



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN – VC180609

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TUBUH
BENDUNGAN GONDANG KABUPATEN KARANGANYAR
JAWA TENGAH**

Moh Ali Musyaffak

NRP. 101150000010

Dosen Pembimbing

Ir. Ismail Sa'ud, MMT.

NIP. 196005171989031002

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN
TUBUH BENDUNGAN GONDANG
KABUPATEN KARANGANYAR JAWA
TENGAH**

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 24 Agustus 2020

Disusun Oleh:
Mahasiswa



Moh. Ali Musyaffak

NRP.1011150000010

Dibaca dan Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



Ir. Ismail Sa'ud, MMT.

NIP. 196005171989031002



**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TUBUH
BENDUNGAN GONDANG KABUPATEN
KARANGANYAR JAWA TENGAH**

Nama Mahasiswa : Moh Ali Musyaffak
NRP : 1011150000010
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Ismail Sa'ud, MMT.
NIP : 196005171989031002

ABSTRAK

Bendungan Gondang terletak di Dudun Gondang, Desa Gempolan Kecamatan Kerjo Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Bendungan Gondang dibangun untuk mengatasi masalah-masalah yang sering terjadi di sekitar Bendungan Gondang seperti kekeringan pada musim kemarau serta mengalami banjir di saat musim penghujan dan untuk memakmurkan masyarakat di sekitar Bendungan Gondang yang mayoritas berprofesi sebagai petani sehingga sangat membutuhkan air yang cukup untuk mengairi lahan sawahnya.

Bendungan Gondang merupakan bendungan tipe urugan campuran dengan inti tegak kedap air. Dalam pelaksanaan pembangunan Bendungan Gondang terdapat beberapa jenis pekerjaan antara lain pekerjaan persiapan dan fasilitas pelaksanaan, pekerjaan pengelak, pekerjaan galian pondasi, pekerjaan timbunan, dan pekerjaan bangunan pelimpah.

Pada tubuh bendung Bendungan Gondang terdapat beberapa zona yaitu zona Inti kedap air, zona filter, zona random fill, dan zona rip rap. Oleh karena itu metode pelaksanaan yang digunakan adalah penimbunan yang bertahap.

Dengan dibangunnya Bendungan Gondang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 4.680 Ha, penyediaan air baku 200 liter/detik, PLTA , dan sebagai pereduksi banjir.

Kata Kunci : Bendungan Gondang, Metode pelaksanaan,
Timbunan, Tubuh bendung.

**IMPLEMENTATION METHODS TO BUILD MAIN DAM
CONSTRUCTION OF GONDANG DAM IN KARANGANYAR
DISTRICT CENTRAL JAVA**

Student : Moh Ali Musyaffak
NRP : 1011150000010
Department : Civil Infrastructure Engineering
Counsellor Lecture : Ir. Ismail Sa'ud, MMT.
NIP : 196005171989031002

ABSTRACT

Gondang Dam is located in Gondang Hamlet, Gempolan Village, Kerjo District, Karanganyar Regency, Central Java. The Gondang Dam was built to overcome problems that often occur around the Gondang Dam such as drought during the dry season and experiencing flooding during the rainy season and to prosper the people around the Gondang Dam who mostly work as farmers so they really need enough water to irrigate their rice fields. .

Gondang Dam is a mixed fill type dam with an upright waterproof core. In the implementation of the construction of the Gondang Dam, there are several types of work, among others, preparatory work and implementation facilities, evasion work, foundation excavation work, heap construction, and spillway construction work.

In the Gondang Dam bodies, there are several zones, namely the impermeable core zone, the filter zone, the random fill zone, and the rip rap zone. Therefore, the implementation method used is gradual hoarding.

With the construction of the Gondang Dam, it is hoped that it can meet the needs of irrigation water covering an area of 4,680 hectares, providing raw water 200 liters / second, hydropower, and as a flood reduction.

Keywords: Gondang Dam, Method of execution, Hoard, Body weir.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur Alhamdulillahirrobbilalamin penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala dengan rahmat dan pertolonganNya sehingga tugas akhir terapan yang berjudul **“METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TUBUH BENDUNGAN GONDANG KABUPATEN KARANGANYAR JAWA TENGAH”** ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penyusunan tugas akhir terapan ini merupakan salah satu syarat akademis bagi mahasiswa program studi DIII Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang mempunyai bobot sebesar 5 sks. Melalui tugas akhir terapan ini, penulis dapat mengajukan judul dan literatur untuk penyusunan tugas akhir sebagai syarat kelulusan bagi mahasiswa prodi DIII Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan tugas akhir terapan ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Mohamad Khoiri, ST., MT., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Diploma III Depaetemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.
2. Bapak Ir. Ismail Sa'ud, MMT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Terapan.
3. Arif Gunawan, MT selaku penanggung jawab pada proyek pembangunan bendungan Gondang Karanganyar, Jawa Tengah.
4. Keluarga serta rekan-rekan penulis.
5. Serta pihak-pihak lainnya yang belum disebutkan oleh penulis.

Penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari pihak pembaca sebagai masukan agar penyusunan tugas akhir nantinya dapat terselesaikan dengan baik dan tepat

waktu dan sesuai harapan. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa lainnya dan dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, 17 Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR BAGAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Peta Lokasi	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Definisi Teknis Pekerjaan	4
2.2 Data Teknis	4
2.2.1 Waduk	4
2.2.2 Kegunaan Waduk	4
2.2.3 Bendungan Utama	4
2.3 Metode dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan	6

2.4	Sosial Masyarakat	6
2.5	<i>Barchart</i> (Bagan Balok).....	7
2.5.1	Cara Membuat <i>Barchart</i>	8
2.6	Pemadatan.....	9
2.7	Trial Timbunan Bendungan.....	9
2.8	Alat Berat	10
2.8.1	Jenis-jenis Alat Berat yang digunakan	10
BAB 3	METODOLOGI.....	18
3.1	Pengumpulan Data	18
3.2	Analisa Tahapan Pekerjaan	18
3.3	Metode Pelaksanaan.....	18
3.3.1	Analisa Volume Pekerjaan	18
3.3.2	Analisa Kebutuhan Peralatan, dan Bahan / Material	18
3.3.3	Analisa Waktu	19
3.3.4	Analisa Cara Pelaksanaan.....	19
3.4	Bagan Alir	20
3.5	Jadwal Pelaksanaan	21
BAB 4	ANALISA DATA.....	22
4.1	Pekerjaan Pemetaan.....	22
4.2	Pekerjaan Dewatering.....	33
4.3	Pekerjaan Pembersihan dan Pengupasan.....	38
4.3.1	Pekerjaan Pembersihan (<i>Clearing</i>).....	38

4.3.2	Pekerjaan Pengupasan (<i>Grubbing</i>)	40
4.4	Pekerjaan Galian/ Cutoff.....	41
4.5	Pekerjaan Pemboran dan Grouting.....	44
4.5.1	Pekerjaan Pemboran.....	44
4.5.2	Pekerjaan <i>Grouting</i>	45
4.6	Analisa Volume pekerjaan.....	46
4.7	Analisa Produktivitas Alat Berat dan Bahan..	73
4.7.1	Analisa Produktivitas Alat Berat.....	73
4.7.2	Analisa Bahan.....	100
4.8	Analisa Waktu.....	112
4.9	Cara Pelaksanaan	114
4.9.1	Timbunan zona 1 (Inti Kedap).....	114
4.9.2	Timbunan zona 2 (Filter).....	120
4.9.3	Timbunan zona 3 (<i>Random</i>)	124
4.9.4	Timbunan zona 4 (Rip -Rap).....	128
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	131
5.1	Kesimpulan.....	131
5.2	Saran	133
LAMPIRAN		134
DAFTAR PUSATAKA		141

DAFTAR BAGAN

Bagan 4.1 Diagram alir.....20

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi pembangunan Bendungan Gondang.....	3
Gambar 2.1 Potongan melintang tubuh bendung.....	5
Gambar 2.2 Grafik Hubungan Antara Kadar Air (w) dan Berat Volume Kering (γ_d).....	10
Gambar 2.3 Excavator Back Hoe.....	12
Gambar 2.4 Dump Truck.....	13
Gambar 2.5 Water Tank Truck.....	14
Gambar 2.6 Vibro roller dan Sheepfoot roller.....	15
Gambar 2.7 Bulldozer.....	17
Gambar 4.1 Titik Koordinat Waduk Gondang.....	22
Gambar 4.2 Titik BM As Tubuh Bendungan.....	23
Gambar 4.3 Denah Main Dam.....	24
Gambar 4.4 Garis BM1-BM2(garis Warna Biru).....	25
Gambar 4.5 Ilustrasi Satuan Sudut dalam Deg/Min/Sec....	25
Gambar 4.6 Alat Berdiri diatas Patok BM1, Yalon Berdiri di BM2.....	26
Gambar 4.7 Bidikan Lensa Ke Arah Prisma Yalon.....	26
Gambar 4.8 Tampilan Menu OSET untuk mengatur sudut	27
Gambar 4.9 Tampilan Menu MEAS.....	27
Gambar 4.10 Arahkan Lensa Hingga Sudut Sesuai dengan Daftar Sudut.....	28
Gambar 4.11 Tampilan Sudut Horizontal Pada Alat.....	28
Gambar 4.12 mencoba-coba jarak agar sesuai dengan daftar jarak.....	29
Gambar 4.13 Jarak horizontal pada menu SHV.....	29
Gambar 4.14 Detail patok.....	31
Gambar 4.15 Saluran terbuka dan saluran tempel.....	34
Gambar 4.16 Rincian Saliran Tempel.....	34
Gambar 4.17 Sumuran.....	35
Gambar 4.18 Paritan Terbuka.....	35
Gambar 4.19 Sumuran dan Paritan.....	36

Gambar 4.20 Pembersihan semak belukar dan pohon kecil	38
Gambar 4.21 Pendongkelan pohon	40
Gambar 4.22 Pengupasan.....	40
Gambar 4.23 Potongan Memanjang Volume Galian	42
Gambar 4.24 Ilustrasi pekerjaan pemetaan untuk membuat kemiringan	42
Gambar 4.25 Potongan melintang Eksisting Galian STA B1	43
Gambar 4.26 Penggalian dan Pengangkutan material galian	44
Gambar 4.27 Titik Lubang Pemboran Grouting	44
Gambar 4.28 Skema Peralatan Grouting.....	45
Gambar 4.29 Potongan memanjang Bendungan.....	46
Gambar 4.30 Potongan melintang bendungan	46
Gambar 4.31 Potongan melintang bendungan STA B2	47
Gambar 4.32 Potongan melintang bendungan STA B1	47
Gambar 4.33 Potongan melintang bendungan STA B3	48
Gambar 4.34 Potongan melintang bendungan STA B4	49
Gambar 4.35 Potongan melintang bendungan STA B5	50
Gambar 4.36 Potongan melintang bendungan STA B6	51
Gambar 4.37 Potongan melintang bendungan STA B7	52
Gambar 4.38 Potongan melintang bendungan STA B8	53
Gambar 4.39 Potongan melintang bendungan STA B9	54
Gambar 4.40 Potongan melintang bendungan STA B10....	55
Gambar 4.41 Potongan melintang bendungan STA B11	56
Gambar 4.42 Potongan melintang bendungan STA B12	57
Gambar 4.43 Potongan melintang bendungan STA B13	58
Gambar 4.44 Potongan melintang bendungan STA B14....	59
Gambar 4.45 Potongan melintang bendungan STA B15	60
Gambar 4.46 Potongan melintang bendungan STA B16....	61
Gambar 4.47 Potongan melintang bendungan STA B17....	62
Gambar 4.48 Potongan melintang bendungan STA B18....	63

Gambar 4.49 Potongan melintang bendungan STA B19 ...	64
Gambar 4.50 Potongan melintang bendungan STA B20	65
Gambar 4.51 Potongan melintang bendungan STA B21 ...	66
Gambar 4.52 Potongan melintang bendungan STA B22 ...	67
Gambar 4.53 Potongan melintang bendungan STA B23 ...	68
Gambar 4.54 Grafik γ_{zav} dan WC Optimum zona 1	101
Gambar 4.55 Grafik γ_{zav} dan WC Optimum zona 2	103
Gambar 4.56 Grafik γ_{zav} dan WC Optimum zona 3	104
Gambar 4.57 Skematik trial embankment.....	106
Gambar 4.58 Pengangkutan timbunan inti dari Borrow Area	114
Gambar 4.59 Penghamparan Material diikuti Penyiraman Air.....	115
Gambar 4.60 Pemadatan menggunakan Sheepfoot Roller	115
Gambar 4.61 Peralatan Sand Cone Test.....	118
Gambar 4.62 Pengangkutan timbunan filter halus dari Stockpile.....	121
Gambar 4.63 Penghamparan Material diikuti Penyiraman Air.....	121
Gambar 4.64 Pemadatan menggunakan Bulldozer	122
Gambar 4.65 Pengangkutan material timbunan Random dari Stockpile.....	125
Gambar 4.66 Penghamparan Material diikuti Penyiraman Air.....	125
Gambar 4.67 Pemadatan menggunakan Bulldozer	126
Gambar 4.68 Pengangkutan material Rip Rap dari Stockpile	129
Gambar 4.69 Penataan material Rip Rap di lokasi.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel rencana pelaksanaan Tugas Akhir	21
Tabel 4.2 Koordinat UTM STA Potongan Bendungan.....	30
Tabel 4.3 Rekap Volume pada STA B1- STA B2	47
Tabel 4.4 Rekap volume pada STA B2 - STA B3	48
Tabel 4.5 Rekap volume pada STA B3 - STA B4	49
Tabel 4.6 Rekap volume pada STA B4 - STA B5	50
Tabel 4.7 Rekap volume pada STA B5 - STA B6	51
Tabel 4.8 Rekap volume pada STA B6 - STA B7	52
Tabel 4.9 Rekap volume pada STA B7 - STA B8	53
Tabel 4.10 Rekap volume pada STA B8 - STA B9	54
Tabel 4.11 Rekap volume pada STA B9 - STA B10	55
Tabel 4.12 Rekap volume pada STA B10 - STA B11	56
Tabel 4.13 Rekap volume pada STA B11 - STA B12	57
Tabel 4.14 Rekap volume pada STA B12 - STA B13	58
Tabel 4.15 Rekap volume pada STA B13 - STA B14	59
Tabel 4.16 Rekap volume pada STA B14 - STA B15	60
Tabel 4.17 Rekap volume pada STA B15 - STA B16	61
Tabel 4.18 Rekap volume pada STA B16 - STA B17	62
Tabel 4.19 Rekap volume pada STA B17 - STA B18	63
Tabel 4.20 Rekap volume pada STA B18 - STA B19	64
Tabel 4.21 Rekap volume timbunan zona 1	69
Tabel 4.22 Rekap volume timbunan zona 2	70
Tabel 4.23 Rekap volume timbunan zona 3	71
Tabel 4.24 Rekap volume timbunan zona 4	72
Tabel 4.25 Rekap volume seluruh zona	73
Tabel 4.26 Koefisien bucket (Fb)	74
Tabel 4.27 Faktor konversi galian (Fv)	74
Tabel 4.28 Faktor koefisien alat (Fa)	75
Tabel 4.29 Koefisien bucket (Fb)	78
Tabel 4.30 Faktor konversi galian (Fv)	79
Tabel 4.31 Koefisien bucket (Fb)	82

Tabel 4.32 Faktor konversi galian (Fv).....	83
Tabel 4.33 Koefisien bucket (Fb).....	86
Tabel 4.34 Faktor konversi galian (Fv).....	86
Tabel 4.35 Rekap produktivitas alat berat.....	88
Tabel 4.36 Rincian jumlah hari kerja	89
Tabel 4.37 Rekap Kebutuhan alat berat	95
Tabel 4.38 Penempatan alat pada zona 3	97
Tabel 4.39 Hasil tes lab Density Determination zona 1 ...	101
Tabel 4.40 Hasil tes lab density determination zona 2.....	102
Tabel 4.41 Hasil tes lab density determination Zona 3	104
Tabel 4.42 Alat berat yang digunakan	107
Tabel 4.43 Hasil trial embankment zona 1.....	108
Tabel 4.44 Hasil trial embankment zona 2.....	110
Tabel 4.45 Hasil trial embankment zona 3.....	111

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan Gondang terletak di sungai Garuda yang berhulu di kaki gunung Lawu Desa Gondang Kecamatan Kerjo Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Bendungan Gondang dibangun untuk mengatasi masalah-masalah yang sering terjadi di sekitar daerah Bendungan tersebut, seperti kekeringan pada musim kemarau serta mengalami banjir di saat musim penghujan dan untuk memakmurkan masyarakat di sekitar Bendungan Gondang yang mayoritas berprofesi sebagai petani sehingga sangat membutuhkan air yang cukup untuk mengairi lahan sawahnya. Bendungan Gondang berfungsi untuk irigasi seluas 4.680 Ha, penyediaan air baku 200 liter/detik, PLTA , dan sebagai pereduksi banjir.

Menurut Dr. Suyono Sosrodarsono pada bukunya yang berjudul “Bendungan Type Urugan” bendungan urugan berdasarkan pada ukuran butiran dari bahan timbunan yang digunakan, dibagi menjadi 2 tipe, yaitu bendungan urugan batu dan urugan tanah (Sosrodarsono, 1977). Bendungan Gondang merupakan bendungan yang bertipe bendungan urugan campuran dengan inti tegak kedap air. yang dalam proses pembangunannya dengan cara menimbun bahan bahan seperti batu, kerikil, clay, dan tanah. Terdapat 4 zona di dalam tubuh utama Bendungan Gondang yaitu zona Inti kedap air, zona filter, zona random fill, dan zona rip rap. Dan dalam penimbunannya tidak bisa langsung menimbun 4 zona dalam satu waktu. Oleh karena itu perlu metode pelaksanaan yang tepat dan efisien dalam proses menimbun tiap tiap zona pada tubuh bendung Bendungan Gondang. . Pada proyek tugas akhir ini kami mengambil perencanaan metode pelaksanaan pembangunan tubuh bendung Bendungan Gondang yang efektif dan efisien.

Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa volume pekerjaan tubuh Bendungan Gondang ?
2. Berapa kebutuhan peralatan, dan bahan yang digunakan pada pembangunan tubuh Bendungan Gondang?
3. Berapa waktu yang diperlukan untuk pembangunan tubuh Bendungan Gondang ?
4. Bagaimana cara pelaksanaan Dewatering?
5. Bagaimana metode pelaksanaan timbunan tubuh Bendungan Gondang?

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, maka batasan masalah yang tidak dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas mengenai RAB proyek.
2. Tidak membahas kurvas S proyek.
3. Tidak membahas jenis pekerjaan selain penimbunan untuk tubuh bendung(*main dam*).
4. Tidak membahas perhitungan kebutuhan pompa pada proses *Dewatering*.
5. Tidak membahas perhitungan lain selain perhitungan volume timbunan dan produksi alat berat.

1.3 Tujuan

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menghitung volume pekerjaan tubuh Bendungan Gondang Karanganyar.
2. Analisa kebutuhan peralatan, dan kebutuhan bahan pada pekerjaan pembangunan tubuh Bendungan Gondang Karanganyar.
3. Analisa jadwal pelaksanaan yang efisien dan tepat dengan menggunakan *Bar Chart* (Bagan Balok).

1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini untuk mendapatkan metode pelaksanaan pembangunan tubuh Bendungan Gondang yang tepat dan efisien, serta bisa bermanfaat untuk penyedia jasa dan stekholder yang bersangkutan.

1.5 Peta Lokasi

Bendungan Gondang secara administratif terletak di Dusun Gondang, Desa Gempolan, Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar. Bendungan Gondang membentang dan membendung Sungai Garuda yang terletak di hulu kaki Gunung Lawu. Secara geografis Desa Gempolan terletak pada koordinat $110^{\circ}40'$ - $110^{\circ}70'$ BT dan $7^{\circ}28'$ - $7^{\circ}46'$ LS dan berada di ketinggian ± 500 meter diatas permukaan air laut



(Sumber :Dokumen PT. Waskita Karya Bendungan Gondang)
Gambar 1.1 Lokasi pembangunan Bendungan Gondang

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Definisi Teknis Pekerjaan

Metode Kerja (Work Method) memiliki definisi menurut Pedoman Pengawasan Penyelenggara Pekerjaan Konstruksi adalah cara pelaksanaan kegiatan pekerjaan dengan susunan bahan, peralatan dan tenaga manusia yang menghasilkan produk pekerjaan dalam bentuk satuan volume dan biaya. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 2008).

Analisis Pendekatan Teknis (Technical Analysis) adalah perhitungan pendekatan teknis atas kebutuhan sumber daya material, tenaga kerja, dan peralatan untuk melaksanakan dan menyelesaikan pekerjaan konstruksi. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2008).

2.2 Data Teknis

2.2.1 Waduk

Kapasitas tampungan total	: 9,15jt m ³
Kapasitas tampungan efektif	: 7,06jt m ³
Kapasitas tampungan mati	: 2,09jt m ³

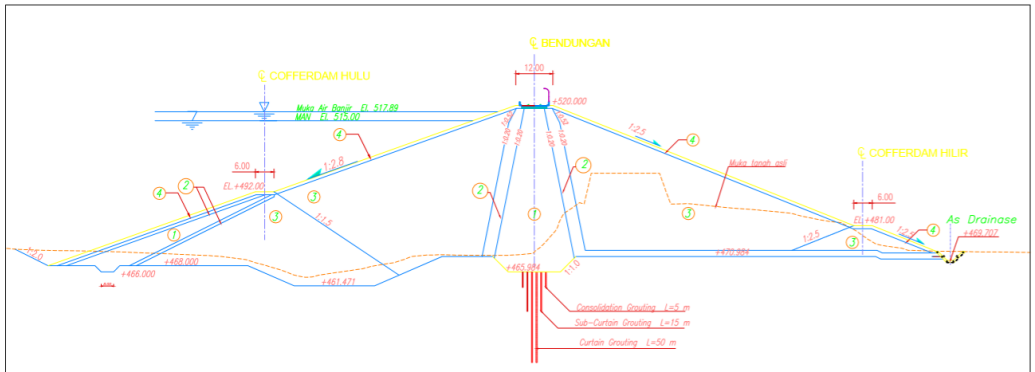
2.2.2 Kegunaan Waduk

Persediaan air irigasi	: 4.680 Ha
Persediaan air baku	: 200 liter/detik
Energi listrik	: 0,6 MW
Reduksi banjir	: 639,22 m ³ /detik

2.2.3 Bendungan Utama

Type	: Bendungan Urugan Type Zonal dengan inti tegak
Elevasi Puncak	: EL. +520,00 m
Tinggi Bendungan	: 71,00 m (dari galian pondasi)
Lebar Bendungan	: 12 m
Panjang Bendungan	: 604 m

(Sumber : Dokumen PT. Waskita Karya Bendungan Gondang)



Gambar 2.1 Potongan melintang tubuh bendung

2.3 Metode dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Data-data yang terkait dalam pembuatan proyek akhir ini yang berupa peta lokasi, data perencanaan yang dilanjutkan dengan survey lokasi proyek. Dalam metode dan waktu pelaksanaan proyek harus mempertimbangkan beberapa faktor (Mahayana, 2017) antara lain:

- a. Perencanaan yang matang
Salah satu yang membuat keberhasilan pelaksanaan suatu proyek adalah meninjau faktor geologi dan meninjau faktor sosial masyarakat yang ada terlebih dahulu.
- b. Pelaksanaan yang tepat
Untuk menunjang keberhasilan pembangunan proyek diperlukan pelaksanaan yang sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dan menggunakan metode pelaksanaan yang telah ditentukan.
- c. Waktu pelaksanaan
Pembangunan bendungan Gondang merupakan proyek *multi years* masa pelaksanaan dibutuhkan untuk proyek Bendungan Gondang direncanakan selama 4 tahun.
- d. Pengawasan ketat berjalanya proyek
Sebuah proyek pembangunan bendungan memerlukan ketepatan pekerjaan agar tidak terjadi masalah pada bangunan dikemudian hari. Sehingga diperlukan pengawasan yang sangat ketat saat berjalanya sebuah proyek.

2.4 Sosial Masyarakat

Sumber daya manusia (SDM) yang tersedia sangat dibutuhkan pada pelaksanaan pekerjaan tersebut. Pada proyek ini tenaga kerja bisa diajak kerjasama demi terselesaikannya proyek ini. Pelaksanaan proyek ini dianjurkan menggunakan tenaga kerja yang diambil dari penduduk setempat.

2.5 *Barchart* (Bagan Balok)

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *Barchart* atau Diagram Batang atau Bagan Balok. *Barchart* adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom *vertikal*, sementara waktu ditempatkan dalam baris *horizontal*. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok *horizontal* di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu *horizontal* pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992) dalam buku (Widiasanti & Lenggogeni, 2013).

Barchart atau Ganttchart digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi. Hal ini karena *Barchart* memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
2. Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
3. Bila digabungkan dengan metode lain, seperti Kurva S, dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya.

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, penggunaan metode bagan balok terbatas karena kendala-kendala berikut (Callahan, 1992).

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaruan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaruan segera menjadi "kuno" dan menurun daya gunanya.
3. untuk proyek berukuran sedang dan besar', lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan

menghadapi kesulitan. Aturan umum penggunaan penjadwalan dengan *Barchart* menyatakan bahwa metode ini hanya digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan, karena jika lebih dari 100, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan

2.5.1 Cara Membuat *Barchart*

Penggunaan *Barchart* bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan. Penggambaran *Barchart* terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom tersusun urutan kegiatan yang disusun secara berurutan, sedangkan baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa hari, minggu, ataupun bulan. Perincian yang terdapat pada *barchart* adalah sebagai berikut.

1. Pada sumbu horizontal X tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan akhir suatu kegiatan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.
2. Pada sumbu vertikal Y dicantumkan kegiatan atau aktivitas proyek dan digambar sebagai balok.
3. Perlu diperhatikan urutan antara kegiatan satu dengan lainnya, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain.
4. Format penyajian *barchart* yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.
5. Jika *barchart* atau bagan balok dibuat berdasarkan jaringan kerja *Activity on Arrow*, maka yang pertama kali digambarkan atau dibuat baloknya adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan nonkritis.

Penentuan unsur-unsur pada suatu *Barchart* bergantung pada kebutuhan proyek.

2.6 Pemadatan

Pada pembuatan timbunan tanah untuk jalan raya, dam tanah, dan banyak struktur Teknik lainnya, tanah yang lepas (renggang) haruslah dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya. Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pemadatan juga dapat menurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (embankments). Penggilas besi berpermukaan halus (smooth-wheels rollers), dan penggilas getar (vibratory rollers) adalah alat alat yang digunakan di lapangan untuk pemadatan tanah (Das, Endah, & Mochtar, 1995).

2.7 Trial Timbunan Bendungan

Pada pekerjaan trial timbunan ini, dilakukan pengujian pemadatan standar (*Proctor Test*) di laboratorium untuk mengetahui kadar air optimum tanah dan berta volume kering material timbunan tubuh bendungan (Suprayogi & Yuliansa, 2018).

Pada uji pemadatan standar, tanah dipadatkan dalam sebuah silinder bervolume $1/30 \text{ ft}^3$ ($=943.3 \text{ cm}^3$). Diameter cetakan tersebut 4 in ($=101.6 \text{ mm}$). cetakan itu dikelem pada sebuah pelat dasar dan di atasnya diberi perpanjangan (juga berbentuk siliner). Tanah dicampur air dengan kadar air berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk dengan berat 5.5 lb ($=2.5 \text{ kg}$), tinggi jatuh 12 in ($=304.8 \text{ cm}$). 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.

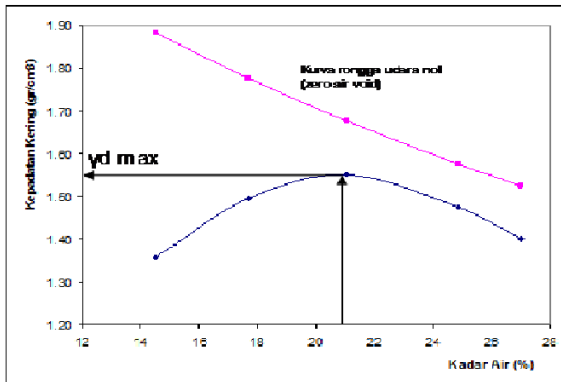
Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah (γ) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung:

$$\gamma = W/V \dots\dots\dots (\text{Das et al., 1995})$$

Keterangan:

W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V = volume cetakan



Gambar 2.2 Grafik Hubungan Antara Kadar Air (w) dan Berat Volume Kering (γ_d)

2.8 Alat Berat

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 jadwal 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.
2. Karakteristik pekerjaan.
3. Teknik pelaksanaan pekerjaan.
4. Kapasitas pekerjaan yang dibutuhkan.

2.8.1 Jenis-jenis Alat Berat yang digunakan

Pada pekerjaan pembangunan tubuh bendung bendungan diperlukan alat berat/ peralatan yang menunjang pekerjaan. Berikut ini adalah alat berat yang

digunakan dalam pembangunan tubuh bendung Bendungan Gondang.

1. *Excavator Backhoe*
2. *Dump truck*
3. *Water tank truck*
4. *Vibro Roller*
5. *Wheel loader*
6. *Bulldozer*

1. *Excavator*

Excavator adalah sebuah peralatan penggali, pengangkat dan pemuat tanah tanpa terlalu banyak berpindah tempat. (Sulistono, 1996). Ada beberapa jenis *attachment* yang biasa digunakan pada excavator antara lain : *shovels, back hoe, dragline, clamshell*

- Waktu kerja dan siklus *Excavator*

Gerakan-gerakan *excavator backhoe* dalam beroperasi ada 4 macam, diantaranya adalah :

- Pengisian *bucket (land bucket)*
- Mengangkat dan *swing (swing loaded)*
- membuang (*dumping*)
- Mengayun balik (*swing empty*)

Empat gerakan diatas akan didapatkan *cycle time* yang menentukan lama waktu siklus, tetapi waktu ini juga tergantung dari ukuran *backhoe*, dan medan kerja yang berat.

- Perhitungan produksi *excavator*

Beberapa faktor koreksi yang dapat mempengaruhi produktifitas *backhoe* yaitu :

- a. Kondisi pekerjaan
 - Jenis tanah
 - Tipe pembuangan
 - Kemampuan operator
 - Pengaturan
- b. Faktor mesin
 - *Attachment* yang cocok

- Kapasitas *bucket*
- Waktu dan siklus
- c. Faktor *swing* dan kedalaman galian

Dalam pengoprasian makin dalam pemotongan yang diukur dari permukaan tempat *excavator* beroperasi semakin sulit pula untuk mengisi *bucket* secara optimal dengan sekali gerakan.

- d. Faktor pengisian material

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

$$Q = \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v}$$

(Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2013)

Keterangan :

Q = Kapasitas per jam (m^3 /jam)

q = Kapasitas *bucket* (m^3)

F_b = Faktor *bucket*

F_a = Faktor efisiensi alat

F_v = Faktor konversi kedalaman

T_s = Waktu siklus (menit)



Gambar 2.3 Excavator Back Hoe

(Sumber : Dokumen Pribadi)

2. *Dump truck*

Dump truck merupakan peralatan pengangkut yang berfungsi sebagai alat angkut, tanpa kemampuan menggali / memuat (*sulistiono, 1996*). Dalam pekerjaan pengelak *Dump Truck* berfungsi sebagai pemuat material hasil galian tanah untuk dibawa *Spoil Bank* atau *Stock Pile*.

- Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas suatu alat tergantung dari waktu siklusnya. Waktu siklus dari dump truck terdiri dari jumlah siklus excavator mengisi truck dan waktu siklus excavator, jarak, dan kecepatan.

Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas dump truck adalah :

$$Q = \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$$

Keterangan :

Q = Kapasitas per jam (m³/jam)

q = Kapasitas angkut (m³)

B = Koefisien muat

f = Koefisien konversi volume tanah

Fa = Faktor efisiensi alat

TS = Waktu Siklus (menit)



Gambar 2.4 Dump Truck

(Sumber : Dokumen Pribadi)

3. *Water Tank Truck*

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



Gambar 2.5 *Water Tank Truck*

(Sumber : Dokumen Pribadi)

4. *Vibro Roller dan Sheepfoot Roller*

Vibro roller merupakan sebuah alat penggilas pemadat bergetar yang berfungsi untuk menggetarkan tanah yang akan dipadatkan supaya ikatan butir pada tanah menjadi lepas dan menyusun diri kembali menjadi butir yang lebih rapat.

- Perhitungan produksi *Vibro roller/Sheepfoot Roller*

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas *Vibro roller* yaitu :

- Kondisi lapangan pekerjaan
- Faktor peralatan
- Faktor cuaca
- Faktor material

Kapasitas produksi *Vibro Roller* dapat dihitung cara :

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

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

Keterangan :

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

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

B₂ = lebar efektif pemadatan (m)

V = kecepatan gilas (Km/jam)

E = efisiensi

N = banyaknya lintasan

D = tebal lapisan timbunan (m)

f = koefisien konversi volume tanah



Gambar 2.6 *Vibro roller dan Sheepfoot roller*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

5. *Wheel loader*

Wheel loader adalah alat pemuat beroda karet (ban) untuk landasan kerja relatif rata, kering dan kokoh. Berfungsi sebagai pemuat tanah/bahan lain kedalam alat angkut. Ada beberapa hal dalam pengoperasian loader yang harus diperhatikan yaitu hal yang berkaitan dengan pengisian bucket loader dan pembongkaran muatan loader untuk efisiensi kerja.

- Perhitungan produksi *Wheel loader*

$$Q = \frac{60 \times q \times E \times f}{Cm}$$

Keterangan :

Q = Produksi alat berat (m³/jam)

q = kapasitas truk mixer (m³)

E = efisiensi kerja

f = koefisien konversi tanah

Cm = *Cycle time* (menit)

6. *Bulldozer*

Bulldozer merupakan *tractor* yang dipasangkan pisau atau *blade* di bagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong atau memotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan adalah alat pemuat beroda karet (ban) untuk landasan kerja relatif rata, kering dan kokoh. Berfungsi sebagai pemuat tanah/bahan lain kedalam alat angkut. Ada beberapa hal dalam pengoperasian loader yang harus diperhatikan yaitu hal yang berkaitan dengan pengisian bucket loader dan pembongkaran muatan loader untuk efisiensi kerja.

- Perhitungan produksi *Bulldozer*

$$Q = \frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$$

Keterangan :

Q = Produksi alat berat (m³/jam)

q = Kapasitas blade (m³)

Fa = Faktor efisiensi alat

CT = *Cycle Time* (menit)



Gambar 2.7 Bulldozer

(Sumber : Dokumen Pribadi)

BAB 3

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari Instansi/Konsultan dan Kontraktor yang berupa :

1. Peta lokasi
2. Data spesifikasi teknis Bendungan Gondang
3. Jenis-jenis pekerjaan tubuh bendung/bendung utama
4. Gambar rancangan tubuh bendung

3.2 Analisa Tahapan Pekerjaan

Dari data-data yang telah dikumpulkan maka ada beberapa jenis pekerjaan pada pembangunan tubuh bendung antara lain :

1. Pekerjaan pengambilan material dari *Stock Pile*
2. Pekerjaan pengangkutan material dari *Stock Pile*
3. Pekerjaan penghamparan
4. Pekerjaan Pematatan

3.3 Metode Pelaksanaan

Metode Pelaksanaan adalah cara pelaksanaan pekerjaan konstruksi berdasarkan urutan kegiatan yang logik, realistik dan dapat dilaksanakan dengan menggunakan sumber daya secara efisien. (*Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Kontruksi ; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008*).

3.3.1 Analisa Volume Pekerjaan

Menganalisa volume pekerjaan yang bertujuan untuk mengetahui jumlah peralatan, tenaga kerja, bahan / material, dan waktu yang dibutuhkan.

3.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan, dan Bahan / Material

Untuk kelancaran pelaksanaan dan memperoleh hasil maksimal maka dalam proyek pembangunan Bendungan Gondang khususnya pada pekerjaan tubuh bendung

diperlukan alat penunjang berupa alat berat dan tenaga kerja yang sesuai kebutuhan lapangan, sehingga pembangunan dapat diselesaikan sesuai dengan rencana yang ditentukan.

3.3.3 Analisa Waktu

Menganalisa waktu yang digunakan dalam pembangunan bendungan Gondang agar berjalan dengan tepat dan efisien.

3.3.4 Analisa Cara Pelaksanaan

Menganalisa cara yang digunakan untuk pekerjaan pembangunan tubuh Bendungan Gondang.

3.4 Bagan Alir



Bagan 3.1 Diagram alir

3.5 Jadwal Pelaksanaan

NO	Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengumpulan data	■																							
2	Persiapan					■																			
3	Pembuata Proposal Tugas Akhir Terapan									■															
4	Seminar Proposal Tugas Akhir Terapan													■											
5	Studi literatur																	■							
6	Analisa Data																	■							
7	Pembimbingan Tugas Akhir Terapan																	■							
8	Penyusunan Tugas Akhir Terapan																	■							
9	Persiapan Sidang Tugas Akhir Terapan																					■			
10	Sidang Tugas Akhir terapan																								■

Tabel 3.1 Tabel rencana pelaksanaan Tugas Akhir

BAB 4 ANALISA DATA

4.1 Pekerjaan Pemetaan

Metode pekerjaan pemetaan pada lokasi proyek Bendungan Gondang adalah sebagai berikut :

- a. Proses pencarian titik koordinat Waduk Gondang



Gambar 4.1 Titik Koordinat Waduk Gondang

Titik koordinat as Bendungan Gondang Titik BM Utama Bendungan Gondang terletak di Jl. Kecamatan Kerjo Titik BM Utama berjarak sekitar 1 km dari lokasi proyek pembangunan Bendungan Gondang dengan koordinat $X = 507385.161$ dan $Y = 9164579.817$. Dengan acuan koordinat X dan Y yang telah diketahui dapat dicari koordinat UTM. Dan untuk menentukan titik tersebut dapat dibantu dengan menggunakan program bantu Google Earth Pro.

b. Membuat titik BM As Tubuh Bendungan

Surveyor melakukan pengukuran dari titik BM utama menuju lokasi proyek yang akan ditinjau. Untuk mempermudah pengukuran atau penembakan, surveyor melakukan pembuatan titik bantu BM yaitu as tubuh bendungan dengan kode BM1 sejarak 1 km. Dalam proyek tersebut telah ditentukan koordinat untuk BM1 dan BM2, lihat tabel 4.1. Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi kesalahan pada saat melakukan



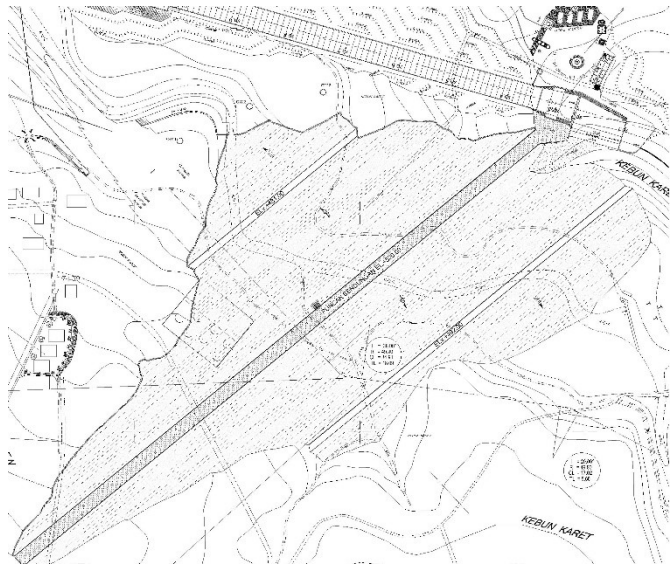
Gambar 4.2 Titik BM As Tubuh Bendungan

penembakan titik, sehingga penembakan tidak perlu dilakukan dari awal.

Patok/titik	Koordinat Titik UTM		
	X	Y	Z
DM1	508460.00	9163412.00	541.249
DM2	508745.00	9163649.00	523.361

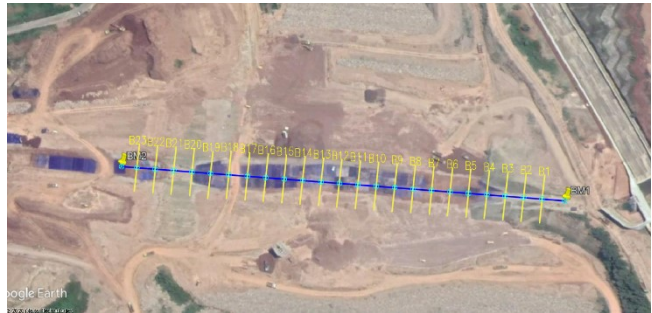
c. Prosedur pembuatan As Maindam menggunakan alat Total Station:

1. Dalam pembuatan patok as Maindam, perlu menggunakan program bantu Autocad.
2. Dalam program Autocad tersebut, buka gambar teknik Denah Umum Bendungan Waduk Gondang, lalu tampilkan layer as maindam dan patok patoknya.



Gambar 4.3 Denah Main Dam

3. Gambarlah garis dari BM1 ke BM2



Gambar 4.4 Garis BM1-BM2(garis Warna Biru)

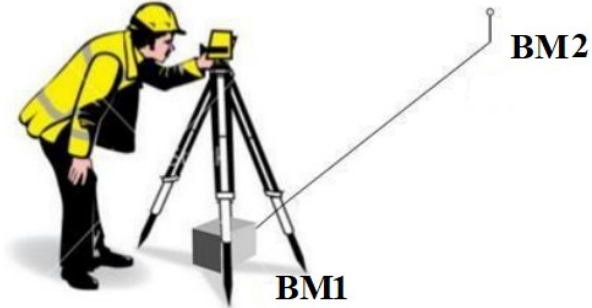
4. Ukur sudut antara garis BM1 – BM2
5. Lakukan pengukuran sudut harus searah jarum jam dikarenakan pengukuran sudut di alat Total Station searah dengan jarum jam.
6. Pengukuran sudut menggunakan satuan deg/min/sec. Hal ini dikarenakan sistem pengaturan sudut pada Total Station menggunakan satuan yang sama.



Gambar 4.5 Ilustrasi Satuan Sudut dalam Deg/Min/Sec

7. Ukur dan catat pula panjang garis penghubung antara titik BM1 dengan BM2

8. Setelah mengukur sudut dan jarak, masukkan data yang ada di aplikasi microsoft Excel.
9. Pada saat di lapangan, tempatkan alat Total Station diatas BM1. Letakkan yalon di atas patok BM2.



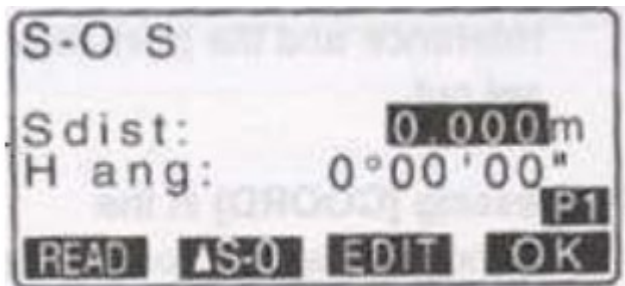
Gambar 4.6 Alat Berdiri diatas Patok BM1, Yalon Berdiri di BM2

10. Arahkan titik bidik lensa alat Total Station ke kaca prisma yalon yang berada di atas BM2.



Gambar 4.7 Bidikan Lensa Ke Arah Prisma Yalon

11. Atur agar sudut horizontal yang tampil menjadi $0^{\circ} 0' 0''$ dengan cara pilih menu OSET pada tampilan menu MEAS, Lalu pilih STN, ORIENTATION, tekan ENTER.
12. Pilih H. ANGLE, tekan EDIT, lalu ubah angkanya menjadi $0^{\circ} 0' 0''$. Setelah itu tekan ENTER



Gambar 4.8 Tampilan Menu OSET untuk mengatur sudut

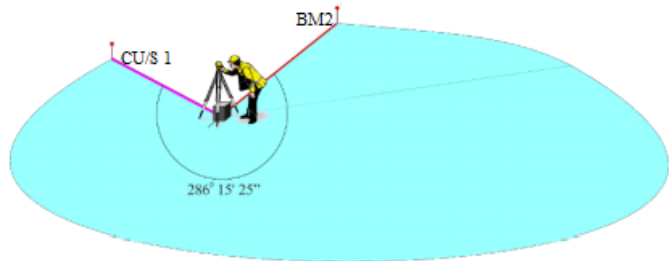
13. Kembalikan tampilan ke menu MEAS



Gambar 4.9 Tampilan Menu MEAS

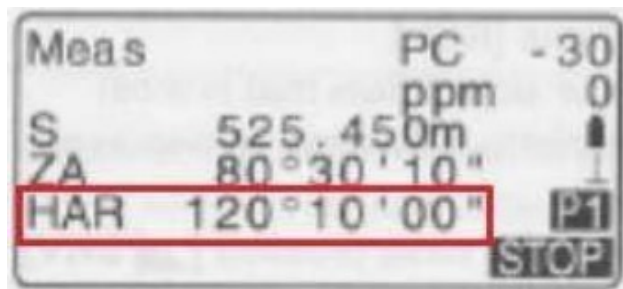
14. Putar lensa dengan memperhatikan sudut yang tertera di layar (tertera dengan tulisan "HAR"). Apabila sudut

sudah sesuai dengan sudut yang tercatat dari program Autocad, hentikan putaran.



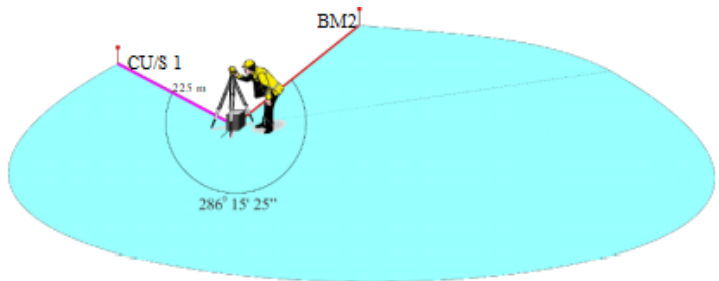
Gambar 4.10 Arahkan Lensa Hingga Sudut Sesuai dengan Daftar Sudut

15. Kembali pada menu MEAS, tekan SHV.



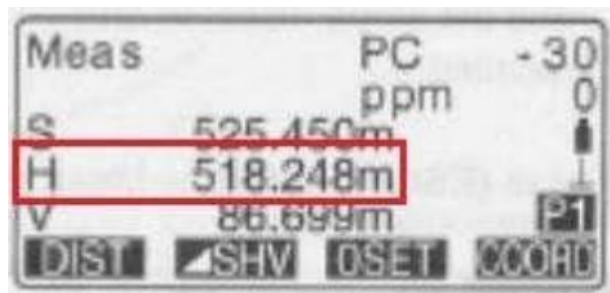
Gambar 4.11 Tampilan Sudut Horizontal Pada Alat

16. Arahkan surveyor pemegang yalon maju lurus mengikuti bidik lensa.
17. Surveyor pembantu mencoba-coba jarak yang benar dengan meletakkan yalon dan memberitahu surveyor utama untuk pengukuran jarak.



Gambar 4.12 mencoba-coba jarak agar sesuai dengan daftar jarak

18. Pada menu SHV, pantau terus tampilan H, dikarenakan jarak yang tampil adalah jarak horizontal antara alat dengan yalon.
19. Perhatikan tampilan jarak pada layar Total Station. Apabila percobaan jarak sudah sesuai dengan catatan, surveyor pemegang yalon dapat menandai tempat berdirinya yalon tersebut sebagai patok STA as Maendam.



Gambar 4.13 Jarak horizontal pada menu SHV

20. Setelah terbentuk as Maendam lalu, surveyor pembantu menentukan tiap STA di Maendam dengan cara:

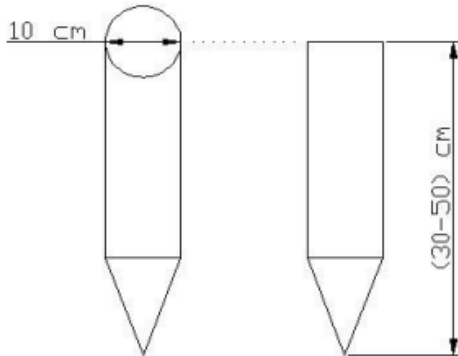
- i. Surveyor pembantu meletakkan yalon searah garis lurus BM2 sesuai dengan koordinat UTM, berikut ini:

Tabel 4.1 Koordinat UTM STA Potongan Bendungan

STA	X	Y
B1	508715.00	9163642
B2	508704.00	9163633.00
B3	508694.00	9163622.00
B4	508683.00	9163613.00
B5	508672.00	9163603.00
B6	508661.00	9163593.00
B7	508650.00	9163583.00
B8	508640.00	9163574.00
B9	508629.00	9163563.00
B10	508618.00	9163554.00
B11	508607.00	9163544.00
B12	508596.00	9163534.00
B13	508585.00	9163525.00
B14	508575.00	9163515.00
B15	508564.00	9163505.00
B16	508553.00	9163495.00
B17	508542.00	9163486.00
B18	508531.00	9163476.00
B19	508520.00	9163466.00
B20	508510.00	9163456.00
B21	508499.00	9163446.00
B22	508488.00	9163437.00
B23	508477.00	9163427.00

- ii. Setelah melakukan pengukuran jarak dan derajat vertikal surveyor pembantu membuat patok agar memudahkan pengerjaan pekerjaan selanjutnya.

- d. Pembuatan patok pada titik-titik penembakan
 Patok ini terbuat dari kayu dan mempunyai penampang berbentuk lingkaran atau segi empat dengan panjang kurang lebih 30-50 cm dan ujung bawahnya dibuat runcing, berfungsi sebagai suatu



Gambar 4.14 Detail patok

tanda dilapangan untuk titik utama dalam pengukuran.

Pemasangan patok As dan STA Maindam tidak dipasang di tempat asalnya, melainkan dipasang 75 m ke arah hilir sejajar dengan garis As Maindam. Pemasangan tersebut dilakukan agar pada saat dilakukan pekerjaan lainnya tidak merusak patok-patok tersebut.

- a. Antisipasi apabila terjadi hal yang dapat menyebabkan terhambatnya proses pekerjaan pemetaan, yaitu :
 - a. Selalu lakukan pengecekan alat GPS dan Total Station yang akan digunakan, dan cek waktu terakhir kalibrasi alat GPS dan Total Station. Apabila telah lama tidak di kalibrasi

- lakukan 60 kalibrasi ulang sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan saat melakukan pekerjaan pemetaan.
- b. Persiapkan alat pelindung hujan/panas saat melakukan pekerjaan pemetaan untuk berjaga jaga apabila cuaca berubah. Catat data yang telah diukur untuk berjaga jaga apabila cuaca berubah secara mendadak sehingga menyebabkan proses pekerjaan pemetaan dihentikan. Jika cuaca dan kondisi lapangan sudah membaik, pekerjaan pemetaan dapat dilanjutkan dengan melanjutkan dari titik tempat alat terakhir berdiri dan proses pemetaan dapat dilanjutkan.
 - c. Untuk mengatasi eror saat dilapangan, terlebih dahulu alat Total Station dicek secara manual dengan cara melakukan perbandingan penembakan manual dengan cara tembak 5 m dan dilakukan perbandingan dengan mengukur manual menggunakan meteran.
 - d. Membuat garis lurus diantara dua titik, berdirikan alat di tengah garis, lalu tembak salah satu titik utuk menjadi patokan. Lalu putar Total Station searah jarum jam menuju titik berikutnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui alat tersebut akurat.

4.2 Pekerjaan Dewatering

Pelaksanaan konstruksi bendungan yang perlu selalu diperhatikan adalah teknik pelaksanaan konstruksi bendungan yang didalamnya terkait teknik pembebasan area konstruksi bendung dari gangguan air (*dewatering*).

Setelah pengelakan sungai perludisiapakan system pengeringan (*dewatering*) terutama pada galian pondasi bendung di alur sungai lama. Debit yang harus dikuras dapat berasal dari :

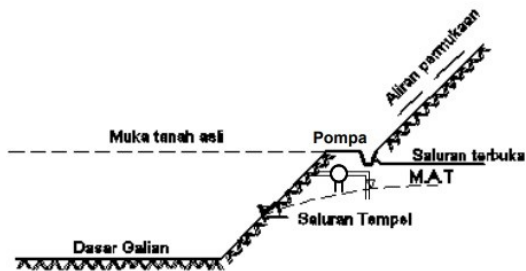
- a. Dasar galian, berupa rembesan atau sumber air tanah, genangan air hujan dan air limbah operasi pekerjaan.
- b. Rembesan dari arah hulu sungai, dibalik bendungan pengelak hulu.
- c. Rembesan dari arah hilir sungai, dibalik bendung pengelak hilir.
- d. Rembesan dari arah kedua sandaran bendungan.

Perencanaan system pengerusan harus memperhitungkan debit pengerusan, penurunan muka air yang diinginkan, jenis dan jumlah serta penempatan pompa harus direncanakan sebelum penggalian dimulai. Semakin lengkap dan akurat data geohidrologis yang diperoleh akan memberikan hasil perencanaan yang tepat. Pengujian pemompaan (*pumping test*) perlu dilakukan memperoleh nilai kelulusan air (*k*) lapangan terutama pada alluvial, dan evaluasi efisiensi pemompaan berkaitan rencana penurunan muka air tanah secara berkeseimbangan.

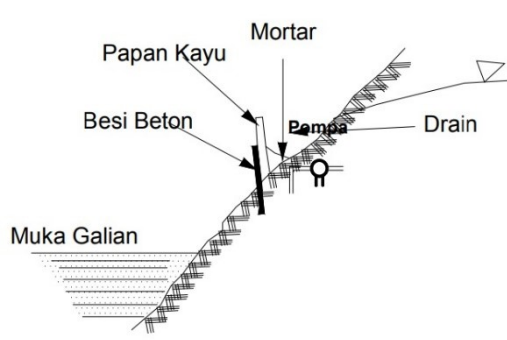
Metode pengeringan yang dipakai dalam pelaksanaan galian pada bendungan, adalah:

- a) Pematusan permukaan.
- b) Pemompaaan sumuran dan puritan
- c) Bak Pengumpul Dan Parit

A. Pematusan Permukaan



Gambar 4.15 Saluran terbuka dan saluran tempel

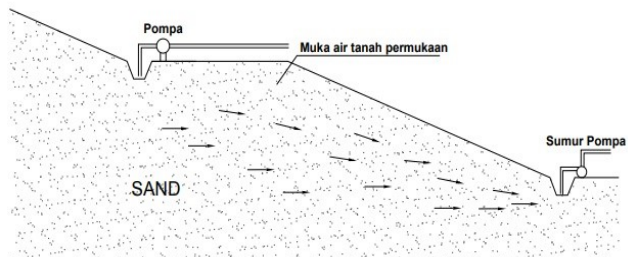


Gambar 4.16 Rincian Saluran Tempel

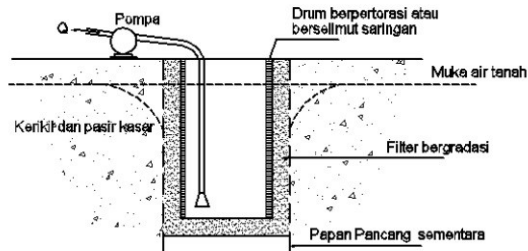
Saluran pematus permukaan dapat berupa saluran terbuka diberm dari galian dan saluran tempel. Terutama untuk menahan air hujan atau impasan dari galian lain, pembuatan saluran pematus

permukaan lebih sederhana dan efisien. Pada galian yang lebih dalam dan dijumpai rembesan ditebing galian dapat dipatus dengan saluran tempel menuju ke saluran atau sumuran pembuang.

B. Pemompaan Sumuran dan Paritan

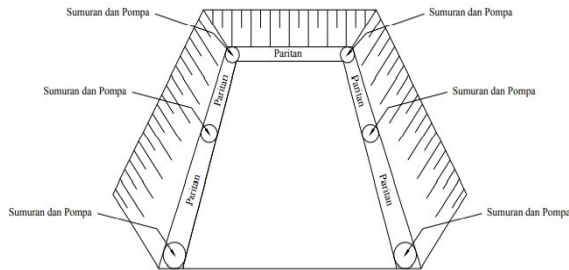


Gambar 4.18 Paritan Terbuka



Gambar 4.17 Sumuran

Metode pengeringan ini dilaksanakan dengan pemompaan yang sederhana dan efektif dengan membuat paritan ditepi galian dan sumuran di beberapa tempat. Peletakan sumuran pada pojok dan tengah tepi galian dan berada di bawah rencana muka galian dengan dilengkapi pompa 4" dan 6" sebanyak minimal 6 buah (atau sesuai dengan kebutuhan)



Gambar 4.19 Sumuran dan Paritan

C. Bak Pengumpul Dan Parit

1. Bila penggalian saluran atau parit cutoff dilakukan pada batuan atau lapisan kedap, maka biasanya akan menimbulkan rembesan air kedalam galian dan/atau tempat-tempat basah didasar galian, serta pada operasi system sumur dalam atau sumber mata air. Rembesan air ke dalam galian tersebut dapat dikumpulkan dengan cara penggalian memanjang parit atau parit drainase pada pertemuan antar lereng dan dasargalian, atau dengan pembuatan parit-parit dengan kantong-kantong pasir dan bak-bak pengumpul untuk memompa air keluar. Apabila dasar galian belum kering, maka sebaiknya digali parit kecil dan dibuat miring untuk drainase pada tebing parit.
2. Untuk menjaga dasar parit cutoff tetap kering selama pengurangan, maka system parit drainase dapat dirug dengan kerikil sehingga system dapaat terus berfungsi walaupun telah di tutup dengan tanah. Parit ini sebaiknya sebagian kecil

saja dari seluruh daerah yang akan didrainase untuk menghindari butiran besar dari injeksi berikutnya dari dasar parit yang mengandung kerikil. Permukaan kerikil dapat ditutupi dengan lapisan filter, kain goni, atau urugan. Parit-parit ini diblok pada kedua ujung galian dengan cara penyumbatan beton. Masing-masing bak pengumpul dilengkapi dengan pipa-pipa bertangga sehingga air dapat dipompa yang berfungsi sebagai pipa tidak tertekan.

3. Setelah urugan mencapai suatu elevasi untuk menjaga tinggi tekan hidriulik, maka parit di urug kerikil dan di injeksi, injeksi semen dimasukkan berdasarkan beban gravitasi atau melalui pipa bertangga tidak bertekanan untuk menghindari udara air dalam kerikil. Bila bahan injeksi keluar dari pipa, maka pipa akan tertutup dan menimbulkan tekanan kecil yang tekanan kecil yang diatur dalam system hingga injeksi terpasang kembali, dan dapat dilanjutkan dengan pengurugan biasa. Jika hanya digunakan satu bak pengumpul dalam system drainase, maka pipa harus di pang pada lokasi yang memenuhi syarat sebelum pengurugan dimulai.
4. Pipa pengumpul, yang lulus air ditempatkan dalam parit berdampingan dengan pipa karet tidak bertekanan dengan pipa injeksi, dikelilingi dengan batu dan bagian tertinggal dari parit diisi dengan beton. Volume air dari berbagai pipa dengan bagian yang tertinggal dari arit diisi dengan beton. Volume air dari berbagai pipa pengumpul logam berombak dengan ukuran 152 cm dialirkan kedalam bak pengumpul dengan pompa. Pipa karet tidak bertekanan, pipa injeksi,

pipa lain, dan pipa logam berombak diperbanyak sesuai dengan luas urugan. Setelah urugan bendungan mencapai 6,0-9,0 m, maka pipa pengumpul di injeksi dan pipa logam berombak diisi dengan batu berukuran 7,5 cm.

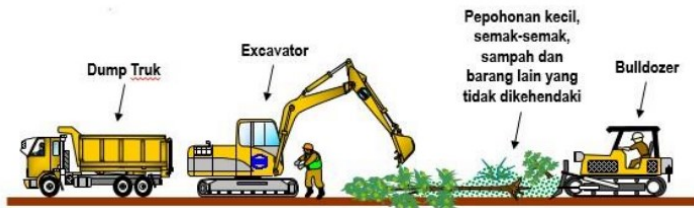
5. Pada kondisi penggunaan system dewatering, dipasang lapisan kedap setinggi 1,2-1,5 m pada kaki lereng.

4.3 Pekerjaan Pembersihan dan Pengupasan.

4.3.1 Pekerjaan Pembersihan (*Clearing*)

Metode pekerjaan pembersihan semak belukar pada lokasi proyek adalah sebagai berikut :

- a. Pembersihan semak belukar menggunakan *Bulldozer*
- b. Hasil dari pembersihan dikumpulkan di suatu sisi batas bangunan
- c. Kemudian diangkat dengan *Excavator* dan dibuang dengan *Dump Truck* ke lokasi pembuangan yang sudah disediakan oleh direksi.
- d. Semak belukar dan barang barang lain yang tidak dikehendaki lalu dibakar, usahakan tidak mengganggu keadaan sekitar. Untuk lebih jelas akan dijelaskan dengan gambar 4.15.



Gambar 4.20 Pembersihan semak belukar dan pohon kecil

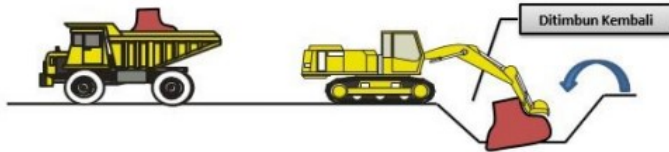
Metode pelaksanaan penebangan pohon adalah sebagai berikut:

- a. Pebersihan tumbuhan bawah sekitar pohon untuk memudahkan pemotongan dan menghindarkan kecelakaan kerja.
- b. Menentukan arah rebah pohon dan arah ptong untuk memudahkan pemotongan pohon.
- c. Melakukan pemotongan pohon sesuai rencana yang telah ditentukan.
- d. Setelah pohon roboh, dilakukan pemotongan ujung dan pangkal serta pembagian pohon sesuai ketentuan untuk memudahkan pengangkutan ke lokasi disposal.
- e. Menarik kayu dari titik penebangan ke lokasi pembuangan sementara.
- f. Mengangkut hasil potongan kayu menggunakan *Dump Truck* ke lokasi disposal.

Metode pelaksanaan pendongkelan tunggul pohon adalah sebagai berikut:

- a. Penggalian tunggul pohon dilaksanakan setelah pemotongan pohon selesai dengan menggunakan *Excavator* dengan cara menggali di sekeliling unggul untuk memudahkan pendongkelan.
- b. Tunggul yang telah dibongkar apabila terlalu besar akan dipotong menggunakan *chain saw*
- c. Hasil pendongkelan diangkut ke atas *Dump Truck* untuk selanjutnya dibuang ke lokasi disposal.

- d. Lubang hasil pendongkelan bekas tunggul ditutup kembali dengan tanah hasil galian sekitarnya dengan menggunakan *Excavator* dan dipadatkan



Gambar 4.21 Pendongkelan pohon

4.3.2 Pekerjaan Pengupasan (*Grubbing*)

Metode Pelaksanaan pekerjaan pengupasan adalah sebagai berikut :

- a. Pengupasan dilakukan setelah pekerjaan pembersihan semak, pohon dan tunggul telah selesai, menggunakan *Bulldozer*.
- b. Skup pekerjaan pengupasan yaitu mengupas permukaan tanah bagian atas yang bertujuan untuk membersihkan tunggul kayu dan akar-akar yang masih tertinggal.
- c. Tanah hasil pengupasan diangkut menggunakan *dump truk* menuju ke lokasi disposal area. Untuk lebih detail akan dijelaskan gambar 4.17.



Gambar 4.22 Pengupasan

Pekerjaan ini pada dasarnya terdiri atas pembersihan semua pepohonan, semak belukar,

tumbuhan, tunggul pohon / stumps, akar-akaran, sampah dan material lainnya termasuk bangunan, pondasi, pagar dan dinding penahan yang ada dan memindahkan topsoil dari area / daerah yang ditentukan untuk memenuhi kepuasan Direksi. Material yang diperoleh dari operasi pembersihan dan pengupasan harus dibakar atau dibuang sesuai petunjuk Direksi. Pohon-pohon diluar daerah tersebut di atas, tidak boleh ditebang tanpa persetujuan Direksi. Semua yang ditebang dan laku dijual tetap menjadi milik Pemberi Kerja. Lubang yang diakibatkan pencabutan akar-akaran akan ditimbun kembali dengan material yang disetujui sesuai dengan ketentuan untuk timbunan pada level terkait.

Semua material yang akan dibakar harus ditumpuk dengan rapi dan kalau memungkinkan dibakar sekaligus. Pembakaran harus dilakukan sedemikian rupa untuk meminimalkan resiko pembakaran dan pada waktu yang disetujui oleh Direksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

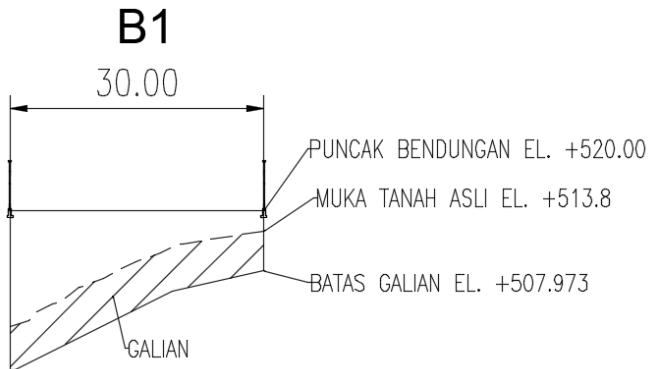
Pembakaran ini harus dilaksanakan secara sempurna sehingga semua menjadi abu. Penyedia Jasa harus berhati-hati sekali agar api tidak menjalar keluar daerah penebangan dan perlengkapan pemadam kebakaran harus tersedia setiap saat.

4.4 Pekerjaan Galian/ Cutoff

Berikut ini merupakan metode Pekerjaan Galian Tanah

- a) Dilakukan pemetaan terlebih dahulu untuk mengetahui lokasi yang akan digali.
- b) Menentukan patok yang didapatkan dari as bendung pengarah disesuaikan dengan lebar

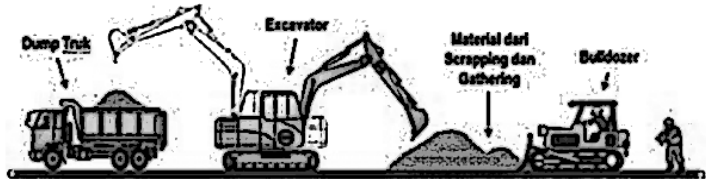
- f) Pada STA B1 tim survey menembak elevasi tertinggi yaitu EL. +513,8 m kemudian teknisi Excavator melakukan penggalian tanah sampai elevasi yang ditentukan yaitu EL. +507,973m. Untuk kemiringan lereng 1:2.5
- g) Pekerjaan dilanjutkan bertahap sedalam 3 m hingga dasar bendungan di EL.+ 449,00.
- h) Untuk Penggalian tanah pada STA B1 dilakukan sedalam 5.8 m sesuai dengan batas galian pondasi yang sudah di tentukan.



Gambar 4.25 Potongan melintang Eksisting Galian STA B1

- i) Pekerjaan penggalian dilanjutkan hingga STA B23, sesuai dengan kedalaman galian yang sudah di tentukan di setiap STA.
- j) Penggalian dilakukan menggunakan Excavator.
- k) Hasil tanah galian dikumpulkan menggunakan Bulldozer yang nantinya diangkut ke dalam Dump Truck.

- 1) Pengangkutan hasil galian menggunakan Dump Truck oleh Excavator yang nantinya dipindahkan ke stockpile seperti Gambar.

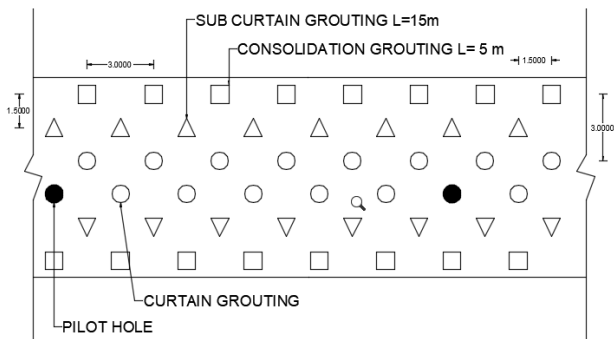


Gambar 4.26 Penggalan dan Pengangkutan material galian

4.5 Pekerjaan Pemboran dan Grouting

4.5.1 Pekerjaan Pemboran

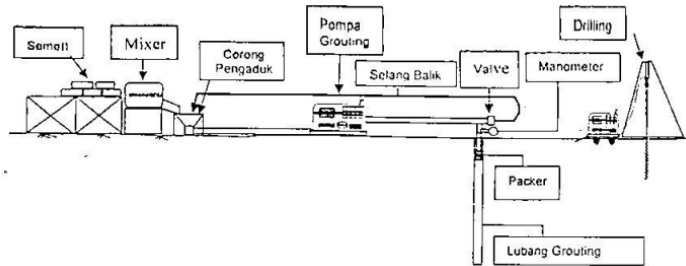
- Menyiapkan peralatan berat yang dibutuhkan berupa Drilling Machine, Drilling Pump dan memastikan alat dalam kondisi baik
- Membuat titik lubang pemboran dengan cara memasang patok – patok lubang



Gambar 4.27 Titik Lubang Pemboran Grouting

- Bor Lubang memiliki diameter tidak kurang dari 45 mm dengan interval kedalaman 3 m secara bertahap hingga kedalaman 5, 10, dan 15 m.

4.5.2 Pekerjaan Grouting



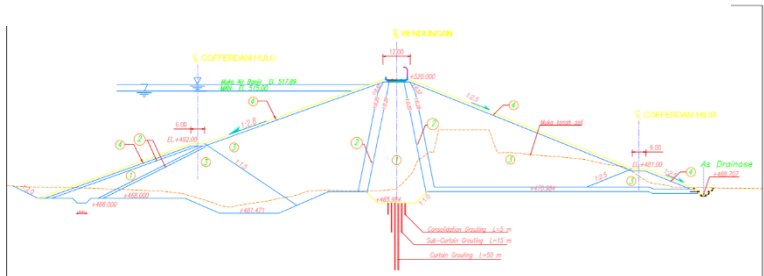
Gambar 4.28 Skema Peralatan Grouting

- a. Setelah pekerjaan pemboran selesai maka dilakukan injeksi semen (Sementius). Dengan peralatan Grout Pump, Water Supply Pump, Grout Mixer dan memastikan alat dalam kondisi baik.
- a. Injeksi semen ke dalam lubang yang telah di bor, Tekanan grouting maksimum yang diperbolehkan 72 dalam 200 kPa (2 kg / cm²) atau sesuai petunjuk direksi.
- b. Lakukan proses grouting secara bertahap dengan kedalaman 5, 10, dan 15 m.

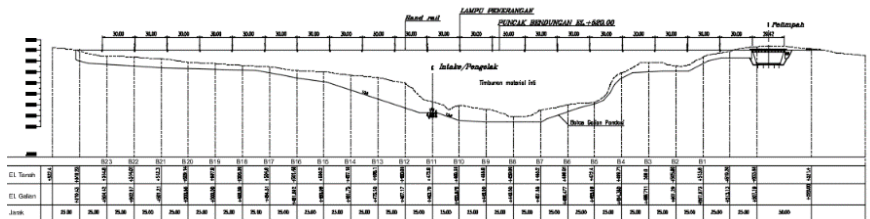
4.6 Analisa Volume pekerjaan

Dari data spesifikasi Bendungan dengan ketinggian bendungan sebesar 54,984 m dan panjang bendungan 604 m, diperoleh volume timbunan bendungan seperti keterangan di bawah :

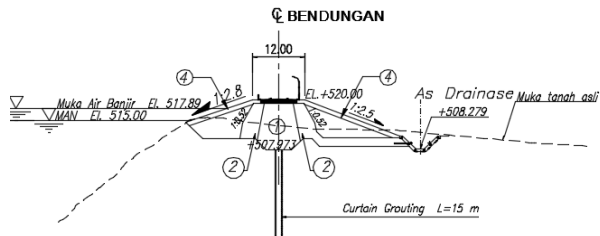
Gambar 4.30 Potongan melintang bendungan



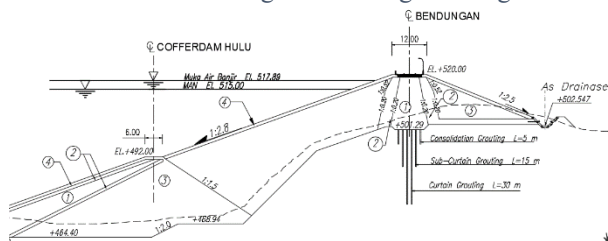
Gambar 4.29 Potongan memanjang Bendungan



- STA B1 – STA B2



Gambar 4.32 Potongan melintang bendungan STA B1



Gambar 4.31 Potongan melintang bendungan STA B2

Perhitungan :

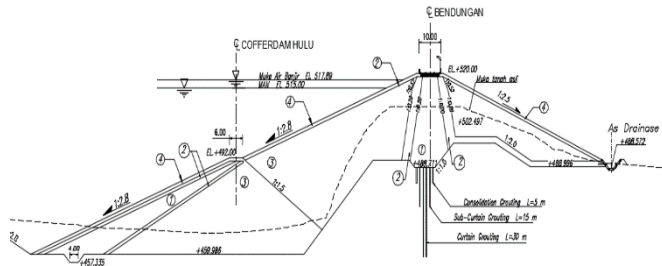
Untuk perhitungan STA B1 – B2 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B1} + \text{luas zona pada STA B2}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.2 Rekap Volume pada STA B1- STA B2

B1-B2			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	266.875	25	3335.9375
2	298.473	25	3730.9125
3	1647.376	25	20592.2
4	166.317	25	2078.9625

(Sumber : perhitungan)

- STA B2 – STA B3



Gambar 4.33 Potongan melintang bendungan STA B3

Perhitungan :

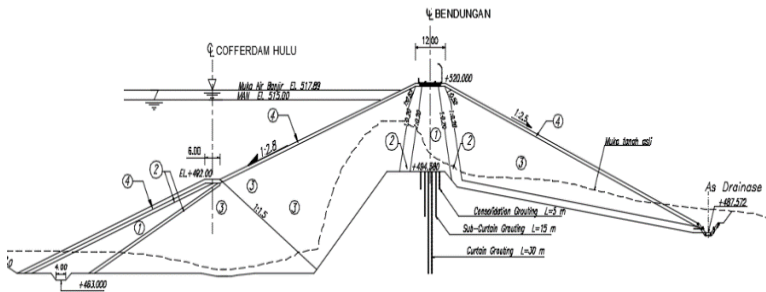
Untuk perhitungan STA B2 – B3 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B2} + \text{luas zona pada STA B3}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.3 Rekap volume pada STA B2 - STA B3

B2-B3			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	532.701	25	6658.7625
2	531.535	25	6644.1875
3	3807.36	25	47592
4	286.804	25	3585.05

(Sumber : perhitungan)

STA B3 – STA B4



Gambar 4.34 Potongan melintang bendungan STA B4

Perhitungan :

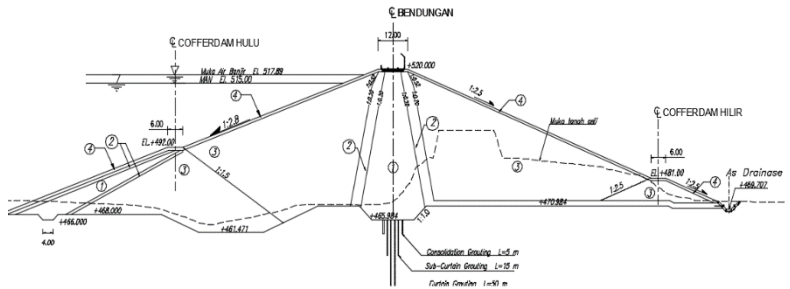
Untuk perhitungan STA B3 – B4 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B3} + \text{luas zona pada STA B4}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.4 Rekap volume pada STA B3 - STA B4

B3-B4			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	641.274	25	8015.925
2	740.338	25	9254.225
3	5246.236	25	65577.95
4	357.997	25	4474.9625

(Sumber : perhitungan)

- STA B4 – STA B5



Gambar 4.35 Potongan melintang bendungan STA B5

Perhitungan :

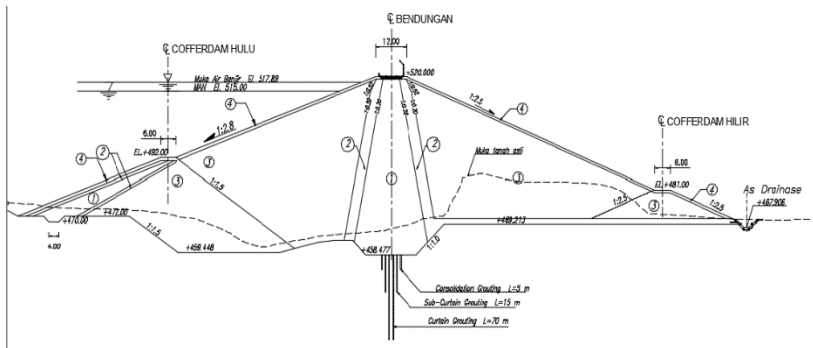
Untuk perhitungan STA B4 – B5 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B4} + \text{luas zona pada STA B5}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.5 Rekap volume pada STA B4 - STA B5

B4-B5			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	1166.685	25	14583.5625
2	1018.186	25	12727.325
3	7295.299	25	91191.2375
4	386.087	25	4826.0875

(Sumber : perhitungan)

- STA B5 – STA B6



Gambar 4.36 Potongan melintang bendungan STA B6

Perhitungan :

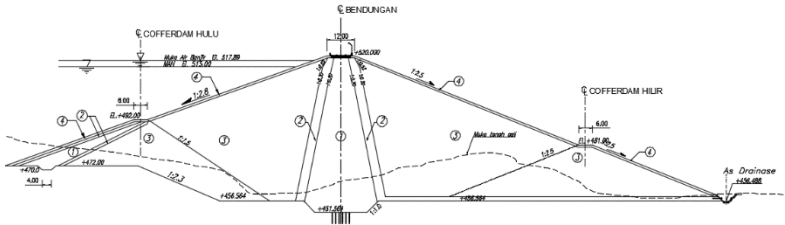
Untuk perhitungan STA B5 – B6 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B5} + \text{luas zona pada STA B6}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.6 Rekap volume pada STA B5 - STA B6

B5-B6			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	1984.192	25	24802.4
2	1297.402	25	16217.525
3	8963.76	25	112047
4	380.875	25	4760.9375

(Sumber : perhitungan)

- STA B6 – STA B7



Gambar 4.37 Potongan melintang bendungan STA B7

Perhitungan :

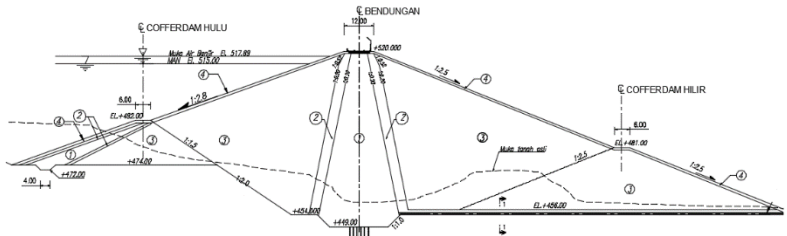
Untuk perhitungan STA B6 – B7 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B6} + \text{luas zona pada STA B7}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.7 Rekap volume pada STA B6 - STA B7

B6-B7			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	2425.328	25	30316.6
2	1475.721	25	18446.5125
3	9921.103	25	124013.7875
4	380.867	25	4760.8375

(Sumber : perhitungan)

- STA B7 – STA B8



Gambar 4.38 Potongan melintang bendungan STA B8

Perhitungan :

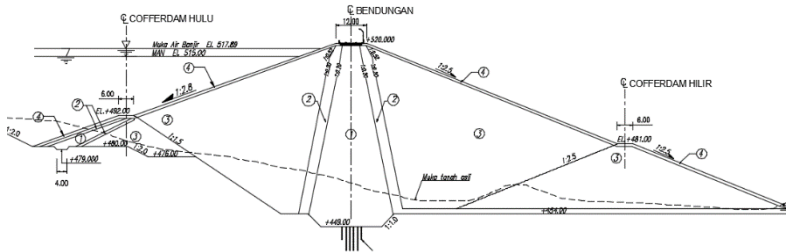
Untuk perhitungan STA B7 – B8 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B7} + \text{luas zona pada STA B8}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.8 Rekap volume pada STA B7 - STA B8

B7-B8			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	2734.304	25	34178.8
2	1620.931	25	20261.6375
3	10671.924	25	133399.05
4	380.946	25	4761.825

(Sumber : perhitungan)

- STA B8 – STA B9



Gambar 4.39 Potongan melintang bendungan STA B9

Perhitungan :

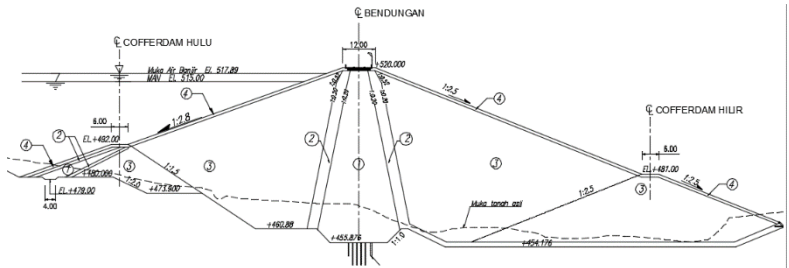
Untuk perhitungan STA B8 – B9 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B8} + \text{luas zona pada STA B9}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.9 Rekap volume pada STA B8 - STA B9

B8-B9			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	2821.41	25	35267.625
2	1652.448	25	20655.6
3	10758.714	25	134483.925
4	380.946	25	4761.825

(Sumber : perhitungan)

- STA B9 – STA B10



Gambar 4.40 Potongan melintang bendungan STA B10

Perhitungan :

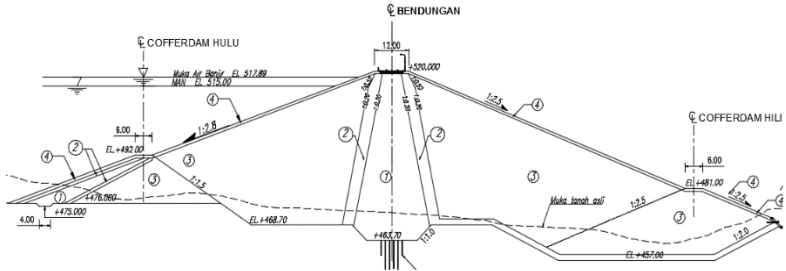
Untuk perhitungan STA B9 – B10 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B9} + \text{luas zona pada STA B10})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.10 Rekap volume pada STA B9 - STA B10

B9-B10			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	2593.649	25	32420.6125
2	1461.738	25	18271.725
3	10626.302	25	132828.775
4	380.867	25	4760.8375

(Sumber : perhitungan)

- STA B10 – STA B11



Gambar 4.41 Potongan melintang bendungan STA B11

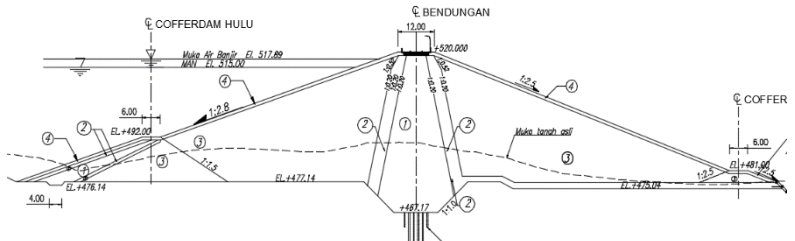
Perhitungan :

Untuk perhitungan STA B10 – B11 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B10} + \text{luas zona pada STA B11}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.11 Rekap volume pada STA B10 - STA B11
(Sumber : perhitungan)

B10-B11			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	2129.726	25	26621.575
2	1288.148	25	16101.85
3	9930.771	25	124134.6375
4	380.867	25	4760.8375

- STA B11 – STA B12



Gambar 4.42 Potongan melintang bendungan STA B12

Perhitungan :

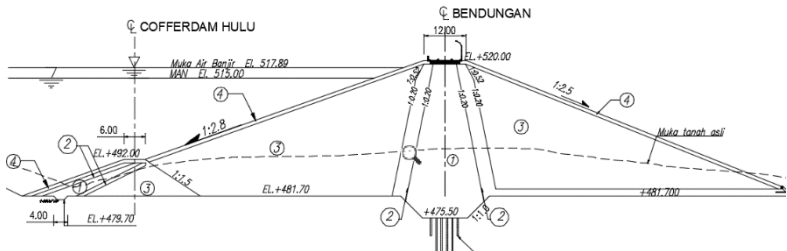
Untuk perhitungan STA B11 – B12 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B11} + \text{luas zona pada STA B12}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.12 Rekap volume pada STA B11 - STA B12

B11-B12			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	1786.906	25	22336.325
2	1219.782	25	15247.275
3	8379.475	25	104743.4375
4	381.024	25	4762.8

(Sumber : perhitungan)

- STA B12 – STA B13



Gambar 4.43 Potongan melintang bendungan STA B13

Perhitungan :

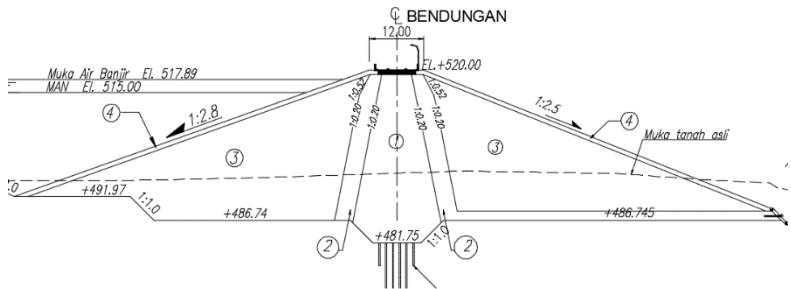
Untuk perhitungan STA B12 – B13 digunakan rumus ((luas zona pada STA B12+ luas zona pada STA B13)/2 x jarak STA). Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.13 Rekap volume pada STA B12 - STA B13

B12-B13			
Zona	Luas(m2)	Jarak(m)	Volume(m3)
1	1474.846	25	18435.575
2	1031.754	25	12896.925
3	6632.468	25	82905.85
4	372.2	25	4652.5

(Sumber : perhitungan)

- STA B13 – STA B14



Gambar 4.44 Potongan melintang bendungan STA B14

Perhitungan :

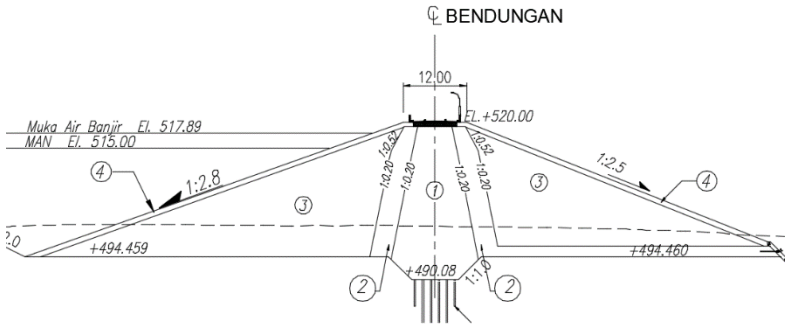
Untuk perhitungan STA B13 – B14 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B13} + \text{luas zona pada STA B14}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.14 Rekap volume pada STA B13 - STA B14

B13-B14			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	1130.105	25	14126.3125
2	860.072	25	10750.9
3	5087.916	25	63598.95
4	436.032	25	5450.4

(Sumber : perhitungan)

- STA B14 – STA B15



Gambar 4.45 Potongan melintang bendungan STA B15

Perhitungan :

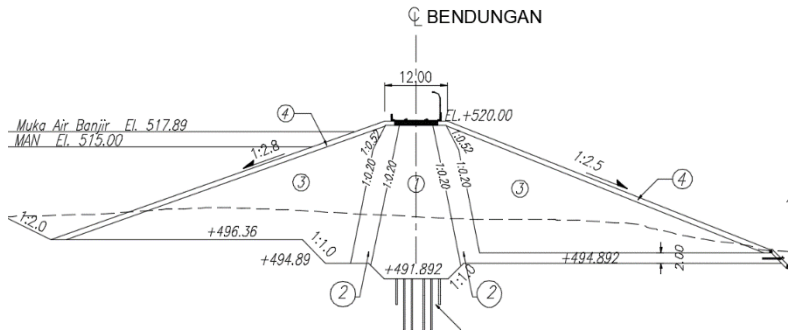
Untuk perhitungan STA B14 – B15 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B14} + \text{luas zona pada STA B15}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.15 Rekap volume pada STA B14 - STA B15

B14-B15			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	834.915	25	10436.4375
2	696.117	25	8701.4625
3	3448.769	25	43109.6125
4	393.131	25	4914.1375

(Sumber : perhitungan)

- STA B15 – STA B16



Gambar 4.46 Potongan melintang bendungan STA B16

Perhitungan :

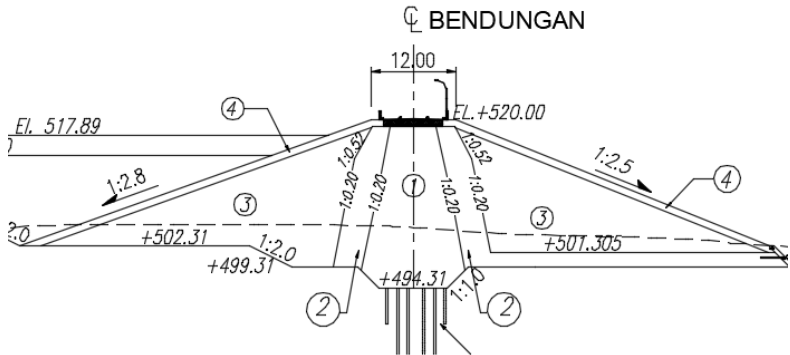
Untuk perhitungan STA B15 – B16 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B15} + \text{luas zona pada STA B16}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.16 Rekap volume pada STA B15 - STA B16

B15-B16			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	700.267	25	8753.3375
2	624.071	25	7800.8875
3	2590.559	25	32381.9875
4	275.584	25	3444.8

(Sumber : perhitungan)

- STA B16 – STA B17



Gambar 4.47 Potongan melintang bendungan STA B17

Perhitungan :

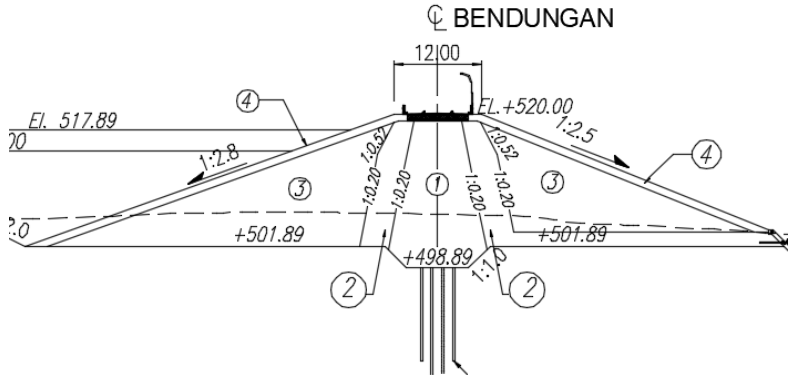
Untuk perhitungan STA B16 – B17 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B16} + \text{luas zona pada STA B17}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.17 Rekap volume pada STA B16 - STA B17

B16-B17			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	605.824	25	7572.8
2	561.619	25	7020.2375
3	1993.799	25	24922.4875
4	238.889	25	2986.1125

(Sumber : perhitungan)

- STA B17 – STA B18



Gambar 4.48 Potongan melintang bendungan STA B18

Perhitungan :

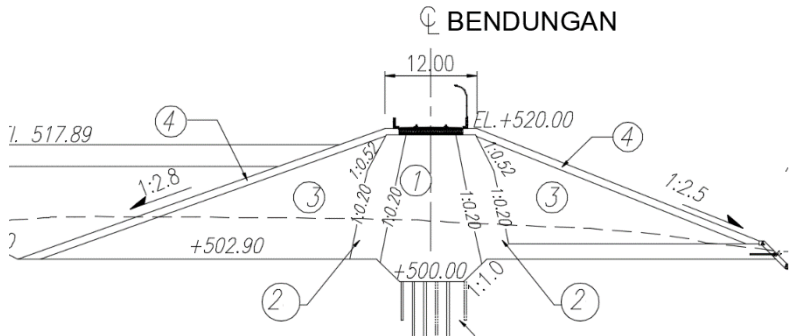
Untuk perhitungan STA B17 – B18 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B17} + \text{luas zona pada STA B18})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 4.18 Rekap volume pada STA B17 - STA B18

B17-B18			
Zona	Luas(m2)	Jarak(m)	Volume(m3)
1	451.117	25	5638.9625
2	442.466	25	5530.825
3	1304.696	25	16308.7
4	199.481	25	2493.5125

(Sumber : perhitungan)

- STA B18 – B19



Gambar 4.49 Potongan melintang bendungan STA B19

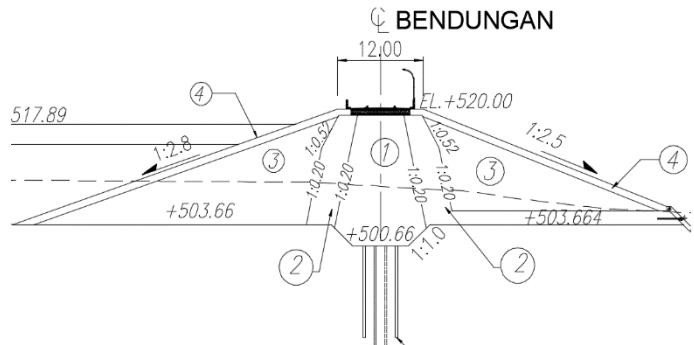
Perhitungan :

Untuk perhitungan STA B18 – B19 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B18} + \text{luas zona pada STA B19}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 4.19 Rekap volume pada STA B18 - STA B19

B18-B19			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	397.978	25	4974.725
2	398.592	25	4982.4
3	1125.602	25	14070.025
4	188.903	25	2361.2875

- STA B19 – B20



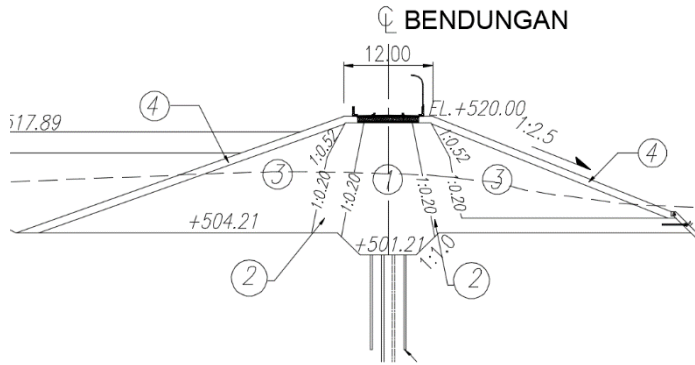
Gambar 4.50 Potongan melintang bendungan STA B20

Perhitungan :

Untuk perhitungan STA B19 – B20 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B19} + \text{luas zona pada STA B20}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

B19-B20			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	372.694	25	4658.675
2	375.811	25	4697.6375
3	998.131	25	12476.6375
4	178.37	25	2229.625

- STA B20 – B21



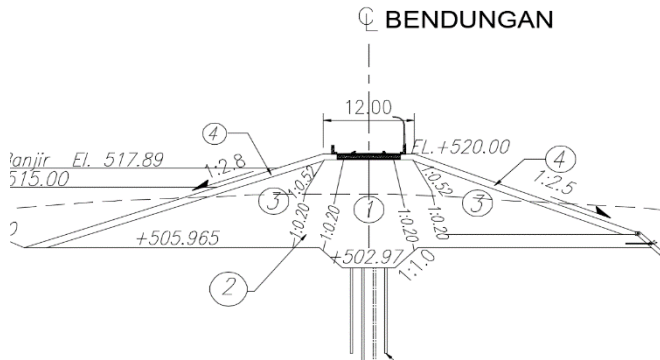
Gambar 4.51 Potongan melintang bendungan STA B21

Perhitungan :

Untuk perhitungan STA B20 – B21 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B20} + \text{luas zona pada STA B21}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

B20-B21			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	354.018	25	4425.225
2	357.504	25	4468.8
3	909.595	25	11369.9375
4	170.295	25	2128.6875

- STA B21 – B22



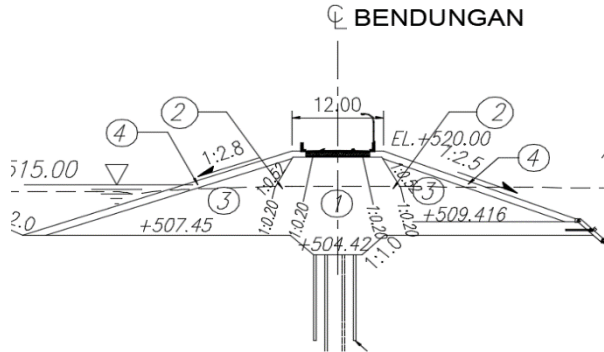
Gambar 4.52 Potongan melintang bendungan STA B22

Perhitungan :

Untuk perhitungan STA B21 – B22 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B21} + \text{luas zona pada STA B22})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

B21-B22			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	323.117	25	4038.9625
2	328.272	25	4103.4
3	767.326	25	9591.575
4	157.536	25	1969.2

- STA B22 – B23



Gambar 4.53 Potongan melintang bendungan STA B23

Perhitungan :

Untuk perhitungan STA B22 – B23 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA B22} + \text{luas zona pada STA B23}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

B22-B23			
Zona	Luas(m ²)	Jarak(m)	Volume(m ³)
1	281.288	25	3516.1
2	407.633	25	5095.4125
3	584.493	25	7306.1625
4	139.86	25	1748.25

- Zona 1

Tabel 4.20 Rekap volume timbunan zona 1

Zona 1			
STA	Luas	Panjang	Volume
B1-B2	266.875	25	3335.938
B2-B3	532.701	25	6658.763
B3-B4	641.274	25	8015.925
B4-B5	1166.685	25	14583.56
B5-B6	1984.192	25	24802.4
B6-B7	2425.328	25	30316.6
B7-B8	2734.304	25	34178.8
B8-B9	2821.41	25	35267.63
B9-B10	2593.649	25	32420.61
B10-B11	2129.726	25	26621.58
B11-B12	1786.906	25	22336.33
B12-B13	1474.846	25	18435.58
B13-B14	1130.105	25	14126.31
B14-B15	834.915	25	10436.44
B15-B16	700.267	25	8753.338
B16-B17	605.824	25	7572.8
B17-B18	451.117	25	5638.963
B18-B19	397.978	25	4974.725
B19-B20	372.694	25	4658.675
B20-B21	354.018	25	4425.225
B21-B22	323.117	25	4038.963
B22-B23	281.288	25	3516.1
Total Volume =			325115.2

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 1 adalah **325.115,2 m³**.

- Zona 2

Tabel 4.21 Rekap volume timbunan zona 2

Zona 2			
STA	Luas	Panjang	Volume
B1-B2	298.473	25	3730.913
B2-B3	531.535	25	6644.188
B3-B4	740.338	25	9254.225
B4-B5	1018.186	25	12727.33
B5-B6	1297.402	25	16217.53
B6-B7	1475.721	25	18446.51
B7-B8	1620.931	25	20261.64
B8-B9	1652.448	25	20655.6
B9-B10	1461.738	25	18271.73
B10-B11	1288.148	25	16101.85
B11-B12	1219.782	25	15247.28
B12-B13	1031.754	25	12896.93
B13-B14	860.072	25	10750.9
B14-B15	696.117	25	8701.463
B15-B16	624.071	25	7800.888
B16-B17	561.619	25	7020.238
B17-B18	442.466	25	5530.825
B18-B19	398.592	25	4982.4
B19-B20	375.811	25	4697.638
B20-B21	357.504	25	4468.8
B21-B22	357.504	25	4468.8
B22-B23	407.633	25	5095.413
Total Volume =			233973.1

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 2 adalah **233.973,1 m³**.

Zona 3

Tabel 4.22 Rekap volume timbunan zona 3

Zona 3			
STA	Luas	Panjang	Volume
B1-B2	1647.376	25	20592.2
B2-B3	3807.36	25	47592
B3-B4	5246.236	25	65577.95
B4-B5	7295.299	25	91191.24
B5-B6	8963.76	25	112047
B6-B7	9921.103	25	124013.8
B7-B8	10671.92	25	133399.1
B8-B9	10758.71	25	134483.9
B9-B10	10626.3	25	132828.8
B10-B11	9930.771	25	124134.6
B11-B12	8379.475	25	104743.4
B12-B13	6632.468	25	82905.85
B13-B14	5087.916	25	63598.95
B14-B15	3448.769	25	43109.61
B15-B16	2590.559	25	32381.99
B16-B17	1993.799	25	24922.49
B17-B18	1304.696	25	16308.7
B18-B19	1125.602	25	14070.03
B19-B20	998.131	25	12476.64
B20-B21	909.595	25	11369.94
B21-B22	767.326	25	9591.575
B22-B23	584.493	25	7306.163
Total Volume =			1408646

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 3 adalah **1.408.646 m³**.

- Zona 4

Tabel 4.23 Rekap volume timbunan zona 4

Zona 4			
STA	Luas	Panjang	Volume
B1-B2	166.317	25	2078.963
B2-B3	286.804	25	3585.05
B3-B4	357.997	25	4474.963
B4-B5	386.087	25	4826.088
B5-B6	380.875	25	4760.938
B6-B7	380.867	25	4760.838
B7-B8	380.946	25	4761.825
B8-B9	380.946	25	4761.825
B9-B10	380.867	25	4760.838
B10-B11	380.867	25	4760.838
B11-B12	381.024	25	4762.8
B12-B13	372.2	25	4652.5
B13-B14	436.032	25	5450.4
B14-B15	393.131	25	4914.138
B15-B16	275.584	25	3444.8
B16-B17	238.889	25	2986.113
B17-B18	199.481	25	2493.513
B18-B19	188.903	25	2361.288
B19-B20	178.37	25	2229.625
B20-B21	170.295	25	2128.688
B21-B22	157.536	25	1969.2
B22-B23	139.86	25	1748.25
Total Volume =			82673.48

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 4 adalah **82.673,48 m³**.

Rekap volume seluruh zona adalah sebagai berikut :

Tabel 4.24 Rekap volume seluruh zona

Zona	Volume	Satuan
Inti(zona 1)	325.115,2	m ³
Filter (zona 2)	233.973,1	m ³
Random (zona 3)	1.408.646	m ³
Rip-Rap (zona 4)	82.673,48	m ³

4.7 Analisa Produktivitas Alat Berat dan Bahan

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

4.7.1 Analisa Produktivitas Alat Berat

Perhitungan pada pekerjaan zona 1, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = VOLVO
EC210B PRIME 1.2
- Kapasitas Bucket (q) = 1,2 m³
- Koefisien Bucket (Fb) = 1.1 (**Tabel 4.28**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv)= 1.1 (**Tabel 4.29**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)

- Waktu gali (T1) = 11 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3
= 28 detik
= 0.467 menit

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{\frac{TS \times F_v}{1.2 \times 1.1 \times 0.83 \times 60}} = 127.97 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.25 Koefisien *bucket* (Fb)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 — 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 – 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 4.26 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 4.27 Faktor koefisien alat (Fa)

Kondisi operasi	Koefisien kerja
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = FUSO FN 527 ML
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Jarak Angkut (D) = 500 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit

- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
= $\frac{500}{408}$ = 1.23 menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
= $\frac{500}{466}$ = 1.07 menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp}$
= $\frac{500}{83}$ = 6.02 menit

- Waktu Siklus (TS)
= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3

$$= 4.4 + 1.7 + 1.23 + 1.07 + 6.02 = 14.42 \text{ menit}$$

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{\frac{TS}{14.42}} = 31.08 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat =

CATERPILLAR D6K LGP

- Kapasitas Blade (q) = 3.18 m³

- Jarak Gusur (DL) = 75 m

- Kecepatan Maju (F) = 3500 m/jam

- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam

- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)

- Fixed Time (FT) = 0.1 menit

- Cycle Time (CT)

$$= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$$

$$= \frac{60 \times 75}{3500} + \frac{60 \times 75}{7500} + 0.1 = 1.99 \text{ menit}$$

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$$

$$= \frac{3.18 \times 60 \times 0.83}{1.99} = 79.58 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Sheepfoot Roller

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Caterpillar

CP54B

- Lebar efektif pemadatan (B) = 1.5 m

- Kecepatan Kerja (V) = 2000 m/jam

- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)

- Jumlah Pemadatan (N) = 8

$$\begin{aligned}
 - \text{Luas Pemasatan (A)} &= \frac{V \times B \times Fa}{N} \\
 &= \frac{2000 \times 1.5 \times 0.83}{8} \\
 &= 311.25 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 - \text{Kedalaman Pemasatan (D)} &= 0.2 \text{ m} \\
 - \text{Koeff. konversi volume tanah (f)} &= 1 \\
 - \text{Produksi Per jam (Q)} &= A \times D \times f \\
 &= \\
 &311.25 \times 0.2 \times 0.63 \\
 &= 39.22 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan zona 2, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = VOLVO
EC210B PRIME 1.2
- Kapasitas Bucket (q) = 1.2 m³
- Koefisien Bucket (Fb) = 1 (**Tabel 4.31**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv)= 1 (**Tabel 4.32**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Waktu gali (T1) = 11 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3
= 28 detik
=

0.467 menit

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times Fb \times Fa \times 60}{TS \times Fv}$$

$$= \frac{1.2 \times 1 \times 0.83 \times 60}{0.467 \times 1} = 127.97 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.28 Koefisien *bucket* (Fb)

Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = FUSO FN 527
ML

Tabel 4.29 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

- Kapasitas Angkut (q) = 10 m^3
 - Koefisien Muat (B) = 0.9
 - Koef. konversi volume tanah (f) = 1
 - Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
 - Jarak Angkut (D) = 500 m
 - Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
 - Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
 - Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
 - Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
 = $\frac{500}{408} = 1.23$ menit
 - Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
 = $\frac{500}{466} = 1.07$ menit
 - Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{vp}$
 = $\frac{500}{83} = 6.02$ menit
 - Waktu Siklus (TS)
 = $4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3$
 = $4.4 + 1.7 + 1.23 + 1.07 + 6.02 = 14.42$
 menit
 - Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$$

$$= \frac{10 \times 0.9 \times 1 \times 0.83 \times 60}{14.42} = 31.08 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = CATERPILLAR D6K
LGP

- Kapasitas Blade (q) = 3.18 m³

- Jarak Gusur (DL) = 75 m

- Kecepatan Maju (F) = 3500 m/jam

- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam

- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)

- Fixed Time (FT) = 0.1 menit

- Cycle Time (CT)

$$= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$$

$$= \frac{60 \times 75}{3500} + \frac{60 \times 75}{7500} + 0.1 = 1.99 \text{ menit}$$

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$$

$$= \frac{3.18 \times 60 \times 0.83}{1.99} = 79.58 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Vibrator Roller

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Caterpillar
CP54B

- Lebar efektif pemadatan (B) = 1.5 m

- Kecepatan Kerja (V) = 2000 m/jam

- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)

- Jumlah Pemadatan (N) = 8

- Luas Pemadatan (A) = $\frac{V \times B \times Fa}{N}$

$$\begin{aligned} &= \frac{2000 \times 1.5 \times 0.83}{8} \\ &= 311.25 \text{ m}^2/\text{jam} \\ - \text{ Kedalaman Pematatan (D)} &= 0.2 \text{ m} \\ - \text{ Koef. konversi volume tanah (f)} &= 0.91 \\ - \text{ Produksi Per jam (Q)} &= A \times D \times f \\ &= \\ 311.25 \times 0.2 \times 0.91 & \\ &= 56.65 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan zona 3, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = VOLVO
EC210B PRIME 1.2
- Kapasitas Bucket (q) = 1.2 m³
- Koefisien Bucket (Fb) = 1 (**Tabel 4.33**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv)= 1.3 (**Tabel 4.34**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Waktu gali (T1) = 11 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3
= 28 detik
= 0.467 menit

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times Fb \times Fa \times 60}{TS \times Fv}$$

$$= \frac{1.2 \times 1 \times 0.83 \times 60}{0.467 \times 1.3} = 98.44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.30 Koefisien bucket (Fb)

Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 – 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 – 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 4.31 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = FUSO FN 527
ML
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Jarak Angkut (D) = 500 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
= $\frac{500}{408}$ = 1.23 menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
= $\frac{500}{466}$ = 1.07 menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp}$
= $\frac{500}{83}$ = 6.02 menit
- Waktu Siklus (TS)
= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3
= 4.4 + 1.7 + 1.23 + 1.07 + 6.02 = 14.42 menit
- Produksi Per jam (Q)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS} \\
 &= \frac{10 \times 0.9 \times 1 \times 0.83 \times 60}{14.42} = 31.08 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Komatsu
D53A 16
- Kapasitas Blade (q) = 3.18 m³
- Jarak Gusur (DL) = 75 m
- Kecepatan Maju (F) = 3500 m/jam
- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Fixed Time (FT) = 0.1 menit
- Cycle Time (CT)
 - = $\frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$
 - = $\frac{60 \times 75}{3500} + \frac{60 \times 75}{7500} + 0.1 = 1.99$ menit
- Produksi Per jam (Q)
 - = $\frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$
 - = $\frac{3.18 \times 60 \times 0.83}{1.99} = 79.58$ m³/jam

4. Vibrator Roller

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Caterpillar
CP54B
- Lebar efektif pemadatan (B) = 1.5 m
- Kecepatan Kerja (V) = 2000 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Jumlah Pemadatan (N) = 6
- Luas Pemadatan (A) = $\frac{V \times B \times Fa}{N}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2000 \times 3.2 \times 0.83}{6} \\
 &= 311.25 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 \text{- Kedalaman Pematatan (D)} &= 0.4 \text{ m} \\
 \text{- Koef. konversi volume tanah (f)} &= 0.72 \\
 \text{- Produksi Per jam (Q)} &= A \times D \times f \\
 &= \\
 &311.25 \times 0.4 \times 0.72 \\
 &= 89.64 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan zona 4, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{- Jenis alat} &= \text{VOLVO} \\
 \text{EC210B PRIME 1.2} & \\
 \text{- Kapasitas Bucket (q)} &= 1.2 \text{ m}^3 \\
 \text{- Koefisien Bucket (Fb)} &= 0.8 \text{ (Tabel} \\
 &\mathbf{4.35)} \\
 \text{- Faktor Konversi Kedalaman (Fv)} &= 1.4 \text{ (Tabel} \\
 &\mathbf{4.36)} \\
 \text{- Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0.83 \text{ (Tabel} \\
 &\mathbf{4.30)} \\
 \text{- Waktu gali (T1)} &= 11 \text{ detik} \\
 \text{- Waktu swing (T2)} &= 10 \text{ detik} \\
 \text{- Waktu buang (T3)} &= 7 \text{ detik} \\
 \text{- Waktu Siklus (TS)} &= T1 + T2 + T3 \\
 &= 28 \text{ detik} \quad = 0.467 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Produksi Per jam (Q)} \\
 &= \frac{q \times Fb \times Fa \times 60}{\frac{TS \times Fv}{0.467 \times 1.4}} = 73.123 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.32 Koefisien bucket (Fb)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 – 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 – 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 4.33 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	kondisi membuang, menumpukan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = FUSO FN 527
ML
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 4.30**)
- Jarak Angkut (D) = 500 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit

$$\begin{aligned}
 & - \text{Kecepatan memuat (Vp)} & = 83 \text{ m/menit} \\
 & - \text{Waktu Tempuh isi (T1)} & = \frac{D}{Vh} \\
 & & = \frac{500}{408} = 1.23 \text{ menit} \\
 & - \text{Waktu Tempuh Kosong (T2)} & = \frac{D}{Vr} \\
 & & = \frac{500}{466} = 1.07 \text{ menit} \\
 & - \text{Waktu Tempuh muat (T3)} & = \frac{D}{Vp} \\
 & & = \frac{500}{83} = 6.02 \text{ menit} \\
 & - \text{Waktu Siklus (TS)} \\
 & \quad = 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3 \\
 & \quad = 4.4 + 1.7 + 1.23 + 1.07 + 6.02 = 14.42 \text{ menit} \\
 & - \text{Produksi Per jam (Q)} \\
 & \quad = \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS} \\
 & \quad = \frac{10 \times 0.9 \times 1 \times 0.83 \times 60}{14.42} = 31.08 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. Backhoe

Data data yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 & - \text{Jenis alat} & = \text{Komatsu PC} \\
 & \quad 200 \\
 & - \text{Kapasitas Bucket (q)} & = 0.6 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Koefisien Bucket (Fb)} & = 0.8 \text{ (Tabel} \\
 & \quad \mathbf{4.35)} \\
 & - \text{Faktor Konversi Kedalaman (Fv)} & = 1.4 \text{ (Tabel} \\
 & \quad \mathbf{4.36)} \\
 & - \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} & = 0.83 \text{ (Tabel} \\
 & \quad \mathbf{4.30)} \\
 & - \text{Waktu gali (T1)} & = 13 \text{ detik} \\
 & - \text{Waktu swing (T2)} & = 12 \text{ detik} \\
 & - \text{Waktu buang (T3)} & = 8 \text{ detik} \\
 & - \text{Waktu Siklus (TS)} & = T1 + T2 + T3 \\
 & = 33 \text{ detik} & = 0.55 \text{ menit} \\
 & - \text{Produksi Per jam (Q)}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{TS \times F_v}$$

$$= \frac{0.6 \times 0.8 \times 0.83 \times 60}{0.55 \times 1.4} = 34.15 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.34 Rekap produktivitas alat berat

Zona	Produktivitas Alat Berat (m ³ /jam)						
	Pekerjaan	Excavator	Dump Truck	Bulldozer	Sheepfoot Roller	Vibrator Roller	Backhoe
Zona 1		127.97	31.08	97.58	39.22	-	-
Zona 2		127.97	31.08	79.58	-	56.65	-
Zona 3		98.44	31.08	79.58	-	89.64	-
Zona 4		73.12	31.08	-	-	-	34.15

(sumber : Perhitungan sendiri)

4.7.1.1 Analisa Kebutuhan Alat Berat 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 :

- Zona 1 = 475 hari
- Zona 2 = 336 hari
- Zona 3 = 648 hari
- Zona 4 = 128 hari

Dengan asumsi rincian hari kerja pertahun sebagai berikut :

Tabel 4.35 Rincian jumlah hari kerja

Bulan	Hari Kerja
Januari	14
Februari	12
Maret	7
April	11
Mei	18
Juni	26
Juli	25
Agustus	26
September	27
Oktober	18
November	13
Desember	24
Total	220

Pada pekerjaan pembangunan tubuh bendungan atau main dam ini akan dikerjakan dengan perhitungan kebutuhan alat yang akan ditampilkan sebagai berikut:

1. Zona 1

a. *Excavator*

$$\begin{aligned}
 & \text{- Volume Zona 1} && = 325115.2 \text{ m}^3 \\
 & \text{- Produktivitas (Q)} && = 127.97 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} && = Q \times 8 \text{ jam} \\
 & && = 127.97 \times 8 \\
 & && = 1023.76 \\
 & && \text{m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} && = \frac{325115.2}{1023.76} \\
 & && = 317.57 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} && = 475 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} && = \frac{317.57}{475} \\
 & && = 0.67 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. *Dump Truck*

$$\begin{aligned}
 & \text{- Volume Zona 1} && = 325115.2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{- Produktivitas (Q)} && = 31.08 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} && = Q \times 8 \text{ jam} \\
 & && = 31.08 \times 8 \\
 & && = 248.64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} && = \frac{325115.2}{248.64} \\
 & && = 1307.57 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} && = 475 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} && = \frac{1307.57}{475} \\
 & && = 2.75 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. Bulldozer

$$\begin{aligned}
 & \text{- Volume Zona 1} && = 325115.2 \text{ m}^3 \\
 & \text{- Produktivitas (Q)} && = 97.58 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} && = Q \times 8 \text{ jam} \\
 & && = 97.58 \times 8 \\
 & && = 780.64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} && = \frac{325115.2}{780.64} \\
 & && = 416.47 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} && = 475 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} && = \frac{416.47}{475} \\
 & && = 0.88 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. Sheepfoot Roller

$$\begin{aligned}
 & \text{- Volume Zona 1} && = 325115.2 \text{ m}^3 \\
 & \text{- Produktivitas (Q)} && = 39.22 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} && = Q \times 8 \text{ jam} \\
 & && = 39.22 \times 8 \\
 & && = 313.76 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} && = \frac{325115.2}{313.76} \\
 & && = 1036.19 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} && = 475 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} && = \frac{1036.19}{475} \\
 & && = 2.18 \approx 2 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

2. Zona 2

a. *Excavator*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 233973.1 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 127.97 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 127.97 \times 8 \\
 &= 1023.76 \\
 &\text{m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{233973.1}{1023.76} \\
 &= 228.54 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 336 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{228.54}{336} \\
 &= 0.68 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. *Dump Truck*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 233973.1 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 31.08 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 31.08 \times 8 \\
 &= 248.64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{233973.1}{248.64} \\
 &= 941.01 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 336 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{941.01}{336} \\
 &= 2.8 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. *Bulldozer*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 233973.1 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 79.58 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 79.58 \times 8 \\
 &= 636.64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{233973.1}{636.64} \\
 &= 367.51 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 336 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{367.51}{336} \\
 &= 1.09 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. Vibrator Roller

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 233973.1 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 56.65 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 56.65 \times 8 \\
 &= 453.2 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{233973.1}{453.2} \\
 &= 516.27 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 336 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{516.27}{336} \\
 &= 1.54 \approx 2 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

3. Zona 3

a. Excavator

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 3} &= 1408646 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 98.44 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 98.44 \times 8 \\
 &= 787.52 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{1408646}{787.52} \\
 &= 1788.71 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 648 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{1788.71}{648} \\
 &= 2.76 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 3} &= 1408646 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 31.08 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 31.08 \times 8 \\
 &= 248.64 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Waktu kerja} &= \frac{1408646}{248.64} \\
 &= 5665.40 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 648 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat} &= \frac{5665.40}{648} \\
 &= 8.74 \approx 9 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. *Bulldozer*

$$\begin{aligned}
 - \text{ Volume Zona 3} &= 1408646 \text{ m}^3 \\
 - \text{ Produktivitas (Q)} &= 79.58 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{ Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 79.58 \times 8 \\
 &= 636.64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{ Waktu kerja} &= \frac{1408646}{636.64} \\
 &= 2212.63 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 648 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat} &= \frac{2212.63}{648} \\
 &= 3.41 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. *Vibrator Roller*

$$\begin{aligned}
 - \text{ Volume Zona 3} &= 1408646 \text{ m}^3 \\
 - \text{ Produktivitas (Q)} &= 89.64 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{ Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 89.64 \times 8 \\
 &= 717.12 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{ Waktu kerja} &= \frac{1408646}{717.12} \\
 &= 1964.31 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 648 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat} &= \frac{1964.3}{648} \\
 &= 3.03 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

4. Zona 4

a. *Excavator*

$$- \text{ Volume Zona 4} = 82673.48 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 & \text{- Produktivitas (Q)} &= 73.123 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 73.123 \times 8 \\
 & &= 584.96 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} &= \frac{82673.48}{584.96} \\
 & &= 141.33 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} &= 128 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} &= \frac{141.33}{128} \\
 & &= 1.1 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 & \text{- Volume Zona 4} &= 82673.48 \text{ m}^3 \\
 & \text{- Produktivitas (Q)} &= 31.08 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 31.08 \times 8 \\
 & &= 248.64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} &= \frac{82673.48}{248.64} \\
 & &= 332.5 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} &= 128 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} &= \frac{332.5}{128} \\
 & &= 2.6 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. Backhoe

$$\begin{aligned}
 & \text{- Volume Zona 4} &= 82673.48 \text{ m}^3 \\
 & \text{- Produktivitas (Q)} &= 34.15 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & \text{- Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 34.15 \times 8 \\
 & &= 273.2 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & \text{- Waktu kerja} &= \frac{82673.48}{273.2} \\
 & &= 302.6 \text{ hari} \\
 & \text{- Waktu Pelaksanaan} &= 128 \text{ hari} \\
 & \text{- Jumlah alat} &= \frac{302.6}{128}
 \end{aligned}$$

$$= 2.4 \approx 2 \text{ alat}$$

Tabel 4.36 Rekap Kebutuhan alat berat

Zona Pekerjaan	Volume m ³	Waktu Pelaksanaan hari	Jumlah Alat Berat					
			Excavator	Dump Truck	Bulldozer	Sheepfoot Roller	Vibrator Roller	Backhoe
Zona 1	325115.2	475	1	3	1	2	-	-
Zona 2	233973.1	336	1	3	1	-	2	-
Zona 3	1408646	648	3	9	3	-	3	-
Zona 4	82673.48	128	1	3	-	-	-	2

(sumber : Perhitungan sendiri)

4.7.1.2 Pengaturan Alat Tiap Zona

a. Zona 3

Pada pekerjaan timbunan zona 3 alat disebar ke 2 bagian, yaitu hulu dan hilir As bendungan, maka perlu diperhitungkan kebutuhan alat yang dibutuhkan pada kedua bagian tersebut.

a. Excavator (Bagian Hulu)

- Volume Zona 3 (Hulu) = 26703.7 m³
- Produktivitas (Q) = 98.44 m³/jam
- Produktivitas per hari = Q x 8 jam
= 98.44 x 8
= 787.52 m³/hari
- Waktu kerja = $\frac{26703.7}{787.52}$
= 34 hari
- Waktu Pelaksanaan = 648 hari
- Jumlah alat (Hulu) = $\frac{34}{648}$
= 0.05 \approx 1 alat
- Jumlah alat (Hilir) = 3-1
= 2 alat

b. Dump Truck

- Volume Zona 3 (Hulu) = 26703.7 m^3
 - Produktivitas (Q) = $31.08 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Produktivitas per hari = $Q \times 8 \text{ jam}$
= 31.08×8
= $248.64 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Waktu kerja = $\frac{26703.7}{248.64}$
= 107.4 hari
 - Waktu Pelaksanaan = 648 hari
 - Jumlah alat (Hulu) = $\frac{107.4}{648}$
= $0.16 \approx 1 \text{ alat}$
 - Jumlah alat (Hilir) = $9 - 1$
= 8 alat
- c. *Bulldozer*
- Volume Zona 3 (Hulu) = 26703.7 m^3
 - Produktivitas (Q) = $79.58 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Produktivitas per hari = $Q \times 8 \text{ jam}$
= 79.58×8
= $636.64 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Waktu kerja = $\frac{26703.7}{636.64}$
= 42 hari
 - Waktu Pelaksanaan = 648 hari
 - Jumlah alat (Hulu) = $\frac{42}{648}$
= $0.06 \approx 1 \text{ alat}$
 - Jumlah alat (Hilir) = $3 - 1$
= 2 alat
- d. *Vibrator Roller*
- Volume Zona 3 (Hulu) = 26703.7 m^3
 - Produktivitas (Q) = $89.64 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Produktivitas per hari = $Q \times 8 \text{ jam}$
= 89.64×8
= $717.12 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Waktu kerja = $\frac{26703.7}{717.12}$

$$\begin{aligned}
 &= 37.24 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 648 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat (Hulu)} &= \frac{37.24}{489648} \\
 &= 0.06 \approx 1 \\
 - \text{ Jumlah alat (Hilir)} &= 3 - 1 \\
 &= 2 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.37 Penempatan alat pada zona 3

Jenis Alat	Volume(m3/jam)			Jumlah Alat		
	Total	Hulu	Hilir	Total	Hulu	Hilir
Excavator	1408646	26703.65	1381942.3	3	1	2
Dump Truck	1408646	26703.65	1381942.3	9	1	8
Bulldozer	1408646	26703.65	1381942.3	3	1	2
Vibrator Roller	1408646	26703.65	1381942.3	3	1	2

(sumber : Perhitungan sendiri)

Pada lokasi timbunan zona 3 disiapkan alat berat yang terdiri dari 3 *excavator*, 9 *dumb truck*, 3 *bulldozer*, dan 3 *vibro roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 3 *excavator* yang berada di *stockpile* dibagi menjadi 2, yaitu 1 untuk pengangkutan 1 alat *dump truck* pada bagian hulu dan 2 untuk pengangkutan 8 alat *dump truck* pada bagian hilir.
2. Pada bagian hulu 1 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 3 hulu, dan pada bagian hilir 8 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 3 hilir (2 alat berangkat dan 2 alat lagi mengisi muatan) dengan muatan dari *Stock pile*.
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 3 hulu, dan

2 *Bulldozer* menghamparkan tanah di sepanjang luasan penimbunan zona 3 hilir.

4. 1 *vibrator roller* kemudian memadatkan material yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer* pada bagian hulu dan 2 *vibrator roller* pada bagian hilir.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 3 hulu diturunkan, *dumb truck* tersebut akan kembali ke *Stockpile*. Begitu juga untuk bagian hilir 2 alat *dumb truck* kembali ke *quarry*, 2 alat *dump truck* berangkat ke lokasi penimbunan zona 3 hilir. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

b. Zona 2

Pada lokasi timbunan zona 2 disiapkan alat berat yang terdiri dari 1 *excavator*, 3 *dumb truck*, 1 *bulldozer*, dan 2 *vibro roller*, namun mempertimbangkan hasil perhitungan alat, tidak ada pembagian alat pada pengerjaan timbunan zona 2, sehingga sistematis kinerja alatnya sebagai berikut:

1. 1 *excavator* sudah berada pada lokasi stock pile.
2. 1 alat *dump truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 2 dengan muatan dari *stock pile*, kemudian 1 alat *dump truck* mengisi muatan
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 2.
4. 2 *vibrator roller* kemudian memadatkan material yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer*.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 2. *dumb truck* tersebut akan kembali ke *stock pile*, dan pada waktu yang bersamaan *excavator* mengurai

material agar tidak menggumpal dan siap untuk digunakan untuk timbunan. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

c. Zona 1

Pada lokasi timbunan zona 1 disiapkan alat berat yang terdiri dari 1 *excavator*, 3 *dumb truck*, 1 *bulldozer*, dan 1 *sheepfoot roller*, namun mempertimbangkan hasil perhitungan alat, tidak ada pembagian alat pada pengerjaan timbunan zona 1, sehingga sistematis kinerja alatnya sebagai berikut:

1. 1 *excavator* sudah berada pada lokasi *borrow area*.
2. 1 alat *dump truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 1 dengan muatan dari *borrow area*, kemudian 1 alat *dump truck* mengisi muatan.
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 1.
4. 2 *sheepfoot roller* kemudian memadatkan material yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer*.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 2. *dumb truck* tersebut akan kembali ke *borrow area* dan 1 alat *dumb truck* yang berada pada *borrow area* akan menuju ke lokasi penimbunan zona 1. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

d. Zona 4

Pada lokasi timbunan zona 4 disiapkan alat berat yang terdiri dari 1 *excavator*, dan 3 *dumptruck* dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 1 *excavator* sudah berada pada lokasi *stock pile*.
2. 1 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 4 dengan muatan dari *Stock pile*, kemudian 1 alat lagi mengisi muatan.
3. 1 alat backhoe kapasitas 0.6 m³ untuk mengatur material pada bagian kaki.
4. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 4. *dumb truck* tersebut akan kembali ke *stock pile*. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

4.7.2 Analisa Bahan

4.7.2.1 Material Timbunan

Pada pekerjaan bendungan utama, material timbunan sebelum digunakan untuk menimbun dilakukan 2 pengujian : pengujian tim laborat dan *trial embankment*.

4.7.2.1.1 Pengujian laborat

Bahan timbunan dapat diangkut dari bahan galian dipilih dari penggalian atau *borrow pit* terdekat. Sebelum melakukan pengangkutan ke lokasi proyek, dilaksanakan pengujian material pada laboratorium tanah Bendungan Gondang. Hal ini bertujuan untuk menentukan :

1. Jenis dan jumlah peralatan yang digunakan.
2. Minimum jumlah lintasan untuk pemadatan.
3. Ketebalan lapisan sebelum dan sesudah pemadatan.
4. Pemeliharaan terhadap kelembapan material yang ada di *stock pile*.

Pengujian akan dilaksanakan kembali untuk setiap 50.000 m³ atau sekali sebulan atau pada setiap

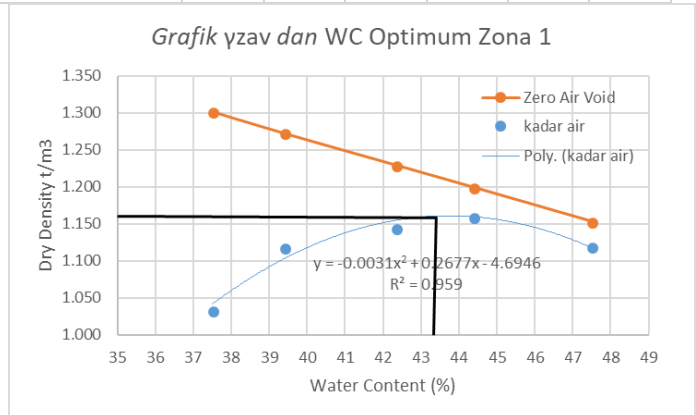
perubahan atau pindah *borrow area* atau setiap perubahan material yang dipilih dari penggalian.

- Timbunan Zona 1

Material timbunan zona 1 (*Impervious Core*) adalah tanah kedap air dari borrow area yang terletak di daerah hulu lokasi

Tabel 4.38 Hasil tes lab Density Determination zona 1

			1	2	3	4	5
a	Berat sampel + cetakan	(gr)	5475.0	5597.0	5659.0	5699.0	5680.0
b	Berat cetakan + Alas	(gr)	4194.0	4194.0	4194.0	4194.0	4194.0
c	Volume cetakan	(cm ³)	900.0	900.0	900.0	900.0	900.0
d	Berat Tanah basah (a-b)	(gr)	1281.0	1403.0	1465.0	1505.0	1486.0
e	Kepadatan Air (d/c)	(t/m ³)	1.423	1.559	1.628	1.672	1.651
f	Water content (%)	(%)	37.650	39.390	42.160	44.160	47.470
g	Kepadatan Kering (100*c/f+100)	(t/m ³)	1.034	1.118	1.145	1.160	1.120
h	Zero Air Void		1.302	1.273	1.230	1.200	1.154



Gambar 4.54 Grafik γ_{zav} dan WC Optimum zona 1

rencana as bendungan yang berjarak 500 m. Sebelum dibawa ke area proyek terlebih dahulu dilakukan pengujian.

(sumber : BBWS Bengawan Solo)

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 1, didapatkan

persamaan untuk mencari kadar air optimum (*WC Optimum*) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0031x^2 + 0.2677x - 4.6946$$

$$\text{Kadar Air Optimum } y' = 0$$

$$y' = -0.0062x + 0.2677$$

$$0 = -0.0062x + 0.2677$$

$$x = 0.2677 / 0.0062$$

$$x = 43.17 \%$$

kadar air optimum adalah = 43.76 %

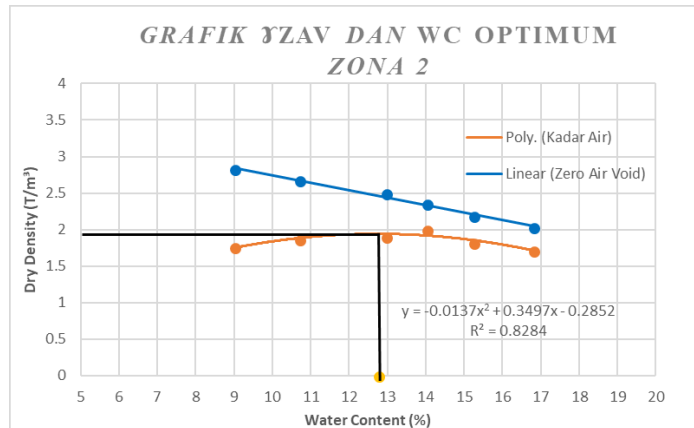
dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada berat volume kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum (OMC) = 43.17 % dan γ_d maksimum = 1.160 t/m³.

- Timbunan Zona 2

Material zona 2 adalah material zona filter berupa material *Sand Gravel* yang diperoleh dari daerah Giriwono Wonogiri. Kemudian disimpan pada di *Stock Pile* yang berjarak sekitar 500 m dari lokasi penimbunan zona 2.

Tabel 4.39 Hasil tes lab density determination zona 2

DENSITY DETERMINATION			1	2	3	4	5	6
a	Weight of sample + mold	gr	71480	71890	72600	71770	71600	71480
b	Weight of mold	gr	34990	34990	34990	34990	34990	34990
c	Volume of Mold	cm/m ³	19020.2	17816.2	17521.0	16168.2	17425.5	18227.7
d	Weight of wet soil	(a-b) gr	36490	36900	37610	36780	36610	36490
e	Wet density	(d/c) T/m ³	1.918	2.071	2.147	2.275	2.101	2.002
f	Water content	%	9.005	10.698	12.963	14.027	15.247	16.807
g	Dry density	(100*e/f+100) T/m ³	1.760	1.871	1.900	1.995	1.823	1.714
h	Zero Air Void	$\gamma_{zav} = G_s \cdot \gamma_w / 1 + (Wc \cdot G_s)$	2.823	2.674	2.497	2.356	2.189	2.034



Gambar 4.55 Grafik γ_{av} dan WC Optimum zona 2

(sumber : BBWS Bengawan Solo)

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 2, didapatkan persamaan untuk mencari kadar air optimum (*WC Optimum*) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0137x^2 + 0.3497x - 0.2852$$

$$\text{Kadar Air Optimum } y' = 0$$

$$y' = -0.0274x + 0.3497$$

$$0 = -0.0274x + 0.3497$$

$$x = 0.3497 / 0.0274$$

$$x = 12.76$$

kadar air optimum adalah = 12.76 %

dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada berat volume kering (γ_d)

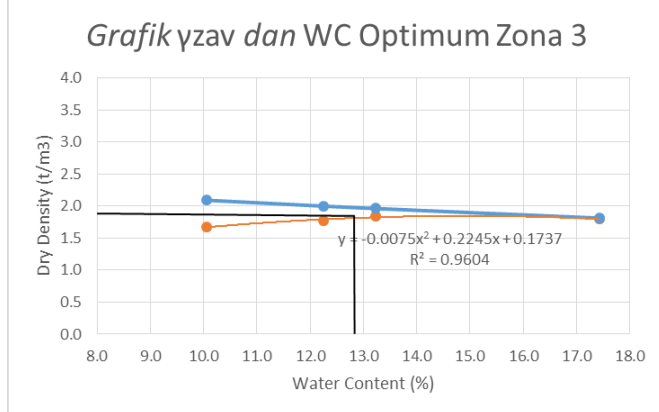
maksimum. Kadar air optimum (OMC) = 12.76 % dan γ_d maksimum = 1.950 t/m³.

- Timbunan Zona 3

Material timbunan zona 3 (*Random Fill*) adalah tanah hasil galian yang diambil dari galian pondasi *cofferdam*, bendungan, dan *spillway* yang terletak pada *stock pile* yang berjarak 500 m dari lokasi penimbunan zona 3.

Tabel 4.40 Hasil tes lab density determination Zona 3

density determination			1	2	3	4
a	Berat sampel + cetakan	(gr)	72510.0	75575.0	77445.0	77960.0
b	Berat cetakan + Alas	(gr)	35200.0	35200.0	35200.0	35200.0
c	Volume cetakan	(cm ³)	20263.0	20263.0	20263.0	20263.0
d	Berat Tanah basah (a-b)	(gr)	37310.0	40375.0	42245.0	42760.0
e	Kepadatan Air (d/c)	(t/m ³)	1.841	1.993	2.085	2.110
f	Water content (%)	(%)	10.050	12.250	13.230	17.430
g	Kepadatan Kering (100*e/f+100)	(t/m ³)	1.673	1.775	1.841	1.797
h	Zero Air Void		2.093	2.001	1.963	1.813



(sumber : BBWS Bengawan Solo)

Gambar 4.56 Grafik γ_{zv} dan WC Optimum zona 3

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 3, didapatkan persamaan untuk mencari kadar air optimum (*WC Optimum*) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0075x^2 + 0.2245x - 0.1737$$

$$\text{Kadar Air Optimum } y' = 0$$

$$y' = -0.0150x + 0.2245$$

$$0 = -0.0150x + 0.2245$$

$$x = 0.2245 / 0.0150$$

$$x = 14.97$$

kadar air optimum adalah = 14.97 %

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) = 14.97 % dan γ_d maksimum = 1.853 t/m³.

4.7.2.1.2 Trial Embankment

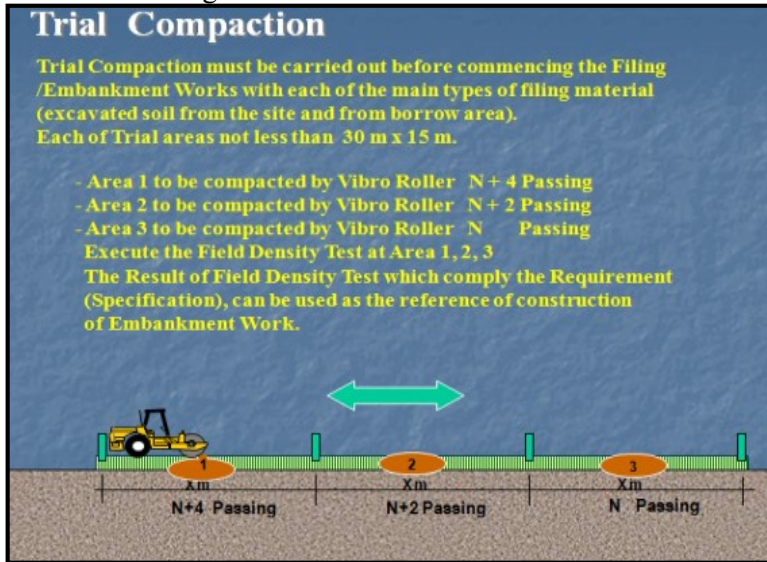
Sebelum penimbunan inti bendungan dimulai, perlu diadakan satu tes/percobaan penimbunan guna mengetahui apakah semua parameter yang ada serta tata cara pelaksanaan pekerjaan penimbunan sesuai dengan prasyarat tanah yang ditentukan.

Secara umum uji lapangan ini merupakan simulasi pekerjaan timbunan dengan tujuan :

1. Menguji kecocokan metode pengolahan material di *Borrow Area*
2. Menguji kecocokan metode pengolahan material di Borrow area.
3. Menguji Kecocokan metode penyimpanan material

4. Mengetahui pengaruh ketebalan lapisan, jumlah lintasan dan jenis alat.
5. Memperoleh parameter tanah timbunan ideal dan optimal terhadap material lokasi setempat seperti kadar air optimum (OMC/Optimum Moisture Content).
6. Lokasi tempat untuk trial embankment harus mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan.

Skematika *Trial Embankment* bisa dilihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4.57 Skematik trial embankment
(sumber : Gambar sendiri)

Area *trial embankment* terbagi menjadi 3 area, yakni Area 1, Area 2 dan Area 3 yang masing area berbeda perlakuan pematatannya. Untuk

area 1 dipadatkan dengan N *passing*. Pada area 2 dipadatkan dengan N + 2 *passing*, sedangkan pada area 3 dipadatkan dengan N + 4 *passing*.

Alat yang digunakan ketika melaksanakan *trial embankment* antara lain :

Tabel 4.41 Alat berat yang digunakan

Nama Alat Berat	Kapasitas	Tujuan
Dump Truck	10 ton	Untuk Hantar atau Hauling
Bulldozer	15 ton	Untuk Hampar atau Spreading
Sheepfoot Roller Vibrator Roller	10 ton	Untuk Pemadatan/Compacting
Excavator	1.2 m ³	Mengambil tanah
Tangki Air	3.000 m ³	Persediaan air guna membasahi material
Peralatan Survey	-	Untuk mengukur elevasi
Peralatan Lab		Untuk uji parameter tanah

Pekerjaan timbunan dilaksanakan lapis demi lapis sesuai dengan hasil *trial embankment* dengan ketebalan yang disesuaikan. Dan kadar air sebelum dan selama pemadatan tetap dijaga, sama untuk material lainnya sedemikian rupa sehingga saat pemadatan dicapai kadar OMC.

- Timbunan Zona 1

Ada beberapa ketentuan dasar sebelum dan pada saat *trial embankment* dilakukan :

1. Material yang digunakan telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil lab.

2. Persiapan patok (*marking*) yang dibutuhkan sebagai acuan maupun batas lokasi pengujian.
3. Jumlah lintasan untuk trial ada 3 variasi 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.
4. Elevasi sebelum dan sesudah pemadatan tiap lapis harus dicatat.
5. Ketebalan penghamparan lapisan zona 1 tidak lebih dari 30 cm tiap lapis.
6. Untuk masing - masing variasi lintasan dilakukan tes (*sand cone*) sejumlah 2 titik.
7. Semua pekerjaan *trial embankment* harus dilaksanakan sesuai prosedur, namun juga harus berdasarkan kondisi lapangan.

Tabel 4.42 Hasil trial embankment zona 1

Passing		6	6	8	8	10	10	
a	Berat tanah dari lubang	(kg)	3549	3448	3645	3314	3665	3273
b	berat pasir sebelum dituang	(kg)	10121	10671	10076	10620	10054	10571
c	berat pasir sesudah dituang	(kg)	5565	6311	5565	6314	5540	6302
d	berat pasir yang digunakan (a-b)	(kg)	4556	4360	4511	4306	4514	4269
e	berat pasir dalam botol + corong	(kg)	1555	1482	1555	1482	1555	1482
f	berat pasir dalam lubang (d-e)	(kg)	3001	2878	2956	2824	2959	2787
g	kepadatan pasir	(t/m ³)	1.370	1.370	1.370	1.370	1.370	1.370
h	volume lubang (f/g)	(ml)	2191	2101	2158	2061	2160	2034
i	Kepadatan cair (a/h)	(t/m ³)	1.62	1.641	1.689	1.608	1.697	1.609
j	moistur content	(%)	44.93	44.93	44.93	39.86	41.84	41.84
k	kepadatan kering (100xl)/(l+100)	(t/m ³)	1.118	1.133	1.166	1.15	1.196	1.134
l	kepadatan kering max lab.	(t/m ³)	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
m	kadar air optimum	(%)	43.75	43.75	43.75	43.75	43.75	43.75
n	derajat kepadatan(K/I) x 100	(%)	96.2	97.5	100.3	98.9	103	97.6
o	derajat kepadatan rata-rata	(%)	96.8		99.6		100.3	

Data di atas adalah hasil *trial embankment* pada material zona 1. Ada beberapa percobaan lintasan yang digunakan untuk *trial embankment* yaitu 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.

Berdasarkan buku spesifikasi teknis Bendungan Gondang yang berbunyi seperti ini : *Kepadatan kering timbunan (fill dry*

density) untuk pemadatan tidak boleh lebih kecil 95 (sembilan puluh lima) % dari kepadatan kering maksimum (*maximum dry density*) dan nilai rata-rata nya tidak boleh lebih kecil dari 98 (sembilan puluh delapan) %.

Maka pemadatan yang dilakukan di lapangan sebanyak **8 kali**

- Timbunan Zona 2

Ada beberapa ketentuan dasar sebelum dan pada saat *trial embankment* dilakukan :

1. Meterial yang digunakan telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil lab.
2. Persiapan patok (*marking*) yang dibutuhkan sebagai acuan maupun batas lokasi pengujian.
3. Jumlah lintasan untuk trial ada 2 variasi 4 lintasan, dan 2 lintasan.
4. Elevasi sebelum dan sesudah pemadatan tiap lapis harus dicatat.
5. Ketebalan penghamparan lapisan zona 1 tidak lebih dari 40 cm tiap lapis.
6. Untuk masing - masing variasi lintasan dilakukan tes (*sand cone*) sejumlah 2 titik.
7. Semua pekerjaan *trial embankment* harus dilaksanakan sesuai prosedur, namun juga harus berdasarkan kondisi lapangan.

Tabel 4.43 Hasil trial embankment zona 2

	Passing	4	4	4	2	2	2	
a	Berat tanah dari lubang	kg	79275	91395	90140	87235	83575	84280
b	Berat tanah sebelum dituang ke ring	kg	19900	19825	19755	19645	15950	15825
c	Berat tanah sesudah dituang ke ring	kg	10825	11370	10760	10460	7980	6265
d	Berat tanah yang digunakan (b-c)	kg	9075	8455	8995	9185	7970	9560
e	Berat tanah sebelum dituang ke ring + lubang	kg	60545	59740	59525	58270	58105	57655
f	Berat tanah sesudah dituang ke ring + lubang	kg	14775	8910	8860	8840	10535	7435
g	Berat tanah didalam ring + lubang (e-f)	kg	45770	59830	50665	49430	47570	50220
h	Berat tanah didalam lubang (g-d)	kg	36695	42375	41670	40245	39600	40660
i	kepadatan tanah basah (a/h)	T/m ³	2.160	2.157	2.163	2.168	2.110	2.073
j	moisture content	%	8.11	7.6	7.2	11.01	9.07	9.29
k	kepadatan kering $((100 \times i) / (j + 100))$	T/m ³	1.998	2.004	2.018	1.953	1.935	1.897
l	kepadatan kering max lab.	T/m ³	1.995	1.995	1.995	1.995	1.995	1.995
m	kepadatan kering min lab.	T/m ³	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
n	derajat kepadatan $((l(k-m))/(k(l-m))) \times 100$	%	101.2	103.5	108.5	83.7	76.8	61.1
o	rata rata	%	104.4			73.9		

Data di atas adalah hasil *trial embankment* pada material zona 2. Ada beberapa percobaan lintasan yang digunakan untuk *trial embankment* yaitu 4 lintasan, dan 2 lintasan.

Berdasarkan buku spesifikasi teknis Bendungan Gondang yang berbunyi seperti ini : *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 100 kN, hampir sama dengan 10 (sepuluh) ton metric pada satuan gravitasi. Juga, kepadatan relative yang lebih kecil dari 75 (tujuh puluh lima) % harus tidak boleh lebih dari 20 (dua puluh) %.* Maka pemadatan yang dilakukan di lapangan sebanyak **2 kali untuk zona 2.**

- Timbunan Zona 3

Ada beberapa ketentuan dasar sebelum dan pada saat pengujian dilakukan :

1. Meterial yang digunakan telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil lab.
2. Persiapan patok (*marking*) yang dibutuhkan sebagai acuan maupun batas lokasi pengujian.
3. Jumlah lintasan untuk trial ada 3 variasi 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.
4. Elevasi sebelum dan sesudah pemadatan tiap lapis harus dicatat.
5. Ketebalan penghamparan lapisan zona 2 tidak lebih dari 40 cm tiap lapis.
6. Untuk masing - masing variasi lintasan dilakukan tes (*water replacment test*) sejumlah 2 titik.
7. Semua pekerjaan *trial embankment* harus dilaksanakan sesuai prosedur, namun juga harus berdasarkan kondisi lapangan.

Tabel 4.44 Hasil trial embankment zona 3

Passing		6	6	8	8	10	10	
a	berat air dari lubang	gr	95945.00	104160.00	85710.00	105040.00	120065.00	83145.00
b	volume lubang	ml	45690.00	48505.00	40360.00	49390.00	55285.00	38495.00
c	kepadatan basah	t/m3	2.100	2.147	2.124	2.127	2.172	2.160
d	derajat kelembapan	%	15.98	19.48	15.98	14.32	14.17	13.62
e	kepadatan kering	t/m3	1.811	1.797	1.831	1.860	1.902	1.901
f	kepadatan kering maksimal	t/m3	1.847	1.847	1.847	1.847	1.847	1.847
g	nilai D	%	98.00	97.30	99.10	100.70	103.00	102.90
h	derajat kepadatan rata-rata	%	97.65		99.90		102.95	

Data di atas adalah hasil *trial embankment* pada material zona 3. Ada beberapa percobaan lintasan yang digunakan untuk *trial embankment* yaitu 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.

Berdasarkan buku spesifikasi teknis Bendungan Gondang yang berbunyi seperti ini : *jumlah lintasan pemadatan sesuai dengan hasil trial embankment yang memiliki gama(γ) wet lapangan = 90% gama(γ) wet design.*

Maka digunakan **6 kali** lintasan pada pemadatan zona 3.

4.8 Analisa Waktu

- Zona 1

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan *Imprevious Core* (zona 1) :

$$\begin{aligned} \text{Volume Zona 1} &= 325115.2 \text{ m}^3 \\ \text{Produktivitas} &= 127.97 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 127.97 \times 8 = 1023.76 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Jumlah Alat} &= 1 \text{ unit} \\ \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 1}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{325115.2}{1023.76 \times 1} \\ &= 317.6 \approx 318 \text{ hari} \approx 11 \text{ bulan} \end{aligned}$$

- Zona 2

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan filter halus (zona 2) :

$$\begin{aligned} \text{Volume Zona 2} &= 233973.1 \text{ m}^3 \\ \text{Produktivitas} &= 127.97 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 127.97 \times 8 = 1023.76 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Jumlah Alat} &= 1 \text{ unit} \\ \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 2}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{233973.1}{1023.76 \times 1} \\ &= 228.54 \approx 229 \text{ hari} \approx 8 \text{ bulan} \end{aligned}$$

- Zona 3

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan filter kasar (zona 3) :

$$\text{Volume Zona 3} = 1408646 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 98.44 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 98.44 \times 8 = 787.52 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 3 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 3}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{1408646}{787.52 \times 3} \\ &= 596.24 \approx 596 \text{ hari} \approx 20 \text{ bulan} \end{aligned}$$

• Zona 4

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan *random fill* (zona 4) :

$$\text{Volume Zona 4} = 82673.48 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 73.12 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 73.12 \times 8 = 584.96 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 1 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 4}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{82673.48}{584.96 \times 1} \\ &= 141.33 \approx 141 \text{ hari} \approx 5 \text{ bulan} \end{aligned}$$

Dari perhitungan hari kerja di atas, didapatkan jumlah hari kerja tiap zona untuk pekerjaan timbunan sebagai berikut.

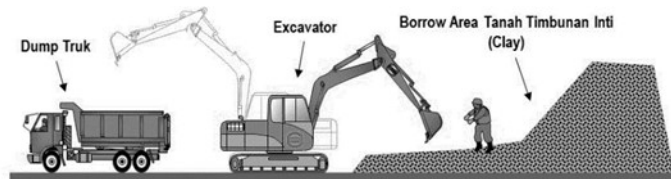
- Zona 1 = 318 hari
- Zona 2 = 229 hari
- Zona 3 = 596 hari
- Zona 4 = 141 hari

4.9 Cara Pelaksanaan

4.9.1 Timbunan zona 1 (Inti Kedap)

Berikut ini merupakan metode pelaksanaan dari pekerjaan Timbunan Inti Kedap (Zona 1) pada Tubuh Bendungan :

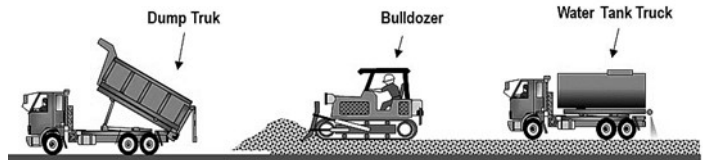
1. Menyiapkan peralatan berat (Excavator, Bulldozer, Sheepfoot Roller, Vibro Roller, Dump Truck) yang dibutuhkan dan memastikan dalam kondisi baik.
2. Mengukur dan membuat batasan timbunan dengan cara mengukur dari patok as yang telah dipasang saat pekerjaan utizet.
3. material timbunan diangkut dari Borrow Area ke lokasi proyek menggunakan bantuan alat Excavator ke Dump Truck dengan gradasi material yang telah disepakati oleh direksi.



Gambar 4.58 Pengangkutan timbunan inti dari Borrow Area

4. Setelah *Dump Truck* tiba di lokasi proyek, bahan timbunan dapat ditumbun di area lokasi rencana timbunan.

5. Timbunan dihampar secara berkesinambungan menggunakan Bulldozer dengan tebal lapisan tidak lebih dari 30 cm.



Gambar 4.59 Penghamparan Material diikuti Penyiraman Air

6. Setelah dilakukan penghamparan, selanjutnya dilakukan pemadatan menggunakan Sheepfoot Roller dengan jumlah lintasan pemadatan sebenarnya ditentukan berdasarkan uji timbunan (test fill) hingga didapatkan kepadatan sesuai spesifikasi, Penyiraman perlu dilakukan apabila kandungan air/kelembapan material kurang dari kondisi desain.



Gambar 4.60 Pemadatan menggunakan Sheepfoot Roller

7. Melakukan tes kepadatan tanah dengan acuan data dari tes kepadatan laboratorium.

8. Urutan pemadatan hingga mencapai kepadatan yang direncanakan yaitu :
 - a. Setelah pemadatan selesai lakukan tes kepadatan
 - b. Apabila kepadatan belum memenuhi syarat, lakukan pemadatan ulang. Nilai kepadatan yang harus dicapai adalah 95% dari kepadatan kering maksimum lab.
 - c. Setelah pemadatan ulang selesai, lakukan lagi tes pemadatan.
 - d. Apabila hasil tes masih belum memenuhi syarat, ulangi langkah pemadatan hingga didapat hasil kepadatan yang diinginkan.
9. Melakukan penimbunan kembali tiap layer sampai elevasi puncak permukaan yang ditentukan. Untuk pembuatan lereng dengan kemiringan 1:2,8 dan 1:2,5 maka dilakukan langkah sebagai berikut:
 - a. Lakukan pemadatan hingga mencapai pinggir layer timbunan sebelumnya.
 - b. Untuk timbunan tebal per layer maksimal 30 cm, maka untuk perbandingan 1:2,8 (Hulu) dan 1:2,5 (Hilir) maka jarak horizontal lereng adalah 84 dan 75 cm
 - c. Ukur jarak horizontal sebesar 84 dan 75 cm dari pinggir timbunan dan lurus ke arah menjauhi timbunan, lalu tandai ujungnya.

- d. Lakukan hal yang sama (langkah a sampai c) untuk sisi lainnya, lalu hubungkan dengan benang sebagai panduan penggalian.
 - e. Mulai menggali dari bagian bawah layer, miring ke atas menuju benang panduan untuk membentuk lereng.
10. Dalam pekerjaan timbunan dan pemadatan diusahakan menghindari hujan, dikarenakan air hujan dapat mempengaruhi kepadatan tanah. Lokasi Borrow Area dan timbunan yang belum mencapai kepadatan rencana dilindungi menggunakan terpal.
11. Lakukan tes kepadatan tanah dilapangan menggunakan salah satu metode uji berupa sandconetest. Sandcone test adalah pemeriksa kepadatan tanah dengan menggunakan pasir Ottawa sebagai parameter kepadatan tanah yang mempunyai sifat kering, bersih, keras, tidak memiliki bahan pengikat sehingga dapat mengalir bebas. Pasir Ottawa yang digunakan adalah lolos saringan no. 10 dan tertahan di saringan no. 200. Metode

ini hanya terbatas untuk lapisan atas tanah (top soil) yaitu antara 10-15 cm.



Gambar 4.61 Peralatan Sand Cone Test

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam sand cone test :

- 1) Botol transparan kapasitas 4 liter
- 2) Corong krucut dengan ϕ 16,51 cm dengan kran
- 3) Pelat ukuran 30,48 x 30,48 cm dengan lubang ϕ 16,51 cm ditengahnya.
- 4) Empat buah paku.
- 5) Timbangan dengan ketelitian 1 gr.
- 6) Peralatan pemeriksaan kadar air (krus dan oven)
- 7) Pasir Ottawa lolos saringan no. 10 dan tertahan di saringan no. 200.
- 8) Wadah dan ember plastic.

Langkah dalam pelaksanaan sand cone test adalah sebagai berikut :

- a. Pelaksanaan di lab.
 1. Isi botol dengan pasir hingga penuh
 2. Timbang berat wadah (w) dan hitung volumenya.
 3. Letakkan botol dalam keadaan terbalik diatas wadah sehingga corong menempel pada bagian atas wadah.
 4. Buka kran secara perlahan sehingga pasir di dalam botol mengalir secara bebas kedalam tanah.
 5. Setelah wadah penuh. Tutup kran dan botol diangkat.
 6. Botol diisi dengan pasir secukupnya dan ditimbang beserta corong (w3)
 7. Letakkan botol terbalik diatas plat kaca yang kering dan bersih.
 8. Kran dibuka perlahan hingga pasir memenuhi corong.
 9. Catat hasil yang didapatkan.

- b. Pelaksanaan di lapangan.
 1. Isi botol dengan pasir hingga penuh lalu timbang dan catat.
 2. Ember plastic ditimbang lalu catat beratnya.
 3. Ratakan permukaan tanah yang akan ditest.
 4. Letakkan plat dan corong pada permukaan yang telah dikokohkan keempat sisinya menggunakan paku.

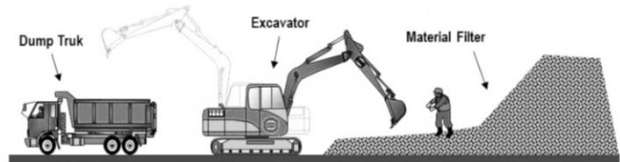
5. Gali lubang sedalam 10-15 cm membentuk permukaan corong
6. Tanah hasil galian diletakkan plastic lalu ditimbang.
7. Letakkan botol dengan posisi terbalik pada plat dasar yang telah digali lalu keran dibuka sehingga pasir memenuhi lubang galian.
8. Timbang botol yang berisi sisa pasir.
9. Hitung berat pasir dalam lubang dengan cara mengurangkan berat pasir (lubang + corong) dengan berat pasir dalam corong yang telah ditimbang di lab.
10. Catat hasil yang didapatkan

4.9.2 Timbunan zona 2 (Filter)

Berikut ini merupakan metode pelaksanaan dari pekerjaan Timbunan Filter Halus (Zona 2) pada Tubuh Bendungan :

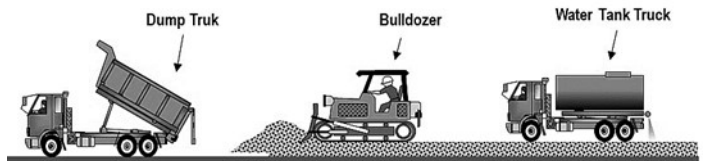
1. Menyiapkan peralatan berat (Excavator, Bulldozer, Vibrator Roller, Dump Truck) yang dibutuhkan dan memastikan dalam kondisi baik.
2. Mengukur dan membuat batasan timbunan dengan cara mengukur dari patok as yang telah dipasang saat pekerjaan utizet.
3. Material timbunan diambil dari Stockpile dan dingakut ke lokasi proyek menggunakan bantuan alat Excavator ke

Dump Truck dari stock pile dengan gradasi material yang telah disepakati oleh direksi.



Gambar 4.62 Pengangkutan timbunan filter halus dari Stockpile

4. Setelah Dump Truck tiba di lokasi proyek, material timbunan dapat ditimbun di area lokasi rencana timbunan.
5. Timbunan dihampar berkesinambungan secara membentang penuh ke arah lebar dan panjang zona sesuai dengan kapasitas alat yaitu menggunakan Bulldozer dengan tebal tiap lapisan tidak lebih dari 40 cm.



Gambar 4.63 Penghamparan Material diikuti Penyiraman Air

6. Setelah dilakukan penghamparan, dilakukan penyiraman air dengan menggunakan Water Tank Truck, selanjutnya pemadatan dilakukan menggunakan *Vibrator roller* dengan jumlah lintasan pemadatan sebenarnya ditentukan berdasarkan uji timbunan (test fill) hingga didapatkan kepadatan sesuai spesifikasi.



Gambar 4.64 Pemadatan menggunakan Bulldozer

7. Melakukan tes kepadatan tanah dengan acuan data dari tes kepadatan laboratorium.
8. Urutan pemadatan hingga mencapai kepadatan yang direncanakan yaitu :
- a. Setelah pemadatan selesai lakukan tes kepadatan
 - b. Apabila kepadatan belum memenuhi syarat, lakukan pemadatan ulang. Nilai kepadatan yang harus dicapai hingga mendapatkan kepadatan relative (relative density) paling sedikit adalah 70% dan rata-rata 80%, juga kepadatan relative yang lebih kecil dari 75% tidak

- boleh lebih dari 20% total kepadatan seluruh timbunan.
- c. Setelah pemadatan ulang selesai, lakukan lagi tes pemadatan
 - d. Apabila hasil tes masih belum memenuhi syarat, ulangi langkah pemadatan hingga didapat hasil kepadatan yang diinginkan.
9. Melakukan penimbunan kembali (setelah dilakukan tes kepadatan memenuhi syarat) tiap layer sampai elevasi puncak permukaan yang ditentukan.
10. Untuk pembuatan lereng dengan kemiringan 1:2,8 dan 1:2,5 maka dilakukan langkah sebagai berikut:
- a. Lakukan pemadatan hingga mencapai pinggir layer timbunan sebelumnya.
 - b. Untuk timbunan tebal per layer maksimal 40 cm, maka untuk perbandingan 1:2,8(Hulu) dan 1:2,5(Hilir) maka jarak horizontal lereng adalah 112 dan 100 cm
 - c. Ukur jarak horizontal sebesar 112 dan 100 cm dari pinggir timbunan dan lurus kearah menjauhi timbunan, lalu tandai ujungnya
 - d. Lakukan hal yang sama (langkah a sampai c) untuk sisi lainnya, lalu hubungkan dengan benang sebagai panduan penggalian.

- e. Mulai menggali dari bagian bawah layer, miring ke atas menuju benang panduan untuk membentuk lereng.
- f. Dalam pekerjaan timbunan dan pemadatan diusahakan menghindari hujan, dikarenakan air hujan dapat mempengaruhi kepadatan tanah. Lokasi Spoil Bank dan timbunan yang belum dipadatkan dijaga agar tidak terkena air hujan, apabila terjadi hujan saat pemadatan telah berlangsung maka pekerjaan pemadatan dihentikan terlebih dahulu dan timbunan yang telah dihamparkan namun belum dipadatkan maupun yang belum mencapai kepadatan rencana dilindungi menggunakan terpal.
- g. Lakukan tes kepadatan tanah dilapangan menggunakan salah satu metode uji berupa Tes Konsolidasi.

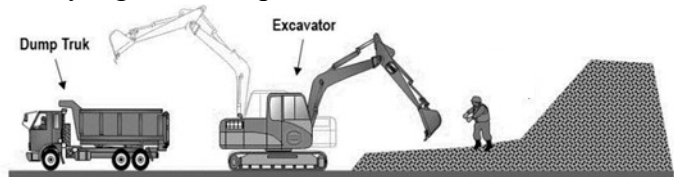
4.9.3 Timbunan zona 3 (*Random*)

Berikut ini merupakan metode pelaksanaan dari pekerjaan Timbunan Random (Zona 3) pada Tubuh Bendungan :

1. Menyiapkan peralatan berat (Excavator, Bulldozer, Vibrator Roller, Dump Truck) yang dibutuhkan dan memastikan dalam kondisi baik.
2. Mengukur dan membuat batasan timbunan dengan cara mengukur dari

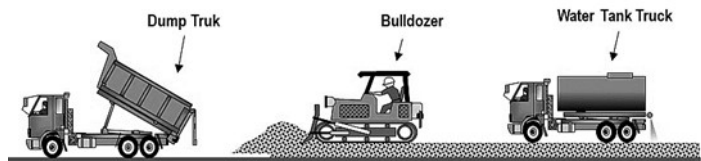
patok as yang telah dipasang saat pekerjaan utizet.

3. Material timbunan diambil dari hasil galian bendungan utama, galian spillway, terowongan pengelak, galian tebing kiri dan kanan yang berada distockpile di angkut ke lokasi proyek menggunakan bantuan alat Excavator ke Dump Truck dari Borrow Areadengan gradasi material yang telah disepakati oleh direksi.



Gambar 4.65 Pengangkutan material timbunan Random dari Stockpile

4. setelah Dump Truck tiba di lokasi proyek, material timbunan dapat ditimbun di area lokasi rencana timbunan.
5. Timbunan dihampar berkesinambungan secara membentang penuh kearah lebar dan panjang zona sesuai dengan kapasitas alat yaitu menggunakan Bulldozer dengan tebal tiap lapisan tidak lebih dari 40 cm.



Gambar 4.66 Penghamparan Material diikuti Penyiraman Air

6. Setelah dilakukan penghamparan, dilakukan penyiraman air dengan menggunakan Water Tank Truck truck, selanjutnya pemadatan dilakukan menggunakan *Vibrator roller* dengan jumlah lintasan pemadatan sebenarnya



Gambar 4.67 Pemadatan menggunakan Bulldozer

- ditentukan berdasarkan uji timbunan (test fill) hingga didapatkan kepadatan sesuai spesifikasi.
7. Melakukan tes kepadatan tanah dengan acuan data dari tes kepadatan laboratorium.
 8. Urutan pemadatan hingga mencapai kepadatan yang direncanakan yaitu :
 - a. Setelah pemadatan selesai lakukan tes kepadatan
 - b. Apabila kepadatan belum memenuhi syarat, lakukan pemadatan ulang. Nilai kepadatan yang harus dicapai hingga mendapatkan kepadatan relative (relative density) paling sedikit adalah 70% dan rata-rata 80%, juga kepadatan relative yang lebih kecil dari 75% tidak boleh lebih dari

- 20% total kepadatan seluruh timbunan.
- c. Setelah pemadatan ulang selesai, lakukan lagi tes pemadatan
 - d. Apabila hasil tes masih belum memenuhi syarat, ulangi langkah pemadatan hingga didapat hasil kepadatan yang diinginkan.
9. Melakukan penimbunan kembali (setelah dilakukan tes kepadatan memenuhi syarat) tiap layer sampai elevasi puncak permukaan yang ditentukan.
10. Untuk pembuatan lereng dengan kemiringan 1:2,8(Hulu) dan 1:2,5(Hilir) maka dilakukan langkah sebagai berikut:
- a. Lakukan pemadatan hingga mencapai pinggir layer timbunan sebelumnya.
 - b. Untuk timbunan tebal per layer maksimal 40 cm, maka untuk perbandingan 1:2,8 dan 1:2,5 maka jarak horizontal lereng adalah 112 dan 100 cm
 - c. Ukur jarak horizontal sebesar 112 dan 100 cm dari pinggir timbunan dan lurus kearah menjauhi timbunan, lalu tandai ujungnya
 - d. Lakukan hal yang sama (langkah a sampai c) untuk sisi lainnya, lalu hubungkan dengan benang sebagai panduan penggalian.

- e. Mulai menggali dari bagian bawah layer, miring ke atas menuju benang panduan untuk membentuk lereng.
- f. Dalam pekerjaan timbunan dan pemadatan diusahakan menghindari hujan, dikarenakan air hujan dapat mempengaruhi kepadatan tanah. Lokasi *Spoil Bank* dan timbunan yang belum dipadatkan dijaga agar tidak terkena air hujan, apabila terjadi hujan saat pemadatan telah berlangsung maka pekerjaan pemadatan dihentikan terlebih dahulu dan timbunan yang telah dihamparkan namun belum dipadatkan maupun yang belum mencapai kepadatan rencana dilindungi menggunakan terpal.
- g. Lakukan tes kepadatan tanah dilapangan menggunakan salah satu metode uji berupa Tes Konsolidasi.

4.9.4 Timbunan zona 4 (Rip -Rap)

Berikut ini merupakan metode pelaksanaan dari pekerjaan Timbunan Rip Rap (Zona 4) pada Tubuh Bendungan :

1. Menyiapkan peralatan berat (*Excavator*, *Dump Truck*) yang dibutuhkan dan memastikan dalam kondisi baik.
2. Menyiapkan peralatan pembantu (cangkul, linggis, sekop dll)
3. Mengukur dan membuat batasan timbunan dengan cara mengukur dari

patok as yang telah dipasang saat pekerjaan *utizet*.

4. Material Rip-Rap didapatkan dari lokasi *Quarry* yang kemudian di timbun di lokasi *stockpile* batu.
5. Pelonggaran batuan sebelum di angkat dilakukan menggunakan *Excavator*
6. Batuan yang telah dilonggarkan diangkut ke lokasi proyek menggunakan bantuan alat *Excavator* ke *Dump Truck* dengan gradasi material yang telah disepakati oleh direksi dengan diameter antara 50 cm hingga 100 cm.



Gambar 4.68 Pengangkutan material Rip Rap dari Stockpile

7. Setelah Dump Truck tiba di lokasi proyek, bahan timbunan dapat ditumbun di area lokasi rencana timbunan.
8. Setelah dilakukan penuangan material, material disusun di lokasi penimbunan menggunakan bantuan *Excavator* 0,6 m³ dengan dikawal oleh tim survey dan diawasi pelaksana untuk mendapat



Gambar 4.69 Penataan material Rip Rap di lokasi

keiringan akhir dan memastikan tidak ada rongga yang tertinggal diantara fragmen batu besar dan batu kecil sehingga didapatkan *interlock* yang baik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir kamu adalah sebagai :

1. Diperoleh volume timbunan tubuh bendung seperti keterangan di bawah :
 - Volume timbunan Inti (zona 1)
: **325.115,2m³**.
 - Volume timbunan filter (zona 2)
: **233.973,1 m³**.
 - Volume timbunan Random (zona 3)
: **1.408.646m³**.
 - Volume timbunan Rip-Rap (zona 4)
: **82.673,48m³**
2. Produktivitas alat untuk tiap zona adalah sebagai berikut :
 - Timbunan inti (zona 1)
Excavator sebesar 127.97 m³/jam, *Dump truck* sebesar 31.08 m³/jam, *Bulldozer* sebesar 97.58 m³/jam, dan *Sheepfoot Roller* sebesar 39.22 m³/jam.
 - Timbunan filter (zona 2)
Excavator sebesar 127.97 m³/jam, *Dump truck* sebesar 31.08 m³/jam, *Bulldozer* sebesar 79.58 m³/jam, dan *Vibrator Roller* sebesar 56.65 m³/jam.
 - Timbunan *Random* (zona 3)
Excavator sebesar 98.44 m³/jam, *Dump truck* sebesar 31.08 m³/jam, *Bulldozer* sebesar 79.58 m³/jam, dan *Vibrator Roller* sebesar 89.64 m³/jam.
 - Timbunan *Rip-Rap* (zona 4)

Excavator sebesar 73.12 m³/jam, *Dump truck* sebesar 31.08 m³/jam, *Backhoe* sebesar 34.15 m³/jam.

Dengan demikian total alat berat yang digunakan untuk pembangunan tubuh bendung terutama untuk pekerjaan timbunan adalah : 6 *excavator*, 18 *dump truck*, 5 *bulldozer*, 2 *sheepfoot roller*, 5 *vibrator roller*, dan 2 *backhoe*.

3. Bahan yang digunakan untuk penimbunan tiap-tiap zona adalah sebagai berikut :
 - a. Zona 1 adalah material *clay* atau lempung yang diambil dari *borrow area* dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1,156 t/m³
 - Kepadatan tanah di lab 1,160 t/m³.
 - Derajat kepadatan 99,6 % (syarat > 98 %).
 - b. Zona 2 adalah material filter yang diambil dari *stock pile* dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1,928 t/m³
 - Kepadatan tanah di lab 1,950 t/m³.
 - Derajat kepadatan 104,4 % (syarat >80%)
 - c. Zona 3 adalah material pasir yang diambil dari *stock pile* dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1.847 t/m³.
 - Kepadatan tanah di lab 1.853 t/m³.
 - Derajat kepadatan 97.65 % (syarat >90%).
 - d. *Rip – rap* adalah material batu yang diambil dari *quarry* yg kemudian di timbun di *stockpile*.
4. Jumlah hari kerja dengan metode yang kami gunakan mencapai 737 hari.

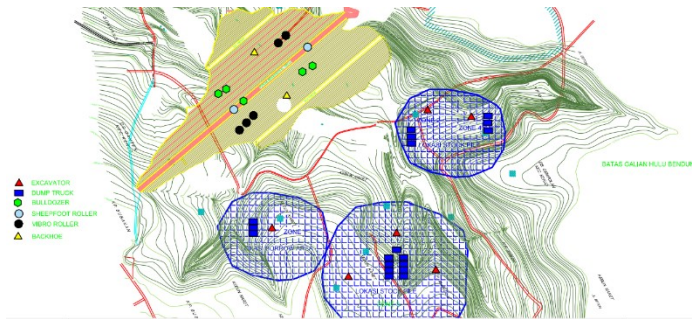
5.2 **Saran**

Untuk pekerjaan pembangunan *main dam* disarankan untuk selalu mengadakan perawatan alat berat rutin setiap bulan agar kondisi alat tetap prima dalam melakukan pekerjaanya.

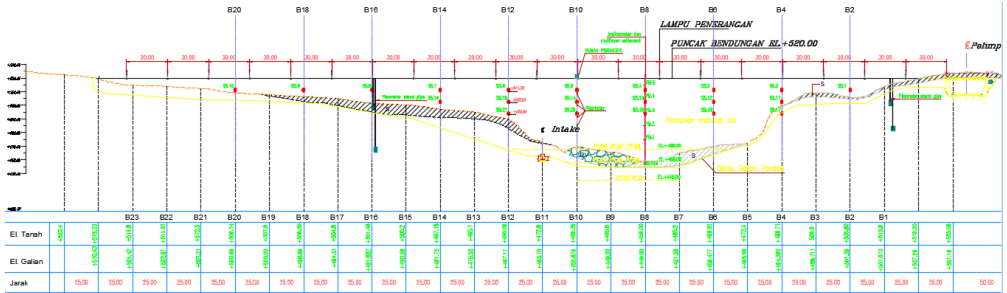
Untuk para pekerja diharuskan untuk mematuhi K3 standart.

Kemudian, apabila lapisan teratas penimbunan tertimpa hujan, maka diusahakan agar menghilangkan cekungan-cekungan yang terdapat dipermukaan lapisan dan membuat parit-parit sementara. Selanjutnya apabila hujan telah reda maka disarankan supaya lapisan permukaan paling atas dibolak-balik agar segera kering.

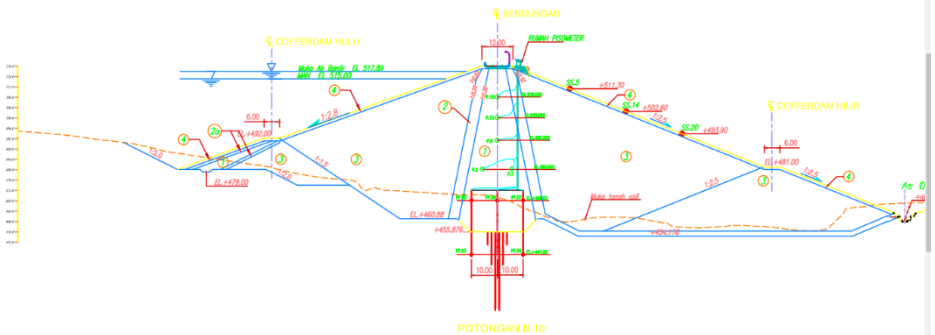
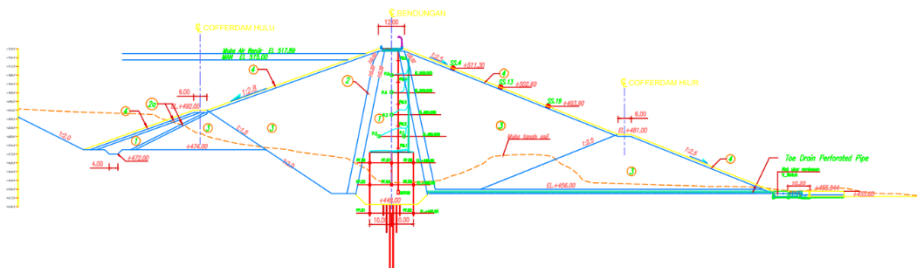
LAMPIRANP LOTING LETAK POSISI DAN JUMLAH ALAT BERAT



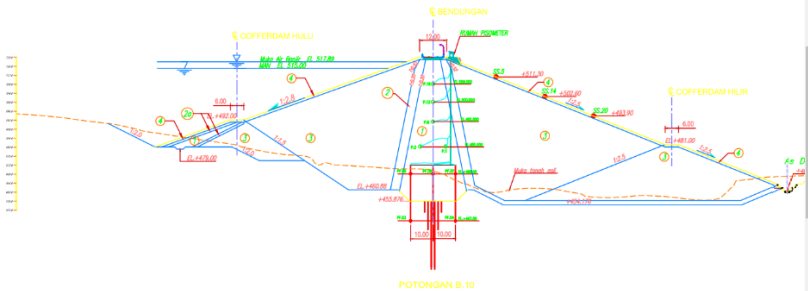
PENEMPATAN PIZOMETER POTONGAN MEMANJANG BENDUNGAN



DETAIL POSISI PIZOMETER



DETAIL POSISI RUMAH PIZOMETER



Pemasangan Piezometer :

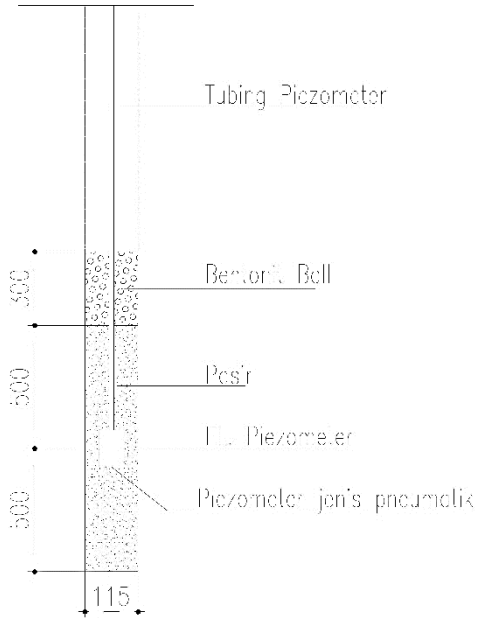
1. Lokasi pisometer ditentukan pada tiap titik lokasi elevasi maupun koordinatnya yaitu di pondasi dan tubuh bendungan.
2. Lubang pisometer di buat setelah pekerjaan perbaikan pondasi bendungan selesai dan setelah tercapai kedalamannya, lubang dibersihkan
3. Sebelum tip dipasang, direndam air selama 24 jam dan diuji ketepatan pembacaannya, kemudian disambung ke tabung ganda.
4. Tip dimasukkan lubang bor dengan menggunakan batang besi atau pipa, setelah penempatannya benar batang/pipa diangkat.
5. Pasir dimasukkan kedalam lubang melalui pipa sampai 0,5 m diatas tip. Kemudian bentonit berbentuk pelet dimasukkan kelubang sampai setebal 0,5 m. setelah bentonit mengembang dibiarkan selama 24 jam kemudian lubang digrouting.

6. Tabung ganda pisometer dihubungkan ke terminal.
7. Alat silinder hampa udara diisi dengan air dan disirkulasi ketabung ganda ke tip pisometer kembali keluar ke silinder sampai tidak ada gelembung udara didalam air.
8. Pembacaan pertama dilakukan pada tiap pisometer dan dicatat.

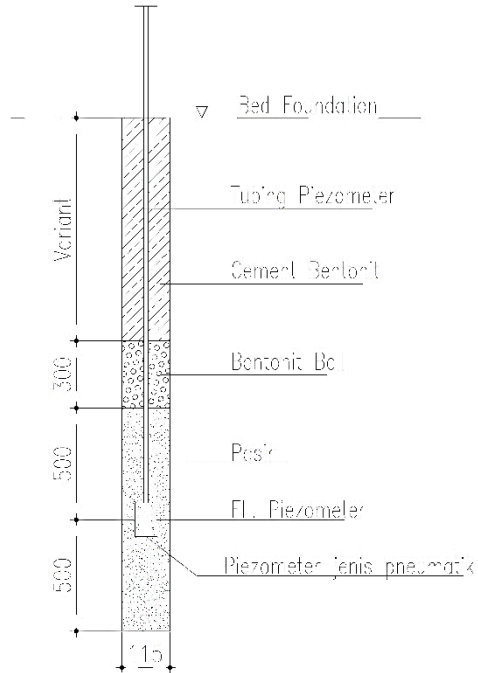
Pada saat pemasangan instrumen pisometer, perlu diperhatikan hal sebagai berikut:

- a) Bagian Tip harus betul-betul bersentuhan langsung dengan material tanah agar tidak ada udara yang terperangkap di dalam sistim
- b) Kadar air material tanah disekitar Tip harus sama atau mendekati kadar air material tanah keseluruhan.
- c) Paritan untuk kabel diberi lapisan penyekat kedap air, biasanya digunakan bentonit untuk menghindari terjadinya erosi buluh disepanjang paritan.
- d) Kabel, slang dan penghantar lainnya dipasang secara berkelok-kelok tidak lurus agar tidak rusak sewaktu terjadi regangan yang tinggi.

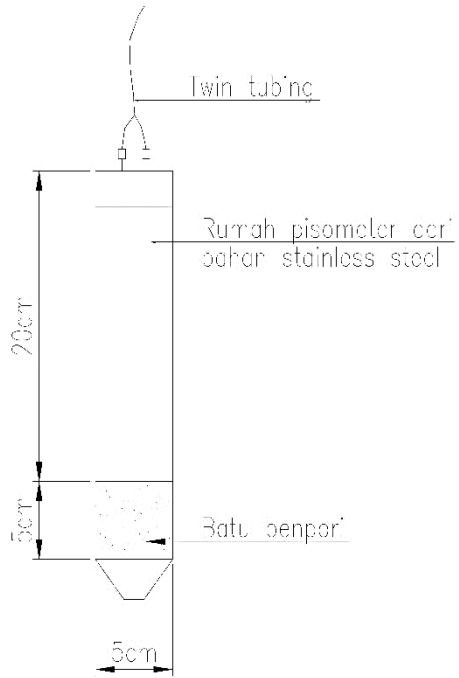
DETAIL PEMASANGAN PIZOMETER PADA INTI BENDUNGAN



DETAIL PEMASANGAN PIZOMETER PADA PONDASI



DETAIL MATA PIZOMETER



DAFTAR PUSATAKA

- ASTM. (2008). ASTM-D1556-15: Standard test method for density and unit weight of soil in place by sand-cone method. *ASTM International*, 1–8.
<https://doi.org/10.1520/D1556>
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). MEKANIKA TANAH Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), 1–291. <https://doi.org/1994>
- Mahayana, B. D. (2017). *Metode Pelaksanaan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan Jawa Timur*. Surabaya: Tugas Akhir Terapan DIII Teknik Infrastruktur Sipil ITS.
- Sosrodarsono, S. D. (1977). *Bendungan Type Urugan* (4th ed.). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suprayogi, D., & Yuliansa, R. (2018). *METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR*. Surabaya: Tugas Akhir Terapan DIII Teknik Infrastruktur Sipil ITS.
- Widiasanti, I. I. M. ., & Lenggogeni, M. . (2013). *Menejemen Konstruksi*. (P. Latifah, Ed.) (pertama). Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2015. Tentang Bendungan. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27/PRT/M/2015. (Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Kontruksi ; Peraturan Menteri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008)
- PT. WASKITA KARYA. 2013. *Spesifikasi dan Data Teknis Bendungan Gondang di Kabupaten Karanganyar. Provinsi Jawa Tengah*.

