proses pematatannya menggunakan gabungan antara metode *knocking action* (tanah diremas oleh gigi pada roda sehingga udara dan air yang terdapat pada material dapat dikeluarkan) dan *static weight* (permukaan tanah ditekan oleh sesuatu pemberat tertentu secara perlahan – lahan). Tekanan alat pada permukaan tanah diatur dengan cara mengatur berat alat, menambah atau mengurangi tekanan ban, dan mengatur lebar ban. Selain itu alat ini juga menggunakan *Ballast* untuk penambahan berat namun untuk pemadatan lapisan aspal panas (*Hotmix asphalt*) alat ini tidak menggunakan

Ballast. Untuk tekanan ban tergantung jenis atau kondisi tanah. Untuk pekerjaan pemadatan memerlukan 4 sampai 8 pass. Sedangkan untuk pekerjaan pemadatan jalan dilakukan dengan 4 sampai 6 pass.



Gambar 3.5. Tire Ranner BOMAG BW 211 D'4

Kapasitas produksi *Tire ranner* dapat dihitung dengan cara:

$$A = \frac{V \times B2 \times E}{N} \dots\dots\dots 3.6$$

$$Q = A \times D \times f \dots\dots\dots 3.7$$

(Sulistiono, 1996)

Keterangan produksi *Tire Ranner*:

- Q = Produksi alat berat (m³/jam)
- A = Luas yang dipadatkan per jam (m²/jam)
- B2 = Lebar efektif pemadatan (m)
- V = Kecepatan gilas (km/jam)
- E = Efisiensi
- N = Banyak lintasan
- D = Tebal Lapisan timbunan (m)
- F = Koefisien konversi Volume tanah

5. *Water Sprayer Truck*

Water Sprayer Truck merupakan salah satu alat penyemprot air yang digunakan untuk menyemprotkan air ke lapisan tanah yang akan dipadatkan pada pekerjaan timbunan bendungan.



Gambar 3.6. Truck Mitsubishi Water tanker FK13-240

6. *Sheepfoot Roller*

Prinsip dari *Sheepfoot Roller* adalah sebuah silinder yang di bagian luarnya dipasang kaki-kaki. Pada kaki-kaki ini terjadi tekanan yang tinggi, sehingga kaki-kaki ini masuk ke dalam tanah dan memberikan efek “pemadatan dari bawah. Selain sheep foot roller dengan tarikan (towed) juga terdapat sheep foot roller yang bermesin yang dapat bergerak sendiri dengan kecepatan mencapai sekitar 32 km/jam. Untuk sheep foot roller yang ditarik, jika tenaga traktor penariknya cukup besar, biasanya ditarik beberapa jauh, berjajar ke samping, satu garis atau kombinasi keduanya.



Gambar 3.7. Sheepfoot Roller Caterpillar 815F

Kapasitas produksi *Sheepfoot Roller* dapat dihitung dengan cara:

$$A = \frac{V \times B2 \times E}{N} \dots\dots\dots 3.8$$

$$Q = A \times D \times f \dots\dots\dots 3.9$$

(Sulistiono, 1996)

Keterangan produksi *Sheepfoot Roller*:

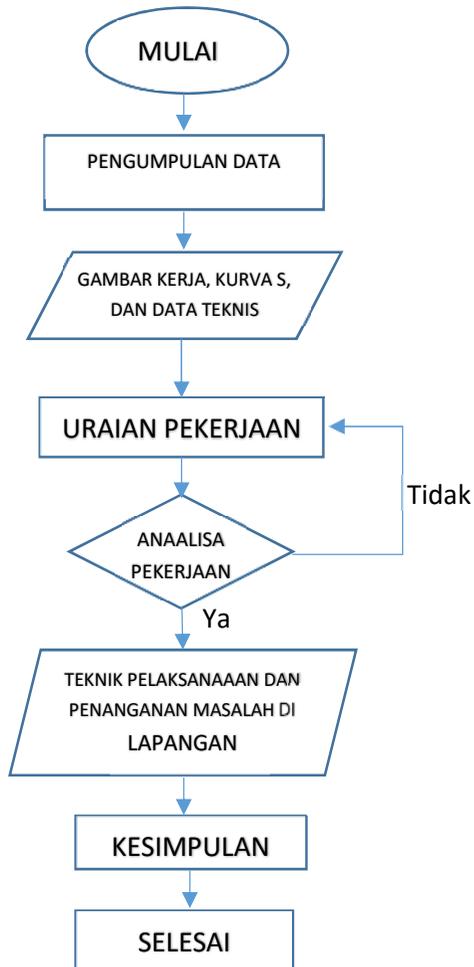
- Q = Produksi alat berat (m³/jam)
- A = Luas yang dipadatkan per jam (m²/jam)
- B2 = Lebar efektif pemadatan (m)
- V = Kecepatan gilas (km/jam)
- E = Efisiensi
- N = Banyak lintasan
- D = Tebal Lapisan timbunan (m)
- F = Koefisien konversi Volume tanah

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

METODOLOGI PEKERJAAN

4.1. Bagan Alir



Gambar 4.1 Bagan Alir

4.2. Penjelasan

4.2.1. Awal

Proyek pembangunan waduk dan bendungan Tukul ini memerlukan pengerjaan yang tepat agar dapat menghemat pembiayaan terhadap material bahan maupun alat berat yang akan dipakai. Di samping itu dengan metode pelaksanaan yang tepat dapat menghemat waktu dalam pelaksanaannya juga.

4.2.2. Persiapan

Proyek pembangunan waduk dan bendungan Tukul ini berada di desa Karanggede, kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan Jawa Timur. Data yang diperlukan pada metode pelaksanaan, yaitu antara lain data pekerjaan serta alat berat yang diperlukan, rencana anggaran biaya, network planning, dan terakhir kurva S.

4.2.3. Pengumpulan Data

Data-data yang terkait dapat diperoleh dari instansi/konsultan yang berupa peta lokasi, tahapan perencanaan, gambar rencana, dan kurva S, yang nantinya dilanjutkan dengan survey lokasi proyek.

4.2.4. Uraian Pekerjaan

Pekerjaan yang akan dianalisa berdasarkan data-data yang ada yaitu dapat dikelompokkan secara garis besar sebagai berikut:

1. Pekerjaan surveying
2. Pekerjaan pembersihan lahan (*clearing and grubbing*)
3. Pekerjaan galian main dam
4. Pekerjaan penyiapan bahan material main dam
5. Pekerjaan trial timbunan
6. Pekerjaan timbunan main dam
7. Pekerjaan pemadatan
8. Perhitungan volume alat – alat berat

Dari daftar pekerjaan-pekerjaan di atas, kami akan menganalisa langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut, lalu kami akan menganalisa kemungkinan berbagai kendala atau masalah yang dapat terjadi serta langkah yang dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut.

4.2.5. Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat diketahui metode pelaksanaan dan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pembangunan proyek waduk dan benungan Tukul (Main Dam) ini.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Tanah

5.1.1. Trial Timbunan Bendungan

Pada pekerjaan trial timbunan ini, dilakukan pengujian pemadatan standar (*Proctor Test*) di laboratorium untuk mengetahui kadar air optimum tanah material timbunan tubuh bendungan.

Pada uji pemadatan standar, tanah dipadatkan dalam sebuah silinder bervolume $1/30 \text{ ft}^3$ (943.3 cm³). Diameter cetakan tersebut 4 in (101.6 mm). Tanah sekitar 2500 gram dicampur air dengan kadar air berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk dengan berat 5.5 lb (2.5 kg), tinggi jatuh 12 in (30.48 cm). Pemadatan tanah tersebut dilakukan dalam 3 lapisan dengan jumlah tumbukan per lapis 25 kali. Percobaan dapat diulang dalam 5 kali percobaan dengan kadar air yang berbeda-beda.

Untuk melakukan uji pemadatan standar perlengkapan dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Cetakan besi berbentuk silinder 10,3 cm dan tinggi 11,7 inchi.
2. Alat penumbuk berat 5,5 lb.
3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
4. Ayakan atau saringan no. 4
5. Pan atau lengser pengaduk tanah.
6. Penggaris besi lurus.
7. Cawan.
8. Oven.
9. Botol air suling.
10. Cetok.
11. Kuas.
12. Gelas Ukur Kecil.

Langkah kerja untuk melakukan uji pemadatan standar sebagai berikut :

1. Ambil Contoh tanah sebanyak ± 3 kg yang akan ditest diayak dengan saringan no. 200 (0.075 mm) antara 20% sampai 65% untuk material zona 1 (clay), pasir dan kerikil dengan ukuran butir maksimum 20 cm dan harus mengandung lebih kecil dari fraksi ayakan No. 200 dalam jumlah kurang dari 5% dan lebih besar dari fraksi ayakan No. 4 (4.76 mm) dalam jumlah kurang dari 35% untuk material zona 2 (filter), campuran tanah pilihan dengan ukuran partikel maksimum 100 (seratus) mm, lebih besar fraksi ayakan No.3 (4,76 mm) diatas 80 (delapan puluh) % dan lebih kecil fraksi ayakan No.200 (0,074 mm) lebih kecil dari 1 (satu) % untuk zona 3 (random).
2. Tanah hasil ayakan ditaruh pada lengser dan dicampur dengan air sebanyak 75 cc sampai dengan 200 cc (tergantung basah kering contoh tanah) dan diaduk sampai benar-benar merata.
3. Cetakan dan plat dasarnya ditimbang (W1).
4. Silinder perpanjangan bagian atas cetakan dipasang.
5. Campuran tanah hasil langkah (2) dimaksudkan kedalam cetakan kira-kira 1/3 lebih dari tinggi cetakan dan kemudian ditumbuk atau dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 25 kali. Untuk lapisan ketiga (paling atas) harus tanah dlebihkan sehingga pada saat dipadatkan pada tumbukan sebanyak 25 kali (yang terakhir) bagian atas dari permukaan tanah tersebut masih lebih tinggi dari silinder
6. Silinder perpanjangan dilepaskan dengan hati-hati supaya tidak merusak tanah yang telah dipadatkan.
7. Dengan menggunakan spatula, kelebihan tanah diatas cetakan tersebut dipotong secara perlahan-lahan dan

- sedikit demi sedikit hingga permukaan tanah yang dipadatkan tepat pada atas cetakan silinder.
8. Cetakan silinder yang terisi langkah (7) ditimbang (W_2).
 9. Plat dasar cetakan silinder yang contoh tanah dilepas dan dikeluarkan tanah yang didalamnya dengan menggunakan alat pengeluar contoh (jack).
 10. Tanah hasil langkah (9) diambil sedikit, tempatkan pada cawan, kemudian timbang beratnya untuk pemeriksaan kadar air.
 11. Contoh tanah hasil langkah (10) dimasukkan kedalam oven untuk pengeringan.
 12. Gumpalan tanah hasil langkah (9) dipecahkan, kemudian sisa tanah dalam lengser hasil langkah (2) dicampur dengan contoh tanah tersebut, kemudian tambahkan air 75 cc sampai dengan 200 cc air suling dan diaduk sampai merata.
 13. Ulangi percobaan awal sampai akhir (langkah 4 sampai langkah 12) beberapa kali lagi sehingga didapat berat cetakan silinder yang berisi contoh tanah (langkah 2) lebih ringan dibanding sebelumnya.
 14. Kemudian ulangi test ini sampai didapat minimal dua kali pembacaan harga yang lebih ringan (pembacaan harga atau berat volume kering yang paling kecil).
 15. Selidiki pula harga G_s dari contoh tanah.

Setelah dilakukan Test Proctor, dilakukan Test Sandcone. Test ini berguna untuk mengetahui kepadatan tanah di lapangan area Pekerjaan Trial Timbunan dilaksanakan yang dapat dibandingkan dengan kepadatan tanah di laboratorium.

Uji pemadatan di lapangan salah satunya dilakukan dengan Uji Sandcone. Percobaan kerucut pasir (sand cone) merupakan salah satu jenis pengujian yang dilakukan di lapangan untuk menentukan berat isi kering (kepadatan) tanah asli ataupun hasil suatu pekerjaan pemadatan yang dilakukan

baik pada tanah kohesif maupun tanah non kohesif. Pengujian ini dilakukan dengan botol/tabung Sandcone yang diisi dengan pasir standart, biasa disebut pasir ottawa atau pasir besi. Pasir Ottawa ini sudah diketahui berat isinya atau berat volumenya (ρ pasir Ottawa dengan satuan gg/cc). Kemudian tabung sandcone, pasir Ottawa dan timbangan dibawa ke lapangan. Begitu juga dengan alat penggali lubang dan cawan – cawan besar maupun kecil untuk meletakkan tanah yang akan ditimbang. Pada lapisan yang akan dicari kepadatannya, dibuat lubang galian berdiameter kurang lebih 60 cm dengan kedalaman kira – kira 10-12 cm.

Dalam Uji Sandcone (pematatan dilapangan), akan di dapat berat volume tanah kering di lapangan.

- γ_d lap $= \frac{\text{tanah galian}}{1+W}$
- Kadar air w $= \frac{W_{air}}{W_{butir}}$
- Derajat Kepadatan R $= \frac{d_{lap}}{d_{lab}}$
- γ_d lab $=$ hasil dari uji pematatan di lab (uji proctor)

Nilai berat isi tanah kering yang diperoleh dari percobaan ini biasanya digunakan untuk mengevaluasi hasil perkerjaan pematatan di lapangan (degree of compaction) yaitu perbandingan antara γ_d (kerucut pasir) dengan γ_{dmax} hasil percobaan pematatan di laboratorium.

Alat dan bahan untuk melakukan test *sand cone* adalah sebagai berikut :

1. Satu unit alat sandcone berisi pasir Ottawa.
2. Plat besi yang berlubang dengan lubang yang berdiameter sama dengan corong botol sandcone.
3. Paku besar untuk memaku plat besi agar tidak bergeser.
4. Skop kecil.
5. Mangkok atau cawan besar.
6. Cawan kecil kira – kira 3 buah.

7. Kuas.
8. Timbangan.
9. Penggaris.

Tata cara test *sand cone* adalah sebagai berikut :

1. Timbanglah botol sandcone yang berisi pasir Ottawa atau pasir standart atau pasir besi tersebut, beratnya W_1 .
2. Buatlah lubang pada titik yang akan diuji kepadatannya dengan diameter kurang lebih 60 cm dan kedalaman kira – kira 10-20 cm.
3. Kemudian masukkan tanah galian tersebut kedalam cawan besar yang sudah diketahui beratnya. Bila berat cawan kosong adalah W_2 selanjutnya timbanglah cawan berisi tanah galian tersebut, beratnya W_3 .
4. Berat tanah galian dapat dihitung yaitu $W_4 = W_3 - W_2$.
5. Ambillah tanah galian yang sudah ditimbang tersebut secukupnya dan letakkan dalam cawan kecil, berat cawan adalah W_5 .
6. Selanjutnya cawan kecil yang berisi tanah dimasukkan dalam oven selama 24 jam dengan temperature 105°C .
7. Untuk menentukan volume galian dengan meletakkan plat berlubang beserta peralatan sandcone terbalik diatas plat tersebut.
8. Buka kran yang ada pada leher botol sandcone dan biarkan pasir Ottawa masuk kedalam lubang sampai terisi penuh.
9. Bila lubang sudah terisi penuh dengan pasir Ottawa, tutuplah kran tersebut.
10. Timbanglah botol sandcone yang berisi sisa pasir beratnya W_7 .
11. Berat pasir yang berada dalam lubang adalah $W_8 = W_1 - W_7$.

12. Volume galian adalah berat pasir dalam lubang dibagi berat isi pasir Ottawa atau $W8/\partial\text{pasir Ottawa}$.
13. Berat volume basah dari tanah galian ($\partial\text{tanah galian}$) adalah berat tanah galian dibagi volume galian yaitu, $\partial\text{tanah galian} = W4/\text{Vol tanah galian} = W4. \partial\text{pasir Ottawa} / W8$.
14. Dari langkah no.5 dapat dicari berat tanah basah dalam cawan kecil yaitu $W9 = W6 - W5$.
15. Dari langkah no.6 setelah tanah keluar dari oven ditimbang, beratnya adalah $W10$ sedangkan untuk mendapatkan berat tanah kering adalah $W11 = W10 - W5$
16. Kadar air tanah (w) adalah $(W11 - W9) / W11$.
17. Berat volume tanah kering (dlap) adalah : $\gamma d = \partial\text{tanah galian} / (1+w)$.
18. Derajat kepadatan adalah $\partial d \text{ lap} / \partial d \text{ lab}$.
19. Dimana $\gamma d \text{ lap}$ adalah berat volume lapangan sedangkan $\gamma d \text{ lab}$ didapat dari percobaan Proctor di laboratorium.

Berikut ringkasan cara menghitung :

- Berat pasir yang digunakan =
Berat pasir dari cetakan – Berat residu dari cetakan
- Berat pasir pada lubang =
Berat pasir yang digunakan – Berat pasir di kerucut
- Volume lubang =
$$\frac{\text{Berat pasir di lubang}}{\text{Kalibrasi berat pasir}}$$
- Berat tanah basah =
Berat pasir basah dari cetakan – Berat cetakan
- Berat kepadatan tanah =
$$\frac{\text{Berat tanah basah}}{\text{Volume lubang}}$$

- Berat kelembapan =

$$\frac{\text{Berat kelembapan tanah basah} - \text{Berat kelembapan tanah kering}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$
- Berat tanah kering =

$$\text{Berat kelembapan tanah kering} - \text{Berat tempat}$$
- Kadar air pori =

$$\frac{\text{Berat kelembapan}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$
- Kepadatan tanah kering =

$$\frac{\text{Berat kepadatan tanah}}{(100 \times \text{air pori})} \times 100\%$$
- Tingkat kepadatan =

$$\frac{\text{Kepadatan tanah kering}}{\text{Kepadatan proctor}} \times 100\%$$

- Test Proctor Untuk Material Zona 1 Clay

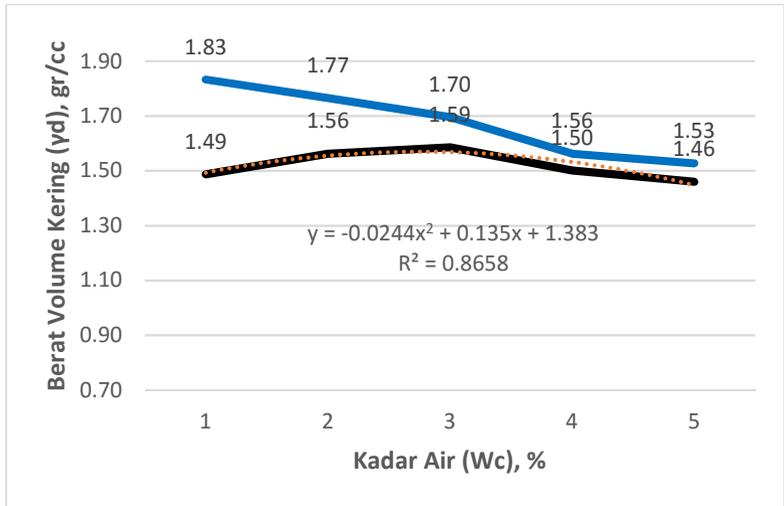
Tabel 5.1 Data Uji Pemadatan Standar (*Proctor Test*) Material Timbunan Zona 1

No.	No. Cawan		Satuan	1	2	3	4	5
				6	BA-30	5	MI	5 (Kaca)
1	Berat Cawan	A	gram	14.65	14.65	14.78	7.34	51.00
2	Berat Cawan + Tanah basah (W1)	B	gram	47.860	51.42	56.87	61.94	132.57
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W2)	C	gram	42.76	45.23	49.13	50.13	114.21
4	Berat Air (Ww)	D = B-C	gram	5.10	6.19	7.74	11.81	18.36
5	Berat tanah kering (Ws)	E = C-A	gram	28.11	30.58	34.35	42.79	63.21
1	Berat Mold + Tanah (W3)	F	gram	5900	6015	6075	6050	6020
2	Berat Mold (W4)	G	gram	4250	4250	4250	4250	4250
3	Berat Tanah dalam Mold (W)	H	gram	1650	1765	1825	1800	1770
4	Volume Mold (V)	I	cm ³	939.2	939.2	939.2	939.2	939.2
5	Kadar Air (Wc)	$Wc = (D/C-A) \times 100$	%	18.14	20.24	22.53	27.60	29.05
6	Berat Volume (γ_t)	H/I	gr/cm ³	1.76	1.88	1.94	1.92	1.88
7	Berat Volume Kering (γ_d)	$\gamma_d = \gamma_t / (1 + Wc)$	gr/cm ³	1.49	1.56	1.59	1.50	1.46
8	Zero Air Void (γ_{zav})	$\gamma_{zav} = G_s \cdot \gamma_w / (1 + Wc \cdot G_s)$	gr/cm ³	1.83	1.77	1.70	1.56	1.53

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.2 Data Uji Pemadatan Standar (*Proctor Test*) Material Timbunan Zona 1

No	Diameter Saringan (mm)	Berat tempat + Pasir tertahan (gram)	Berat pasir yang tertahan (gram)	Prosent ase tertahan (%)	Prosentase lolos (%)
3/4	-	339	176	17.63	82.37
3/8	-	506.3	343.3	34.39	47.98
4	4.76	353.6	190.6	19.09	28.88
10	2	263.5	100.5	10.07	18.81
20	0.84	172.8	9.8	0.98	17.83
40	0.42	193	30	3.01	14.83
60	0.25	206	43	4.31	10.52
100	0.149	206	43	4.31	6.21
200	0.075	213	50	5.01	1.20
Pan	0	175	12	1.20	0.00
JUMLAH			998.2	100.00	



Grafik 5.1 γ_{zv} dan W_c Optimum

- **Mencari Kadar Air Optimum (W_c Opt) dan γ_d max**

Cara perhitungan

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0244x^2 + 0.135x + 1.383$$

Kadar Air Optimum $y' = 0$

$$y' = -0.0488x + 0.135$$

$$0 = -0.0488x + 0.135$$

$$x = 0.135 / 0.0488$$

$$x = 27.76\%$$

$$\text{Kadar Air Opt.} = 27.76\%$$

Dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada Berat Volume Kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum OMC = 27.76 % dan γ_d maksimum = 1.59 gr/cc.

- Test Sandcone Untuk Material Zona 1 Clay
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Sandcone Zona 1 Clay dengan Banyak Lintasan Pematik 4 lintasan

Banyak Lintasan : 4

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7218	gram
Berat Sisa Tanah+ Corong + Botol	3243	gram
Berat Tanah yang digunakan	3975	gram
Berat Tanah pada Corong	1275	gram
Berat Tanah pada Lubang	2700	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1776.32	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2600	gram
Berat Cetakan	162.5	gram
Berat Tanah Basah	2437.50	gram
Kepadatan Tanah	1.37	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
		SATUAN
Nomor Wadah	1.A	
Berat Wadah + Tanah Basah	33.00	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	30.89	gram
Berat Wadah	9.50	gram
Berat Tanah Basah	23.50	gram
Berat Tanah Kering	21.39	gram
Berat Air	2.11	gram
Kadar Air	9.85	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.25	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.59	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	78.77	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sandcone Zona 1 Clay dengan Banyak Lintasan Pematat 6 lintasan

Banyak Lintasan : 6

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7291	gram
Berat Sisa Tanah+ Corong + Botol	3692	gram
Berat Tanah yang digunakan	3599	gram
Berat Tanah pada Corong	1275	gram
Berat Tanah pada Lubang	2324	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1528.95	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2710	gram
Berat Cetakan	162.5	gram
Berat Tanah Basah	2547.50	gram
Kepadatan Tanah	1.67	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	1.B	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	32.41	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	30.90	gram
Berat Wadah	9.21	gram
Berat Tanah Basah	23.20	gram
Berat Tanah Kering	21.69	gram
Berat Air	1.51	gram
Kadar Air	6.96	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.56	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.59	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	98.23	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Sandcone Zona 1 Clay dengan Banyak Lintasan 8 lintasan

Banyak Lintasan : 8

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7299	gram
Berat Sisa Tanah+ Corong + Botol	3865	gram
Berat Tanah yang digunakan	3434	gram
Berat Tanah pada Corong	1275	gram
Berat Tanah pada Lubang	2159	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1420.39	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2623	gram
Berat Cetakan	152.5	gram
Berat Tanah Basah	2470.50	gram
Kepadatan Tanah	1.74	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	1.C	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	33.41	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	32.93	gram
Berat Wadah	9.69	gram
Berat Tanah Basah	23.72	gram
Berat Tanah Kering	23.24	gram
Berat Air	0.48	gram
Kadar Air	2.07	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.70	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.59	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	107.46	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Dari data – data di atas didapat data berupa banyak lintasan yang akan digunakan untuk pekerjaan pemadatan di lapangan, untuk material timbunan Zona 1 Clay.

Berdasarkan keputusan di spesifikasi teknis yang berbunyi sebagai berikut : Kepadatan kering (dry density) timbunan harus tidak boleh lebih kecil dari 95 (sembilan puluh lima) % dari kepadatan kering maksimum berdasarkan Upaya Pemadatan Pengawasan Standar, dan rata-rata kepadatan kering timbunan harus lebih besar 100 (seratus) %.

Maka pemadatan di lapangan yang akan digunakan adalah sebanyak **6 kali**.

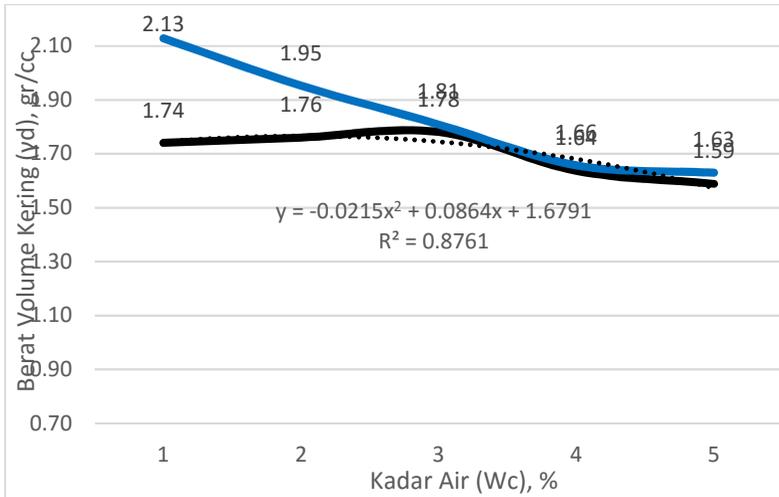
- Test Proctor Untuk Material Zona 2 Filter

Tabel 5.6 Data Uji Pemadatan Standar (*Proctor Test*) Material Zona 2

No.	No. Cawan		Satuan	1	2	3	4	5
				6	BA-30	5	MI	5 (Kaca)
1	Berat Cawan	A	gram	14.65	14.65	14.78	7.34	51.00
2	Berat Cawan + Tanah basah (W1)	B	gram	45.530	49.07	56.93	55.32	121.70
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W2)	C	gram	43.17	45.25	50.94	46.79	108.65
4	Berat Air (Ww)	D = B-C	gram	2.36	3.82	5.99	8.53	13.05
5	Berat tanah kering (Ws)	E = C-A	gram	28.52	30.60	36.16	39.45	57.65
1	Berat Mold + Tanah (W3)	F	gram	6,020	6,110	6,200	6,120	6,080
2	Berat Mold (W4)	G	gram	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250
3	Berat Tanah dalam Mold(W)	H	gram	1,770	1,860	1,950	1,870	1,830
4	Volume Mold (V)	I	cm ³	939.2	939.2	939.2	939.2	939.2
5	Kadar Air (Wc)	$Wc = (D/C-A) \times 100$	%	8.27	12.48	16.57	21.62	22.64
6	Berat Volume (γ_t)	H/I	gr/cm ³	1.88	1.98	2.08	1.99	1.95
7	Berat Volume Kering (γ_d)	$\gamma_d = \gamma_t / (1 + Wc)$	gr/cm ³	1.74	1.76	1.78	1.64	1.59
8	Zero Air Void (γ_{zav})	$\gamma_{zav} = G_s \cdot \gamma_w / (1 + (Wc \cdot G_s))$	gr/cm ³	2.13	1.95	1.81	1.66	1.63

No	Diameter Saringan (mm)	Berat tempat + Pasir tertahan (gram)	Berat pasir yang tertahan (gram)	Prosent ase tertahan (%)	Prosentase lolos (%)
3/4	-	339	176	17.63	82.37
3/8	-	506.3	343.3	34.39	47.98
4	4.76	353.6	190.6	19.09	28.88
10	2	263.5	100.5	10.07	18.81
20	0.84	172.8	9.8	0.98	17.83
40	0.42	193	30	3.01	14.83
60	0.25	206	43	4.31	10.52
100	0.149	206	43	4.31	6.21
200	0.075	213	50	5.01	1.20
Pan	0	175	12	1.20	0.00
		JUMLAH	998.2	100.00	

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar



Grafik 5.2 γ_{zv} dan W_c Optimum

- **Mencari Kadar Air Optimum (W_c . Opt) dan γ_d max**
Cara perhitungan

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0215x^2 + 0.0864x + 1.6791$$

Kadar Air Optimum $y' = 0$

$$y' = -0.042x + 0.0864$$

$$0 = -0.042x + 0.0864$$

$$x = 0.0864 / 0.042$$

$$x = 20.57\%$$

$$\text{Kadar Air Opt.} = 20.57\%$$

Dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada Berat Volume Kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum OMC = 20.57 % dan γ_d maksimum = 1.78 gr/cc.

- Test Sandcone Untuk Material Zona 2 Filter
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sandcone Zona 2 Filter dengan Banyak Lintasan 3 lintasan

Banyak Lintasan : 3

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7132	gram
Berat Sisa Pasir + Corong + Botol	3092	gram
Berat Pasir yang digunakan	4040	gram
Berat Pasir pada Corong	1275	gram
Berat Pasir pada Lubang	2765	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1819.08	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2630	gram
Berat Cetakan	162.5	gram
Berat Tanah Basah	2467.50	gram
Kepadatan Tanah	1.36	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	2.A	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	32.40	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	30.13	gram
Berat Wadah	9.20	gram
Berat Tanah Basah	23.20	gram
Berat Tanah Kering	20.93	gram
Berat Air	2.27	gram
Kadar Air	10.85	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.22	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.78	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	68.71	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Sandcone Zona 2 Filter dengan Banyak Lintasan 5 lintasan

Banyak Lintasan : 5

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7322	gram
Berat Sisa Pasir + Corong + Botol	3725	gram
Berat Pasir yang digunakan	3597	gram
Berat Pasir pada Corong	1275	gram
Berat Pasir pada Lubang	2322	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1527.63	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2720	gram
Berat Cetakan	162.5	gram
Berat Tanah Basah	2557.50	gram
Kepadatan Tanah	1.67	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	2.B	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	31.42	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	29.34	gram
Berat Wadah	9.00	gram
Berat Tanah Basah	22.42	gram
Berat Tanah Kering	20.34	gram
Berat Air	2.08	gram
Kadar Air	10.23	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.52	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.78	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	85.27	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Sandcone Zona 2 Filter dengan Banyak Lintasan Pematat 7 lintasan

Banyak Lintasan : 7

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7425	gram
Berat Sisa Pasir + Corong + Botol	3945	gram
Berat Pasir yang digunakan	3480	gram
Berat Pasir pada Corong	1275	gram
Berat Pasir pada Lubang	2205	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1450.66	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2743	gram
Berat Cetakan	152.5	gram
Berat Tanah Basah	2590.50	gram
Kepadatan Tanah	1.79	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	2.C	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	34.12	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	33.16	gram
Berat Wadah	9.70	gram
Berat Tanah Basah	24.42	gram
Berat Tanah Kering	23.46	gram
Berat Air	0.96	gram
Kadar Air	4.09	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.72	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.78	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	96.32	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Dari data – data di atas dapat data berupa banyak lintasan yang akan digunakan untuk pekerjaan pemadatan di lapangan, untuk material timbunan Zona 2 Filter.

Berdasarkan keputusan di spesifikasi teknis yang berbunyi sebagai berikut : Tiap lapis material untuk Zona 2 harus dipadatkan sampai kepadatan relative (relative density) paling sedikit 70 (tujuh puluh) % dan rata-rata 80 (delapan puluh) % dengan menggunakan alat pemadat getar (vibratory roller) dengan berat lebih dari 110 kN, hampir sama dengan 11 (sebelas) ton metric pada satuan gravitasi.

Maka pemadatan di lapangan yang akan digunakan adalah sebanyak **5 kali**.

- Test Proctor Untuk Material Zona 3 Random

Tabel 5.10 Data Uji Pemadatan Standar (*Proctor Test*) Material Timbunan Zona 3

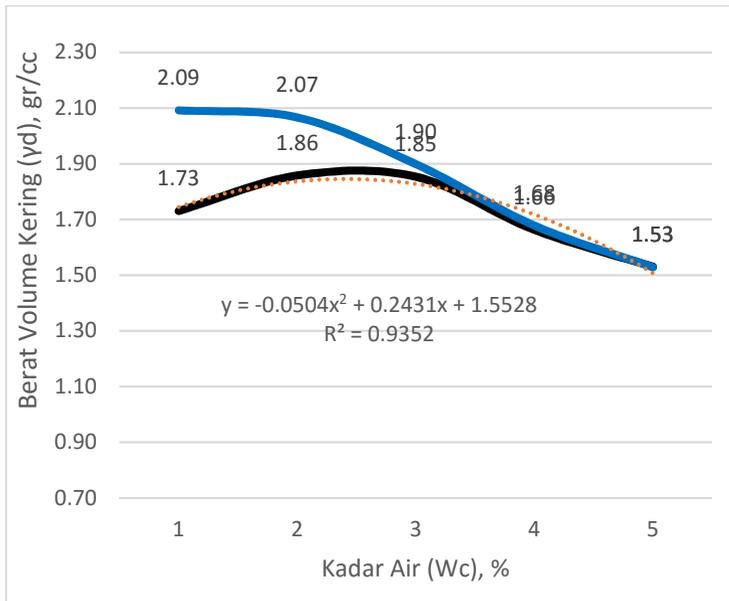
No.	No. Cawan		Satuan	1	2	3	4	5
				6	BA-30	5	MI	5 (Kaca)
1	Berat Cawan	A	gram	14.65	14.65	14.78	7.34	51.00
2	Berat Cawan + Tanah basah (W1)	B	gram	45.530	49.13	55.68	56.41	122.04
3	Berat Cawan + Tanah Kering (W2)	C	gram	43.17	46.32	50.93	48.21	107.42
4	Berat Air (Ww)	D = B-C	gram	2.36	2.81	4.75	8.20	14.62
5	Berat tanah kering (Ws)	E = C-A	gram	28.52	31.67	36.15	40.87	56.42
1	Berat Mold + Tanah (W3)	F	gram	6,010	6,150	6,220	6,125	6,060
2	Berat Mold (W4)	G	gram	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250
3	Berat Tanah dalam Mold(W)	H	gram	1,760	1,900	1,970	1,875	1,810
4	Volume Mold (V)	I	cm ³	939.2	939.2	939.2	939.2	939.2
5	Kadar Air (We)	$We = (D/C-A) \times 100$	%	8.27	8.87	13.14	20.06	25.91
6	Berat Volume (vt)	HI	gr/cm ³	1.87	2.02	2.10	2.00	1.93
7	Berat Volume Kering (vd)	$vd = vt / (1 + We)$	gr/cm ³	1.73	1.86	1.85	1.66	1.53
8	Zero Air Void (szav)	$szav = Gs \cdot \gamma_w / (1 + (We \cdot Gs))$	gr/cm ³	2.09	2.07	1.90	1.68	1.53

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.11 Data Uji Pemadatan Standar (*Proctor Test*) Material Timbunan Zona 3

No	Diameter Saringan (mm)	Berat tempat + Pasir tertahan (gram)	Berat pasir yang tertahan (gram)	Prosent ase tertahan (%)	Prosentase se lolos (%)
3/4	-	339	176	17.63	82.37
3/8	-	506.3	343.3	34.39	47.98
4	4.76	353.6	190.6	19.09	28.88
10	2	263.5	100.5	10.07	18.81
20	0.84	172.8	9.8	0.98	17.83
40	0.42	193	30	3.01	14.83
60	0.25	206	43	4.31	10.52
100	0.149	206	43	4.31	6.21
200	0.075	213	50	5.01	1.20
Pan	0	175	12	1.20	0.00
		JUMLAH	998.2	100.00	

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar



Grafik 5.12 γ_{sv} dan W_c Optimum

- **Mencari Kadar Air Optimum (Wc. Opt) dan γ_d max**

Cara perhitungan

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0504x^2 + 0.2431x + 1.5528$$

Kadar Air Optimum $y' = 0$

$$y' = -0.0916x + 0.2431$$

$$0 = -0.0916x + 0.2431$$

$$x = 0.2431 / 0.0916$$

$$x = 24.12\%$$

$$\text{Kadar Air Opt.} = 24.12 \%$$

Dari data di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada Berat Volume Kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum OMC = 24.12 % dan γ_d maksimum = 1.86 gr/cc.

- Test Sandcone Untuk Material Zona 3 Random
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Sandcone Zona 3 Random dengan Banyak Lintasan Pematat 2 lintasan

Banyak Lintasan : 2

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7245	gram
Berat Sisa Pasir + Corong + Botol	3258	gram
Berat Pasir yang digunakan	3987	gram
Berat Pasir pada Corong	1275	gram
Berat Pasir pada Lubang	2712	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1784.21	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2725	gram
Berat Cetakan	162.5	gram
Berat Tanah Basah	2562.50	gram
Kepadatan Tanah	1.44	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	3.A	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	33.13	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	31.20	gram
Berat Wadah	9.00	gram
Berat Tanah Basah	24.13	gram
Berat Tanah Kering	22.20	gram
Berat Air	1.93	gram
Kadar Air	8.69	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.32	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.86	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	71.11	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Sandcone Zona 3 Random dengan Banyak Lintasan Pematat 4 lintasan

Banyak Lintasan : 4

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7134	gram
Berat Sisa Pasir + Corong + Botol	3367	gram
Berat Pasir yang digunakan	3451	gram
Berat Pasir pada Corong	1275	gram
Berat Pasir pada Lubang	2176	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1431.58	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2823	gram
Berat Cetakan	162.5	gram
Berat Tanah Basah	2660.50	gram
Kepadatan Tanah	1.86	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
Nomor Wadah	3.B	SATUAN
Berat Wadah + Tanah Basah	33.25	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	30.80	gram
Berat Wadah	9.30	gram
Berat Tanah Basah	23.95	gram
Berat Tanah Kering	21.50	gram
Berat Air	2.45	gram
Kadar Air	11.40	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.67	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.86	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	89.79	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Sandcone Zona 3 Random dengan Banyak Lintasan Pematik 6 lintasan

Banyak Lintasan : 6

ITEM	NILAI	SATUAN
Kepadatan Pasir Ottawa	1.46	gr/cm ³
Berat Pasir Ottawa + Corong + Botol	7324	gram
Berat Sisa Pasir + Corong + Botol	3924	gram
Berat Pasir yang digunakan	3400	gram
Berat Pasir pada Corong	1275	gram
Berat Pasir pada Lubang	2125	gram
Kalibrasi Berat Pasir	1.52	
Volume Lubang	1398.03	cm ³
Berat Tanah Basah + Cetakan	2658	gram
Berat Cetakan	152.5	gram
Berat Tanah Basah	2505.50	gram
Kepadatan Tanah	1.79	gr/cm ³

PERHITUNGAN KEPADATAN		
	3.C	SATUAN
Nomor Wadah		
Berat Wadah + Tanah Basah	33.21	gram
Berat Wadah + Tanah Kering	32.60	gram
Berat Wadah	9.45	gram
Berat Tanah Basah	23.76	gram
Berat Tanah Kering	23.15	gram
Berat Air	0.61	gram
Kadar Air	2.63	%
Kepadatan Tanah Kering Lapangan	1.75	gr/cm ³
Kepadatan Tanah Kering Laboratorium	1.86	gr/cm ³
Derajat Kepadatan	93.98	%

Sumber : Data Test dari Laboratorium Uji Tanah ITS Manyar

Dari data – data di atas dapat data berupa banyak lintasan yang akan digunakan untuk pekerjaan pemadatan di lapangan, untuk material timbunan Zona 3 Random.

Berdasarkan keputusan di spesifikasi teknis yang berbunyi sebagai berikut : Tiap lapis material harus terus menerus dibasahi sampai seluas ditunjukkan oleh Direksi dan dipadatkan sampai mencapai kepadatan yang diperlukan dengan menggunakan alat pemadatan roller getar dengan berat lebih besar dari 110 kN. Hal ini akan dapat dilakukan dengan lintasan roller kurang lebih 4 (empat) kali lintasan untuk lapisan yang mengandung ukuran batu maksimum 50 cm dan 6 (enam) kali lintasan untuk lapisan yang mempunyai ukuran batu maksimum 100 cm pada setiap jalur (sama dengan lebar sampai panjang drum roller) lapisan zona hingga seluruh lapisan-lapisan selesai dipadatkan sampai mencapai kepadatan yang diperlukan, bagaimanapun juga, Direksi dapat menentukan variasi mengenai jumlah lintasan alat roller getar, apabila dipandang perlu.

Maka pemadatan di lapangan yang akan digunakan adalah sebanyak **6 kali**.

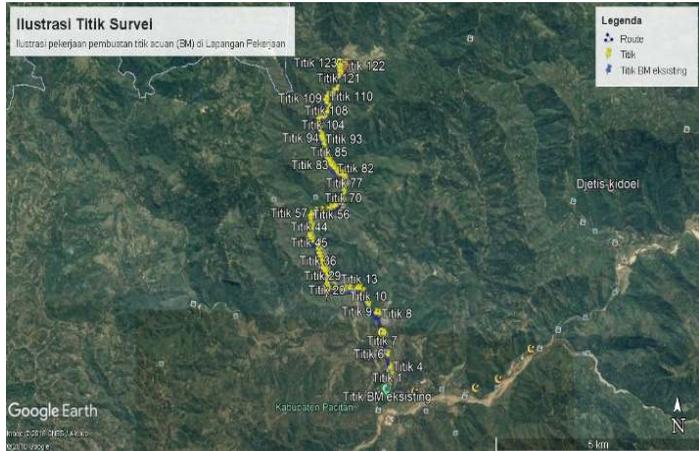
5.2. Metode Pelaksanaan

5.3.5. Pekerjaan Persiapan

a. Pekerjaan Survei Lapangan

Pada tahap awal pekerjaan proyek dimulai, tentunya tidak ada titik acuan (BM) yang ada di lapangan untuk dijadikan titik acuan proses survei untuk pekerjaan – pekerjaan yang akan dilakukan. Maka perlu diadakan proses pembuatan titik acuan (BM).

Pada proyek pembangunan Bendungan Tukul ini, proses pembuatan titik acuan (BM) dapat dilakukan dengan metode poligon terbuka dengan titik acuan (BM) eksisting yang berada di pertigaan jalan di Kecamatan Arjosari.



Gambar 5.1 Titik - titik Pembuatan Titik Acuan (BM)

Metode pelaksanaan poligon terbuka sebagai berikut :

- Menentukan titik yang dapat melihat BM, lalu mendirikan alat ukur *total station* pada titik tersebut.
- Membidik BM tersebut supaya dapat mengetahui koordinat titik dimana alat ukur *total station* didirikan.
- Menentukan titik selanjutnya yang dapat melihat titik sebelumnya, lalu membidik titik ini dari titik sebelumnya supaya mengetahui koordinat titik ini.
- Tandai titik – titik yang telah diketahui koordinatnya dengan menggunakan patok kayu.
- Dirikan alat di titik baru, lalu membidik titik sebelumnya untuk mengetahui koordinat titik dimana alat berdiri.
- Ulangi langkah – langkah berikut sampai titik mencapai tempat yang diinginkan.

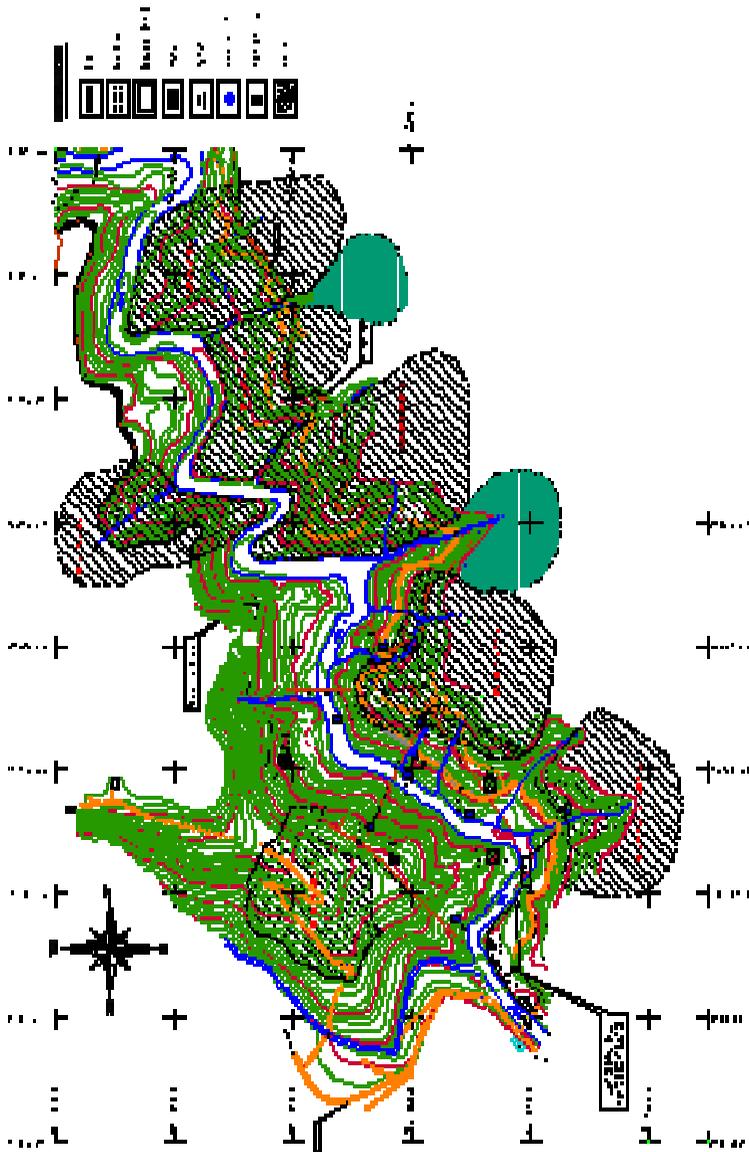
Setelah pekerjaan pembuatan titik acuan (BM) telah selesai, selanjutnya dilakukan proses survei untuk pekerjaan – pekerjaan yang akan dilaksanakan.

Dengan metode pelaksanaannya sebagai berikut :

- Menyiapkan alat ukur *total station* sampai siap digunakan.
- Membidik titik-titik batas pekerjaan pada kondisi lapangan dengan berpedoman pada gambar rencana/gambar kerja.
- Memasang penanda/patok pada titik-titik yang telah dibidik.
- Mencatat data yang diperoleh dari lapangan untuk pekerjaan selanjutnya.

Pekerjaan Survei Lapangan tidak hanya dilakukan saat awal pekerjaan inti dilakukan, pekerjaan ini juga dilakukan saat proses pekerjaan lainnya, misalnya Pekerjaan Timbunan Bendungan Utama untuk menjaga bentuk bendungan sesuai dengan rencana.

Pada tahap awal, proses pengukuran tanah dilakukan dengan cara menentukan titik – titik yang akan digunakan sebagai penanda, misalnya as bendungan utama, as bendungan pengelak. Titik – titik tersebut dibidik menggunakan alat *Total Station*, dengan alat ini surveyor membidik BM (*Benchmark*) yang ada sebagai titik acuan.



Gambar 5.2 Letak BM (*Benchmark*)

Untuk detailnya adalah sebagai berikut :

- BM.1 dengan koordinat X = 515674.0000 ; Y = 9109166.0000
 - BM.2 dengan koordinat X = 515559.4140 ; Y = 9109162.9630
 - BM.3 dengan koordinat X = 515811.6270 ; Y = 9109358.3340
 - BM.4 dengan koordinat X = 515738.9700 ; Y = 9109475.6960
 - BMT.1 dengan koordinat X = 515715.0620 ; Y = 9109512.0280
 - BMT.6 dengan koordinat X = 515331.0540 ; Y = 9109160.9260
 - BMT.8 dengan koordinat X = 515817.3041 ; Y = 9109273.6118
 - BMT.9 dengan koordinat X = 515552.3930 ; Y = 9109328.0420
 - BPTBM.02 dengan koordinat X = 515910.8040 ; Y = 9109572.1590
 - BPTBM.03 dengan koordinat X = 516294.5790 ; Y = 9109522.4040
 - BPTBM.04 dengan koordinat X = 516685.0351 ; Y = 9109611.6510
- b. Pembuatan Jalan Kerja

Dengan metode pelaksanaannya sebagai berikut:

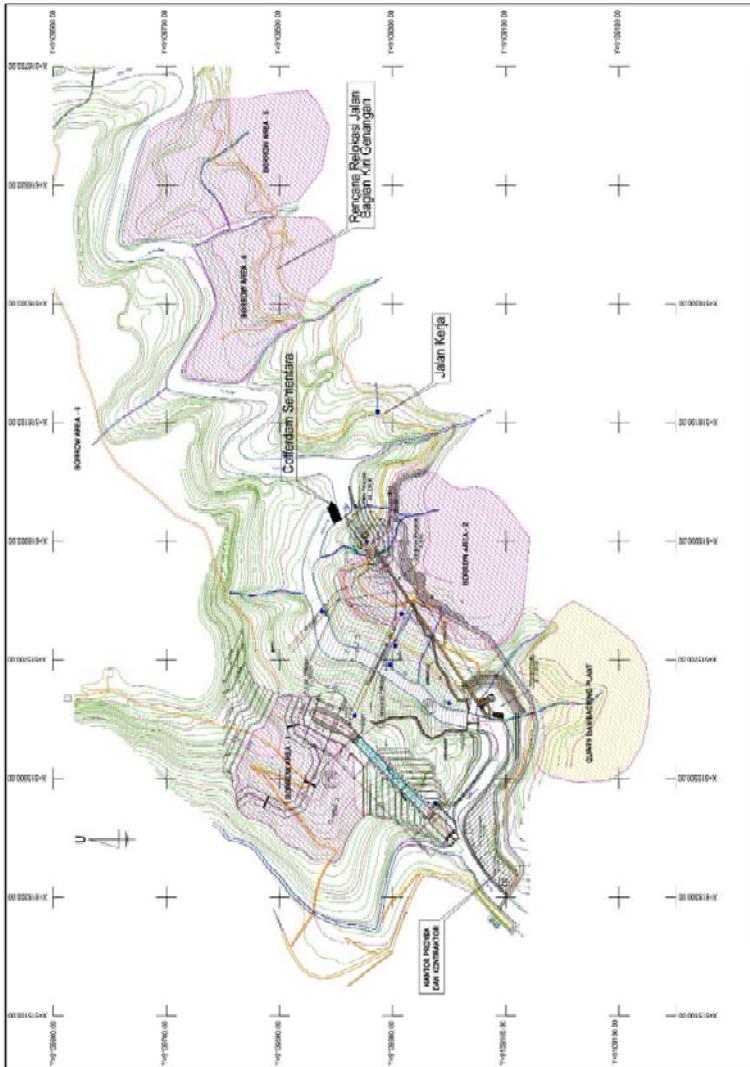
- Melihat kondisi lapangan dan peta topografi, diupayakan jalan yang akan dibuat dapat dilewati alat berat yang dipergunakan.
- Dengan berpedoman pada patok hasil survei lapangan yang telah ditentukan, sebelum dilakukan penggusuran atau penimbunan jalan dengan bulldozer terlebih dahulu lokasi sepanjang rencana jalan dibersihkan dari pepohonan dan semak-semak.

- Penggunaan excavator diperlukan apabila menemui medan tebing yang curam, yang mengakibatkan bulldozer tidak dapat beroperasi dengan semestinya.
- Tanah diratakan dan dipadatkan dengan bulldozer atau excavator.
- Pelapisan tanah dengan bahan batuan yang didapatkan dari hasil galian pekerjaan sebelumnya maupun didatangkan dari tempat lain, bertujuan untuk meningkatkan *rolling resistance* pada tanah agar jalan tidak licin saat basah.

Pada tahap awal pelaksanaan pekerjaan main dam dilakukan pekerjaan persiapan pembuatan jalan kerja untuk memudahkan akses alat berat menuju ke tiap zona main dam.

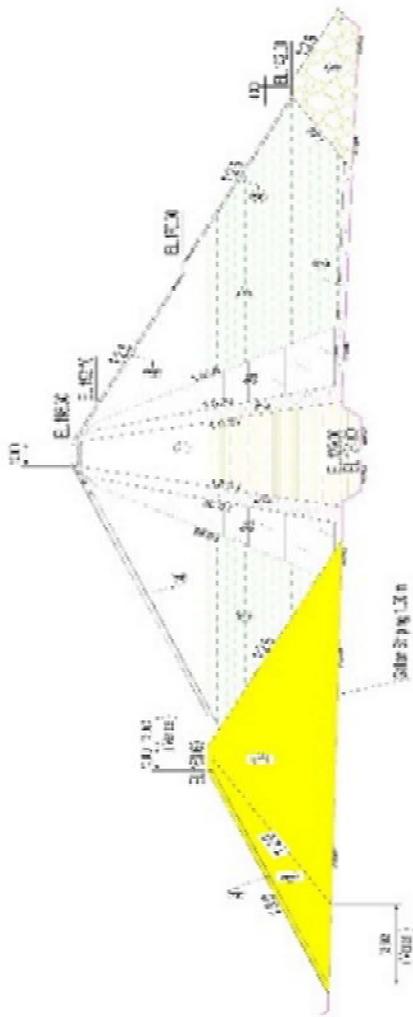
Berikut merupakan penjelasan mengenai jalan kerja yang akan digunakan:

- Pada tahap awal pekerjaan timbunan Main Dam, yaitu elevasi +124,00 m s/d elevasi +142,00 m jalan kerja yang digunakan sebagai berikut :



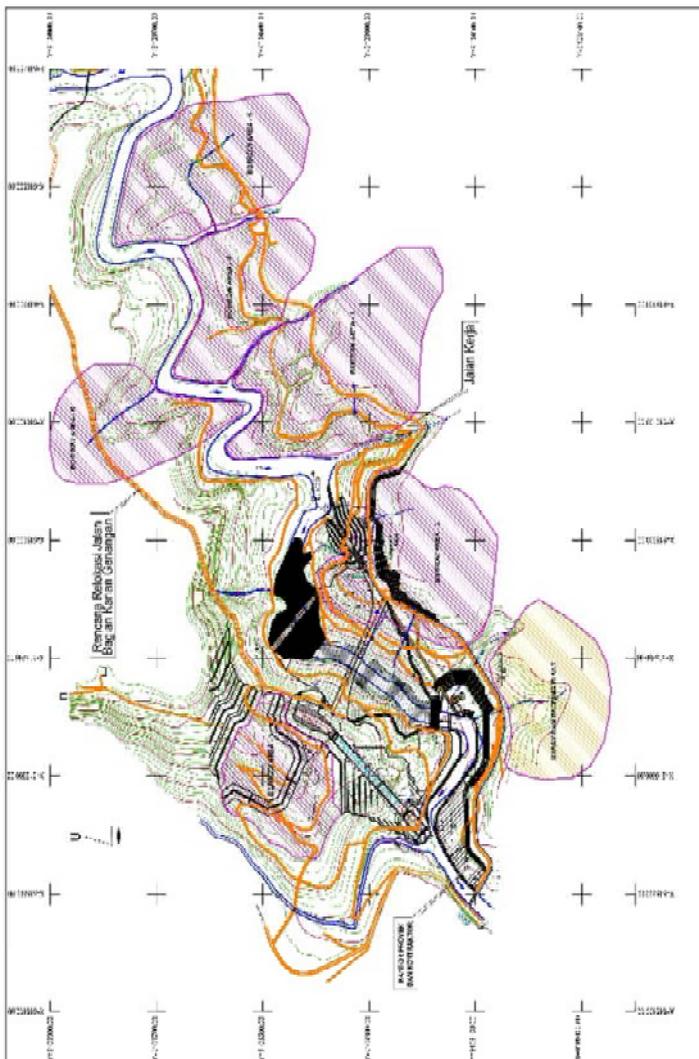
Gambar 5.4 Jalan Kerja Tahap Awal (Warna Jingga)

- Pada tahap kedua pekerjaan timbunan Main Dam, yaitu elevasi +142,00 m s/d elevasi +163,00 m jalan kerja yang digunakan sebagai berikut :



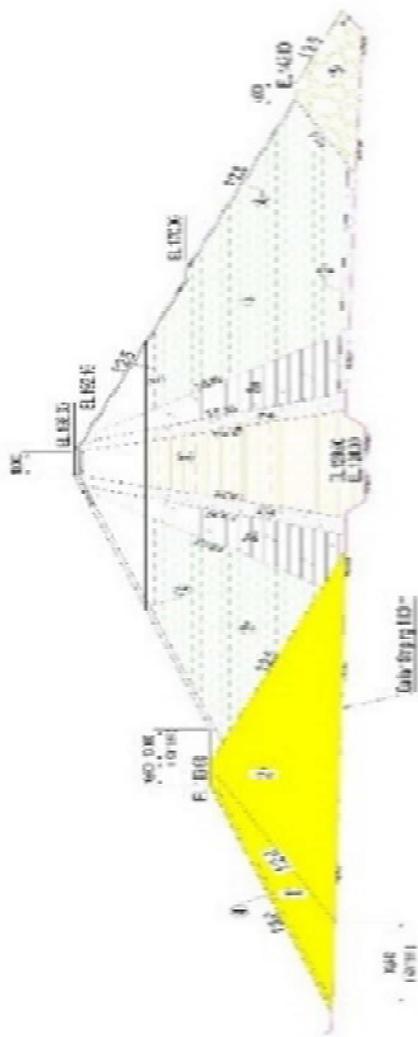
SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP KEDUA
EL : + 142.00 S/D EL : + 163.00

Gambar 5.5 Sketsa Timbunan Tahap Kedua



Gambar 5.6 Jalan Kerja Tahap Kedua

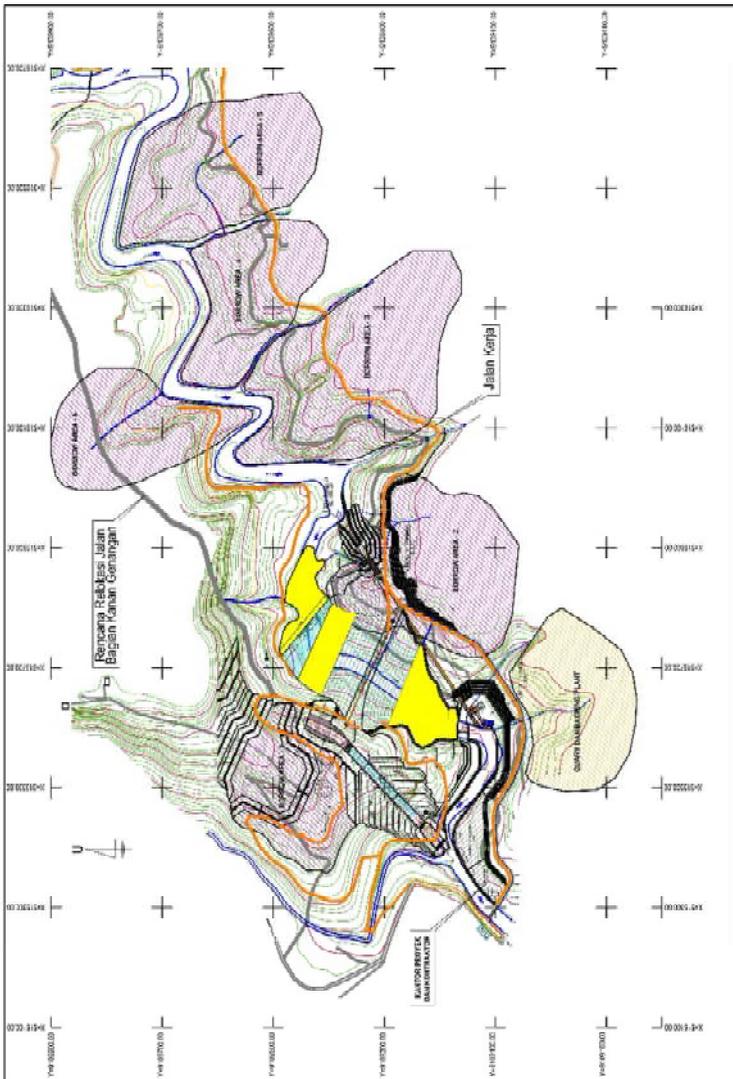
- Pada tahap Ketiga pekerjaan timbunan Main Dam, yaitu elevasi +163,00 m s/d elevasi +180,00 m jalan kerja yang digunakan sebagai berikut :



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP KETIGA

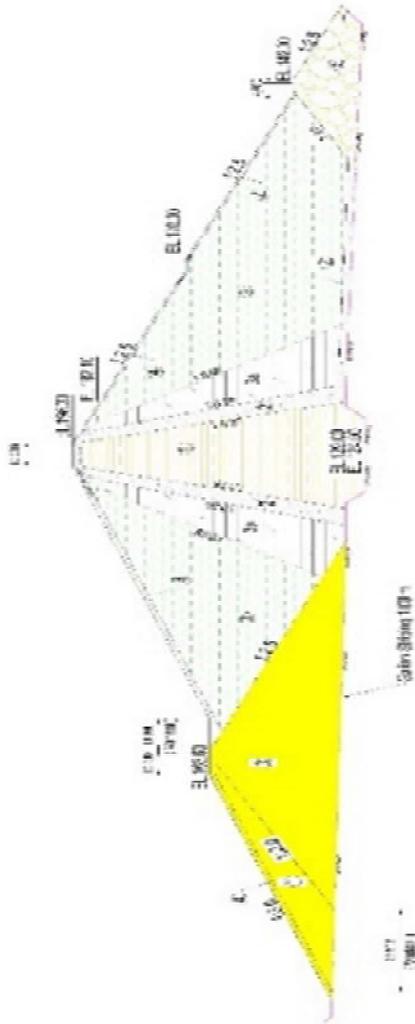
EL : + 163.60 S/D EL : + 180.00

Gambar 5.7 Sketsa Timbunan Tahap Ketiga



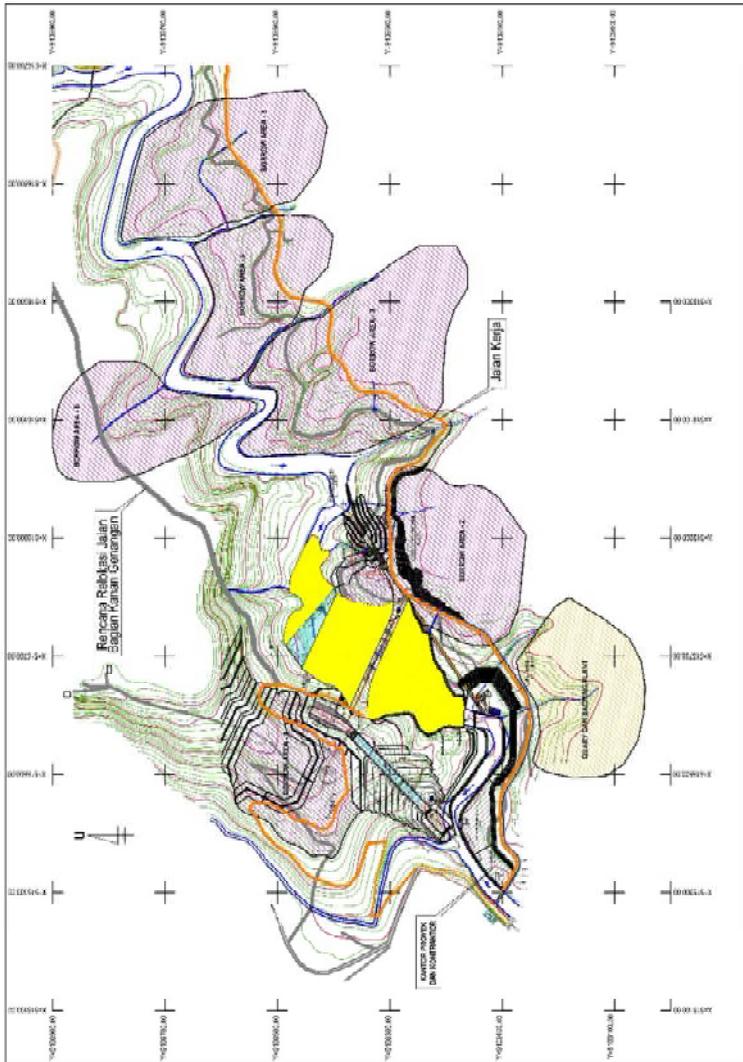
Gambar 5.8 Jalan Kerja Tahap Ketiga

- Pada tahap Ketiga pekerjaan timbunan Main Dam, yaitu elevasi +180,00 m s/d elevasi +198,30 m jalan kerja yang digunakan sebagai berikut :



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP KEEMPAT
EL : + 180.00 S/D EL : + 198.30

Gambar 5.9 Sketsa Timbunan Tahap Keempat



Gambar 5.10 Jalan Kerja Tahap Keempat

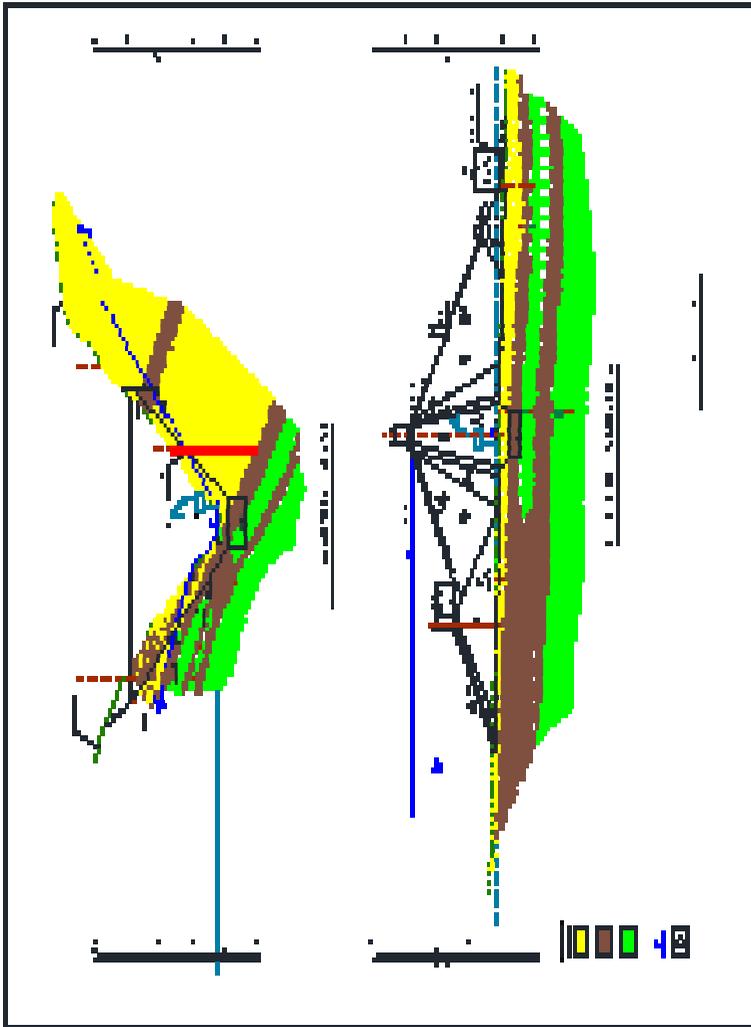
Penggunaan jalan kerja yang berlainan mengacu pada kondisi medan yang ada di lapangan bertujuan agar alat-alat berat dapat leluasa bermobilisasi di area pekerjaan.

c. Dewatering Pada Permukaan Tanah

Pembahasan dewatering ini mempunyai batasan masalah yaitu dewatering yang dilakukan hanya pada permukaan tanah dasar main dam, dengan kondisi pekerjaan pondasi tanah bendungan dengan metode *grouting* sudah selesai dengan baik.

Dewatering dilakukan dengan metode sebagai berikut:

- Menyiapkan peralatan *dewatering* antara lain: selang berdiameter besar misal 3", pompa, pipa
- Menyiapkan tempat pembuangan air, bisa dibuang ke sungai yang ada
- Memasang selang dan pipa ke permukaan tanah yang akan dikeringkan
- Menghubungkan selang ke pompa
- Mulai memompa air ke tempat pembuangan



Gambar 5.11 Ilustrasi pekerjaan *dewatering*

d. Pekerjaan Clearing and Grubbing

Lahan yang dibangun bendungan utama, 1 meter di luar semua kaki timbunan bendung utama akan dibersihkan dari pepohonan, semak-semak, sampah dan barang lain yang tidak dikehendaki. Permukaan tanah dibawah timbunan jalan juga harus dibersihkan dari bonggol pohon dan akar-akaran.

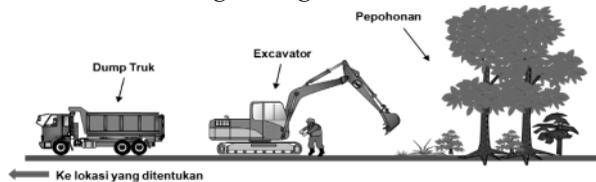
Lubang yang diakibatkan pencabutan bonggol pohon dan akar-akaran akan ditimbun kembali dengan material yang sesuai dengan ketentuan untuk timbunan level terkait.

Sebelum pekerjaan *clearing and grubbing* dimulai, pekerjaan surveying dilakukan untuk menentukan batas – batas lahan yang akan digali.

Pengupasan dilakukan dengan menggunakan Bulldozer, kemudian diangkut ke atas dump truck dengan menggunakan excavator yang selanjutnya dibawa ke lokasi pembuangan dan dibakar.



Gambar 5.12 Ilustrasi pekerjaan *clearing and grubbing*



Gambar 5.13 Ilustrasi pekerjaan *clearing and grubbing*

Pembersihan pohon menggunakan excavator yang kemudian diangkut menggunakan dump truck ke lokasi yang sudah ditentukan.

Namun, tidak semua pekerjaan *clearing and grubbing* dilakukan dengan menggunakan alat berat. Untuk medan yang mempunyai kemiringan curam, tenaga manusia digunakan sebagai alternatif.

Peralatan yang digunakan untuk tenaga manusia sebagai berikut:

- Gergaji mesin
- APD (alat pelindung diri)

Pada saat proses pekerjaan *clearing and grubbing*, tidak menutup kemungkinan terjadi hujan. Apabila terjadi hujan yang tidak reda, pekerjaan akan tetap dilanjutkan selama keadaan memungkinkan. Dan apabila terjadi hujan deras sehingga tidak memungkinkan, pekerjaan dihentikan sementara sampai hujan reda.

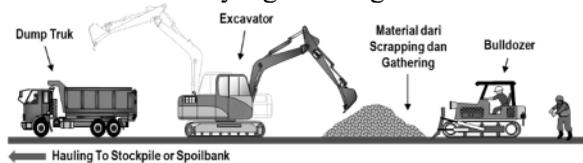
Pada saat hujan dan pekerjaan dihentikan sementara, pasti ada volume pekerjaan yang kurang dan terlambat sesuai jadwal. Untuk menanggulangi hal tersebut, usaha yang dapat dilakukan adalah menambah alat berat dan tenaga manusia.

5.3.6. Pekerjaan Galian

a. Pekerjaan Galian Tanah

Galian tanah merupakan galian terbuka dari semua material yang meliputi, tapi tidak terbatas pada tanah, lempung, lumpur, batuan pasir, kerikil, batuan lepas dan sebagainya yang bukan termasuk batuan lapuk dan batuan yang dapat digali secara efisien tanpa menggunakan bahan peledak atau bulldozer dengan ripper dan penggali hidrolis.

Sebelum pekerjaan penggalian dimulai, pekerjaan surveying dilakukan untuk menentukan batas – batas lahan yang akan digali.



Gambar 5.14 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan

Galian tanah pondasi dimulai dengan proses scrapping dan gathering dengan menggunakan Bulldozer kemudian diangkut ke atas dump truck dengan menggunakan excavator yang selanjutnya dibawa ke lokasi Stockpile atau Spoilbank.

Tempat penggalian bahan supaya diusahakan agar senantiasa dalam kadar air yang optimum, disesuaikan dengan persyaratan operasi peralatan yang paling efisien dan menjamin kapasitas *supply* bahan yang dibutuhkan.

Untuk keperluan tersebut, maka pada tempat penggalian bahan timbunan perlu dibuatkan sistem drainase yang baik, untuk menjamin agar air permukaan tidak mengalir memasuki daerah tempat penggalian bahan timbunan, sedang air hujan yang jatuh ditempat penggalian tersebut supaya segera dapat dialirkan keluar.

Selain itu, dapat dilakukan adalah menutup kawasan penggalian tanah dengan menggunakan penutup yang terhadap guyuran air hujan, misalnya terpal.

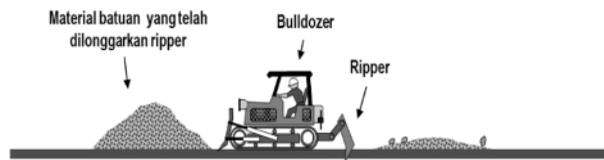
Pada saat hujan dan pekerjaan dihentikan sementara, pasti ada volume pekerjaan yang kurang dan terlambat sesuai jadwal. Untuk menanggulangi hal tersebut, usaha yang dapat dilakukan adalah

melakukan lembur pekerjaan tersebut, menambah alat berat dan tenaga manusia.

b. Pekerjaan Galian Batu Keras

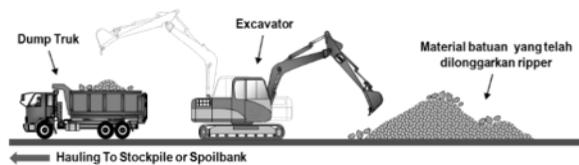
Galian batu merupakan penggalian terbuka (open-cut) dari material batu yang dihancurkan (biasanya disebabkan oleh cuaca) yang memerlukan pelonggaran dengan bulldozer dengan ripper atau penggali hidrolis. Semua material formasi yang digali akan diangkut ke stockpile atau ke daerah spoil bank yang telah ditetapkan.

Sebelum pekerjaan penggalian dimulai, pekerjaan surveying dilakukan untuk menentukan batas – batas lahan yang akan digali.



Gambar 5.15 Ilustrasi Pekerjaan *Ripping*

Galian batu dimulai dengan pelonggaran formasi batu dengan menggunakan ripper, material batuan yang telah longgar ini kemudian dipotong dan dikumpulkan dengan menggunakan bulldozer.



Gambar 5.16 Ilustrasi Pekerjaan Pengangkutan Material

Hasil dari ripping berupa batuan lepas ini kemudian diangkut ke dalam dump truck dengan menggunakan excavator untuk kemudian dibawa ke stockpile atau spoilbank.

Pada saat proses pekerjaan galian batu, tidak menutup kemungkinan terjadi hujan. Apabila terjadi hujan yang tidak reda, pekerjaan akan tetap dilanjutkan selama keadaan memungkinkan. Dan apabila terjadi hujan deras sehingga tidak memungkinkan, pekerjaan dihentikan sementara sampai hujan reda.

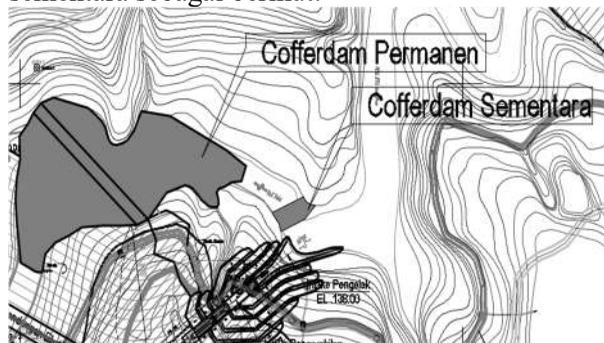
Pada saat hujan dan pekerjaan dihentikan sementara, pasti ada volume pekerjaan yang kurang dan terlambat sesuai jadwal. Untuk menanggulangi hal tersebut, usaha yang dapat dilakukan adalah melakukan lembur pekerjaan tersebut, menambah alat berat dan tenaga manusia.

5.3.7. Pekerjaan Bendungan Pengelak

Pembangunan Bendungan Pengelak bertujuan untuk mengelakkan air sungai agar air sungai tersebut masuk ke dalam terowong pengelak yang sudah dibangun terlebih dahulu, supaya pekerjaan tubuh bendungan utama dapat dilakukan. Sebelum *cofferdam* permanen dibangun, *cofferdam* sementara dibangun terlebih dulu agar air mengalir ke terowong pengelak.

a. Pekerjaan Cofferdam Sementara

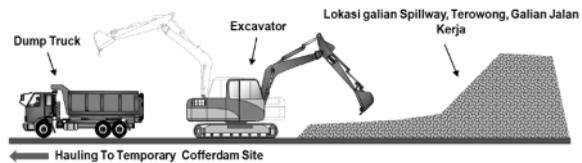
Spesifikasi teknis bendungan pengelak sementara sebagai berikut:



Gambar 5.17 Tata letak *cofferdam*

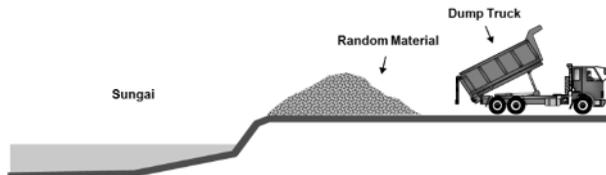
Tipe : Material random
 Tinggi Pengelak : 5 m
 Lebar Puncak : 4,00 m
 Kemiringan Hulu : 1 : 3,00
 Kemiringan Hilir : 1 : 2,00
 Elevasi Puncak Pengelak : El. +129,00 m
 Elevasi Dasar Sungai : El. +124,00 m

Material timbunan *cofferdam* sementara dapat diperoleh dari galian lokasi *spillway*, terowongan pengelak dan galian jalan kerja. Material random yang digunakan harus tidak mudah tergerus oleh kecepatan arus air sungai, material random yang digunakan berbutir kasar dan disertai batuan yang besar.



Gambar 5.18 Ilustrasi pengangkutan material cofferdam sementara

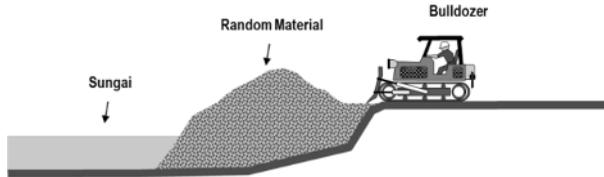
Lalu material random yang sudah didapatkan diangkut dengan menggunakan *dump truck* menuju ke lokasi *cofferdam* sementara.



Gambar 5.19 Ilustrasi Pekerjaan penuangan material random

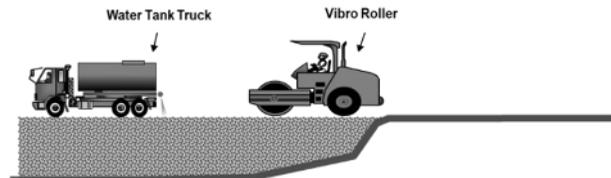
Material random yang sudah ada di lokasi dihamparkan ke sungai dengan cara didorong menggunakan bulldozer. Pada saat penghamparan

material random ke sungai, tim surveyor bertugas untuk mengawasi agar letak *cofferdam* sementara sesuai dengan rencana.



Gambar 5.20 Ilustrasi penghamparan material random ke sungai

Setelah material random sudah ada pada letak dan bentuk yang sesuai rencana, pekerjaan pemadatan dilakukan untuk memperkuat struktur *cofferdam* sementara dan untuk memperkecil angka pori material supaya *cofferdam* sementara tidak mudah tergerus kecepatan arus aliran air sungai.



Gambar 5.21 Ilustrasi Pekerjaan pemadatan material random cofferdam sementara

b. Pekerjaan Cofferdam Permanen

Setelah pekerjaan *cofferdam* sementara selesai dilakukan dengan baik, dilanjutkan dengan memulai pekerjaan *cofferdam* permanen.

Spesifikasi teknis *cofferdam* permanen adalah sebagai berikut :

- Tipe : Urugan Zonal dengan Inti Miring
- Elevasi Puncak Cofferdam : + 163,60 m
- Elevasi Dasar Fondasi : + 132,60 m
- Tinggi Puncak Dari Pondasi : 31,00 m

Panjang Puncak	: 66,15 m
Lebar Puncak	: 6,00 m
Kemiringan Lereng	
Hulu	: 1 : 3,00
Hilir	: 1 : 2,50

Sebelum memulai pekerjaan timbunan *cofferdam* sementara, dilakukan pekerjaan – pekerjaan sebagai berikut :

- Pekerjaan *Clearing and Grubbing*

Yaitu pekerjaan pembersihan permukaan tanah dari pepohonan. Dapat dilihat pada penjelasan di point sebelumnya.

- Pekerjaan Surveying dan Pemasangan Uitzet Lapangan

Yaitu pekerjaan peninjauan lapangan pekerjaan dengan menggunakan alat *Total Station* dan pemasangan patok – patok (*uitzet*) yang bertujuan untuk menentukan batas – batas lahan yang dikerjakan sesuai gambar rencana.

- Pekerjaan *Dewatering*

Yaitu pekerjaan pengeringan air di atas permukaan tanah di lapangan. Dapat dilihat pada penjelasan di point sebelumnya.

- Pekerjaan *Grouting*

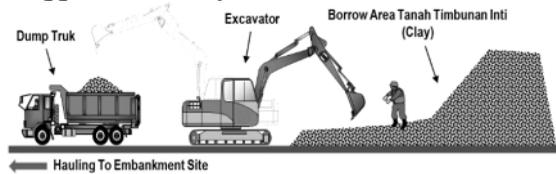
Yaitu pekerjaan perbaikan pondasi tanah yang bertujuan untuk mematikan aliran air di dalam tanah dan memperbaiki daya dukung tanah dengan metode menyuntikkan bahan *grout* yang terdiri dari kombinasi material semen dan air. Pekerjaan *Grouting* tidak dibahas secara detail dalam Tugas Akhir Terapan ini.

- Pekerjaan Galian Material Timbunan *Cofferdam* permanen

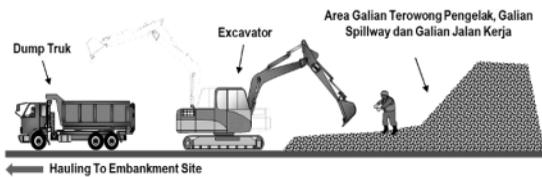
Pekerjaan ini bertujuan untuk mengumpulkan material timbunan yang akan digunakan sebagai

cofferdam permanen. Material timbunan *cofferdam* permanen terdiri dari 3 jenis yaitu material zona 1 (clay), material zona 3 (random), dan material zona 4 (riprap/batuan).

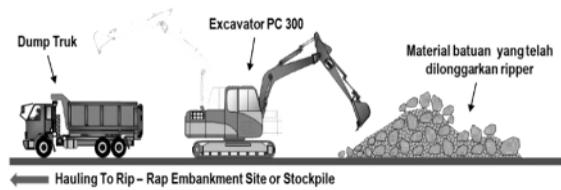
Setelah pekerjaan – pekerjaan di atas telah dilakukan dengan baik, maka pekerjaan timbunan *cofferdam* permanen dapat dilakukan. Material timbunan yang digunakan didapat dari Borrow Area, Stockpile dan area galian Pekerjaan Terowong Pengelak dan Pekerjaan Bangunan Pelimpah. Material – material tersebut diangkut dari tempat tersebut di atas menggunakan *Dump Truck*.



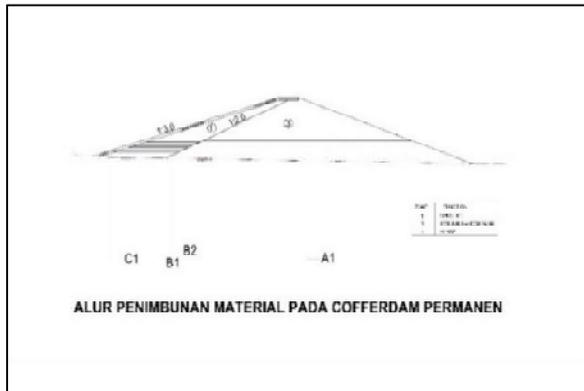
Gambar 5.22 Ilustrasi Pekerjaan pengambilan material random



Gambar 5.23 Ilustrasi Pekerjaan pengambilan material clay



Gambar 5.24 Ilustrasi Pekerjaan pengambilan material rip-rap



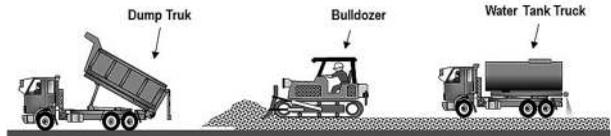
Gambar 5.25 alur penimbunan material pada cofferdam permanen

Pada Pekerjaan timbunan *cofferdam* permanen, urutan penimbunan material dapat dilihat pada gambar di atas, penjelasan sebagai berikut :

- Menimbun A1 (Zona 3/Random) 1 lapis setebal 65 cm lalu dipadatkan
- Menimbun B1 (Zona 1/Clay) 1 lapis setebal 30 cm lalu dipadatkan
- Menimbun B2 (Zona 1/Clay) 1 lapis setebal 30 cm lalu dipadatkan
- Menimbun C1 (Zona 4/Riprap) 1 lapis setebal 50 cm lalu dipadatkan

Urutan penimbunan dilakukan dengan urutan seperti di atas hingga mencapai ketinggian yang sudah direncanakan.

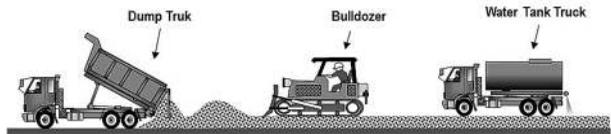
Untuk pekerjaan pemadatan dilakukan per lapis material timbunan.



Gambar 5.26 Ilustrasi pekerjaan penghambaran material timbunan inti



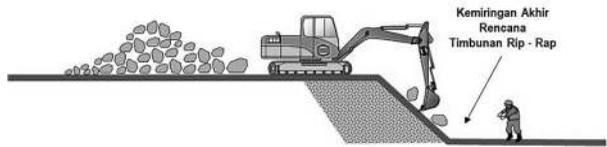
Gambar 5.27 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material inti



Gambar 5.28 Ilustrasi pekerjaan penghambaran material timbunan random



Gambar 5.29 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material timbunan random

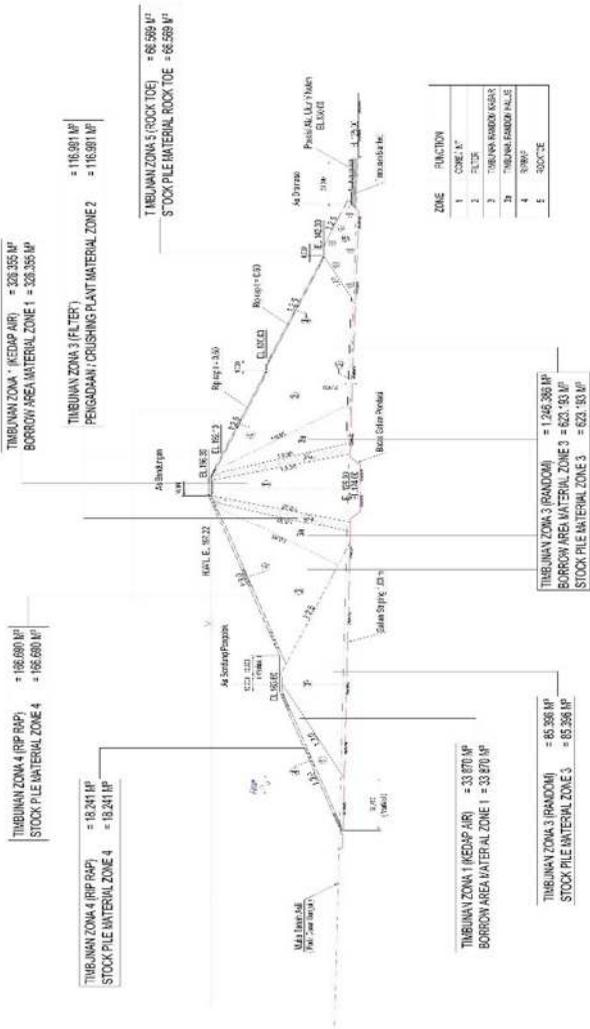


Gambar 5.30 Ilustrasi pekerjaan peletakan material rip-rap ketimbunan yang sudah ada

5.3.8. Pekerjaan Timbunan Main Dam

Setelah pekerjaan pembuatan jalan kerja dan pembuatan bendung pengelak air sungai usai, maka pekerjaan penimbunan material pada tiap zona main dam dapat dilaksanakan, dengan metode pelaksanaan sebagai berikut:

- a. Timbunan Inti (Zona 1)
- b. Timbunan Filter (Zona 2)
- c. Timbunan Random (Zona 3)
- d. Timbunan Rip-rap (Zona 4)
- e. Timbunan Batu (Zona 5)



Gambar 5.31 Pembagian Material Timbunan

1. Timbunan inti (zona 1)

Volume timbunan diperkirakan 326.355,00 m³ (*sumber dokumen waduk Tukul*). Material timbunan inti (zona 1) merupakan kedap air dan diambil dari Borrow Area Material Zona 1, di sebelah kiri pada tebing sandaran rencana tubuh bendungan.

Gradasi untuk material zona 1 haruslah sebagai berikut:

- Untuk timbunan zona 1, harus dihampar secara berhubungan dengan tebal lapisan mendatar tidak lebih dari 30 cm tiap layer sebelum dipadatkan. Lapisan tiap layer harus dihampar membentang penuh ke arah lebar dan panjang zona sesuai dengan kapasitas alat.

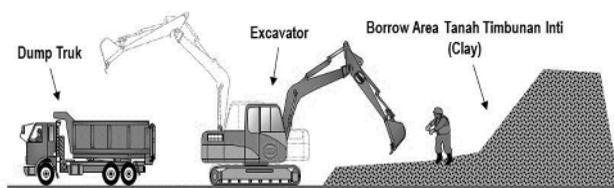
Pengaturan Kadar Air material timbunan inti kecuali ditentukan perencana, kadar air selama dan sesudah pemadatan berada antara minus 3% sampai plus 1% dari kadar air optimal yang diperoleh dari hasil test pemadatan standar di lab, kadar air harus seragam di setiap lapis timbunan yang dipadatkan menurut data hasil uji tanah yang sudah dilakukan.

Untuk menjaga kadar air agar tidak berlebihan akibat hujan agar sesuai dengan yang telah direncanakan, upaya yang dapat dilakukan adalah memasang penutup yang tahan terhadap guyuran hujan pada kawasan penimbunan, dapat menggunakan terpal yang dipasang sepanjang area yang dipadatkan.

Apabila kadar air yang terkandung dalam material timbunan lapisan tersebut terlalu tinggi, sebelum dipadatkan supaya dikeringkan terlebih dahulu, baiknya dengan membiarkan di bawah panas matahari yang dibantu dengan membolak-balik lapisan tersebut. akan tetapi apabila terlalu kering, maka kadar air lapisan tersebut dapat ditingkatkan dengan menyemprotkan air secara merata di atas permukaan

lapisan dengan alat-alat penyemprot yang biasanya disediakan untuk keperluan tersebut.

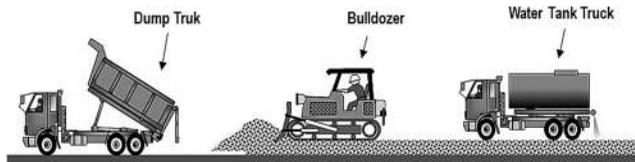
Pemadatan akan dilakukan dengan Sheepfoot Roller. Jumlah lintasan pemadatan di lapangan yang akan digunakan adalah sebanyak 6 kali, hasil ini dibuat sedemikian hingga pelaksana berhak untuk menentukan variasi jumlah lintasan alat pemadat sesuai keadaan di lapangan. Setelah pemadatan selesai, dilakukan Test Kepadatan dan atau Test Permeability. Nilai kepadatan yang harus dicapai adalah 95 % dari kepadatan kering maksimum lab berdasarkan hasil uji lab yang telah dilakukan. Ilustrasi pekerjaan pada timbunan inti zona 1 adalah sebagai berikut:



Gambar 5.32 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Material Zona Inti (keday air)

Pengadaan Timbunan inti dari borrow area digali dan diangkut ke atas dump truck dengan menggunakan excavator yang selanjutnya dibawa ke lokasi Penimbunan.

Pada saat pengangkutan material dari tempat penggalian bahan atau tempat penyimpanan (*stockpile*) menuju ke tempat penimbunan calon bendungan, kadar air tanah yang diangkut dijaga agar sesuai dengan rencana. Untuk melindungi tanah dari hujan, *dump truck* dapat ditutup menggunakan trepal atau alat penutup lainnya yang memadai. Bak pengangkut *dump truck* harus bersih dari material lainnya supaya material yang diangkut tidak terkontaminasi.



Gambar 5.33 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Material Timbunan Inti

Timbunan inti dihampar di lokasi dengan menggunakan bulldozer, tebal lapisan mendatar tidak lebih dari 30 cm sebelum dipadatkan, berikutnya diikuti penyiraman dengan menggunakan water tank truck untuk mendapat kadar air yang diinginkan.



Gambar 5.34 Ilustrasi Pekerjaan Pemasatan Timbunan Inti

Pemasatan akan dilakukan dengan Sheep Foot Roller, jumlah lintasan pemasatan sebenarnya yang dibutuhkan untuk alat pemasatan akan ditentukan berdasarkan pada uji timbunan (test fill) hingga didapatkan kepadatan sesuai dengan spesifikasi.

Langkah yang dilakukan untuk mendapatkan hasil timbunan sesuai dengan spesifikasi teknis di atas adalah sebagai berikut :

- Pada saat pekerjaan timbunan, tim survey dan tim pekerja harus memantau di area timbunan guna menjaga agar material timbunan yang dihamparkan alat berat tidak melebihi batas – batas lahan yang sudah ditentukan.
- Agar material zona 1 tidak terkontaminasi dengan material zona 2, maka ketinggian timbunan zona 1

harus lebih tinggi dari zona 2 antara 30 cm s/d 60 cm.

- Untuk menjaga kemiringan talud zona timbunan sesuai dengan rencana, tim survey dan tim pengawas harus memantau setelah lapisan material zona 1 dipadatkan. Apabila kemiringan tidak sesuai, maka akan disesuaikan dengan menggunakan alat *excavator*.

Apabila lapisan teratas pada bagian Zona 1 tertimpa hujan, maka diusahakan agar air hujan dapat segera mengalir keluar dari permukaan lapisan tersebut dengan menghilangkan cekungan-cekungan yang terdapat di permukaan lapisan dan membuat parit-parit sementara. Selanjutnya apabila hujan telah mereda, supaya pada permukaan teratas lapisan penimbunan dibolak-balik, agar segera kering mencapai kadar air yang sesuai dengan tes trial timbunan yang telah dilakukan dan barulah pemadatan-pemadatan dapat diteruskan lagi.

Apabila setelah dilakukan hal – hal diatas yang bertujuan menjaga kandungan air tanah agar sesuai dengan kadar air yang ditentukan, maka kontraktor harus melakukan koordinasi dengan pihak perencana beserta pihak pemberi pekerjaan.

2. Timbunan filter (zona 2)

Volume timbunan diperkirakan 116.991,00 m³ (*sumber dokumen waduk Tukul*). Material zona 2 diambil dari Borrow Area Material Zona 2, disebelah kanan pada tebing sandaran calon tubuh bendungan dibagian hilir.

Material yang dipergunakan harus bersih, tidak berkohehi, terutama terdiri dari pasir dan kerikil dengan ukuran butiran sebagai berikut:

Material zona 2 dihampar dan dipadatkan setiap lapis tidak boleh lebih dari 40 cm tiap layer sebelum

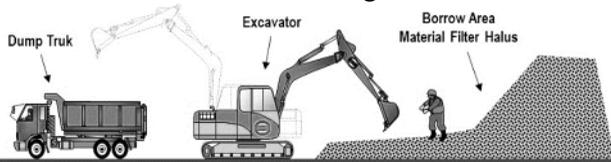
dipadatkan, timbunan material secara berurutan harus dilakukan sehingga menghasilkan distribusi material yang paling baik. Lapisan tiap layer harus dihampar membentang penuh ke arah lebar dan panjang zona sesuai dengan kapasitas alat. Sebelum dan selama pemadatan material disetiap lapisan zona 2 harus dalam keadaan basah.

Apabila kadar air yang terkandung dalam material timbunan lapisan tersebut terlalu tinggi, sebelum dipadatkan supaya dikeringkan terlebih dahulu, baiknya dengan membiarkan di bawah panas matahari yang dibantu dengan membolak-balik lapisan tersebut. akan tetapi apabila terlalu kering, maka kadar air lapisan tersebut dapat ditingkatkan dengan menyemprotkan air secara merata di atas permukaan lapisan dengan alat-alat penyemprot yang biasanya disediakan untuk keperluan tersebut.

Apabila sebagian bahan timbunan yang diperoleh dari tempat penggalian ternyata mempunyai kadar air yang tinggi, maka sebelum ditimbun bahan tersebut dicoba dicampurkan dengan bahan dari tempat penggalian lainnya atau dijemur di panas matahari. Sebaiknya pengeringan tersebut dilaksanakan di daerah tempat penggalian bahan material, sehingga pengangkutannya dari tempat pengeringan tersebut dapat langsung dituang pada lapisan penimbunan tubuh bendungan. Dengan demikian dapat diperoleh efisiensi yang tinggi pada proses pengangkutan bahan tersebut.

Pemadatan akan dilakukan dengan Baby Roller. Jumlah lintasan pemadatan di lapangan yang akan digunakan adalah sebanyak 5 kali, hasil ini dibuat sedemikian hingga pelaksana berhak untuk menentukan variasi jumlah lintasan alat pemadat sesuai keadaan di lapangan. Setelah pemadatan selesai, dilakukan Test Kepadatan dan Test Permeability. Tiap

lapis material zona 2 harus dipadatkan sampai kepadatan relative (relative density) paling sedikit 70% dan rata-rata 80%, juga kepadatan relative yang lebih kecil dari 75% tidak boleh lebih dari 20% berdasarkan Pembangunan Umum. Ilustrasi pekerjaan pada timbunan inti zona 2 adalah sebagai berikut:



Gambar 5.35 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Filter

Pengadaan Timbunan Filter dari borrow area digali dan diangkut ke atas dump truck dengan menggunakan excavator yang selanjutnya dibawa ke lokasi Penimbunan.

Pada saat pengangkutan material dari tempat penggalian bahan atau tempat penyimpanan (*stockpile*) menuju ke tempat penimbunan calon bendungan, kadar air tanah yang diangkut dijaga agar sesuai dengan rencana. Untuk melindungi tanah dari hujan, *dump truck* dapat ditutup menggunakan trepal atau alat penutup lainnya yang memadai. Bak pengangkut *dump truck* harus bersih dari material lainnya supaya material yang diangkut tidak terkontaminasi.



Gambar 5.36 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Timbunan Filter

Timbunan Filter dihampar di lokasi dengan menggunakan Excavator, tebal setiap lapis tidak boleh lebih dari 40 (empat puluh) cm sebelum dipadatkan



Gambar 5.37 Ilustrasi Pekerjaan Pemadatan Timbunan Filter

Pemadatan akan dilakukan dengan Baby Roller. Jumlah lintasan pemadatan sebenarnya yang dibutuhkan untuk alat pemadatan akan ditentukan berdasarkan pada uji timbunan (test fill).

Apabila lapisan teratas pada bagian Zona 1 tertimpa hujan, maka diusahakan agar air hujan dapat segera mengalir keluar dari permukaan lapisan tersebut dengan menghilangkan cekungan-cekungan yang terdapat di permukaan lapisan dan membuat parit-parit sementara. Selanjutnya apabila hujan telah mereda, supaya pada permukaan teratas lapisan penimbunan dibolak-balik, agar segera kering mencapai kadar air yang sesuai dengan tes trial timbunan yang telah dilakukan dan barulah pemadatan-pemadatan dapat diteruskan lagi.

Apabila setelah dilakukan hal – hal diatas yang bertujuan menjaga kandungan air tanah agar sesuai dengan kadar air yang ditentukan, maka kontraktor harus melakukan koordinasi dengan pihak perencana beserta pihak pemberi pekerjaan.

3. Timbunan random (zona 3)

Volume timbunan diperkirakan 1.246.386,00 m³ (*sumber dokumen waduk Tukul*). Material zona 3 diambil dari lokasi Borrow Area Material Zona 3 di sebelah kanan pada tebing sandaran calon tubuh

bandungan bagian hulu yang ditaruh di stockpile, dari stockpile kemudian diangkut ke lokasi bandungan.

Material yang digunakan harus bersih, tidak berkoheksi, terdiri dari andesit dengan ukuran butiran sebagai berikut:

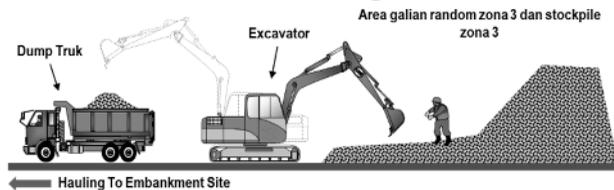
Material zona 3 dihampar dan dipadatkan setiap lapis tidak boleh lebih dari 100 cm tiap layer sebelum dipadatkan, timbunan material secara berurutan harus dilakukan sehingga menghasilkan distribusi material yang paling baik. Lapisan tiap layer harus dihampar membentang penuh ke arah lebar dan panjang zona sesuai dengan kapasitas alat.

Apabila kadar air yang terkandung dalam material timbunan lapisan tersebut terlalu tinggi, sebelum dipadatkan supaya dikeringkan terlebih dahulu, baiknya dengan membiarkan di bawah panas matahari yang dibantu dengan membolak-balik lapisan tersebut. akan tetapi apabila terlalu kering, maka kadar air lapisan tersebut dapat ditingkatkan dengan menyemprotkan air secara merata di atas permukaan lapisan dengan alat-alat penyemprot yang biasanya disediakan untuk keperluan tersebut.

Apabila sebagian bahan timbunan yang diperoleh dari tempat penggalian ternyata mempunyai kadar air yang tinggi, maka sebelum ditimbun bahan tersebut dicoba dicampurkan dengan bahan dari tempat penggalian lainnya atau dijemur di panas matahari. Sebaiknya pengeringan tersebut dilaksanakan di daerah tempat penggalian bahan material, sehingga pengangkutannya dari tempat pengeringan tersebut dapat langsung dituang pada lapisan penimbunan tubuh bandungan. Dengan demikian dapat diperoleh efisiensi yang tinggi pada proses pengangkutan bahan tersebut.

Sebelum dan selama pemadatan, material zona 3 harus dalam keadaan basah untuk mencapai pemadatan dan pengangkutan yang memuaskan.

Pemadatan akan dilakukan dengan Vibration Roller. Jumlah lintasan pemadatan di lapangan yang akan digunakan adalah sebanyak 6 kali, hasil ini dibuat sedemikian hingga pelaksana berhak untuk menentukan variasi jumlah lintasan alat pemadat sesuai keadaan di lapangan. Setelah pemadatan selesai, dilakukan Test Kepadatan dan atau Test Permeability. Tiap lapis material zona 3 harus dipadatkan sampai kepadatan relative (relative density) paling sedikit 70% dan rata-rata 80%, juga kepadatan relative yang lebih kecil dari 75% tidak boleh lebih dari 20% berdasarkan Pembangunan Umum. Ilustrasi pekerjaan pada timbunan inti zona 3 adalah sebagai berikut:

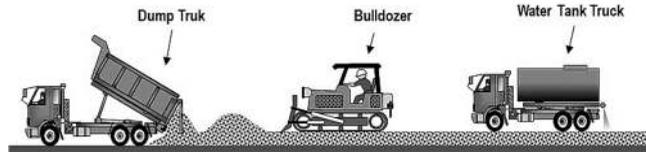


Gambar 5.38 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Random

Pengadaan Timbunan Random dari borrow area digali dan diangkut ke atas dump truck dengan menggunakan excavator yang selanjutnya dibawa ke lokasi Penimbunan.

Pada saat pengangkutan material dari tempat penggalian bahan atau tempat penyimpanan (*stockpile*) menuju ke tempat penimbunan calon bendungan, kadar air tanah yang diangkut dijaga agar sesuai dengan rencana. Untuk melingdingi tanah dari hujan, *dump truck* dapat ditutup menggunakan trepal atau alat penutup lainnya yang memadai. Bak pengangkut *dump*

truck harus bersih dari material lainnya supaya material yang diangkut tidak terkontaminasi.



Gambar 5.39 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Timbunan Random

Timbunan random dihampar di lokasi dengan menggunakan bulldozer, tebal lapisan mendatar tidak lebih dari 100 cm sebelum dipadatkan, berikutnya diikuti penyiraman dengan menggunakan water tank truck untuk mendapat kadar air yang diinginkan.



Gambar 5.40 Ilustrasi Pekerjaan Pematatan Timbunan Random

Pematatan akan dilakukan dengan Vibratory Roller, jumlah lintasan pematatan sebenarnya yang dibutuhkan untuk alat pematatan akan ditentukan berdasarkan pada uji timbunan (test fill) hingga didapatkan kepadatan sesuai dengan spesifikasi.

Apabila lapisan teratas pada bagian Zona 1 tertimpa hujan, maka diusahakan agar air hujan dapat segera mengalir keluar dari permukaan lapisan tersebut dengan menghilangkan cekungan-cekungan yang terdapat di permukaan lapisan dan membuat parit-parit sementara. Selanjutnya apabila hujan telah mereda, supaya pada permukaan teratas lapisan penimbunan

dibolak-balik, agar segera kering mencapai kadar air yang sesuai dengan tes trial timbunan yang telah dilakukan dan barulah pemadatan-pemadatan dapat diteruskan lagi.

Apabila setelah dilakukan hal – hal diatas yang bertujuan menjaga kandungan air tanah agar sesuai dengan kadar air yang ditentukan, maka kontraktor harus melakukan koordinasi dengan pihak perencana beserta pihak pemberi pekerjaan.

4. Timbunan batu (rock toe)

Volume timbunan diperkirakan 66.569,00 m³ (*sumber dokumen waduk Tukul*). Material batuan diambil dari lokasi quarry dan batching plant di hilir calon tubuh bendungan tepatnya di sebelah kanan jalan existing menuju kantor proyek.

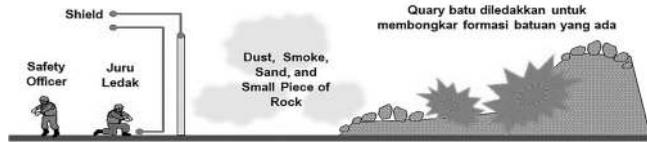
Material yang dipergunakan harus berupa campuran batu yang cukup keras, awet, bergradasi baik, dengan ukuran butiran sebagai berikut:

Dihampar dan dipadatkan dengan tebal tiap lapis tidak lebih dari 100 cm untuk ukuran batu max 50 cm, dan 150 cm untuk ukuran batu max 100 cm sebelum dipadatkan. Lapisan tiap layer harus dihampar membentang penuh ke arah lebar dan panjang layer sesuai dengan kapasitas alat.

Sebelum dan selama pemadatan, tiap lapis material batuan harus terus menerus dibasahi sampai seluas ditunjukkan pelaksana dan dipadatkan sampai mencapai kepadatan yang diperlukan.

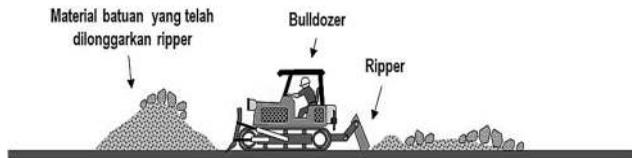
Pemadatan akan dilakukan dengan Vibration Roller. Jumlah lintasan kurang lebih ditentukan menggunakan test trial atau 4 lintasan untuk lapisan yang mengandung ukuran batu max 50 cm dan 6 lintasan untuk lapisan yang mempunyai ukuran batu max 100 cm pada setiap jalur lapisan material zona 4 hingga seluruh lapisan-lapisan selesai dipadatkan berdasarkan Pembangunan

Umum. Ilustrasi pekerjaan pada timbunan inti zona batu adalah sebagai berikut:



Gambar 5.41 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Batu

Pengadaan Timbunan Batu dari Quarry dimulai dengan proses peledakan untuk membongkar formasi batuan yang ada.



Gambar 5.42 Ilustrasi Pekerjaan Pelonggaran Timbunan Batu

Galian batu dimulai dengan pelonggaran formasi batuan dengan menggunakan ripper, material batuan yang telah longgar ini kemudian dipotong dan dikumpulkan dengan menggunakan bulldozer.



Gambar 5.43 Ilustrasi Pekerjaan Pengangkutan Timbunan Batu

Hasil dari ripping berupa batuan lepas ini lantas diangkut ke dalam dump truck dengan menggunakan excavator untuk kemudian dibawa ke lokasi

penimbunan timbunan batu atau jika belum segera digunakan akan dibawa ke stockpile.

Pada saat pengangkutan material dari tempat penggalian bahan atau tempat penyimpanan (*stockpile*) menuju ke tempat penimbunan calon bendungan, kadar air tanah yang diangkut dijaga agar sesuai dengan rencana. Untuk melindungi tanah dari hujan, *dump truck* dapat ditutup menggunakan trepal atau alat penutup lainnya yang memadai. Bak pengangkut *dump truck* harus bersih dari material lainnya supaya material yang diangkut tidak terkontaminasi.



Gambar 5.44 Ilustrasi Pekerjaan Penghamparan Timbunan Batu

Timbunan Batu dihampar di lokasi dengan menggunakan Excavator, tebal tiap lapis sebelum dipadatkan tidak lebih dari 100 (seratus) cm untuk ukuran batu max 50 (lima puluh) cm, dan 150 (seratus lima puluh) cm untuk ukuran batu max 100 (seratus) cm.



Gambar 5.45 Ilustrasi Pekerjaan Pematatan Timbunan Batu

Pematatan akan dilakukan dengan Vibratory Roller. Jumlah lintasan kurang lebih 4 lintasan untuk lapisan yang mengandung ukuran batu max 50 cm dan 6

lintasan untuk lapisan yang mempunyai ukuran batu max 100 cm.

Apabila terjadi hujan yang tidak terlalu deras pada saat pekerjaan dilaksanakan, pekerjaan akan tetap dilanjutkan dengan tetap menjaga keamanan pekerja dan alat berat. Jika terjadi hujan lebat dan sekiranya berbahaya untuk alat berat, maka pekerjaan akan dihentikan sementara hingga hujan sudah mulai berhenti.

Setelah terjadi hujan yang lebat, hal itu tentu merubah *properties* tanah yang mencakup kepadatan dan kandungan air dalam tanah. Hal – hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah :

- Meringkakan air di permukaan tanah pada zona timbunan (*dewatering*).
- Melakukan tes tanah ulang untuk meninjau ulang kepadatan tanah, setelah itu dilakukan proses pemadatan ulang.

5. Timbunan rip-rap (zona 4)

Volume timbunan diperkirakan 116.690,00 m³ (*sumber dokumen waduk Tukul*). Material zona 4 diambil dari lokasi Borow Area Material Zona 4 di sebelah kanan pada tebing sandaran calon tubuh bendungan di bagian hulu tepatnya dibelakang lokasi borrow area material zona 3 yang ditaruh di stockpile, dari stockpile kemudian diangkut ke lokasi bendungan.

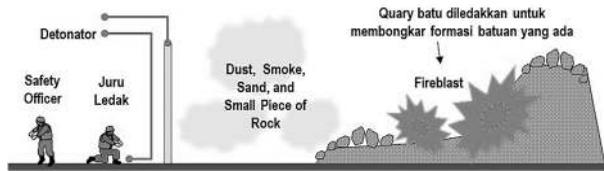
Material yang dipergunakan harus berupa campuran batu yang cukup keras, awet, bergradasi baik yang dengan ukuran butiran sebagai berikut:

Material zone 4 dihampar terus menerus berupa lapisan mendatar untuk mencegah segregasi dan rongga besar yang membahayakan tebal tiap lapis tidak melebihi 100 cm, untuk zona 4 ini tidak perlu dipadatkan.

Penghamparan dan penyelesaian permukaan kemiringan harus sedemikian hingga menghasilkan fragmen batu besar menyebar merata dengan ukuran maksimum membesar ke arah luar kemiringan dan fragmen batu yang lebih kecil akan mengisi tempat-tempat di antara fragmen batu yang lebih besar agar dihasilkan ikatan yang saling mengunci dengan baik serta menghasilkan permukaan yang cukup kasar.

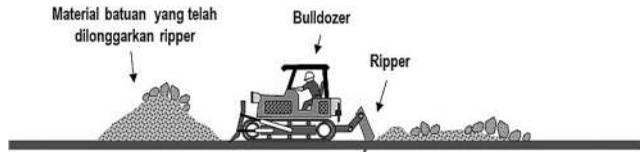
Material rip-rap dilakukan kontrol secara visual terhadap ukuran terbesar dan terkecil dari material rip-rap, kontrol ini dilakukan selama pelaksanaan pekerjaan rip-rap di lapangan bila terjadi penyimpangan langsung memberikan pengertian kepada pengawas pelaksana yang akan diteruskan ke operator.

Setelah diadakan pemeriksaan dan dinyatakan memenuhi spesifikasi maka pekerjaan dilanjutkan ke lapis berikutnya dengan ketebalan tidak melebihi 100 cm. Lapisan zona 4 harus dihampar membentang penuh ke arah lebar dan panjang zona 4 sesuai dengan kapasitas alat. Ilustrasi pekerjaan pada timbunan inti zona 4 adalah sebagai berikut:



Gambar 5.46 Ilustrasi Pekerjaan Pengadaan Timbunan Rip-rap

Pengadaan Timbunan Rip-Rap dari Quarry dimulai dengan proses peledakan untuk membongkar formasi batuan yang ada.



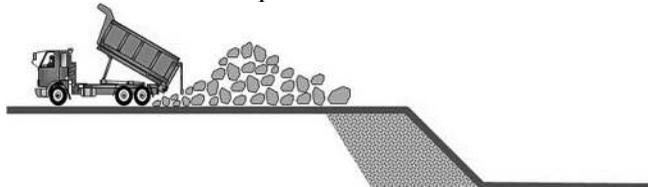
Gambar 5.47 Ilustrasi Pekerjaan Pelonggaran Material Timbunan Rip-rap

Galian material Timbunan Rip – Rap dimulai dengan pelonggaran formasi batuan dengan menggunakan ripper, material batuan yang telah longgar ini kemudian dipotong dan dikumpulkan dengan menggunakan bulldozer.



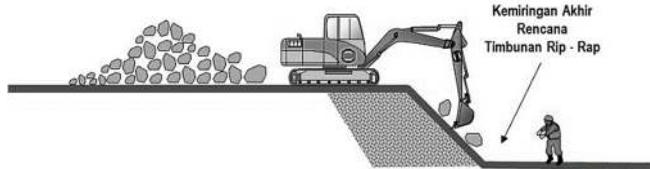
Gambar 5.48 Ilustrasi Pekerjaan Pengangkutan Material Timbunan Rip-rap

Hasil dari ripping berupa batuan lepas ini lantas diangkut ke dalam dump truck dengan menggunakan excavator untuk kemudian dibawa ke lokasi penimbunan Rip-Rap atau jika belum segera digunakan akan dibawa ke stockpile.



Gambar 5.49 Ilustrasi Pekerjaan Penuangan Material Timbunan Rip-rap

Material dari Quarry atau Stockpile yang memenuhi spesifikasi untuk timbunan Rip – Rap dibawa dan dituang di dekat lokasi penimbunan.



Gambar 5.50 Ilustrasi Pekerjaan Peletakan Material Rip-rap ke Timbunan yang Sudah Ada

Peletakan timbunan Rip – Rap dengan menggunakan Excavator, proses ini dikawal oleh tim survey dan diawasi pelaksana untuk mendapat kemiringan akhir dan memastikan tidak ada rongga yang tertinggal diantara fragmen batu besar tanpa diisi dengan fragmen batuan yang lebih kecil (umumnya dilakukan secara manual) sehingga didapatkan *interlock* yang baik.

5.3. Analisa Produktivitas dan Metode Alat Berat

Analisa produktifitaas alat berat bertujuan untuk mengetahui produktifitas alat berat yang digunakan dalam kurun waktu per-harinya dan juga mengetahui bagaimana cara mensitemaitskan kinerja alat berat di lapangan agar pekerjaan yang dilaksanakan dapat berjalan sesuai waktu dan biaya yang telah di anggarkan.

Pada perhitungan produktifitas dan metode alat berat yang akan dilaksanakan pada pekerjaan main dam waduk tukul akan dibagi menjadi empat tahapan sesuai jalan kerja yang dibuat, dengan tahapan data produktivitas alat berat per zona sebagai berikut:

5.3.1. Produktivitas Alat

Perhitungan pada pekerjaan Zona 1, dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Excavator

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = Komatsu 200
- Pengisian bucket = 10 detik
- Mengangkut dan swing = 8 detik
- Menumpahkan = 7 detik
- Swing kembali = 5 detik
- Percepatan dan waktu = 3 detik

Cycle Time (CT) = 33/60
= 0,55 menit

Banyak Trip/jam = 60/0,55
= 109,091
trip/jam

Kapasitas bucket (q) = 0,70 m³

Volume backhoe (loose) = 1,24 x 0,70
= 0,868 m³

Produksi teoritis = 0,868 x 109,091
= 94,691 m³/jam

Fakto-faktor koreksi:

- Efisiensi kerja 50 s/jam
= 0,83
- Kondisi pekerjaan dan tata laksana sedang
= 0,65 (tabel5.1)
- Kedalaman optimum 120%, swing 180°
= 0,70 (tabel5.1)
- Faktor pengisian (bucket)
= 0,85 (tabel5.1)
- Faktor koreksi total
= 0,83x0,65x0,70 x0,85
= 0,321
- Produksi sebenarnya
= 94,691 x 0,321
= **30,396 m³/jam**

Tabel. 5.16 faktor keadaan tempat pekerja dan manajemen

managemen alat				
keadaan tempat pekerjaan	baik sekali	Baik	Sedang	buruk
baik sekali	0,84	0,81	0,76	0,7
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Tabel. 5.17 faktor keadalaman timbunan galian dan sudut putaran lengan

kedalaman optimum (%)	sudut putaran lengan						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0,95	0,89	0,85	0,8	0,72	0,65	0,59
60	1,1	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,69
100	1,26	1,16	1,07	1	0,88	0,79	0,71
120	1,2	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,7
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,9	0,85	0,75	0,67	0,61

Tabel. 5.18 faktor pengisian (bucket)

Material	faktor pengisian
tanah liat bercampur pasir	1,0-1,1
tanah biasa	0,9-1,0
pasir dan batu	0,85-0,95
tanah liat keras	0,85-0,90
batu ledakan dengan sempurna	0,6-0,75
batu ledakan degan sembarangan	0,4-0,5

2. Dumb truck

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = Mitsubishi FM 517
- Kapasitas angkut (q) = 4 m³
- Jarak angkut (J) = ± 600 m
- Fixed time (FT) = 10 menit
- Kecepatan isi (V1) = 10 km/jam
- Kecepatan kosong (V2) = 14 km/jam
- Efisiensi (E) = 0,75

$$\begin{aligned} \text{Cycle Time} &= \frac{60 \times 0,6}{10} + \frac{60 \times 0,6}{14} + 10 \\ &= 3,6 + 3 + 10 \end{aligned}$$

$$= 16,6 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \frac{4 \times 60 \times 0,75}{16,60} \\ &= \mathbf{10,84 \text{ m}^3/\text{jam}} \end{aligned}$$

3. Buldozer

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = Komatsu D53A 16
- Daya mesin = 110 HP
- Dozer blade = Tipe Angle
- Kapasitas blade (q) = 2,850 m³
- Jarak gusur (DL) = 48,96 m
- Kecepatan maju (F) = 3 km/jam
- Kecepatan mundur (R) = 7,5 km/jam
- F. Peralatan (E1) = 0,80 (Tabel 5.4)
- F. Operator (E2) = 0,70 (Tabel 5.4)
- F. material (E3) = 0,75 (Tabel 5.4)
- F. Manajemen (E4) = 0,82 (Tabel 5.4)
- F. Cuaca (E5) = 0,8 (Tabel 5.4)
- F. Perlengkapan (E6) = 0,75 (Tabel 5.4)
- F. Lapangan (E7) = 0,75 (Tabel 5.4)
- Total faktor (E) = 0,15
- Fixed time = 0,10 menit

$$\begin{aligned} \text{Cycle time} &= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT \\ &= \frac{60 \times 48,96}{3000} + \frac{60 \times 48,96}{7500} + 0,1 \\ &= 1,471 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \frac{q \times 60 \times E}{CT} \\ &= \frac{2,85 \times 60 \times 0,15}{1,471} \\ &= \mathbf{17,44 \text{ m}^3/\text{jam}} \end{aligned}$$

Tabel. 5.19 Besaran Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat

NO.	NAMA	FAKTOR
1	PERALATAN	
A	peralatan baik dan buruk	1
B	peralatan baik lama	0,9
C	peralatan rusak ringan operasi	0,8
2	OPERATOR	
A	operator kelas 1	1
B	operator kelas 2	0,8
C	operator kelas 3	0,7
3	MATERIAL	
A	berat/volume faktor kohesip non kohesip kohesip	0,6-1 0,75-1,1
B	konversi volume material	
4	MANAGEMEN DAN SIFAT MANUSIA	
A	sempurna 60/60	1
B	baik 55/60	0,92
C	sedang 50/60	0,82
D	buruk 45/60	0,75
5	CUACA	
A	baik	1
B	sedang	0,8
6	PERLENGKAPAN faktor attachment untuk jenis dan tipe masing-masing	
7	KONDISI LAPANGAN	
A	berat	0,7
B	sedang	0,8
C	ringan	1

4. Sheepfoot Roller

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = sankai SV 512 D
- Faktor peralatan (E1) = 0,90 (tabel 5.4)
- Faktor material (E2) = 0,80 (tabel 5.4)
- F. manajemen (E3) = 0,90 (tabel 5.4)
- Faktor cuaca (E4) = 0,92 (tabel 5.4)
- Faktor pelengkap (E5) = 1,00 (tabel 5.4)
- Faktor lapangan (E7) = 0,80 (tabel 5.4)
- Total faktor (E) = 0,477
- Lebar gilas efektif (W) = 0,20
- Kecepatan gilas (V) = 1,50 km/jam
- Tebal lapis (H) = 0,10 m
- Jumlah laluan (N) = 6
- Lebar gilas = 2,00 m

$$\begin{aligned} Qv' &= \frac{W \times V \times H \times 1000}{N} \\ &= \frac{(2,00 - 0,2) \times 1,5 \times 0,3 \times 1000}{6} \\ &= 135 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Qv &= Qv' \times E \\ &= 135 \times 0,477 \\ &= \mathbf{64,4 \text{ m}^3/\text{jam}} \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan Zona 2, dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Bulldozer

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = Komatsu D53A 16
- Daya mesin = 110 HP
- Dozer blade = Tipe Angle
- Kapasitas blade (q) = 2,850 m³
- Jarak gusur (DL) = 7,16 m
- Kecepatan maju (F) = 3 km/jam
- Kecepatan mundur (R) = 7,5 km/jam

- Faktor peralatan (E1) = 0,80 (Tabel 5.4)
- Faktor operator (E2) = 0,70 (Tabel 5.4)
- Faktor material (E3) = 0,75 (Tabel 5.4)
- F. Manejemen (E4) = 0,82 (Tabel 5.4)
- Faktor cuaca (E5) = 0,8 (Tabel 5.4)
- F. Perlengkapan (E6) = 0,75 (Tabel 5.4)
- Faktor lapangan (E7) = 0,75 (Tabel 5.4)
- Total faktor (E) = 0,15
- Fixed time = 0,10 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Cycletime} &= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT \\
 &= \frac{60 \times 7,16}{3000} + \frac{60 \times 7,16}{7500} + 0,10 \\
 &= 0,301 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= \frac{q \times 60 \times E}{CT} \\
 &= \frac{2,85 \times 60 \times 0,15}{0,301} \\
 &= \mathbf{85,25 \text{ m}^3/\text{jam}}
 \end{aligned}$$

2. Vibration Roller

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = sankai SV 512 D
- Faktor peralatan (E1)= 0,90 (tabel 5.4)
- Faktor material (E2)= 0,80 (tabel 5.4)
- Faktor manajemen (E3)= 0,90 (tabel 5.4)
- Faktor cuaca (E4) = 0,92 (tabel 5.4)
- Faktor pelengkap (E5)= 1,00 (tabel 5.4)
- Faktor lapangan (E7)= 0,80 (tabel 5.4)
- Total faktor (E) = 0,477
- Lebar gilas efektif (W) = 0,20
- Kecepatan gilas (V)= 1,50 km/jam
- Tebal lapis (H) = 0,10 m
- Jumlah laluan (N) = 5
- Lebar gilas = 2,00 m

$$\begin{aligned}
 Qv' &= \frac{W \times V \times H \times 1000}{N} \\
 &= \frac{(2,00 - 0,2) \times 1,5 \times 0,3 \times 1000}{5} \\
 &= 162 \\
 Qv &= Qv' \times E \\
 &= 162 \times 0,477 \\
 &= \mathbf{77,3 \text{ m}^3/\text{jam}}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan Zona 3, dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Bulldozer

- Volume = 1.246.386,00 m³
- Jenis alat = Komatsu D53A 16
- Daya mesin = 110 HP
- Dozer blade = Tipe Angle
- Kapasitas blade (q) = 2,850 m³
- Jarak gusur (DL) = 152,85 m
- Kecepatan maju (F) = 3 km/jam
- Kecepatan mundur (R) = 7,5 km/jam
- Faktor peralatan (E1) = 0,80 (Tabel 5.4)
- Faktor operator (E2) = 0,70 (Tabel 5.4)
- Faktor material (E3) = 0,75 (Tabel 5.4)
- Faktor manajemen (E4) = 0,82 (Tabel 5.4)
- Faktor cuaca (E5) = 0,8 (Tabel 5.4)
- Faktor perlengkapan (E6) = 0,75 (Tabel 5.4)
- Faktor lapangan (E7) = 0,75 (Tabel 5.4)
- Total faktor (E) = 0,15
- Fixed time = 0,10 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Cycle time} &= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT \\
 &= \frac{60 \times 152,85}{3000} + \frac{60 \times 152,85}{7500} + 0,10 \\
 &= \mathbf{4,38 \text{ menit}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Produksi} = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$= \frac{2,85 \times 60 \times 0,15}{4,38}$$

$$= \mathbf{5,87 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

2. Vibration Roller

Data-data yang diketahui:

- Jenis alat = sankai SV 512 D
- Faktor peralatan (E1) = 0,90 (tabel 5.4)
- Faktor material (E2) = 0,80 (tabel 5.4)
- Faktor manajemen (E3) = 0,90 (tabel 5.4)
- Faktor cuaca (E4) = 0,92 (tabel 5.4)
- Faktor pelengkap (E5) = 1,00 (tabel 5.4)
- Faktor lapangan (E7) = 0,80 (tabel 5.4)
- Total faktor (E) = 0,477
- Lebar gilas efektif (W) = 0,20
- Kecepatan gilas (V) = 1,50 km/jam
- Tebal lapis (H) = 0,10 m
- Jumlah laluan (N) = 6
- Lebar gilas = 2,00 m

$$Qv' = \frac{W \times V \times H \times 1000}{N}$$

$$= \frac{(2,00 - 0,2) \times 1,5 \times 0,3 \times 1000}{6}$$

$$= 135$$

$$Qv = Qv' \times E$$

$$= 135 \times 0,477$$

$$= \mathbf{64,4 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

Tabel. 5.20 Besaran Produktivitas Alat Berat Tiap Zona

NO	ZONA PEKERJAAN	PRODUKTIVITAS ALAT (M ³ /JAM)			
		excavator	dumb truck	bulldozer	vibration roller
1	zona 1	30,396	10,84	17,44	64,4
2	zona 2	30,396	10,84	85,25	77,3
3	zona 3	30,396	10,84	5,87	64,4
4	zona 4	30,396	10,84	-	-

5.3.2. Produktivitas Alat tiap Zona

Dari perhitungan produktivitas alat, maka dapat dicari kebutuhan alat berat yang nantinya akan digunakan pada pekerjaan tiap zona. Pada pekerjaan tiap zona dibatasi waktu yaitu dengan jangka waktu penyelesaian pekerjaan tidak lebih dari 1 bulan tiap tahap pekerjaan. Pada pekerjaan pembangunan tubuh bendungan atau main dam ini akan dikerjakan dengan 4 tahapan pekerjaan mengikuti pekerjaan jalan akses yang ada, dengan perhitungan kebutuhan alat yang akan ditampilkan pada tabel, sebagai berikut:

Dengan produktivitas alat tiap satuan alat, sebagai berikut:

Tabel. 5.21 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap awal

elevasi	lokasi pekerjaan	volume pekerjaan	jumlah alat				lama pekerjaan (hari)
			pekerjaan pengadaan material		pekerjaan penghamparan	pekerjaan pemadatan	
			excavator	dump truck	bulldozer	vibrorller	
129-134	zona 1	6893	1	2	2	1	4
	zona 2	1148	1	1	1	1	
	zona 3a	3908	1	1	1	1	
	zona 3	4733	1	2	1	1	
134-139	zona 1	7767	1	3	2	1	4
	zona 2	1327	1	1	1	1	
	zona 3a	4338	1	2	1	1	
	zona 3	5911	1	2	1	1	
139-142	zona 1	4930	1	2	1	1	4
	zona 2	900	1	1	1	1	
	zona 3a	2728	1	1	1	1	
	zona 3	13445	2	4	3	1	

Tabel. 5.22 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap kedua

elevasi	lokasi pekerjaan	volume pekerjaan	jumlah alat				lama pekerjaan (hari)
			pekerjaan pengadaan material		pekerjaan penghamparan	pekerjaan pemadatan	
			excavator	dump truck	bulldozer	vibrorller	
142-147	zona 1	4784	1	2	1	1	4
	zona 2	1579	1	1	1	1	
	zona 3a	4784	1	2	1	1	
	zona 3	21250	2	6	3	1	
	zona 4	408	1	1	-	-	
147-152	zona 1	4912	1	2	1	1	4
	zona 2	1714	1	1	1	1	
	zona 3a	4912	1	2	1	1	
	zona 3	21887	2	6	3	1	
	zona 4	462	1	1	-	-	
152-157	zona 1	4916	1	2	1	1	4
	zona 2	1820	1	1	1	1	
	zona 3a	4916	1	2	1	1	
	zona 3	21716	2	6	3	1	
	zona 4	515	1	1	-	-	
157-164	zona 1	5786	1	2	1	1	4
	zona 2	2359	1	1	1	1	
	zona 3a	5786	1	2	1	1	
	zona 3	22051	2	6	3	1	
	zona 4	703	1	1	-	-	

Tabel. 5.23 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap ketiga

elevasi	lokasi pekerjaan	volume pekerjaan	jumlah alat				lama pekerjaan (hari)
			pekerjaan pengadaan material		pekerjaan penghamparan	pekerjaan pemadatan	
			excavator	dump truck	bulldozer	vibrorlier	
164-169	zona 1	9555	1	3	2	1	4
	zona 2	2047	1	1	1	1	
	zona 3a	4507	1	2	1	1	
	zona 3	20546	2	6	3	1	
169-174	zona 4	639	1	1	-	-	4
	zona 1	9284	1	3	2	1	
	zona 2	2111	1	1	1	1	
	zona 3a	4135	1	1	1	1	
174-180	zona 3	17023	2	6	3	1	4
	zona 4	693	1	1	-	-	
	zona 1	10727	1	4	2	1	
	zona 2	2674	1	1	1	1	
	zona 3a	4302	1	2	1	1	4
	zona 3	16192	2	6	3	1	
	zona 4	939	1	1	-	-	

Tabel. 5.24 kebutuhan alat berat pada pekerjaan zonal tahap empat

elevasi	lokasi pekerjaan	volume pekerjaan	jumlah alat				lama pekerjaan (hari)
			pekerjaan pengadaan material		pekerjaan penghamparan	pekerjaan pemadatan	
			excavator	dump truck	bulldozer	vibrorlier	
180-185	zona 1	8695	1	3	2	1	4
	zona 2	2168	1	1	1	1	
	zona 3a	3513	1	1	1	1	
	zona 3	13132	2	5	3	1	
185-190	zona 4	761	1	1	-	-	4
	zona 1	8059	1	3	2	1	
	zona 2	2198	1	1	1	1	
	zona 3a	2857	1	1	1	1	
190-195	zona 3	9409	1	3	2	1	4
	zona 4	816	1	1	-	-	
	zona 1	8675	1	3	2	1	
	zona 2	2718	1	1	1	1	
	zona 3a	2588	1	1	1	1	4
	zona 3	6215	1	2	1	1	
	zona 4	1070	1	1	-	-	

Dari tabel di atas maka dapat ditentukan bagaimana mekanisme alat yang harus digunakan pada setiap pekerjaan zona. Mekanisme alat pada pekerjaan zonal dibagi menjadi 4 tahap, dengan mekanisme sebagai berikut:

Tahap awal

Pekerjaan pada elevasi 129-134 dibulan pertama

Hari 1-4

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu, sebagai berikut;

Excavator = 1

Dump truck = 3

Bulldozer = 2

Vibroroller = 1

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Excavator sudah siap di lokasi borrow area zona 1 dengan dump truck.
- Dump truck yang sudah berisi muatan kemudian menuju lokasi zona 1.
- Di lokasi zona 1 dump menurunkan muatan yang kemudian dihampar oleh bulldozer yang sudah siap di lokasi zona.
- Kemudian material yang sudah dihamparkan, dipadatkan dengan menggunakan alat vibroroller yang ada di lokasi zona.

Hari 2-5

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Pada pekerjaan ini terdapat tambahan alat untuk mengerjakan zona 2.

Excavator = 2

Dump truck = 5

Bulldozer = 3

Vibroroller = 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Pada hari kedua pekerjaan ditambah dengan menggarap pekerjaan zona 2, dimana langkah-langkah masih sama seperti pada zona 1.

- Zona 1 dan 2 pada elevasi ini akan selesai pada hari kelima, yang mana setelah itu akan dilanjutkan pada pekerjaan zona3.

Hari 5-8

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu:

Alat pada zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada zona 3.

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Setelah alat dialokasikan pada zona 3, langkah-langkah yang sudah diterapkan pada zona 1 akan diperlakukan pada pekerjaan zona 3.
- Pekerjaan zona 3 akan selesai pada hari ke 8.

Pekerjaan pada elevasi 134-139 dibulan pertama

Hari 8-11

Jumlah alat yang diutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Excavator sudah siap di lokasi borrow area zona 1 dengan dump truck.
- Dump truck yang sudah berisi muatan kemudian menuju lokasi zona 1.
- Di lokasi zona 1 dump menurunkan muatan yang kemudian dihampar oleh bulldozer yang sudah siap di lokasi zona.

- Kemudian material yang sudah dihamparkan, dipadatkan dengan menggunakan alat vibroroller yang ada di lokasi zona.

Hari 9-12

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Pada pekerjaan ini terdapat tambahan alat untuk mengerjakan zona 2.

Excavator	= 2
Dump truck	= 5
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Pada hari kedua pekerjaan ditambah dengan menggarap pekerjaan zona 2, dimana langkah-langkah masih sama seperti pada zona 1.
- Zona 1 dan 2 pada elevasi ini akan selesai pada hari kelima, yang mana setelah itu akan dilanjutkan pada pekerjaan zona 3

Hari 12-15

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu:

Alat pada zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada zona 3.

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Setelah alat dialokasikan pada zona 3, langkah-langkah yang sudah diterapkan pada zona 1 akan diperlakukan pada pekerjaan zona 3.
- Pekerjaan zona 3 akan selesai pada hari ke 15.

Pekerjaan pada elevasi 139-142 dibulan pertama

Hari 15-18

Jumlah alat yang diutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Excavator sudah siap di lokasi borrow area zona 1 dengan dump truck.
- Dump truck yang sudah berisi muatan kemudian menuju lokasi zona 1.
- Di lokasi zona 1 dump menurunkan muatan yang kemudian dihampar oleh bulldozer yang sudah siap di lokasi zona.
- Kemudian material yang sudah dihamparkan, dipadatkan dengan menggunakan alat vibroroller yang ada di lokasi zona.

Hari 16-19

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Pada pekerjaan ini terdapat tambahan alat untuk mengerjakan zona 2

Excavator	= 2
Dump truck	= 5
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Pada hari kedua pekerjaan ditambah dengan menggarap pekerjaan zona 2, dimana langkah-langkah masih sama seperti pada zona 1.
- Zona 1 dan 2 pada elevasi ini akan selesai pada hari kesembilanbelas, yang mana setelah itu akan dilanjutkan pada pekerjaan zona3

Hari 19-22

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu:

Alat pada zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada zona 3.

Excavator = 1

Dump truck = 4

Bulldozer = 2

Vibroroller = 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Setelah alat dialokasikan pada zona 3, langkah-langkah yang sudah diterapkan pada zona 1 akan diperlakukan pada pekerjaan zona 3.
- Pekerjaan zona 3 akan selesai pada hari ke 22.

Pekerjaan pada tahap awal masih menggunakan mekanisme alat yang sama dikarenakan material timbunan yaitu berupa tanah dan masih belum adanya timbunan material batuan. Jumlah total alat yang digunakan untuk pekerjaan zona di tahap awal yaitu, sebagai berikut:

Excavator = 2

Dump truck = 5

Bulldozer = 3

Vibroroller = 2

Pada mekanisme alat di atas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pada tahap awal akan dimulai pada hari pertama di bulan 1 dan berakhir pada hari ke-22 dibulan pertama.

Tahap kedua

Pekerjaan pada elevasi 142-147 dibulan pertama

Hari 23-26

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Excavator = 1

Dump truck = 3

Bulldozer = 2

Vibroroller = 1

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Excavator sudah siap di lokasi borrow area zona 1 dengan dump truck.
- Dump truck yang sudah berisi muatan kemudian menuju lokasi zona 1.
- Di lokasi zona 1 dump menurunkan muatan yang kemudian dihampar oleh bulldozer yang sudah siap di lokasi zona.
- Kemudian material yang sudah dihamparkan, dipadatkan dengan menggunakan alat vibroroller yang ada di lokasi zona.

Hari 24-27

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu, sebagai berikut:

Pada pekerjaan ini terdapat tambahan alat untuk mengerjakan zona 2.

Excavator = 2

Dump truck = 5

Bulldozer = 3

Vibroroller = 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Pada hari kedua pekerjaan ditambah dengan menggarap pekerjaan zona 2, dimana langkah-langkah masih sama seperti pada zona 1.
- Zona 1 dan 2 pada elevasi ini akan selesai pada hari kedupuluh-tujuh, yang mana setelah itu akan dilanjutkan pada pekerjaan zona 3.

Hari 27-30

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu:

Alat pada zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada zona 3.

Excavator = 2

Dump truck = 6
Bulldozer = 2
Vibroroller = 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Setelah alat dialokasikan pada zona 3, langkah-langkah yang sudah diterapkan pada zona 1 akan diperlakukan pada pekerjaan zona 3.
- Pekerjaan zona 3 akan selesai pada hari ke-30.

Hari 27-1 (dibulan kedua)

Jumlah alat yang dibutuhkan yaitu:

Alat pada pekerjaan zona akan ditambah untuk mengerjakan pekerjaan pada zona 4.

Excavator = 4
Dump truck = 7
Bulldozer = 2
Vibroroller = 2

Dengan mekanisme alat sebagai berikut:

- Excavator sudah siap pada lokasi stock pile dimana dump truck berada untuk mengangkat material.
- Dump truck yang terisi muatan akan menuju lokasi zona 4.
- Excavator yang berada pada lokasi zona 4 kemudian meletakkan material pada titik pekerjaan yang mana muatannya sudah dituang oleh dump.
- Pekerjaan zona 3 dan 4 akan selesai pada hari ke-31.

Pada pekerjaan tahap dua, selain langkah-langkah pekerjaan pada zona 1,2,dan 3 masih sama seperti pada pekerjaan pada tahap awal. Namun disini pada tahap kedua ada penambahan pekerjaan pada zona 4 dengan langkah-langkah seperti yang sudah dijelaskan.

Selanjutnya pada tahapan pekerjaan pada tahap ketiga dan keempat langkah-langkah pekerjaannya sama seperti pada tahapan pada tahap 2. Hanya saja alat dan waktu pekerjaannya saja yang berbeda. Berikut kebutuhan alat dan waktu yang digunakan pada pekerjaan pada tahap selanjutnya.

Pekerjaan pada elevasi 147-152 dibulan kedua

Hari 1-4

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 2-5

Pada hari ke lima dibulan kedua pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-5 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 5-8

Pada hari kelima pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
-----------	-----

Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 6-9

Pada hari keenam pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-9 dibulan kedua.

Pekerjaan pada elevasi 152-157 di bulan kedua

Hari 9-12

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 10-13

Pada hari ke-10 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-13 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 13-16

Pada hari ke-13 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 14-17

Pada hari keenam pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-17.

Pekerjaan pada elevasi 157-164 dibulan kedua

Hari 17-20

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 18-21

Pada hari ke-18 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan

penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-21 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 21-24

Pada hari ke-21 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 22-25

Pada hari keenam pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-25.

Dari mekanisme kebutuhan alat di atas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pada tahap 2 akan dimulai pada hari ke-23 pada bulan pertama dan berakhir dihari ke-25 dibulan kedua. Jumlah total alat

yang dibutuhkan pada tahap kedua ini adalah, sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Tahap ketiga

Pekerjaan pada elevasi 164-169 dibulan kedua

Hari 26-29

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 27-30

Pada hari ke-27 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-30 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 30-33

Pada hari ke-30 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 1-4

Pada hari ke-1 pada bulan ketiga pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-4 dibulan ketiga.

Pekerjaan pada elevasi 169-174 di bulan ketiga

Hari 4-7

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 5-8

Pada hari ke-5 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-8 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 8-11

Pada hari ke-8 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 9-12

Pada hari ke-9 pada bulan ketiga pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-12 dibulan ketiga.

Pekerjaan pada elevasi 174-180 di bulan ketiga

Hari 12-15

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 13-16

Pada hari ke-13 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-16 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 16-19

Pada hari ke-16 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 17-20

Pada hari ke-17 pada bulan ketiga pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-20 dibulan ketiga.

Dari mekanisme kebutuhan alat di atas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pada tahap 3 akan dimulai pada hari ke-26 pada bulan kedua dan berakhir dihari ke-20 dibulan ketiga. Jumlah alat total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada tahap ketiga adalah, sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Tahap keempat

Pekerjaan pada elevasi 180-185 dibulan ketiga

Hari 21-24

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 22-25

Pada hari ke-22 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-25 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 25-28

Pada hari ke-25 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 26-29

Pada hari ke-1 pada bulan ketiga pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-29 dibulan ketiga.

Pekerjaan pada elevasi 185-190 dibulan ketiga

Hari 29-2(bulan keempat)

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 30-3 (dibulan keempat)

Pada hari ke-30 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan

penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-3 dibulan keempat pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 3-6

Pada hari ke-3 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 6
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Hari 4-7

Pada hari ke-4 pada bulan keempat pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator	= 4
Dump truck	= 7
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-7 dibulan keempat.

Pekerjaan pada elevasi 190-195 dibulan keempat

Hari 7-10

Kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 1 sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 1

Hari 8-11

Pada hari ke-8 pekerjaan ditambah yaitu dengan mengerjakan pekerjaan pada zona 2, dengan penambahan kebutuhan alat yang digunakan pada pekerjaan zona 2 sebagai berikut:

Excavator	= 2
Dump truck	= 4
Bulldozer	= 3
Vibroroller	= 2

Sehingga pada hari ke-11 pekerjaan pada zona 1 dan 2 dapat diselesaikan.

Hari 11-14

Pada hari ke-11 pekerjaan zona dilanjutkan pada pekerjaan di zona 3. Dimana alat yang sudah digunakan pada pekerjaan di zona 1 dan 2 akan dialokasikan pada pekerjaan zona 3, dengan kebutuhan alat sebagai berikut:

Excavator	= 1
Dump truck	= 3
Bulldozer	= 2
Vibroroller	= 2

Hari 12-15

Pada hari ke-11 pada bulan keempat pekerjaan ditambah dengan pekerjaan pada zona 4 sehingga ada

penambahan alat yang dibutuhkan, dengan kebutuhan sebagai berikut:

Excavator = 3

Dump truck = 4

Bulldozer = 2

Vibroroller = 2

Sehingga pekerjaan pada zona 3 dan 4 dapat diselesaikan pada hari ke-15 dibulan ketiga.

Dari mekanisme kebutuhan alat di atas dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pada tahap 4 akan dimulai pada hari ke-21 pada bulan ketiga dan berakhir dihari ke-15 dibulan keempat.

Dari mekanisme penggunaan alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan tubuh bendungan ini, kontraktor bisa menghemat biaya penyewaan alat berat, dikarenakan penggunaan alat berat yang menggunakan sistem rolling.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari pada pekerjaan tugas akhir kami adalah sebagai berikut :

1. Hasil test sandcone tiap zone untuk mengetahui kepadatan tanah di lapangan adalah sebagai berikut:
 - a. Zona 1, diambil data 6 lintasan dengan hasil sebagai berikut:
 - Kepadatan tanah di lapangan 1,56 gram/cm³
 - Kepadatan tanah di laboratorium 1,59 gram/cm³
 - Drajat kepadatan 98,23% (syarat >95%)
 - b. Zona 2, diambil data 5 lintasan dengan hasil sebagai berikut:
 - Kepadatan tanah di lapangan 1,52 gram/cm³
 - Kepadatan tanah di laboratorium 1,78 gram/cm³
 - Drajat kepadatan 85,27% (syarat >80%)
 - c. Zona 3, diambil data 6 lintasan dengan hasil sebagai berikut:
 - Kepadatan tanah di lapangan 1,75 gram/cm³
 - Kepadatan tanah di laboratorium 1,86 gram/cm³
 - Drajat kepadatan 93,98% (syarat >80%)
2. Pada pekerjaan trial timbunan untuk mengetahui jumlah laluan pepadatan di lapangan didapat hasil sebagai berikut:
 - a. Untuk zona 1 sebanyak 6 kali laluan
 - b. Untuk zona 2 sebanyak 5 kali laluan
 - c. Untuk zona 3 sebanyak 6 kali laluan

3. Hasil pembuatan jalan kerja adalah sebagai berikut;
 - a. Jalan kerja tahap awal pada elevasi +124,00 - +142,00 untuk menyelesaikan pekerjaan Main Dam pada elevasi +124,00 - +142,00.
 - b. Jalan kerja tahap kedua pada elevasi +142,00 - +163,00 untuk menyelesaikan pekerjaan Main Dam pada elevasi +142,00 - +163,00.
 - c. Jalan kerja tahap ketiga pada elevasi +163,00 - +180,00 untuk menyelesaikan pekerjaan Main Dam pada elevasi +163,00 - +180,00.
 - d. Jalan kerja tahap keempat pada elevasi +180,00 - +198,30 untuk menyelesaikan pekerjaan Main Dam pada elevasi +80,00 - +198,30.

4. Produktivitas alat yang digunakan untuk tiap zona adalah sebagai berikut:
 - a. Zona 1

- Excavator	= 30,96 m ³ /jam
- Dump truck	= 10,84 m ³ /jam
- Bulldozer	= 17,44 m ³ /jam
- Vibroroller	= 64,44 m ³ /jam
 - b. Zona 2

- Excavator	= 30,96 m ³ /jam
- Dump truck	= 10,84 m ³ /jam
- Bulldozer	= 85,25 m ³ /jam
- Vibroroller	= 77,3 m ³ /jam
 - c. Zona 3

- Excavator	= 30,96 m ³ /jam
- Dump truck	= 10,84 m ³ /jam
- Bulldozer	= 5,87 m ³ /jam
- Vibroroller	= 64,44 m ³ /jam
 - d. Zona 4

- Excavator	= 30,96 m ³ /jam
-------------	-----------------------------

- Dump truck = 10,84 m³/jam
5. Kebutuhan alat berat pada pekerjaan main dam ini untuk tiap zona pekerjaan adalah sebagai berikut:
 - a. Zona 1
 - Excavator = 2 alat
 - Dumb truck = 5 alat
 - Buldozer = 3 alat
 - Vibroroller = 2 alat
 - b. Zona 2
 - Excavator = 4 alat
 - Dumb truck = 7 alat
 - Buldozer = 3 alat
 - Vibroroller = 2 alat
 - c. Zona 3
 - Excavator = 4 alat
 - Dumb truck = 7 alat
 - Buldozer = 3 alat
 - Vibroroller = 2 alat
 - d. Zona 4
 - Excavator = 3 alat
 - Dumb truck = 4 alat
 - Buldozer = 2 alat
 - Vibroroller = 2 alat

Jadi untuk keseluruhan kebutuhan alat berat yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- Excavator = 4 alat
 - Dumb truck = 7 alat
 - Buldozer = 3 alat
 - Vibroroller = 2 alat
6. Lama pekerjaan adalah 3 bulan 15 hari, dengan lama pekerjaan tiap zona yaitu
 - a. Zona 1 lama pekerjaan yaitu 22 hari
 - b. Zona 2 lama pekerjaan yaitu 33 hari
 - c. Zona 3 lama pekerjaan yaitu 25 hari

- d. Zona 4 lama pekerjaan yaitu 25 hari
7. Pencegahan dan penanggulangan yang dapat dilakukan untuk menanggulangi kemoloran pada pekerjaan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 - a. Pengadaan pekerjaan dewatering untuk menanggulangi genangan yang terjadi pada pekerjaan galian dan timbunan saat setelah terjadi hujan.
 - b. Penambahan jam kerja atau diberlakukannya jam lembur untuk keadaan yang mendesak, seperti adanya lonsoran tebing yang mana jika tidak segera ditanggulangi akan mengakibatkan kemoloran waktu pekerjaan.
 - c. Penambahan alat berat dan pekerja jika memang diperlukan untuk hal yang sangat mendesak.

6.2. Saran

Pada pekerjaan waduk tukul kabupaten pacitan ini berdasarkan metode pelaksanaan dan waktu pelaksanaan membutuhkan alat yang dirasa terlalu banyak. Terlihat pada waktu pelaksanaan, pembangunan waduk tukul ini khususnya pada pembangunan tubuh bendunganannya sendiri menargetkan penghematan waktu dalam pelaksanaannya yang mengakibatkan penyediaan alat yang dirasa masih banyak. Waktu yang direncanakan yaitu 3 bulan untuk menyelesaikan pembangunan Main Dam ini berimbas pada penyediaan alat yang masih dirasa berlebih.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan yaitu menambah jumlah waktu pekerjaan sehingga alat berat yang dibutuhkan tidak terlalu banyak, walaupun terjadi kemoloran pada pekerjaan penimbunan tubuh bendungan ini dari jadwal sebelumnya. Namun dalam penambahan jumlah waktu

pekerjaan, juga harus melihat efisiensi biaya yang diperlukan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Suyono Sosrodarsono, Kensaku Takeda, 1981, Bendungan Type Urugan (Jakarta : PT. Pradnya Paramita)
- Laboratorium Uji Material Kampus ITS Manyar, 2017, Modul : Pratikum Uji Pemadatan Standar, Surabaya.
- Laboratorium Uji Material Kampus ITS Manyar, 2017, Data Sekunder : Hasil Uji Pemadatan Standar dan Uji *Sandcone*, Surabaya.
- PT. Brantas Abipraya, 2016, Spesifikasi Teknis Waduk Tukul, Pacitan.
- PT. Brantas Abipraya, 2016, Detailed Engineering Drawing, Pacitan.
- PT. Brantas Abipraya, 2016, Jadwal Proyek berupa Kurva S, Pacitan.
- Sosrodarsono, S, Dr. 2002. Bendungan Tipe Urugan, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sulistiono, Djoko, 1996, Modul : Alat Berat dan Pemindah Tanah Mekanis, Surabaya.
- <http://kbbi.web.id/>, diperoleh 24 Maret 2017
- <http://surveyorblora.blogspot.co.id/2012/02/ruang-lingkup-pekerjaan-survey.html>, diperoleh 24 Maret 2017
- [http://azwaruddin.blogspot.co.id/2008/02/galian – dan -timbunan.html](http://azwaruddin.blogspot.co.id/2008/02/galian-dan-timbunan.html), diperoleh 25 Maret 2017
- https://www.google.co.id/url?Sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=&url=http%3A%2F%2Fwww.unitedtractors.com%2Fid%2Fproducts&bvm=bv.144686652,d.Go&psig=AFQjCNGalgYx9iwKEIJt6s29rFf_VuVSn&ust=1485153250536911, diperoleh 03 April 2017
- <http://tukangbata.blogspot.co.id/2013/01/pekerjaan-grouting-atau-sementasi.html>, diperoleh 03 April 2017
- <http://darwismanto.blogspot.co.id/2013/03/makalah-pemadatan-tanah.html>, diperoleh 03 April 2017

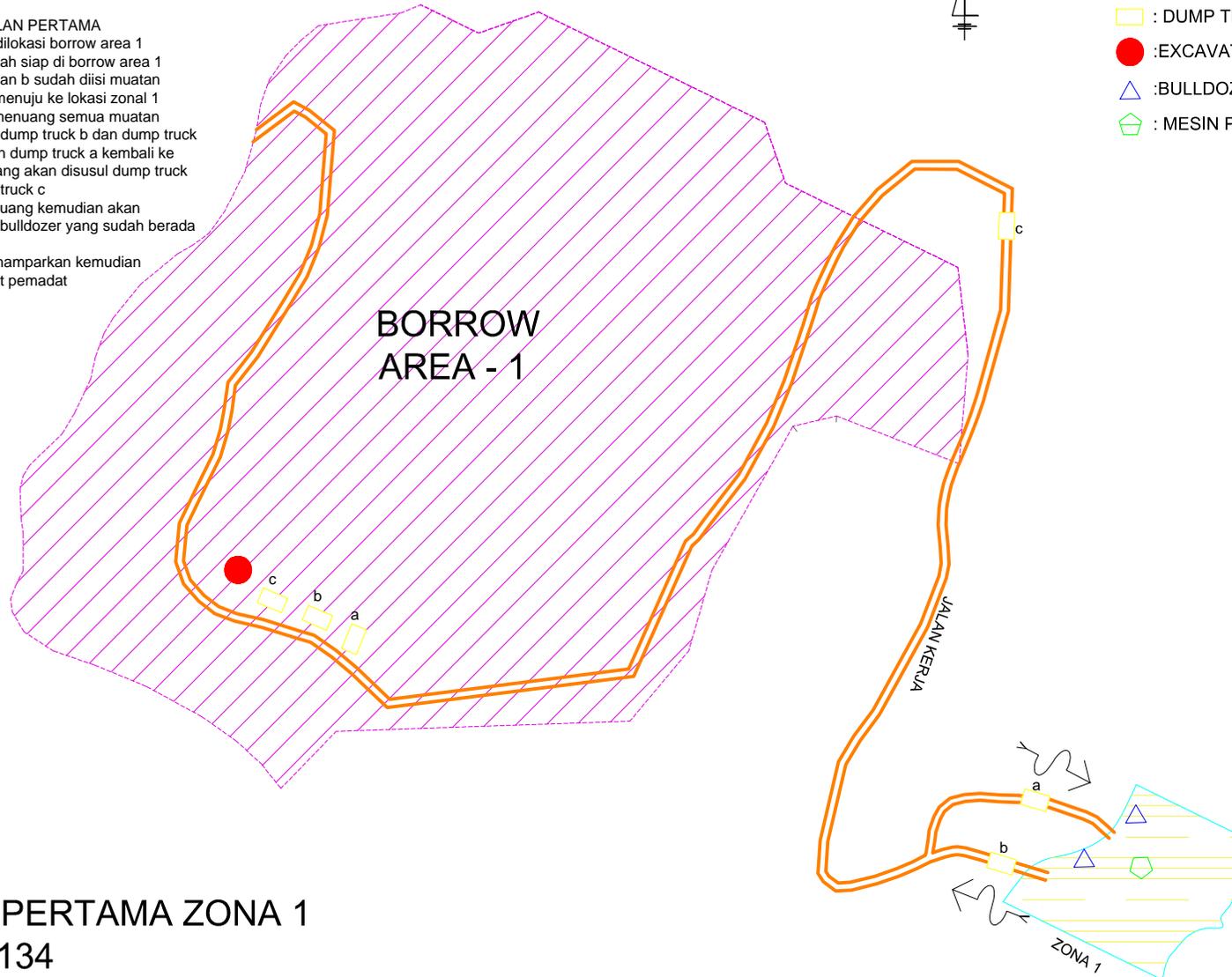
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

PEKERJAAN TAHAP AWAL
PADA ZONA 1 EL 129-134
HARI 1-4

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap dilokasi borrow area 1
- 3 dump truck juga sudah siap di borrow area 1
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 1
- setelah dump truck a menuang semua muatan kemudian disusul oleh dump truck b dan dump truck c menuang muatan dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 1 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 1
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



KETERANGAN :

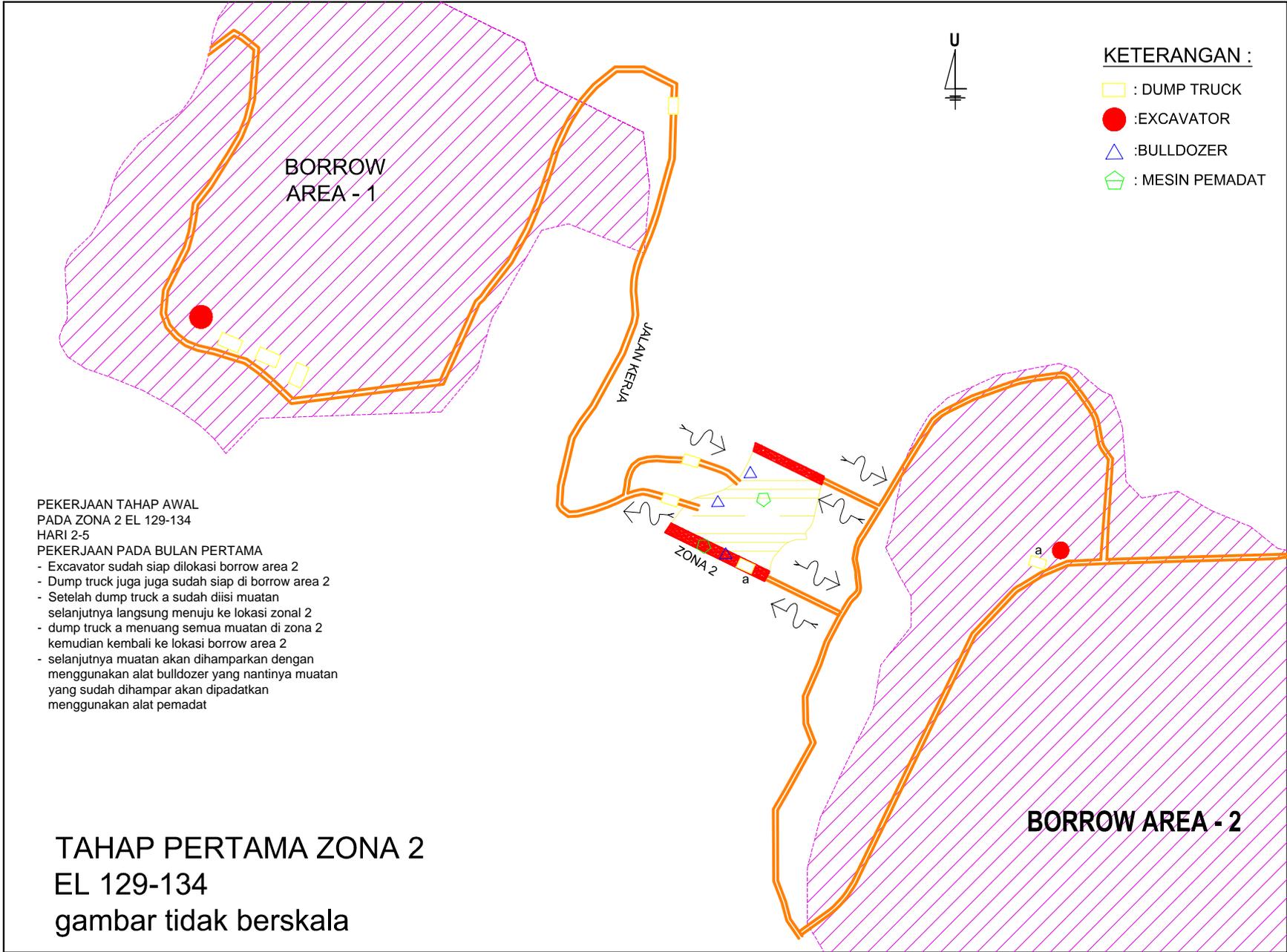
□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

⬡ : MESIN PEMADAT

**TAHAP PERTAMA ZONA 1
EL 129-134
gambar tidak berskala**



PEKERJAAN TAHAP AWAL
PADA ZONA 3 EL 129-134
HARI 5-8

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap dilokasi borrow area 3
- 3 dump truck juga sudah siap di borrow area 3
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 1
- setelah dump truck a dan b menuang semua muatan kemudian dump truck c menuang muatan, dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 1 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 1
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



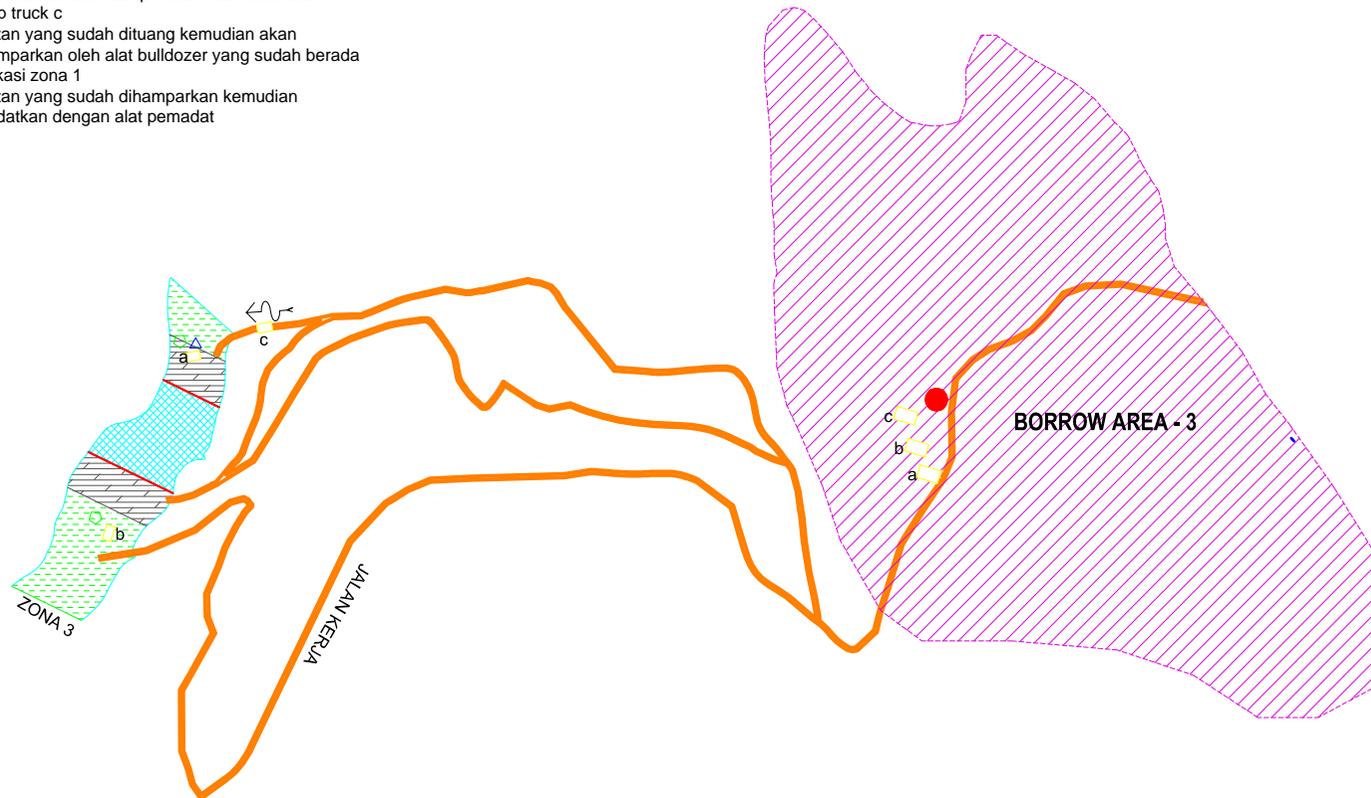
KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

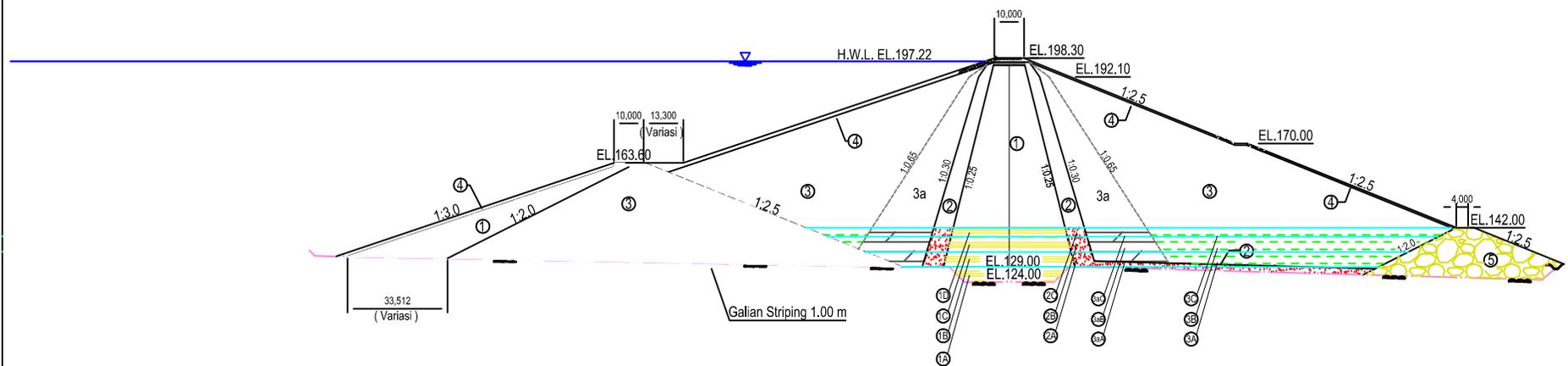
● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

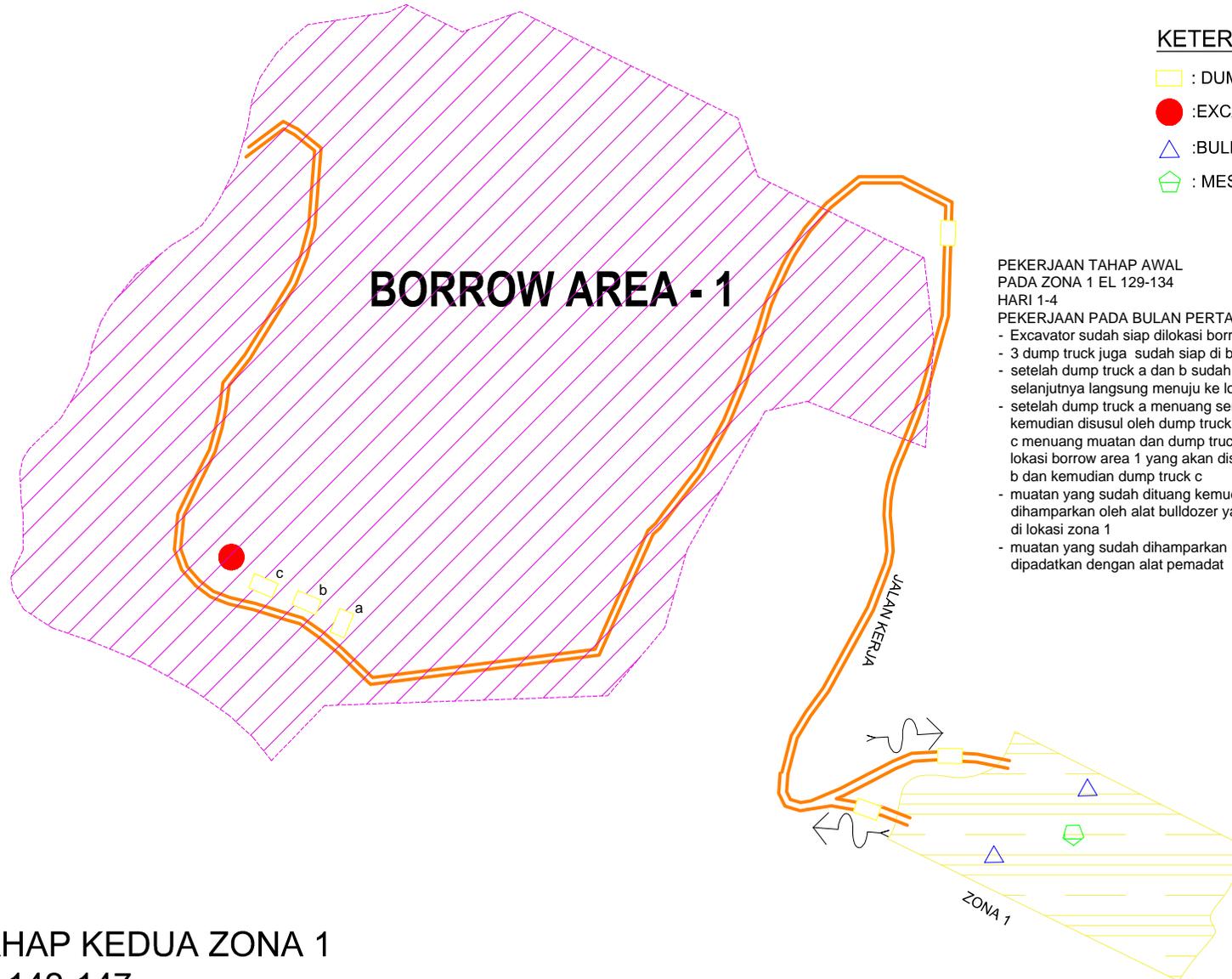
◻ : MESIN PEMADAT



TAHAP PERTAMA ZONA 3
EL 129-134
gambar tidak berskala



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP PERTAMA
EL : + 124.00 S/D EL : + 142.00
gambar tidak berskala



KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

⬡ : MESIN PEMADAT

PEKERJAAN TAHAP AWAL
PADA ZONA 1 EL 129-134

HARI 1-4

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap di lokasi borrow area 1
- 3 dump truck juga sudah siap di borrow area 1
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 1
- setelah dump truck a menuang semua muatan kemudian disusul oleh dump truck b dan dump truck c menuang muatan dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 1 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 1
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat

TAHAP KEDUA ZONA 1
EL 142-147
gambar tidak berskala



BORROW AREA - 1

KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

◇ : MESIN PEMADAT

PEKERJAAN TAHAP AWAL
PADA ZONA 2 EL 129-134
HARI 2-5

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

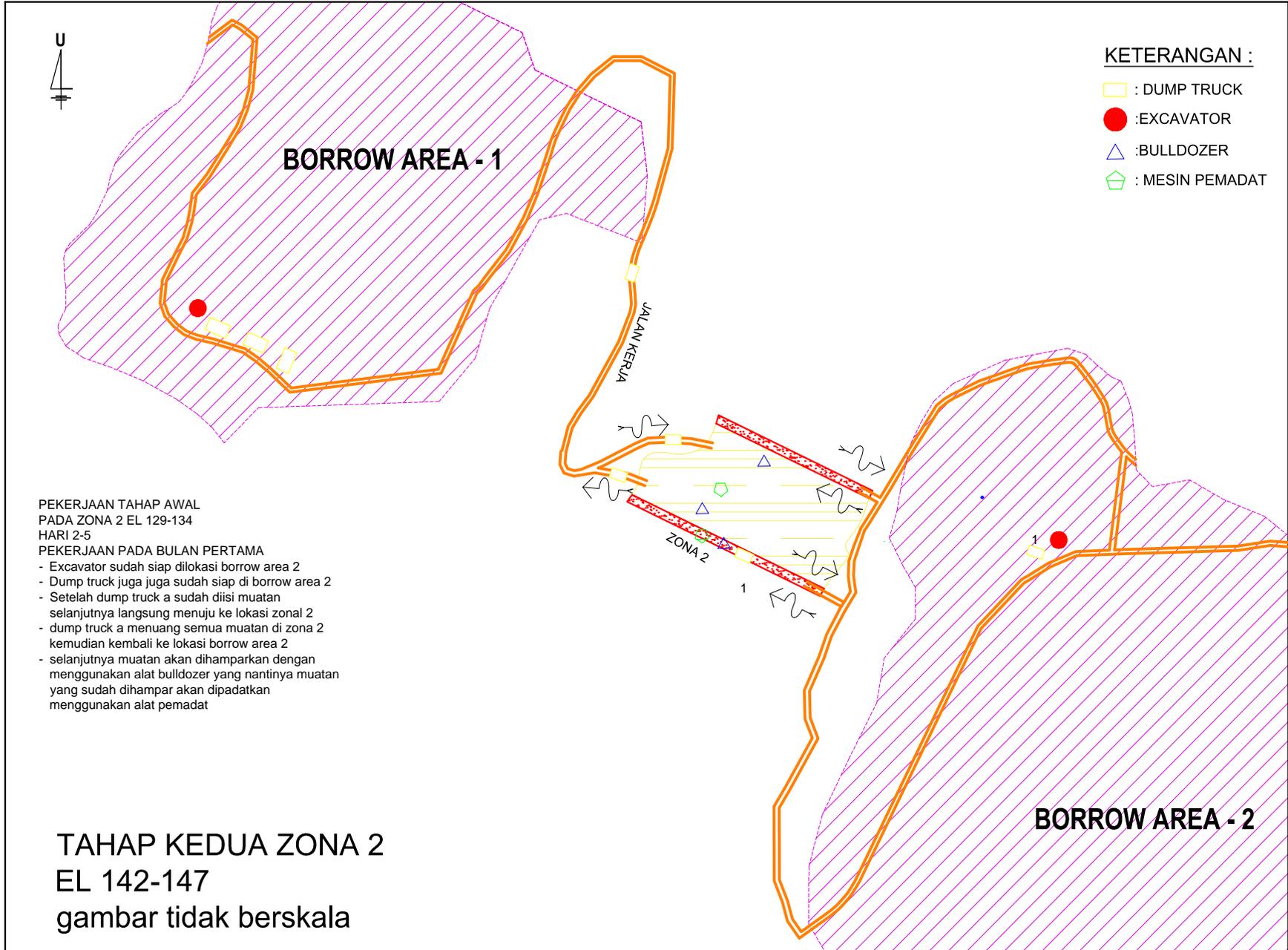
- Excavator sudah siap dilokasi borrow area 2
- Dump truck juga juga sudah siap di borrow area 2
- Setelah dump truck a sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 2
- dump truck a menuang semua muatan di zona 2 kemudian kembali ke lokasi borrow area 2
- selanjutnya muatan akan dihamparkan dengan menggunakan alat bulldozer yang nantinya muatan yang sudah dihampar akan dipadatkan menggunakan alat pemadat

TAHAP KEDUA ZONA 2
EL 142-147
gambar tidak berskala

JALAN KERUA

ZONA 2

BORROW AREA - 2



PEKERJAAN TAHAP KEDUA
 PADA ZONA 3 EL 129-134
 HARI 27-30

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- 2 Excavator sudah siap dilokasi borrow area 3
- 6 dump truck juga juga sudah siap di borrow area 3
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 3
- setelah dump truck a dan b menuang semua muatan kemudian dump truck c menuang muatan, dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 3 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- sama setelah dump truck d dan e sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 3
- setelah dump truck d dan e menuang semua muatan kemudian dump truck f menuang muatan dan dump truck d kembali ke lokasi borrow area 3

- yang akan disusul dump truck e dan kemudian dump truck f
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 3
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



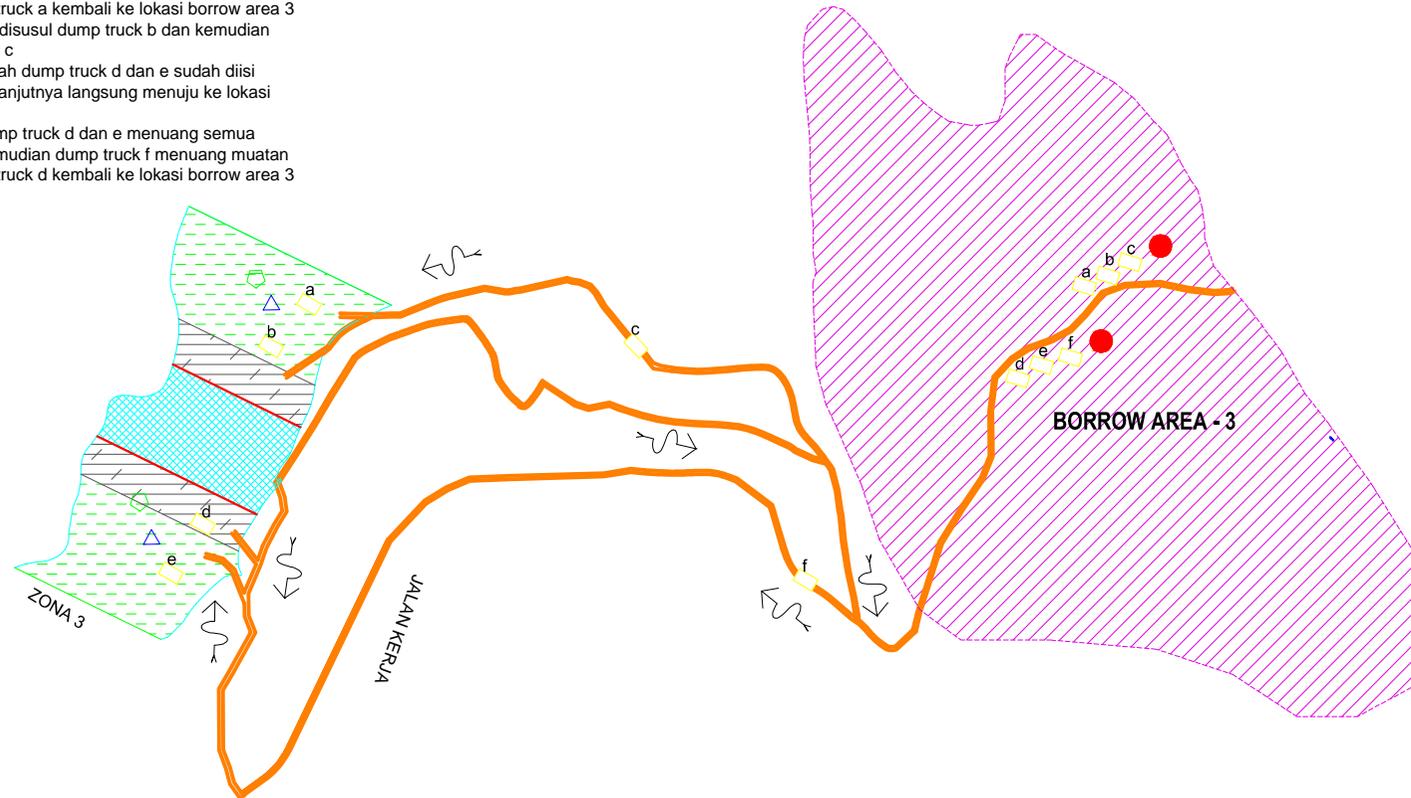
KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

◻ : MESIN PEMADAT



TAHAP KEDUA ZONA 3
EL 142-147
 gambar tidak berskala



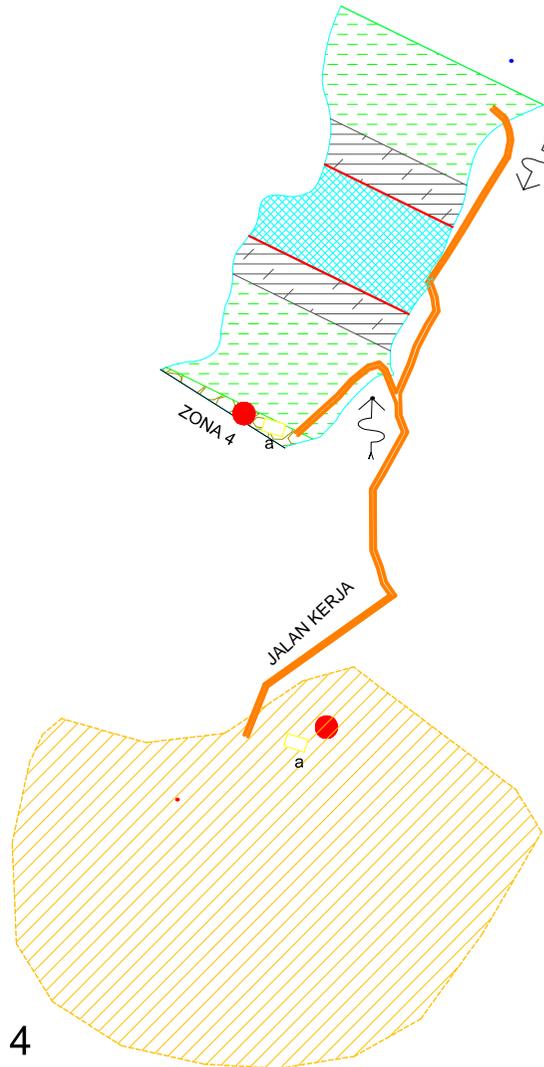
PEKERJAAN TAHAP KEDUA

PADA ZONA 4 EL 142-147

HARI 28-1(dibulan kedua)

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap di lokasi stock pile
- dump truck juga sudah siap di lokasi stock pile
- setelah dump truck terisi muatan, kemudian menuju lokasi zona 4
- dump truck menuang muatan pada lokasi zona 4
- excavator yang berada pada lokasi zona 4 meletakkan muatan yang sudah dihampar pada titik lokasi



KETERANGAN :

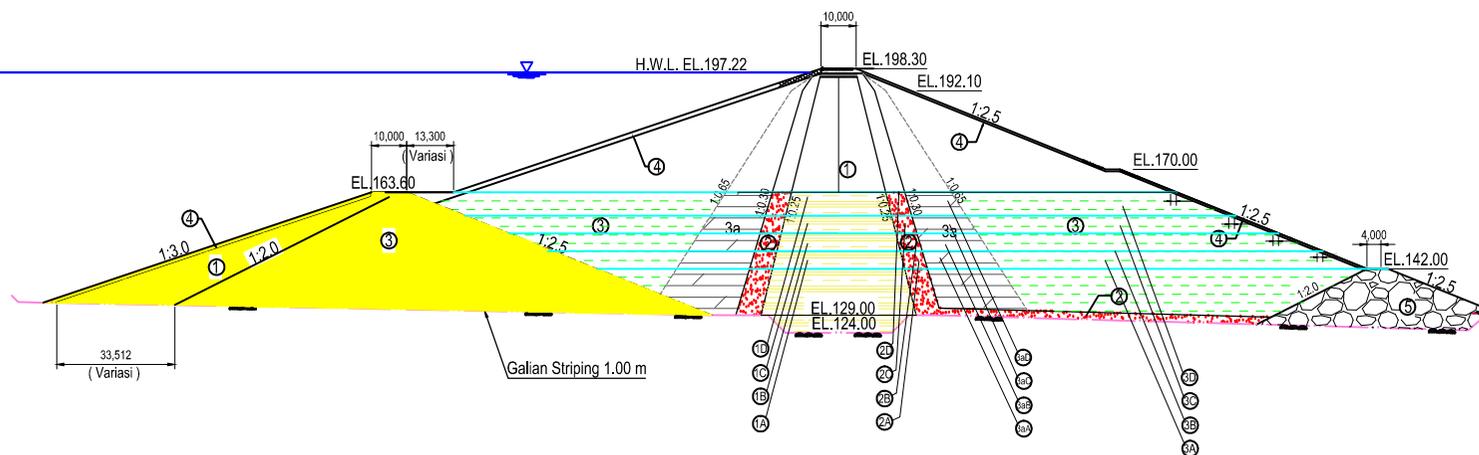
□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

⬡ : MESIN PEMADAT

TAHAP KEDUA ZONA 4
EL 142-147
gambar tidak berskala



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP KEDUA
EL : + 142.00 S/D EL : + 163.00
gambar tidak berskala



BORROW AREA - 1

KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

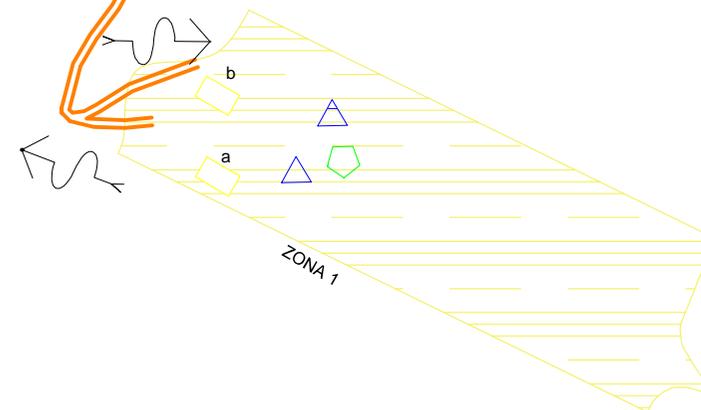
△ : BULLDOZER

◻ : MESIN PEMADAT

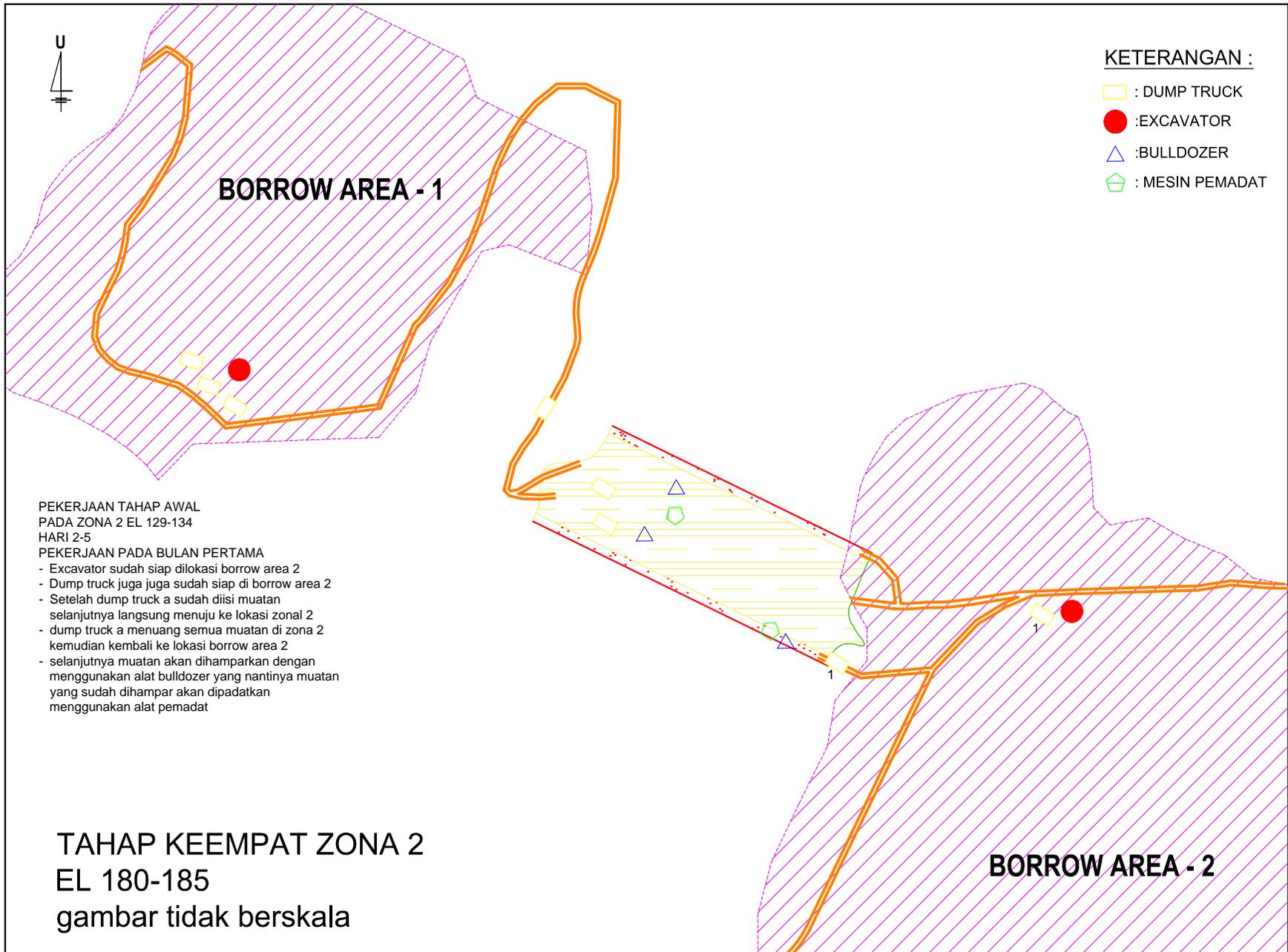
PEKERJAAN TAHAP AWAL
PADA ZONA 1 EL 129-134
HARI 1-4

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap dilokasi borrow area 1
- 3 dump truck juga sudah siap di borrow area 1
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 1
- setelah dump truck a menuang semua muatan kemudian disusul oleh dump truck b dan dump truck c menuang muatan dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 1 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 1
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



TAHAP KEEMPAT ZONA 1
EL 180-185
gambar tidak berskala



KETERANGAN :

- : DUMP TRUCK
- : EXCAVATOR
- : BULLDOZER
- : MESIN PEMADAT

BORROW AREA - 1

BORROW AREA - 2

PEKERJAAN TAHAP AWAL
 PADA ZONA 2 EL 129-134
 HARI 2-5
 PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap dilokasi borrow area 2
- Dump truck juga juga sudah siap di borrow area 2
- Setelah dump truck a sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 2
- dump truck a menuang semua muatan di zona 2 kemudian kembali ke lokasi borrow area 2
- selanjutnya muatan akan dihamparkan dengan menggunakan alat bulldozer yang nantinya muatan yang sudah dihampar akan dipadatkan menggunakan alat pematat

TAHAP KEEMPAT ZONA 2
EL 180-185
 gambar tidak berskala

PEKERJAAN TAHAP KEDUA
 PADA ZONA 3 EL 129-134
 HARI 27-30

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- 2 Excavator sudah siap dilokasi borrow area 3
- 6 dump truck juga sudah siap di borrow area 3
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 3
- setelah dump truck a dan b menuang semua muatan kemudian dump truck c menuang muatan, dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 3 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- sama setelah dump truck d dan e sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 3
- setelah dump truck d dan e menuang semua muatan kemudian dump truck f menuang muatan dan dump truck d kembali ke lokasi borrow area 3

- yang akan disusul dump truck e dan kemudian dump truck f
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 3
 - muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



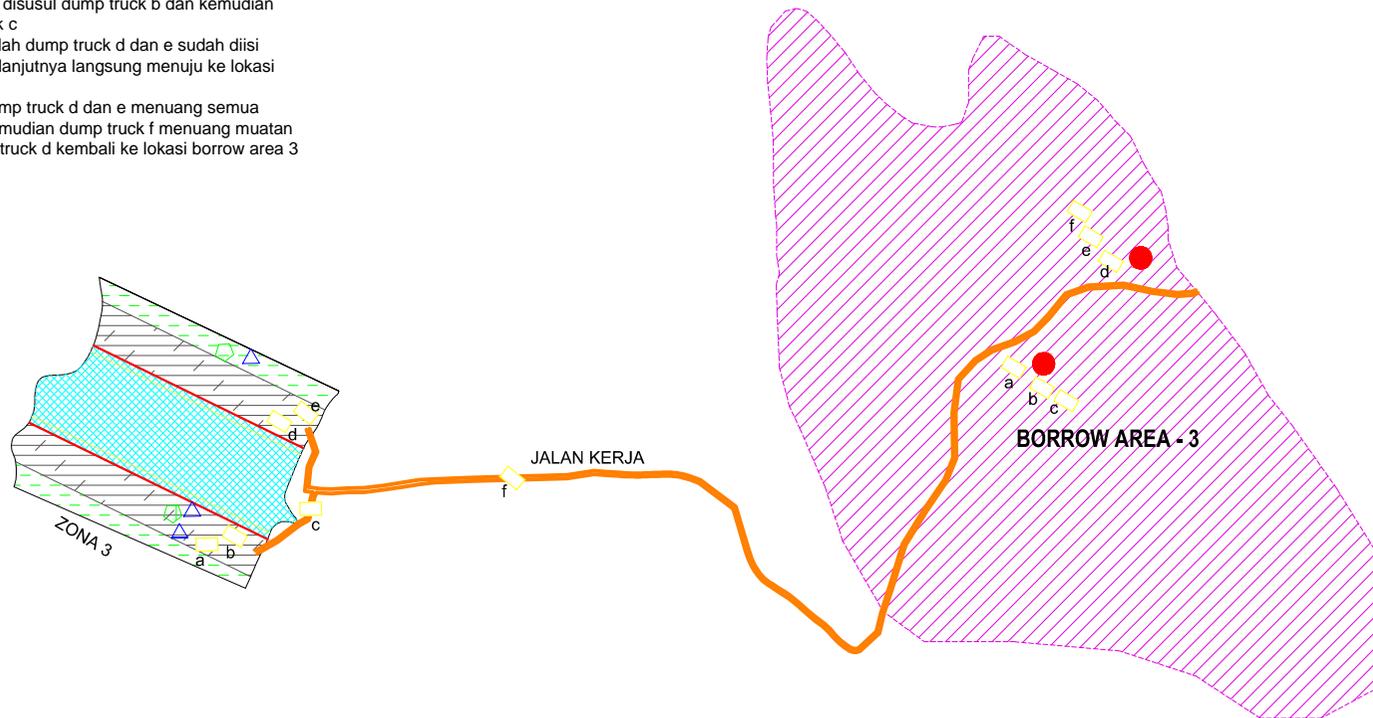
KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

◻ : MESIN PEMADAT



TAHAP KEEMPAT ZONA 3
EL 180-185
 gambar tidak berskala

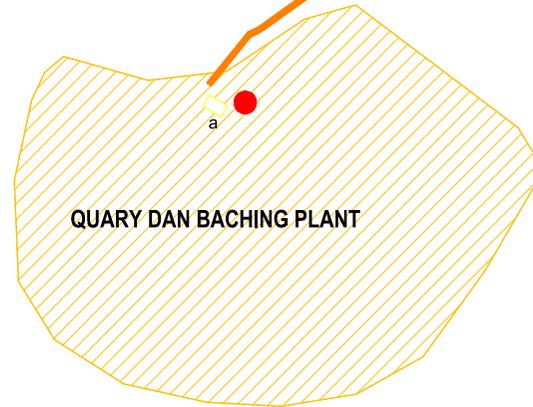
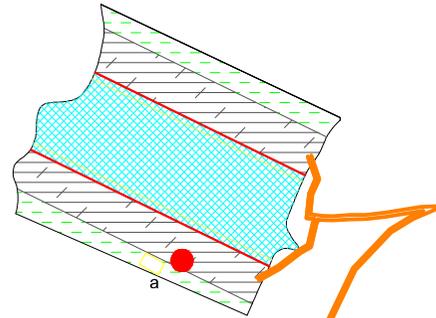


PEKERJAAN TAHAP KEDUA
PADA ZONA 4 EL 142-147

HARI 28-1(dibulan kedua)

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap dilokasi stock pile
- dump truck juga sudah siap di lokasi stock pile
- setelah dump truck terisi muatan, kemudian menuju lokasi zona 4
- dump truck menuang muatan pada lokasi zona 4
- excavator yang berada pada lokasi zona 4 meletakkan muatan yang sudah dihampar pada titik lokasi



KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

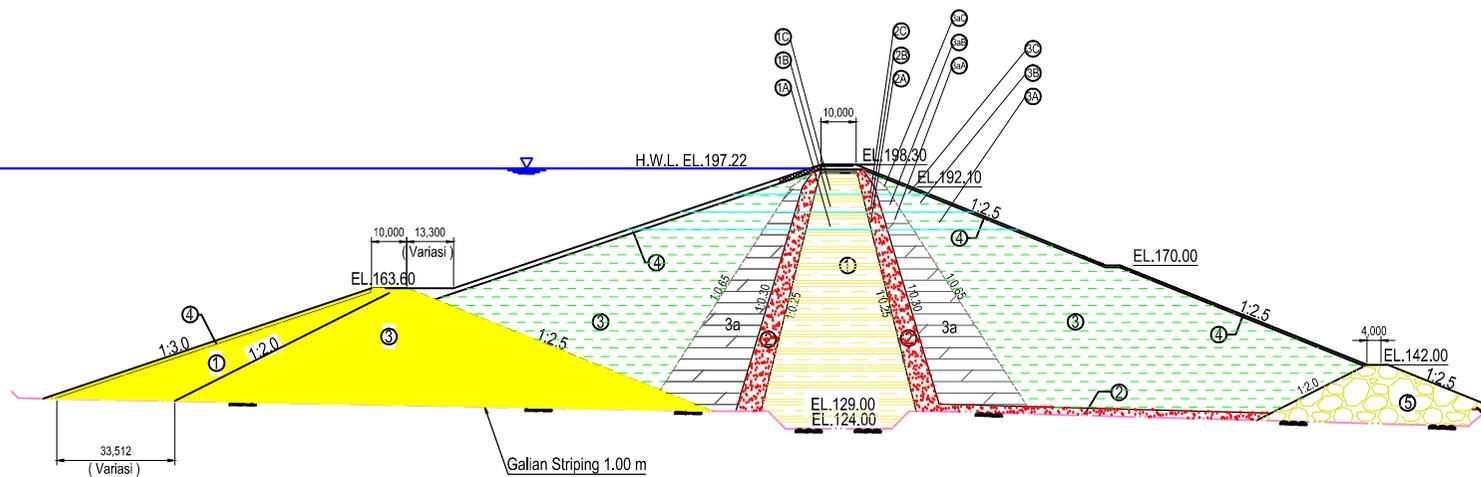
△ : BULLDOZER

◻ : MESIN PEMADAT

TAHAP KEEMPAT ZONA 4

EL 180-185

gambar tidak berskala



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP KEEMPAT
EL : + 180.00 S/D EL : + 198.30
gambar tidak berskala



BORROW AREA - 1

KETERANGAN :

-  : DUMP TRUCK
-  : EXCAVATOR
-  : BULLDOZER
-  : MESIN PEMADAT

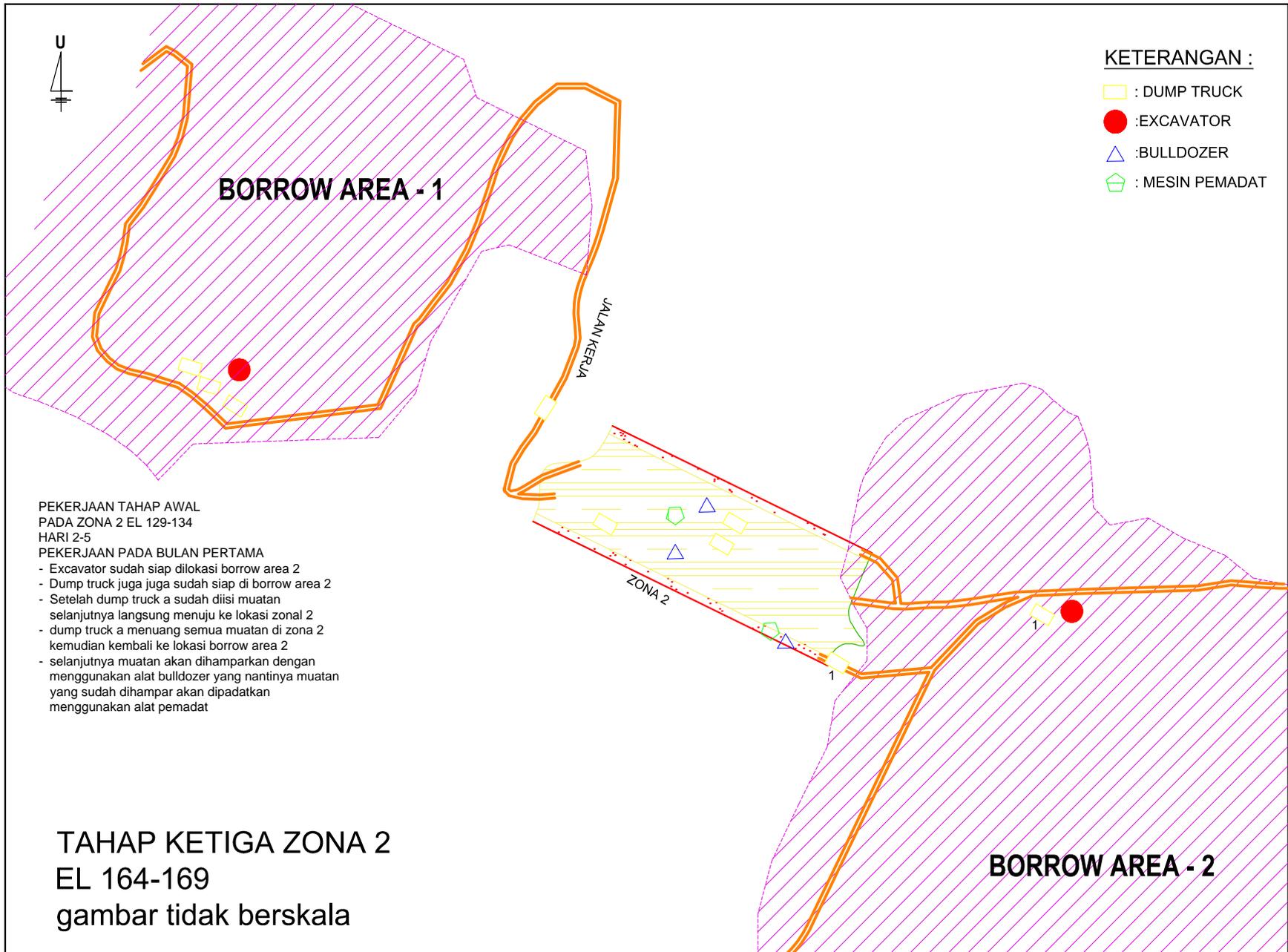
PEKERJAAN TAHAP AWAL
PADA ZONA 1 EL 129-134
HARI 1-4

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap dilokasi borrow area 1
- 3 dump truck juga sudah siap di borrow area 1
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 1
- setelah dump truck a menuang semua muatan kemudian disusul oleh dump truck b dan dump truck c menuang muatan dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 1 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 1
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



TAHAP KETIGA ZONA 1
EL 164-169
gambar tidak berskala



PEKERJAAN TAHAP KEDUA
 PADA ZONA 3 EL 129-134
 HARI 27-30

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- 2 Excavator sudah siap dilokasi borrow area 3
- 6 dump truck juga sudah siap di borrow area 3
- setelah dump truck a dan b sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 3
- setelah dump truck a dan b menuang semua muatan kemudian dump truck c menuang muatan, dan dump truck a kembali ke lokasi borrow area 3 yang akan disusul dump truck b dan kemudian dump truck c
- sama setelah dump truck d dan e sudah diisi muatan selanjutnya langsung menuju ke lokasi zonal 3
- setelah dump truck d dan e menuang semua muatan kemudian dump truck f menuang muatan dan dump truck d kembali ke lokasi borrow area 3

- yang akan disusul dump truck e dan kemudian dump truck f
- muatan yang sudah dituang kemudian akan dihamparkan oleh alat bulldozer yang sudah berada di lokasi zona 3
- muatan yang sudah dihamparkan kemudian dipadatkan dengan alat pemadat



KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

△ : BULLDOZER

◻ : MESIN PEMADAT



TAHAP KETIGA ZONA 3
EL 164-169
 gambar tidak berskala



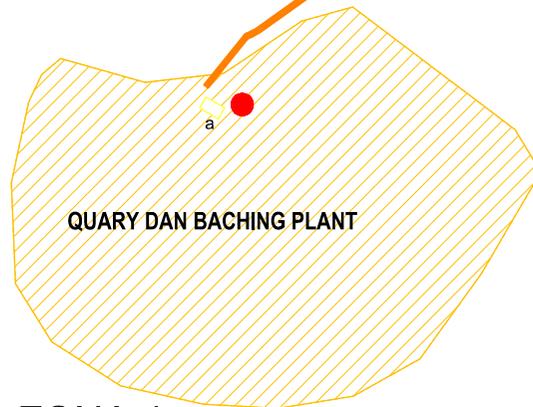
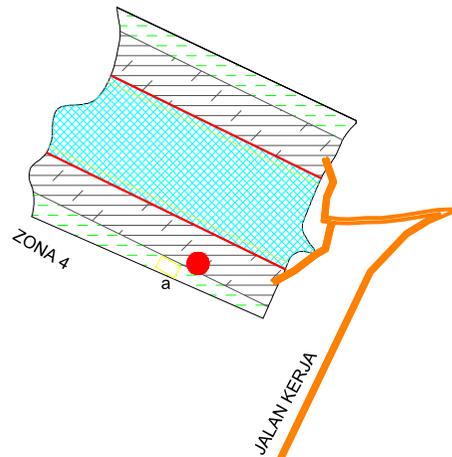
PEKERJAAN TAHAP KEDUA

PADA ZONA 4 EL 142-147

HARI 28-1(dibulan kedua)

PEKERJAAN PADA BULAN PERTAMA

- Excavator sudah siap di lokasi stock pile
- dump truck juga sudah siap di lokasi stock pile
- setelah dump truck terisi muatan, kemudian menuju lokasi zona 4
- dump truck menuang muatan pada lokasi zona 4
- excavator yang berada pada lokasi zona 4 meletakkan muatan yang sudah dihampar pada titik lokasi



KETERANGAN :

□ : DUMP TRUCK

● : EXCAVATOR

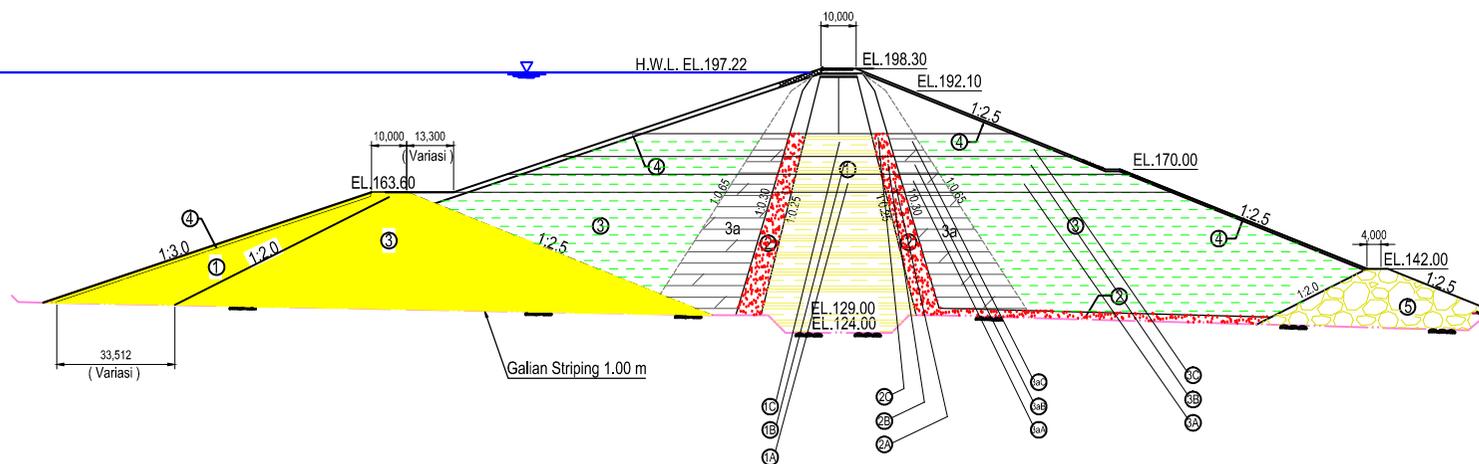
△ : BULLDOZER

◻ : MESIN PEMADAT

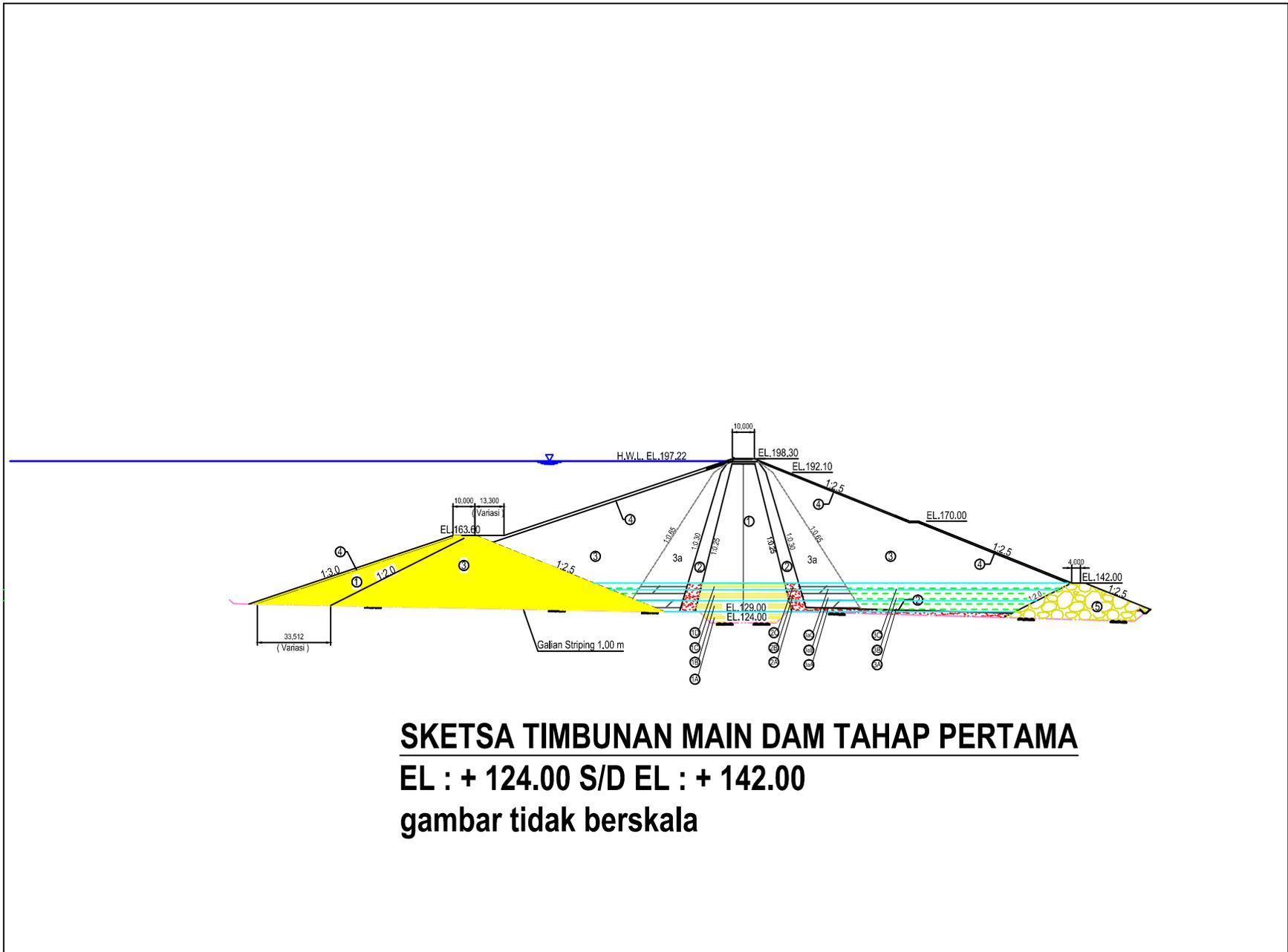
TAHAP KETIGA ZONA 4

EL 164-169

gambar tidak berskala



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP KETIGA
EL : + 163.60 S/D EL : + 180.00
gambar tidak berskala



SKETSA TIMBUNAN MAIN DAM TAHAP PERTAMA

EL : + 124.00 S/D EL : + 142.00

gambar tidak berskala

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Rahmat Yuliansa. Dilahirkan di Probolinggo, 16 Juli 1995, merupakan anak sulung. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Taman Indria Probolinggo, SDN Tisnonegaran 1 Probolinggo, SMP Negeri 5 Probolinggo, dan SMA Negeri 4 Probolinggo. Setelah lulus dari SMAN

di tahun 2014, penulis mengikuti tes dan di terima di ITS Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 10111400000139. Di jurusan Teknik Infrastruktur Sipil ini Penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh jurusan Himpunan Mahasiswa Teknik Infrastruktur Sipil dan pernah mengikuti lomba di berbagai Perguruan Tinggi, diantaranya: Lomba Rancangan Bendungan Berbasis Eco-Green Contruktion di UMM Makasar (CIP-2017). Penulis bisa dihubungi melalui email Rahmat.Yuliansa2020@gmail.com

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhir terapan mengalami berbagai hambatan dan rintangan yang menghadang.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen Pembimbing bapak Dr. Ir. Hemdra Wahyudi , MS selaku dosen pembimbing kami yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta memotivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Dohri Suprayogi sebagai partner TA yang begitu sabar dan telaten. Dan juga telah bekerja sama dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 dan kelas bangunan Transportasi 2014 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman di luar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.



Penulis bernama Dohri Suprayogi. Dilahirkan di Lamongan, 13 Desember 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Aisyiyah Bustanul Athfal VI Babat, SDN Babat 1 Lamongan, SMP Negeri 1 Babat, dan SMA Negeri 1 Babat Kabupaten Lamongan.

Setelah lulus dari SMAN di tahun 2014, penulis mengikuti tes dan di terima di ITS Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 10111400000122. Di jurusan Teknik Infrastruktur Sipil ini Penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh jurusan Himpunan Mahasiswa Teknik Infrastruktur Sipil. Penulis bisa dihubungi melalui email dohrisuprayogi@gmail.com

Dalam kesempatan ini saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, sehingga tugas akhir terapan ini dapat terselesaikan, walaupun selama penyelesaian tugas akhhir terapan mengalami berbagai hambatan dan rintangan yang menghadang.

2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan sepanjang perjalanan selama menempuh pendidikan Diploma, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
3. Dosen Pembimbing bapak Dr. Ir. Hemdra Wahyudi , MS selaku dosen pembimbing kami yang telah membimbing untuk dapat menyelesaikan tugas akhir terapan dengan sebaik-baiknya.
4. Seluruh dosen dan karyawan di kampus ITS Manyar yang telah memberikan pendidikan dan bimbingan serta memotivasi selama saya belajar di kampus ini.
5. Rahmat Yuliansa sebagai partner TA yang begitu sabar dan telaten. Dan juga telah bekerja sama dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.
6. Teman-teman angkatan 2014 dan kelas bangunan Transportasi 2014 yang telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan selama penyusunan tugas akhir terapan ini.
7. Teman-teman di luar kampus ITS yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a selama penyusunan tugas akhir terapan ini.