



**PERENCANAAN BENDUNG SIDODADI, KECAMATAN
GLENMORE, BANYUWANGI**

SKRIPSI

Oleh

**ALIFA NUR MUHARRAMAH
NIM 121910301003**

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PERENCANAAN BENDUNG SIDODADI, KECAMATAN
GLENMORE, BANYUWANGI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**ALIFA NUR MUHARRAMAH
NIM 121910301003**

**PROGRAM STUDI STRATA I
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Sebuah usaha kecil dari kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu). Ya Allah, terima kasih atas segala rahmat dan hidayah yang telah engkau berikan kepadaku dan kepada Nabi Muhammad SAW teladanku dan umatnya yang membawa cahaya di dunia-Mu.

Akhirnya, kupersembahkan tugas akhir ini untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepadaku sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik;
2. Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi idola dan ajarannya yang selalu menjadi pegangan bagiku, sehingga aku bisa selalu berpegang teguh akan ajarannya dalam menuntut ilmu;
3. Orang tuaku dan adikku, Bapak Winarto, Ibu Suparti dan Adik Muhammad Wahyu Muharram yang selalu mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanannya selama ini;
4. Guru – guruku sejak Sekolah Dasar sampai Sekolah Menengah Atas serta semua dosen Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama ini;
5. Dosen Pembimbing Skripsi Bapak Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D dan ibu Sri Wahyuni, ST.MT., Ph.D, terimakasih atas bimbingannya;
6. Teknisi Lab Mas Ridwan dan Mas Hasan, terimakasih atas ilmu dan bimbingannya.
7. Keluarga-keluargaku Abdul Kholiq Abrori, Linda, Ahmad Bahrul, Romli, Dinia, Ilham, Vella, Indah yang selalu memberi bantuan, dukungan dan doa.
8. Sahabat-sahabat satu tim Anak Ayah PhD Arga, Faisol, Hammas, Kiswara, Evi, Rena, Luki.

9. Sahabat terbaik Ratrianita Pangestika dan ukhti-ukhtiku Lina Dwi Sanjaya, Gystalia Jenny, Amalia Candra, Evi Fitri, Ristanti Puji, Anggi, Fadiya Fikroh, Yesy atas semua dukungan, bantuan serta doanya
10. Teman-teman satu konsentrasi, Kholiq, Kiki, Miftah Luthfi, Ricky, Deni Novita, Alvin yang saling membantu satu sama lain guna kelancaran skripsi ini.
11. Semua saudaraku Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2012 yang selalu membantu sejak masuk kuliah;
12. Semua Pengurus UKM-Olahraga Fakultas Teknik.
13. Keluarga Mabes 92, keluarga Doni Surya Kalimantan Regency Kost dan teman-teman KKN 84 untuk dukungan dan semangatnya
14. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya setiap amal ditentukan oleh niat. Dan setiap orang akan mendapatkan apa yang ia niatkan”
– HR. Albukhari dan Muslim-

*“Setiap bertambah ilmumu, tambahilah kasih sayang dan kerendahan hatimu.
Berbagilah ilmu yang bermanfaat untuk orang-orang”*
– Ibnu Qayyim-

“A person made a mistake never tried anything new”
Albert Einstein

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alifa Nur Muharramah

NIM : 121910301003

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "*Perencanaan Bendung Sidodadi, Kecamatan Glenmore, Banyuwangi*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 6 Juni 2016

Yang menyatakan

Alifa Nur Muharramah

121910301003

SKRIPSI

**PERENCANAAN BENDUNG SIDODADI KECAMATAN
GLENMORE, BANYUWANGI**

Oleh

ALIFA NUR MUHARRAMAH
NIM 121910301003

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D
Dosen Pembimbing Anggota : Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Perencanaan Bendung Sidodadi, Kecamatan Glenmore, BAnyuwangi*” telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Senin, 13 Juni 2016

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing I

M. Farid Ma’ruf, ST., MT., Ph.D
NIP 19721223 199803 1 002

Pembimbing II

Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D.
NIP 19711209 199803 2 002

Penguji I

Wiwik Yunarni W, ST.,MT.
NIP 19700613 199802 2 001

Penguji II

Ririn Endah, ST., MT
19720528 199802 2 001

Mengesahkan
Dekan

Dr.Ir. Entin Hidayah, M.UM
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Perencanaan Bendung Sidodadi, Kecamatan Glenmore Banyuwangi, Alifa Nur Muharramah, 121910301003; 2016; 108 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Bendung merupakan salah satu dari komponen bangunan sipil yang berfungsi untuk menaikkan elevasi muka air sungai sehingga dapat dialihkan kedalam intake. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan bendung yang aman terhadap stabilitas bendungnya dengan biaya yang paling rendah diantara beberapa kombinasi bendung di Sungai Manggis.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah merencanakan hidrolis bendung dengan memilih kombinasi dari tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi yang tepat. Setelah itu dilakukan analisis stabilitas bendung dengan cara menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada bendung saat kondisi air normal dan banjir. Kemudian dikontrol stabilitasnya sesuai dengan syarat-syarat keamanan terhadap bahaya guling, bahaya geser, daya dukung tanah, dan *piping*. Selanjutnya dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan.

Hasil analisis stabilitas pada bendung dengan kombinasi tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi pada semua kondisi (air normal dan air banjir) diketahui bahwa semua kombinasi bendung aman terhadap stabilitasnya. Hasil perhitungan RAB didapatkan bahwa pada bendung dengan kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam memiliki anggaran biaya yang paling rendah diantara beberapa kombinasi bendung yaitu sebesar Rp.261.141.600.

Perencanaan Bendung Sidodadi di Kecamatan Glenmore Banyuwangi menggunakan bendung dengan kombinasi mercu bulat, intake samping, dan peredam energi bak tenggelam, karena aman terhadap stabilitas dengan biaya yang paling rendah diantara beberapa kombinasi bendung.

SUMMARY

Planning Sidodadi Weir, Glenmore Sub-District, Banyuwangi, Alifa Nur Muharramah, 121910301003; 2016; 108 pages; Department of Civil Engineering; Faculty of Engineering; University of Jember.

Weir is one of the components of civil building to raise the elevation so that the river water can be diverted into the intake. The purpose of this study is to plan safety weir to stability with the most of cheap between some combination of weir at the Manggis River.

The steps undertaken in this study is to plan a hydraulic weir by selecting any combination the type of spillway, the type of intake and the right type of settling basin. Once that was done the weir stability analysis by analyzing the forces acting on the weir during normal water conditions and flooding. Then the stability is controlled in accordance with the terms bolsters security against danger, the danger of sliding, the carrying capacity of the soil, and piping. Then performed the calculation of the budget plan (RAB) to know needed cost.

The results of stability analysis on a weir with a combination of spillway type, the type of intake and the type of settling basin at all conditions (normal water and flood water) are known that all combinations of weir safety to stability. The results of calculation of the budget plan was found that the weir with a combination of spillway “bulat”, side intake and settling basin "bak tenggelam" has the most of cheap between some combination of weir, with budget of Rp.261.141.600.

Planning Sidodai Weir in Glenmore Banyuwangi using with a combination of spillway “bulat”, side intake, and settling basin "bak tenggelam", because safety to stability with the most of cheap between some combination of weir.

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Perencanaan Bendung Sidodai Kecamatan Glenmore Banyuwangi*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.Ir. Entin Hidayah, M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. M. Farid Ma'ruf, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Sri Wahyuni, ST.,MT.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Wiwik Yunarni W, ST.,MT selaku Dosen Penguji Utama;
5. Ririn Endah B, ST., MT selaku Dosen Penguji Anggota;
6. Ir.Hernu Suyoso, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 13 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUTAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN.	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bangunagn Bendung	4
2.2 Analisi Hidrologi	4
2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Daerah.....	5
2.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	6
2.2.3 Perhitungan Sebaran Distribusi Jam-Jaman	7
2.2.4 Perhitungan Hujan Netto Jam-jaman.....	8

2.2.5	Perhitungan Debit Banjir Rencana menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Metode Nakayasu	9
2.3	Perencanaan Hidraulik Bendung	11
2.3.1	Perencanaan Mercu Bendung	11
2.3.2	Perencanaan Intake	14
2.3.3	Bangunan Pembilas	17
2.3.4	Perhitungan Tinggi Muka Air.....	17
2.3.5	Bangunan Peredam Energi	18
2.3.6	Panjang Rembesan.....	26
2.3.7	Pasangan Batu Kosong (Rip-rap)	27
2.3.8	Analisis Stabilitas Bendung.....	28
2.3.9	Perencanaan Pintu.....	34
2.3.10	Rencana Anggaran Biaya	34

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1	Tahap Persiapan.....	36
3.2	Tahap Penelitian	36
3.3	Perencanaan Hidraulik Bendung	39
3.4	Pemilihan Tipe Bendung	40
3.5	Flowchart Penelitian	41

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Umum	42
4.2	Analisis Hidrologi	42
4.2.1	Perhitungan Curah Hujan Daerah.....	42
4.2.2	Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	44
4.2.3	Perhitungan Sebaran Distribusi Jam-Jaman	45
4.2.4	Perhitungan Hujan Netto Jam-jaman.....	46
4.2.5	Perhitungan Debit Banjir Rencana menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Metode Nakayasu	47
4.3	Perencanaan Hidraulik Bendung	50

4.3.1	Lebar Bendung.....	50
4.3.2	Elevasi Puncak Mercu Bendung.....	50
4.4	Perhitungan Tinggi Air Banjir dia Atas Mercu	50
4.4.1	Mercu Bulat	50
4.4.2	Mercu Ogee	52
4.5	Perencanaan Bangunan Intake dan Pembilas	53
4.5.1	Intake Samping	53
4.5.2	DropIntake	54
4.5.3	Keseusaian Kombinasi antara tipe Mercu dengan Tipe Intake	57
4.5.4	Perencanaan Pembilas	57
4.6	Perhitungan Tinggi Muka Air Hilir.....	58
4.7	Perencanaan Kolam Peredam Energi	59
4.7.1	Peredam Energi Bak Tenggelam	59
4.7.2	Peredam Energi USBR	61
4.7.3	Peredam Energi Vlugter	64
4.7.4	Peredam Energi MDO	66
4.7.5	Kesesuaian Kombinasi TipeMercu dengan Tipe Peredam Energi.....	68
4.8	Perhitungan Panjang Rembesan	69
4.8.1	Perhitungan Panjang Rembesan Kombinasi Mecu Bulat dengan Peredam Energi Bak Tenggelam	69
4.8.2	Perhitungan Panjang Rembesan Kombinasi Mecu Bulat dengan Peredam Energi USBR IV	72
4.8.3	Perhitungan Panjang Rembesan Kombinasi Mecu Bulat dengan Peredam Energi MDO	72
4.8.4	Perhitungan Panjang Rembesan Kombinasi Mecu Ogee dengan Peredam Energi Bak Tenggelam	73

4.8.5	Perhitungan Panjang Rembesan Kombinasi Mecu Ogee dengan Peredam USBR IV.....	73
4.9	Perhitungan Pasangan Kosong (Rip-rap)	74
4.10	Analisis Stabilitas Bendung.....	75
4.10.1	Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping dan Peredam Energi Bak Tenggelam	75
4.10.1.1	Analisis stabilitas pada kondisi air normal	75
4.10.1.2	Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	86
4.10.2	Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping dan Peredam USBR IV.....	93
4.10.2.1	Analisis stabilitas pada kondisi air normal	93
4.10.2.2	Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	94
4.10.3	Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping dan Peredam MDO	95
4.10.3.1	Analisis stabilitas pada kondisi air normal	95
4.10.3.2	Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	97
4.10.4	Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping dan Peredam Energi Bak Tenggelam	98
4.10.4.1	Analisis stabilitas pada kondisi air normal	98
4.10.4.2	Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	99
4.10.5	Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping dan Peredam Energi USBR IV	101
4.10.5.1	Analisis stabilitas pada kondisi air normal	101
4.10.5.2	Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	102
4.10.6	Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake dan Peredam Energi Bak Tenggelam	103
4.10.6.1	Analisis stabilitas pada kondisi air normal	103
4.10.6.2	Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	104

4.10.7 Analisis Stabilitas Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake dan Peredam Energi USBR IV	106
4.10.7.1 Analisis stabilitas pada kondisi air normal	106
4.10.7.2 Analisis stabilitas pada kondisi air banjir	107
4.11 Perencanaan Pintu	108
4.12 Rencana Anggaran Biaya	110
4.13 Pemilihan Tipe Bendung	111
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	108
5.2 Saran	108
LAMPIRAN-LAMPIRAN	114
DAFTAR PUSTAKA	xxxii

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Koefisien Pengaliran	8
2.2 Karga-harga K dan n	14
2.3 Harga-harga c yang bergantung kepada kemiringan saringan	16
2.4 Harga-harga minimum Angka Rembesan Lane	27
2.5 Harga-harga ζ	30
4.1 Perhitungan Curah Hujan Daerah	43
4.2 Prosentase Luas Stasiun	43
4.3 Curah hujan daerah merode Polygon Thiessen	44
4.4 Kala Ulang Curah Hujan Rencana Maksimum DAS Kalimagnis....	45
4.5 Curah Hujan Jam-jaman	46
4.6 Hujan Netto	46
4.7 Hujan Netto Jam-jaman.....	47
4.8 Rekapitulasi perhitungan debit banjir hidrograf kala ulang dengan metode Nakayasu	49
4.9 Simulasi Perhitungan tinggi energi mecu bulat.....	51
4.10 Simulasi Perhitungan tinggi energi mecu ogee	52
4.11 Koordinat permukaan hilir mecu ogee	53
4.12 Simulasi perhitungan lebar bukaan pintu	54
4.13 Trial and error tinggi air pada saluran pengumpul	56
4.14 Kesesuaian kombinasi tipe mercu bendung dengan tipe intake	57
4.15 Hasil Rekapitulasi Debit Validasi	58
4.16 Kesesuaian kombinasi tipe mercu dengan tipe peredam energi.....	68
4.17 Perhitungan panjang rembesan bendung kombinasi mercu bulat dengan peredam energi bak tenggelam	71
4.18 Perhitungan gaya akibat berat sendiri bendung.....	76
4.19 Perhitungan gaya akibat gempa.....	77

4.20	Perhitungan gaya akibat tekanan hidrostatis	78
4.21	Perhitungan <i>uplift</i> pada kondisi air normal	78
4.22	Perhitungan gaya angkat pada kondisi air normal	79
4.23	Perhitungan Uplift pada Apron	80
4.24	Perhitungan gaya angkat pada Apron.....	81
4.25	Perhitungan gaya tekanan air di atas apron	81
4.26	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam.....	85
4.27	Perhitungan gaya akibat tekanan hidrostatis pada kondisi banjir	87
4.28	Perhitungan <i>uplift</i> pada kondisi air banjir	88
4.29	Perhitungan gaya angkat pada kondisi banjir.....	89
4.30	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam.....	92
4.31	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi USBR IV	93
4.32	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi USBR IV	94
4.33	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi MDO.....	96
4.34	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi MDO.....	97
4.35	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi Bak Tenggelam	98
4.36	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energy bak tenggelam	99
4.37	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi USBR IV	101
4.38	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, intake samping dan peredam energi USBR IV	102

4.39	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam	103
4.40	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi bak tenggelam	105
4.41	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air normal pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi USBR IV	106
4.42	Rekapan gaya-gaya pada kondisi air banjir pada bendung kombinasi mercu ogee, drop intake dan peredam energi USBR IV	107
4.43	Rekapan perhitungan rencana anggaran biaya	110
4.44	Rekapan analisis stabilitas kondisi air normal	112
4.45	Rekapan analisis stabilitas kondisi air banjir	112

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Hidrograf satuan Sintetis Nakayasu	10
2.2 Koefisien C_0	12
2.3 Koefisien C_1	12
2.4 Koefisien C_2	12
2.5 Koefisien buang untuk pintu air gesek tegak vertikal	15
2.6 Grafik Peredam Energi tipe MDO	21
2.7 Peredam Energi tipe Vlugter	22
2.8 Jari-jari minimum bak tenggelam.....	25
2.9 Batas minimum tinggi air hilir	26
2.10 Grafik untuk perencanaan ukuran pasangan batukosong	28
2.11 Gaya-gaya yang bekerja pada bendung.....	29
3.1 Lokasi embung Sidodadi	37
3.2 Peta topografi embung sidodadi	38
4.1 Mercu Bulat	51
4.2 Mercu Ogee	53
4.3 Intake Samping.....	54
4.4 Drop Intake.....	56
4.5 Kombinasi mercu bulat dan ogee dengan menggunakan drop intake	57
4.6 Bangunan Pembilas	58
4.7 Kombinasi peredamenergi bak tenggelam dengan mercu bulat.....	60
4.8 Kombinasi peredamenergi bak tenggelam dengan mercu ogee	61
4.9 Kombinasi peredam energi USBR IV dengan mercu bulat.....	63
4.10 Kombinasi peredam energi USBR IV dengan mercu ogee	64
4.11 Kombinasi peredamenergi Vlugter dengan mercu bulat	65
4.12 Kombinasi peredamenergi Vlugter dengan mercu ogee.....	66
4.13 Kombinasi peredamenergi MDO dengan mercu bulat	68
4.14 Panjang rembesan pada bendung kombinasi mercu bulat dengan	

peredam energi bak tenggelam.....	70
4.15 Panjang luncungan pasangan batu kosong	74
4.16 Kombinasi tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi	75
4.18 Gaya akibat berat sendiri pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam.....	82
4.19 Gaya akibat gempa pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam.....	83
4.20 Gaya akibat tekanan hidrostatis pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam pada kondisi air normal.....	83
4.21 Gaya angkat pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam pada kondisi air normal.....	84
4.22 Gaya akibat tekanan lumpur pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam.....	85
4.23 Gaya akibat tekanan hidrostatis pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam pada kondisi air banjir	90
4.24 Gaya angkat pada bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam pada kondisi air banjir.....	91
4.25 Perencanaan bendung kombinasi mercu bulat, intake samping dan peredam energi bak tenggelam dengan pondasi sumuran	111

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. HASIL PERHITUNGAN UJI CHI-SQUARE

A.1 Perhitungan Chi Aquare Distribusi Normal	114
A.2 Perhitungan Chi Aquare Distribusi Log-Normal	114
A.3 Perhitungan Chi Aquare Distribusi Gumbel.....	114
A.4 Perhitungan Chi Aquare Distribusi Log Pearson III	115

LAMPIRAN B. HASIL PERHITUNGAN UJI SMIRNOV-

KOLMOGOROF	115
-------------------------	------------

LAMPIRAN C. PERHITUNGAN SATUAN SINTETIS NAKAYASU

C.1 Untuk $\alpha = 1.5$

C.1.1 Waktu Lengkung Hidrograf.....	115
C.1.2 Tabel QT Metode Nakayasu	116
C.1.3 Tabel Hidrograf Banjir Kala Ualang 20 th	117

C.2 Untuk $\alpha = 2$

C.2.1 Waktu Lengkung Hidrograf.....	117
C.2.2 Tabel QT Metode Nakayasu	118
C.2.3 Tabel Hidrograf Banjir Kala Ualang 20 th	119

C.3 Untuk $\alpha = 3$

C.3.1 Waktu Lengkung Hidrograf.....	120
C.3.2 Tabel QT Metode Nakayasu	121
C.3.3 Tabel Hidrograf Banjir Kala Ualang 20 th	116

**LAMPIRAN D. PERHITUNGAN PANJANG REMBESAN DAN TEKANAN
AIR TANAH KOMBINASI MERCU BULAT DAN
PEREDAM ENERGI TIPE USBR IV**

D.1 Gambar Panjang Rembesan Bendung	122
D.2 Tabel Perhitungan Panjang Rembesan Bendung.....	123
LAMPIRAN E. PERHITUNGAN PANJANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU BULAT DAN PEREDAM ENERGI TIPE MDO	
E.1 Gambar Panjang Rembesan Bendung.....	124
E.2 Tabel Perhitungan Panjang Rembesan Bendung	125
LAMPIRAN F. PERHITUNGAN PANJANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU OGEE DAN PEREDAM ENERGI TIPE BAK TENGCELAM	
F.1 Gambar Panjang Rembesan Bendung	126
F.2 Tabel Perhitungan Panjang Rembesan Bendung	127
LAMPIRAN G. PERHITUNGAN PANJANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU OGEE DAN PEREDAM ENERGI TIPE USBR IV	
G.1 Gambar Panjang Rembesan Bendung	128
G.2 Tabel Perhitungan Panjang Rembesan Bendung.....	129
LAMPIRAN H. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU BULAT, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI USBR IV	
H.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal	
H.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung..	130
H.1.2 Gambar Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung	130
H.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa.....	131
H.1.4 Gambar Gaya Akibat Gempa	131
H.1.5 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	131

H.1.6 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	132
H.1.7 Perhitungan Uplift Bendung.....	132
H.1.8 Perhitungan Gaya Angkat Bendung.....	133
H.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung	134

H.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

H.2.1 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	135
H.2.2 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	135
H.2.3 Perhitungan Uplift Bendung.....	136
H.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung	136
H.2.5 Gambar Gaya Angkat Bendung	137

LAMPIRAN I. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU BULAT, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI MDO

I.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

I.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung ...	138
I.1.2 Gambar Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung.....	138
I.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa	139
I.1.4 Gambar Gaya Akibat Gempa.....	139
I.1.5 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	139
I.1.6 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	140
I.1.7 Perhitungan Uplift Bendung	140
I.1.8 Perhitungan Gaya Angkat Bendung.....	141
I.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung.....	142

I.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

I.2.1 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	143
I.2.2 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	143
I.2.3 Perhitungan Uplift Bendung	144
I.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung.....	144
I.2.5 Gambar Gaya Angkat Bendung.....	145

**LAMPIRAN J. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU
OGEE, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI BAK
TENGCELAM**

J.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

J.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung ...	146
J.1.2 Gambar Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung	146
J.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa	147
J.1.4 Gambar Gaya Akibat Gempa.....	147
J.1.5 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	147
J.1.6 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	148
J.1.7 Perhitungan Uplift Bendung	148
J.1.8 Perhitungan Gaya Angkat Bendung	149
J.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung.....	150

J.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

J.2.1 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	151
J.2.2 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	151
J.2.3 Perhitungan Uplift Bendung	152
J.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung	152
J.2.5 Gambar Gaya Angkat Bendung.....	153

**LAMPIRAN K. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU
OGEE, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI USBR IV**

K.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

K.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung..	154
K.1.2 Gambar Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung	154
K.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa.....	155
K.1.4 Gambar Gaya Akibat Gempa	155
K.1.5 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	155

K.1.6	Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	156
K.1.7	Perhitungan Uplift Bendung.....	156
K.1.8	Perhitungan Gaya Angkat Bendung.....	157
K.1.9	Gambar Gaya Angkat Bendung	158

K.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

K.2.1	Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	159
K.2.2	Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	159
K.2.3	Perhitungan Uplift Bendung.....	160
K.2.4	Perhitungan Gaya Angkat Bendung	160
K.2.5	Gambar Gaya Angkat Bendung	161

**LAMPIRAN L. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU
OGEE, DROP INTAKE, PEREDAM ENERGI BAK
TENGSELAM**

L.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

L.1.1	Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung ..	162
L.1.2	Gambar Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung.....	162
L.1.3	Perhitungan Gaya Akibat Gempa	163
L.1.4	Gambar Gaya Akibat Gempa.....	163
L.1.5	Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	164
L.1.6	Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	164
L.1.7	Perhitungan Uplift Bendung	164
L.1.8	Perhitungan Gaya Angkat Bendung	165
L.1.9	Gambar Gaya Angkat Bendung.....	166

L.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

L.2.1	Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.....	167
L.2.2	Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	167
L.2.3	Perhitungan Uplift Bendung	168
L.2.4	Perhitungan Gaya Angkat Bendung	168

L.2.5 Gambar Gaya Angkat Bendung 169

**LAMPIRAN M. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU
OGEE, DROP INTAKE, PEREDAM ENERGI USBR IV**

M.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

M.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung . 170
M.1.2 Gambar Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung 170
M.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa 171
M.1.4 Gambar Gaya Akibat Gempa..... 171
M.1.5 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik 171
M.1.6 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik 172
M.1.7 Perhitungan Uplift Bendung 172
M.1.8 Perhitungan Gaya Angkat Bendung 173
M.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung 174

M.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

M.2.1 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik 175
M.2.2 Gambar Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik 175
M.2.3 Perhitungan Uplift Bendung 176
M.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung 176
M.2.5 Gambar Gaya Angkat Bendung 177

LAMPIRAN N. ANALISIS HARGA SATUAN..... 178

LAMPIRAN O. PERHITUNGAN VOLUME PERKERJAAN

**O.1 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercur Bulat, Intake Samping,
Peredam Energi Bak Tenggelam**

O.1.1 Pekerjaan Galian Tanah..... 180
O.1.2 Volume Galian Tanah..... 180
O.1.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung 181

O.1.4	Volume Pasangan Batu Bendung	181
O.1.5	Volume Plesteran Bendung	181
O.1.6	Volume Pilar Bendung	182
O.1.7	Volume Pintu Intake Samping	182
O.1.8	Volume Pintu Pembilas	182

O.2 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping,

Peredam Energi USBR IV

O.2.1	Pekerjaan Galian Tanah.....	182
O.2.2	Volume Galian Tanah.....	183
O.2.3	Pekerjaan Pasangan Batu Bendung	183
O.2.4	Volume Pasangan Batu Bendung	183
O.2.5	Volume Plesteran Bendung	184
O.2.6	Volume Pilar Bendung	184
O.2.7	Volume Pintu Intake Samping	184
O.2.8	Volume Pintu Pembilas	184

O.3 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping,

Peredam Energi MDO

O.3.1	Pekerjaan Galian Tanah.....	185
O.3.2	Volume Galian Tanah.....	185
O.3.3	Pekerjaan Pasangan Batu Bendung	185
O.3.4	Volume Pasangan Batu Bendung	186
O.3.5	Volume Plesteran Bendung	186
O.3.6	Volume Pilar Bendung	186
O.3.7	Volume Pintu Intake Samping	186
O.3.8	Volume Pintu Pembilas	187

O.4 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping,

Peredam Energi USBR IV

O.4.1	Pekerjaan Galian Tanah.....	187
O.4.2	Volume Galian Tanah.....	187

O.4.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung	187
O.4.4 Volume Pasangan Batu Bendung	188
O.4.5 Volume Plesteran Bendung	188
O.4.6 Volume Pilar Bendung	188
O.4.7 Volume Pintu Intake Samping	189
O.4.8 Volume Pintu Pembilas	189

**O.5 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping,
Peredam Energi MDO**

O.5.1 Pekerjaan Galian Tanah.....	189
O.5.2 Volume Galian Tanah.....	189
O.5.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung	190
O.5.4 Volume Pasangan Batu Bendung	190
O.5.5 Volume Plesteran Bendung	190
O.5.6 Volume Pilar Bendung	191
O.5.7 Volume Pintu Intake Samping	191
O.5.8 Volume Pintu Pembilas	191

**O.6 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake,
Peredam Energi Bak USBR IV**

O.6.1 Pekerjaan Galian Tanah.....	191
O.6.2 Volume Galian Tanah.....	191
O.6.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung	192
O.6.4 Volume Pasangan Batu Bendung	192
O.6.5 Volume Plesteran Bendung	192
O.6.6 Volume Pilar Bendung	193
O.6.7 Volume Pintu Intake Samping	193
O.6.8 Volume Pintu Pembilas	193

**O.7 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake,
Peredam Energi MDO**

O.7.1 Pekerjaan Galian Tanah.....	193
-----------------------------------	-----

O.7.2 Volume Galian Tanah.....	194
O.7.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung	194
O.7.4 Volume Pasangan Batu Bendung	194
O.7.5 Volume Plesteran Bendung	195
O.7.6 Volume Pilar Bendung	195
O.7.7 Volume Pintu Intake Samping	195
O.7.8 Volume Pintu Pembilas	195

**LAMPIRAN P. HASIL PERHITUNGAN RENCAN ANGGARAN BIAYA
(RAB)**

P.1 RAB Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Bak Tenggelam.....	196
P.2 RAB Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, USBR IV	196
P.3 RAB Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, MDO.....	197
P.4 RAB Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Bak Tenggelam	197
P.5 RAB Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, USBR IV	198
P.6 RAB Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Bak Tenggelam.....	198
P.6 RAB Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, USBR IV.....	199

**LAMPIRAN Q. PERENCANAAN BENDUNG KOMBINASI MERCU
BULAT, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI BAK
TENGSELAM DENGAN PONDASI SUMURAN**

Q.1 Perhitungan Tahanan Ultimit terhadap Beban Lateral	199
--------------------------------------------------------------	-----

Q.2 Perhitungan Kontrol terhadap Geser Bendung.....	200
Q.3 Perhitungan Kontrol terhadap Geser Pondasi dan Jumlah Pondasi	200
Q.4 RAB Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Bak Tenggelam dengan Pondasi Sumuran	200



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendung adalah suatu bangunan yang dibuat dari pasangan batu kali, bronjong atau beton, yang terletak melintang pada sebuah sungai yang tentu saja bangunan ini dapat digunakan pula untuk kepentingan lain selain irigasi, seperti untuk keperluan air minum, pembangkit listrik atau pengendalian banjir. Salah satu jenis bendung adalah bendung tetap yang berfungsi untuk mengatur muka air di sungai.

Di desa Karangharjo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi terdapat Daerah Aliran Sungai (DAS) Kalimanggis serta embung Sidoddadi yang sangat berpengaruh terhadap perekonomian daerah, khususnya untuk irigasi di kebun Kalirejo. Untuk saat ini, di daerah tersebut terjadi pengalihfungsian lahan dari perkebunan karet dan coklat menjadi perkebunan tebu. Hal ini disebabkan karena terdapat pembangunan Pabrik Gula di kawasan Kalirejo. Pengalihfungsian lahan memerlukan pengelolaan air irigasi yang efektif. Berkaitan dengan hal tersebut, dibutuhkan bangunan bendung yang berfungsi mengontrol muka air untuk pengairan irigasi di kawasan kebun Kalirejo, dapat disadapkan dan dialirkan untuk ditampung embung serta Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro untuk *menyuplay* listrik Pabrik Gula. Berdasarkan observasi yang dilakukan di lapangan, kondisi bendung masih berupa bendung sementara yang dibangun dari tumpukan batu kali, sehingga air tinggi muka air belum dapat terkontrol.

Melihat permasalahan diatas dan kaitannya dengan pengelolaan air yang efektif, maka pada daerah tersebut dibangun bendung yang bertujuan untuk menaikkan elevasi muka air sungai sehingga dapat dialihkan kedalam intake. Komponen dari bendung seperti mercu bendung, intake dan kolam peredam energi memiliki beberapa macam tipe, misalnya pada mercu bendung terdiri dari 2 tipe yaitu mercu bulat dan mercu ogee. Pemilihan tipe komponen bendung harus sesuai dengan persyaratan, aman

terhadap stabilitas bendung dan biaya yang ekonomis. Perencanaan bendung yang tepat, sesuai dan aman terhadap stabilitas memiliki peranan penting dalam pengelolaan air untuk irigasi serta menopang kinerja sistem pembangkit listrik tenaga minihidro. Maka dalam penelitian ini penulis akan mengkaji lebih lanjut lagi “Perencanaan Bendung Sidodadi, Kecamatan Glenmore, Banyuwangi”

Penelitian ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Bahar dengan judul “Perencanaan Bangunan Sipil Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Kali Jompo”. Penelitian tersebut membahas mengenai dimensi bendung dan pemilihan komponen-komponen bendung yang aman. Penelitian dengan objek yang sama yaitu perencanaan bendung juga pernah dilakukan oleh Muhammad Arif budiman dengan judul “Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kalisat Jampit dengan Variasi Tipe Mercu Ogee”. Penelitian ini membahas tentang perencanaan bendung termasuk dimensi-dimensinya yang sudah ditentukan mulai awal tipe-tipe komponen dari bendung tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah perencanaan bendung yang aman terhadap stabilitas serta ekonomis diantara beberapa tipe kombinasi bendung pada bendung Sidodadi di Sungai Manggis?

1.3 Tujuan

Merencanakan bendung yang aman terhadap stabilitas serta ekonomis diantara beberapa tipe kombinasi bendung pada bendung Sidodadi di Sungai Manggis.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Hasil kajian dapat dijadikan sebagai sarana pembandingan dalam perencanaan bendung untuk daerah Sidodadi maupun di tempat lain
2. Dapat digunakan sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya yang sejenis.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari lingkup penelitian yang terlalu luas, serta dapat memberikan arah yang lebih baik dan memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tuntutan yang ingin dicapai, maka dilakukan pembatasan dalam ruang lingkup penelitian yang dikerjakan. Adapun batasan ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Data curah hujan yang digunakan diambil dari stasiun hujan yang tersedia di DAS Kalimanggis selama 10 tahun
2. Debit andalan telah ditentukan.
3. Hanya merencanakan bendungnya saja.
4. Lokasi, posisi dan elevasi bendung telah ditentukan dari hasil survei lapangan.
5. Metode pelaksanaan tidak dijelaskan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bangunan Bendung (*weir*)

Berdasarkan Kriteria Perencanaan bagian 02, umum bendung, secara umum bangunan bendung adalah bagian dari bangunan utama yang diperlukan untuk memungkinkan dibelokannya air sungai ke jaringan irigasi, dengan jalan menaikkan muka air di sungai, sehingga air dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ke tempat yang membutuhkannya. Bendung sebagai pengatur tinggi muka air sebagai dapat dibedakan menjadi bendung tetap dan bendung gerak.

a. Bendung tetap

Bendung tetap adalah bendung yang terdiri dari ambang tetap atau permanen, sehingga muka air banjir tidak dapat diatur elevasinya. Bendung ini biasanya digunakan di sungai-sungai pada bagian hulu dan tengah.

b. Bendung gerak

Bendung gerak adalah bendung yang terdiri dari ambang yang dapat bergerak (pintu sorong, radial dan tipe lainnya), sehingga dapat mengatur elevasi muka air banjir. Bendung ini biasa digunakan di sungai-sungai pada bagian hilir di daerah yang datar.

2.2. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah bidang ilmu yang mempelajari kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah curah hujan (presipitasi).

Data Hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenomena*), seperti besarnya : curah hujan, temperature, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995)

Data hidrologi dianalisis untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan sebagian data hidrologi yang dikumpulkan. Untuk perencanaan bendung analisis hidrologi yang terpenting yaitu dalam menentukan debit banjir rencana.

2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Daerah

Dalam analisis hidrologi dilakukan perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu berdasarkan data curah hujan yang telah diperoleh. Analisis data curah hujan dimaksudkan untuk memperoleh besar curah hujan daerah yang diperlukan untuk perhitungan banjir rencana dengan beberapa metode. Metode tersebut adalah rata-rata aljabar.

a. Metode rata-rata aljabar

Metode perhitungan rata-rata aljabar adalah cara yang paling sederhana. Curah hujan didapatkan dengan mengambil rata-rata hitung dari penakar hujan areal tersebut dibagi dengan jumlah stasiun pengamatan (Sosrodarsono dan Taeda, 1976). Curah hujan daerah metode rata-rata aljabar dihitung dengan persamaan 2.1.

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan :

d : tinggi curah hujan rata-rata (mm)

n : jumlah stasiun pengukuran hujan

(CD.Soemarto, 1993)

b. Metode Poligon Thiessen

Cara ini didasarkan atas cara rata-rata timbang, di mana masing-masing stasiun mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun dengan planimeter maka dapat dihitung luas daerah tiap stasiun. Sebagai kontrol maka jumlah luas total harus sama dengan luas yang telah diketahui terlebih dahulu. Masing-

masing luas lalu diambil persentasenya dengan jumlah total = 100%. Kemudian harga ini dikalikan dengan curah hujan daerah di stasiun yang bersangkutan dan setelah dijumlah hasilnya merupakan curah hujan yang dicari (Sosrodarsono dan Takeda, 1976).

2.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana digunakan untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum dengan periode ulang tertentu yang akan digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana. Metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana, yaitu cara statistik atau metode distribusi curah hujan harian maksimum rata-rata DAS. Uji Chi-square dan Uji Smirnov-Kolmogorof merupakan cara statistik dalam perhitungan curah hujan rencana.

a. Uji Chi-Square

Dalam pengujian menggunakan Chi-Square, harga Chi-Square yang didapat harus lebih kecil dari harga Chi-Kritik. Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

- 1) Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- 2) Apabila peluang lebih kecil dari 1 % maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima
- 3) Apabila peluang berada diantara 1 % - 5 % maka tidak mungkin mengambil keputusan, perlu penambahan data.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian kecocokan sebaran dengan cara ini dinilai lebih sederhana dibanding dengan pengujian dengan cara Chi-Kuadrat. Dengan membandingkan kemungkinan (*probability*) untuk setiap variat, dari distribusi empiris dan teoritisnya, akan terdapat perbedaan (Δ) tertentu (Soewarno, 1995).

Apabila harga Δ max yang terbaca pada kertas probabilitas kurang dari Δ kritis untuk suatu derajat nyata dan banyaknya variat tertentu, maka dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi disebabkan oleh kesalahan-kesalahan yang terjadisecara kebetulan (Soewarno, 1995).

2.2.4 Perhitungan Sebaran Distribusi Hujan Jam-Jaman

Banjir rencana maksimum untuk bangunan bendung diambil sebagai debit banjir dengan periode ulang 100 tahun (KP-02, 2010 : 59) Perhitungan debit banjir dengan metode rasional memerlukan data intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi (Loebis 1992).

Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf RT dengan satuan mm/jam. Distribusi hujan jam-jaman dihitung dengan menggunakan metode Monobe , sebagai berikut (Loebis, 1992) :

$$RT = \frac{R_{24}}{t} \times \left(\frac{t}{T}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan :

RT : rerata intensitas hujan dari awal sampai jarak ke T (mm/jam)

R_{24} : Curah hujan efektif dalam 1 hari (mm)

T : waktu awal hjan sampai ke-T (jam)

t : lamanya hujan rerata terpusat

Pada pencarian intesitas kali ini, lamanya hujan rerata terpusat yang diperoleh dari dasar teori buku Bambang Triadmojo memiliki nilai $t = 6$ jam. Selanjutnya untuk curah hujan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_t = (t \cdot RT) - ((t - 1)(R_{(t-1)})) \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

R_t : Curah hujan pada jam ke-t

RT : rerata intensitas hujan pada jam ke T

t : waktu konsentrasi (lamanya hujan terpusat)

2.2.5 Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman

Hujan netto adalah bagian hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct run-off*). Dengan asumsi bahwa proses transformasi hujan menjadi limpasan langsung mengikuti proses linier dan tidak berubah oleh waktu. Maka hujan netto dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$R_n = C \times R \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan :

- R_n : Hujan netto
- C : koefisien pengaliran
- R : Curah hujan Rancangan

Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik, yaitu :

- a. Kondisi curah hujan
- b. Luas dan bentuk daerah pengaliran
- c. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- d. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- e. Suhu udara dan angin serta evaporasi
- f. Tata guna lahan

Berdasarkan pertimbangan bahwa koefisien diatas, maka besarnya angka koefisien pengaliran pada suatu daerah dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Koefisien Pengaliran

Koefisien Pengaliran Kondisi Daerah Pengaliran	Koefisien Pengaliran
Daerah pegunungan berlereng terjal	0.75 – 0.90
Daerah perbukitan	0.70 – 0.80
Tanah bergelombang dan bersemak-semak	0.50 – 0.75
Tanah dataran yang digarap	0.45 – 0.65
Persawahan irigasi	0.70 – 0.80
Sungai di daerah pegunungan	0.75 – 0.85

Sungai kecil di daratan	0.45 – 0.75
Sungai yang besar dengan wilayah pengaliran lebih dari seperduanya terdiri dari daratan	0.50 – 0.75

Sumber : Suyono Sosrodarsono, 1980 hal 145

2.2.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik

Metode Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetik metode Nakayasu merupakan metode yang sering diterapkan di Indonesia. Nakayasu dari Jepang, telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu adalah (CD. Soemarto, 1986 : 168) :

$$Q_p = \frac{A \cdot R_0}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan :

- Q_p : debit puncak banjir (m³/s)
- A : Luas DAS (km²)
- R₀ : Hujan Satuan (mm)
- T_p : Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- T_{0,3} : waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30 % dari debit puncak (jam)

Untuk menentukan T_p dan T_{0,3} digunakan pendekatan rumus sebagai berikut (CD. Soemarto, 1986 : 169) :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots (2.6)$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \dots\dots\dots (2.7)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \dots\dots\dots (2.8)$$

t_g adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam).

T_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

a. Sungai dengan L > 15 km : t_g = 0,4 + 0,058 L..... (2.9)

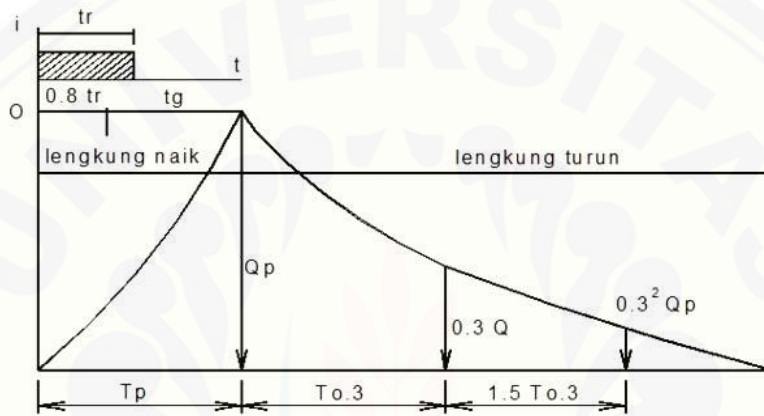
b. Sungai dengan L < 15 km : t_g = 0,21 L^{0,7} (2.10)

dengan :

t_r : satuan waktu hujan (jam)

α : parameter hidrigraf, untuk

- a) $\alpha = 2$ pada daerah pengaliran biasa
- b) $\alpha = 1,5$ pada bagian naik hidrograf lambat, turun cepat
- c) $\alpha = 2$ pada bagian naik hidrograf cepat, dan turun lambat



Gambar 2.1 Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu
 Sumber : CD. Soemarto, 1986 : 168

a) Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_n = Q_p (t/T_p)^{2,4}, \dots\dots\dots (2.11)$$

dengan Q_n adalah limpasan sebelum mencapai debit puncak (m^3/s)

b) Pada kurva turun

1. Selang nilai : $0 \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Qt_1 = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots (2.12)$$

2. Selang nilai : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Qt_2 = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}} \dots\dots\dots(2.13)$$

3. Selang nilai : $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Qt_3 = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}} \dots\dots\dots(2.14)$$

2.3. Perencanaan Hidraulik Bendung

2.3.1. Perencanaan Mercu Bendung

Di Indonesia umumnya digunakan 2 tipe mercu untuk bendung pelimpah yaitu mercu ogee dan mercu bulat.

a. Mercu Bulat

Bendung dengan mercu bulat memiliki harga koefisiensi debit yang jauh lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan koefisiensi bendung ambang lebar. Pada sungai, ini akan banyak memberikan keuntungan karena bangunan ini akan mengurangi tinggi muka air hulu selama banjir. Tinggi energi di atas mercu dapat dihitung dengan persamaan tinggi energi – debit, untuk ambang bulat dan pengontrol segi empat (Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010) yaitu :

$$Q = C_d \frac{2}{3} \sqrt{2/3} g b H_1^{1.5} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

Q = debit, m³/ dt

C_d = koefisien debit (C_d = C₀.C₁.C₂.)

g = percepatan gravitasi, 9,8 m/dt²

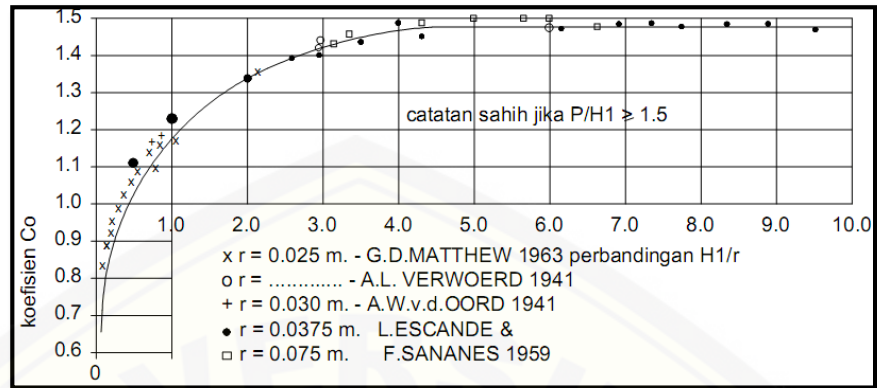
b = lebar mercu, m

H₁ = tinggi energi air di atas mercu, m

C₀ = fungsi $\frac{H_1}{r}$ (r = jari-jari mercu), gambar 2.1

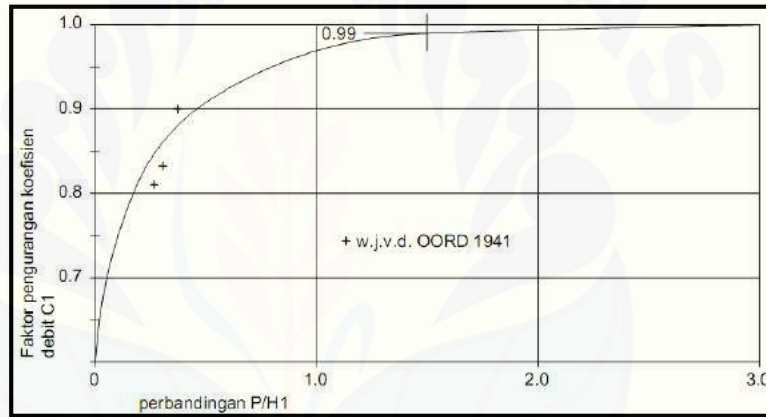
C₁ = fungsi $\frac{P}{H_1}$ (P = tinggi mercu), gambar 2.2

C₂ = fungsi $\frac{P}{H_1}$ dan kemiringan muka hulu, gambar 2.3



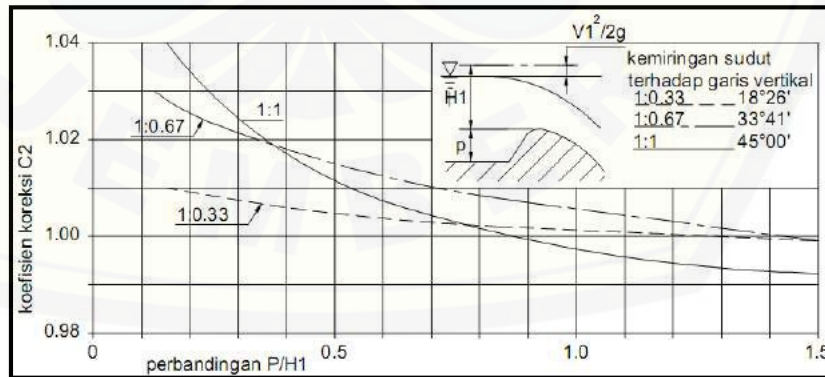
Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010

Gambar 2.2 Koefisien C_0



Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010

Gambar 2.3 Koefisien C_1



Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010

Gambar 2.4 Koefisien C_2

Tinggi muka air banjir diatas mercu dapat dihitung dengan persamaan (Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010) yaitu :

$$H_d = H_1 - k \dots\dots\dots(2.16)$$

$$k = \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$V = \frac{Q}{B_e \times H_1} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan:

- Q = debit, m³/ dt
- C_d = koefisien debit (C_d = C₀.C₁.C₂.)
- g = percepatan gravitasi, 9,8 m/dt²
- b = lebar mercu, m
- H₁ = tinggi air di atas mercu, m

b. Mercu Ogee

Mercu Ogee adalah sebuah mercu bendung yang memiliki bentuk tirai luapan bawah dari bendung ambang tajam aerasi. Oleh karena itu mercu ini tidak akan memberikan tekanan sub atmosfer pada permukaan mercu sewaktu bendung mengalirkan air pada debit rencana. Untuk debit rendah , air akan memberikan tekanan kebawah pada mercu (Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010).

$$\frac{Y}{H_d} = \frac{1}{K} \left[\frac{X}{H_d} \right]^n \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan:

- X dan Y = koordinat-koordinat permukaan hilir bendung
- H_d = tinggi air di atas mercu
- K dan n = konstanta dari faktor kemiringan permukaan hulu

Tabel 2.2 Harga-harga K dan n

Kemiringan Permukaan hilir	k	n
vertikal	2,000	1,850
3 : 1	1,936	1,836
3 : 2	1,939	1,810
1 : 1	1,873	1,776

Sumber: Standar Perencanaan Irigasi KP-02,2010

2.3.2. Perencanaan Intake

Bangunan intake adalah suatu bangunan pada bendung yang berfungsi sebagai penyadap aliran sungai, mengatur pemasukan air dan sedimen serta menghindarkan sedimen dasar sungai dan sampah masuk ke intake.

a. Intake samping

Jenis ini dari intake adalah yang paling umum digunakan. intake jenis ini sangat cocok digunakan pada sungai dimana konsentrasi endapan pada arah vertikal. Kapasitas pengambilan harus sekurang-kurangnya 120% dari kebutuhan pengambilan guna menambah fleksibilitas dan agar dapat memenuhi kebutuhan yang lebih tinggi selama umur proyek. Maka debit pada pengambilan samping dapat dinyatakan seperti (KP-01, 2010) :

$$Q = \mu \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2gz} \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

Q = debit, m³/dt

μ = koefisien debit, 0.8

b = lebar bukaan

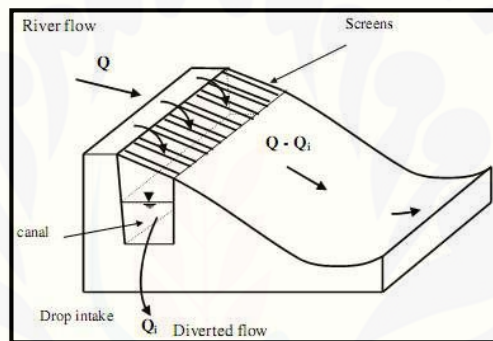
a = tinggi bukaan, m

g = percepatan gravitasi

b. Drop intake (*bottom intake*)

Drop intake cocok dibangun pada sungai yang memiliki sedimen berukuran besar seperti kerikil dan boulder karena tidak mempunyai bagian

penghalang aliran sungai dan bahan dasar kasar. Bendung tidak mudah rusak akibat hempasan batu-batu bongkah yang diangkut aliran. Batu-batu ini akan lolos begitu saja ke hilir sungai. Drop intake tidak cocok untuk sungai yang fluktuasi bahan angkutannya besar. Sungai di daerah-daerah gunung api muda dapat mempunyai agradasi dan degradasi yang besar dalam jangka waktu singkat. Mengingat bendung ini cocok dibangun disungai dengan kemiringan memanjang yang curam, maka tubuh bendung harus kuat dan stabil mengatasi tekanan sedimen ukuran besar seperti pasir, kerakal dan boulder.



Gambar 2.5 Drop intake

Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan panjang saringan adalah sebagai berikut (Tata cara desain hidraulik bangunan pengambil pada bangunan Tyrol, Pd-T-01-2003):

$$L = 2.561 \frac{q}{\lambda \sqrt{h_1}} \dots\dots\dots(2.21)$$

$$q = \frac{Q_i}{B_{\text{pengambil}}} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$h_1 = c \cdot h_c \dots\dots\dots(2.24)$$

$$\lambda = \psi \mu \sqrt{2g \cos \alpha} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$\psi = n/m \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\mu = 0,66 \psi^{-0,16} \left(\frac{m}{h_1}\right)^{0,13} \dots\dots\dots(2.27)$$

berlaku untuk kondisi $3,5 > h_1/m > 0,2$ dan $0,15 n/m < 0,30$

Keterangan:

- L = panjang saringan ke arah aliran (m)
- q = debit per satuan lebar ($m^3/dt.m$)
- n = lebar celah saringan (m)
- c = koefisien kemiringan saringan
- m = jarak antara sumbu saringan (m)
- g = percepatan gravitasi m/dt (9,81)
- α = kemiringan saringan ($^\circ$)
- h_1 = kedalaman enegi di hulu saringan (m)
- h_c = kedalam aliran kritis (m)
- ψ = koefisien saringan
- λ = koefisien kemampuan sadap

Tabel 2.3 Harga-harga c yang bergantung kepada kemiringan saringan

θ	c	θ	c
0 $^\circ$	1.000	14 $^\circ$	0.879
2 $^\circ$	0.980	16 $^\circ$	0.865
4 $^\circ$	0.961	18 $^\circ$	0.851
6 $^\circ$	0.944	20 $^\circ$	0.837
8 $^\circ$	0.927	22 $^\circ$	0.825
10 $^\circ$	0.910	24 $^\circ$	0.812
12 $^\circ$	0.894	26 $^\circ$	0.800

Sumber : Tata cara desain hidraulik bangunan pengambil pada bangunan Tyrol, Pd-T-01-2003

Perencanaan saluran pengumpul pada drop intake menggunakan persamaan stricker (Standart Perencanaan Irigasi KP-03,2010) yaitu :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(2.28)$$

$$V = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{0,5}$$

$$A = b \times h$$

$$R = A/P$$

Keterangan :

Q = debit rencana (m³/det)

V = kecepatan (m/dt)

A = luas penampang (m²)

P = keliling basah (m)

R = jari-jari hidrolis (m)

I = kemiringan saluran

Kemiringan dasar saluran pengumpul menggunakan rumus (Tata cara desain hidraulik bangunan pengambil pada bangunan Tyrol, Pd-T-01-2003) yaitu :

$$I_{0\min} = 0,20 \frac{D^{9/7}}{q^{6/7}} \dots\dots\dots (2.29)$$

Keterangan :

I_{0min} = kemiringan dasar saluran pengumpul

D = diameter butir sedimen terbesar yang lolos saringan (m)

q = debit yang disadap per unit panjang bentang saringan pengambil (m³/dt/m')

2.3.3. Bangunan Pembilas

Bangunan pembilas adalah salah satu perlengkapan pokok bendung yang terletak di dekat dan menjadi satu kesatuan dengan intake. Berfungsi untuk menghindarkan angkutan muatan sedimen dasar dan mengurangi angkutan muatan sedimen layang masuk ke intake.

2.3.4. Perhitungan Tinggi Muka Air Hilir

Dalam menghitung tinggi muka air hilir bendung diperlukan asumsi bentuk penampang sungai. dalam perhitungan ini penampang sungai dianggap berbentuk trapesium dengan perbandingan kemiringan talud 1 : 1. Perhitungan

tinggi muka air banjir menggunakan persamaan strickler (Standart Perencanaan Irigasi KP-03,2010 yaitu :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.30)$$

$$V = K R^{2/3} I^{1/2}$$

$$A = (b + m h) h$$

$$P = b + 2h \sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Keterangan:

Q = debit rencana (m³/det)

V = kecepatan (m/dt)

A = luas penampang (m²)

P = keliling basah (m)

R = jari-jari hidrolis (m)

K = koefisien stricker = 45 (untuk saluran tanah)

I = kemiringan sungai

2.3.5. Bangunan Peredam Energi

Bangunan peredam energi bendung adalah struktur dari bangunan di hilir tubuh bendung yang terdiri dari beberapa tipe, bentuk dan di kanan kirinya dibatasi oleh tembok pangkal bendung dilanjutkan dengan tembok sayap hilir dengan bentuk tertentu. Fungsi Bangunan adalah untuk meredam energi air akibat pembendungan, agar air di hilir bendung tidak menimbulkan penggerusan setempat yang membahayakan struktur.

a. Prinsip Peredam Energi

Prinsip peredam energi pada bangunan peredam energi adalah dengan cara menimbulkan gesekan air dengan lantai dan dinding struktur, gesekan air dengan air, membentuk pusaran air berbalik vertikal ke atas dan

ke bawah serta pusaran arah horizontal dan menciptakan benturan aliran ke struktur serta membuat loncatan air di dalam ruang olakan.

b. Tipe Bangunan Peredam Energi Bendung

1. Peredam energi tipe MDO

Bendung dengan peredam energi lantai datar dan ambang akhir modifikasi tipe Vlughter dikenal dengan sebutan tipe MDO. Peredam energi tipe MDO telah banyak digunakan di berbagai bendung yang jumlahnya mencapai puluhan.

Bentuk hidraulik bangunan, yaitu :

- Mercu bendung bertipe bulat
- Tubuh bendung bagian hilir tegak sampai dengan kemiringan 1 : 1
- Tanpa lengkungan di pertemuan kaki bendung dan lantai
- Lantai hilir berbentuk datar tanpa kemiringan
- Berambang akhir bentuk kotak-kotak di bagian akhir lantai hilir
- Harus dilengkapi dengan tembok sayap hilir bentuk miring dan ujungnya dimasukkan ke dalam tebing
- Untuk menambah keamanan tepat di hilir ambang akhir dan di kaki tembok sayap dipasang rip-rap dari batu berdiameter antara 0,3 m – 0,4 m.

Dalam mendesain dimensi peredam energi tipe MDO ini menggunakan grafik yang diterbitkan oleh DPMA (Gambar 2.12). Grafik tersebut yaitu untuk menentukan dimensi peredam energi tipe MDO yaitu :

- Penentuan kedalaman lantai peredam energi
- Penentuan panjang lantai peredam energi

Perhitungan dimensi peredam energi tipe MDO dihitung dengan menggunakan persamaan (KP-04, 2010) yaitu :

Parameter energi dihitung dengan rumus :

$$E = \frac{q}{\sqrt{gz^3}} \dots\dots\dots(2.31)$$

Kedalaman lantai peredam energi dihitung dengan rumus :

$$D_s = (D_s) \left(\frac{D_s}{D_2} \right) \dots\dots\dots(2.32)$$

D_s/D_2 diperoleh dari gambar 2.6

Panjang lantai peredam energi dihitung dengan rumus :

$$L_s = (D_s) \left(\frac{L_s}{D_2} \right) \dots\dots\dots(2.33)$$

L/D_2 diperoleh dari gambar 2.6

Kedalaman air dihilir dihitung dengan rumus :

$$Y = \frac{(Q)^{2/3}}{C \times L} \dots\dots\dots(2.34)$$

Tinggi ambang akhir dihitung dengan rumus :

$$a = 0,3 \times D_2 \dots\dots\dots(2.35)$$

Lebar ambang akhir dihitung dengan rumus :

$$b = 2 \times a \dots\dots\dots(2.36)$$

Keterangan :

E = parameter energi

q = debit persatuan lebar ($m^3/dt/m'$)

z = beda tinggi muka air hulu dan hilir (m)

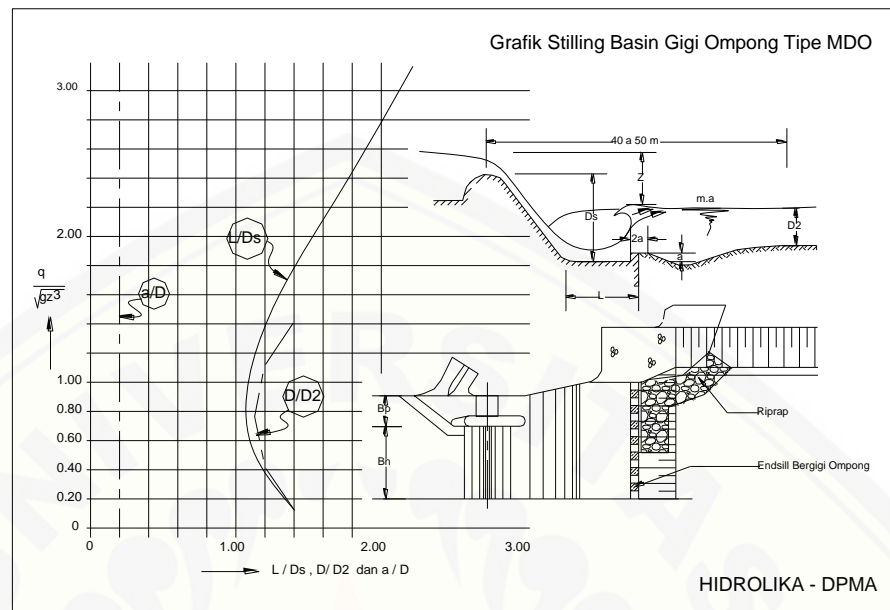
g = percepatan gravitasi ($9,81 m/dt^2$)

D_s = kedalaman lantai peredam energi (m)

a = tinggi ambang akhir (m)

b = lebar ambang akhir (m)

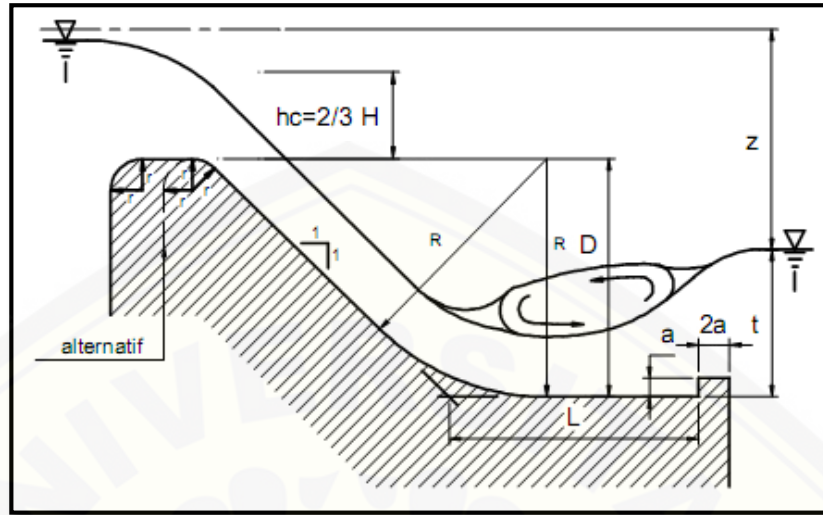
D_2 = kedalaman air dihilir (m)



Gambar 2.6 Grafik peredam energi tipe MDO

2. Peredam energi tipe Vlugter

Bentuk hidrolik kolam olak tipe Vlugter merupakan pertemuan suatu penampang miring, penampang melengkung dan penampang lurus. Tipe ini digunakan karena mempunyai dasar aluvial dan tidak banyak membawa sedimen yang berdiameter besar.



Sumber : Standar Perencanaan irigasi KP-02,2010

Gambar 2.7 Peredam energi tipe Vlugter

Perhitungan dimensi peredam energi tipe Vlugter menggunakan rumus (Standart Perencanaan Irigasi KP-02) yaitu :

$$hc = \sqrt{\frac{q^2}{g}} \dots \dots \dots (2.37)$$

Jika $0,5 < \frac{z}{hc} \leq 2,0$ maka menggunakan rumus:

$$t = 2,4 hc + 0,4 z \dots \dots \dots (2.38)$$

Jika $2,0 < \frac{z}{hc} \leq 15,0$ maka menggunakan rumus:

$$t = 3,0 hc + 0,1 z \dots \dots \dots (2.39)$$

$$a = 0,28 hc \sqrt{\frac{hc}{z}} \dots \dots \dots (2.40)$$

$$D = R = L = (Z + t - H1) \dots \dots \dots (2.41)$$

Keterangan:

Q = debit banjir rencana (m³/dt)

q = debit satuan, $q = \frac{Q}{Be}$ (m³/dt/m')

Be = lebar bendung (m)

hc = kedalaman kritis (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

- a = tinggi ambang akhir (m)
D = kedalaman lantai peredam energi (m)
R = jari-jari kolam olak (m)
L = panjang lantai peredam energi (m)
z = beda tinggi muka air hulu dan hilir (m)
t = Kedalaman air hilir (m)

3. Peredam energi tipe USBR

United States Bureau of Reclamation (USBR) adalah sebuah lembaga yang mengawasi pengelolaan sumber daya air yang meliputi pengawasan proyek-proyek untuk irigasi, suplai air, dan pembangkit listrik tenaga air. Dari penelitian yang intensif pada beberapa jenis rancangan kolam olakan didapatkan beberapa tipe kolam olakan. Rancangan peredam energi tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk $Fr \leq 1,7$ tidak diperlukan kolam olak pada saluran tanah bagian hilir harus dilindungi dari bahaya erosi saluran pasangan batu atau beton tidak memerlukan lindungan khusus. Tipe ini termasuk kolam olak USBR tipe I yang dilengkapi dengan blok halang dan End Sill.
2. Bila $1,7 < Fr \leq 2,5$ maka kolam olak diperlukan untuk meredam energi secara efektif. Pada umumnya kolam olak dengan ambang ujung (blok end sill) mampu bekerja dengan baik. Untuk penurunan muka air $\Delta z < 1,5$ m dapat dipakai bangunan terjun tegak. Tipe ini termasuk kolam olak USBR tipe II yang dilengkapi dengan blok halang dan End Sill
3. Jika $2,5 < Fr \leq 4,5$ maka akan timbul situasi yang paling sulit dalam memilih kolam olak yang tepat. Loncatan air terbentuk dengan baik dan menimbulkan gelombang sampai jarak yang jauh di saluran. Cara mengatasinya adalah mengusahakan agar kolam olak mampu menimbulkan olakan (turbulensi) yang tinggi dengan blok halangnya

atau menambah intensitas pusaran dengan memasang blok depan kolam berukuran besar (USBR tipe IV). Tetapi sebaiknya geometrinya diubah untuk memperbesar/memperkecil bilangan Froude dan memakai kolam dari tipe lainnya.

4. Kalau $Fr \geq 4,5$ ini akan merupakan kolam yang paling ekonomis karena kolam ini pendek. Tipe ini termasuk kolam olak USBR tipe III yang dilingkapi dengan blok depan dan blok halang.

Persamaan peredam energi USBR dihitung dengan rumus (Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010) yaitu:

Bilangan Froude dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Fr = \frac{V_1}{\sqrt{(g \times Y_u)}} \dots \dots \dots (2.42)$$

Kecepatan (V_1) awal loncatan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V_1 = \sqrt{(2g(1/2H_1 + z))} \dots \dots \dots (2.43)$$

Kedalaman konjungasi dalam loncat air dihitung dengan rumus :

$$y_2/y_u = 1/2 (V_1 + (1 + 8Fr^2 - 1)) \dots \dots \dots (2.44)$$

Panjang kolam olak dihitung dengan rumus :

$$L = 2y_u (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1) \dots \dots \dots (2.45)$$

Keterangan :

Fr = bilangan froude

H_1 = tinggi energi diatas ambang, (m)

z = tinggi jatuh (m)

V_1 = kecepatan awal loncatan (m/dt)

y_u = kedalaman air di awal loncat air (m)

y_2 = kedalaman air di akhir loncat air (m)

g = percepatan gravitasi

L = panjang kolam olak

4. Peredam energi tipe bak tenggelam

Kolam olak tipe bak tenggelam telah digunakan sejak lama dengan sangat berhasil pada bendung-bendung rendah dan untuk bilangan-bilangan Fruode rendah. Parameter-parameter dasar sebagaimana diberikan oleh USBR sulit untuk diterapkan bagi perencanaan bendung dengan tinggi energi rendah. Perhitungan dimensi peredam energi menggunakan rumus (Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010) yaitu :

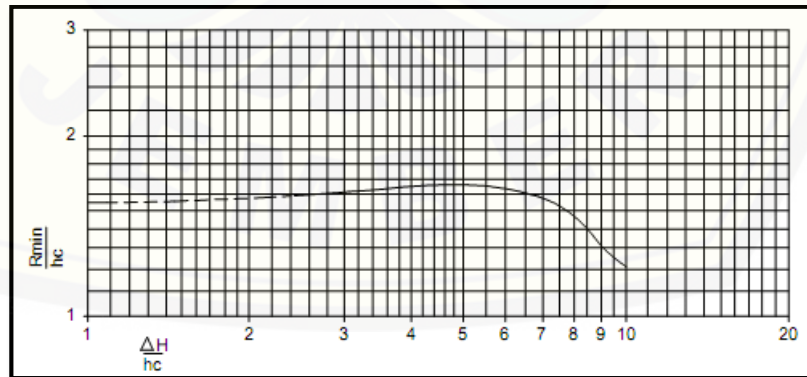
$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \dots\dots\dots(2.46)$$

$$q = \frac{Q}{Be} \dots\dots\dots(2.47)$$

Keterangan :

- Q = debit banjir rencana (m³/dt)
- q = debit satuan (m³/dt/m')
- Be = lebar bendung (m)
- h_c = kedalaman kritis (m)
- g = percepatan gravitasi (m/dt²)

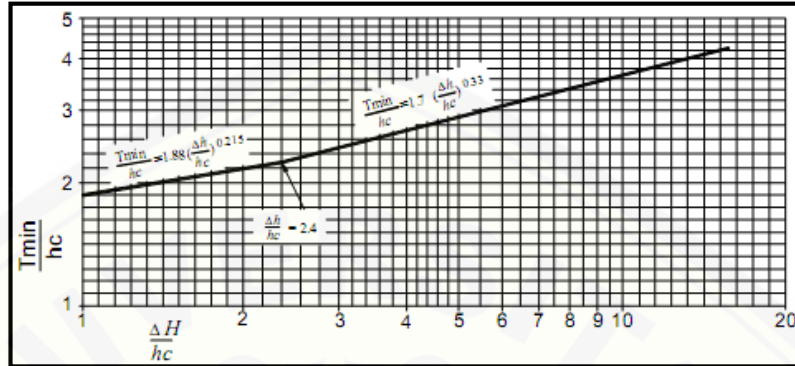
Jari-jari minimum bak yang diizinkan (Rmin) diperoleh pada gambar 2.8 dimana garis menerus adalah garis asli dari kriteria USBR.



Sumber: Standar Perencanaan irigasi KP-02,2010

Gambar 2.8 Jari-jari minimum bak tenggelam

Batas minimum tinggi air hilir (T_{min}) diperoleh pada gambar 2.9



Sumber: Standar Perencanaan irigasi KP-02,2010

Gambar 2.9 Batas minimum tinggi air hilir

2.3.6. Panjang Rembesan

Perencanaan panjang rembesan bendung menggunakan garis kemiringan hidrolis. Garis gradien hidrolis ini digambarkan dari hilir ke arah hulu dengan titik ujung hilir bendung sebagai permukaan dengan tekanan sebesar nol. Kemiringan garis hidrolis gradien disesuaikan dengan kemiringan yang diijinkan untuk suatu tanah dasar tertentu, yaitu menggunakan *Creep Ratio* (Cr). Untuk mencari panjang lantai depan hulu yang menentukan adalah beda tinggi energi terbesar di mana terjadi pada saat muka banjir di hulu dan kosong di hilir. Garis hidrolis gradien akan membentuk sudut dengan bidang horisontal sebesar α , sehingga akan memotong muka air banjir di hulu. Proyeksi titik perpotongan tersebut ke arah horisontal (lantai hulu bendung) adalah titik ujung dari panjang lantai depan minimum.

Angka rembesan menurut Lane dihitung dengan rumus (Standart Perencanaan Irigasi KP – Penunjang, 2010) yaitu :

$$C_w = \frac{L_w}{H_w} = \frac{\Sigma L_v + \Sigma l/3H_v}{H_w} \dots\dots\dots(2.48)$$

Keterangan :

- Cw = angka rembesan menurut lane (m)
- ΣLv = panjang creep line vertikal (m)
- ΣHv = panjang creep line horisontal (m)
- Hw = beda tinggi energi (m)
- Lw = Panjang rembesan sampai titik x (m)

Faktor Rembesan / creep ratio (Cw) = $\Sigma CL / \Delta H$ Dimana, Cw > Cw minimum.

Tabel 2.4 Harga-harga Minimum Angka Rembesan Lane

Pasir sangat halus/lanau	8,5
Pasir halus	7
Pasir sedang	6
Pasir kasar	5
Kerikil halus	4
Kerikil sedang	3,5
Kerikil kasar termasuk berangkal	3
Bongkahan dengan sedikit berangkal dan kerikil	2,5
Lempung lunak	3
Lempung sedang	2
Lempung keras	1,8
Lempung sangat keras	1,6

Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02, 2010

2.3.7. Pasangan Batu Kosong (Rip-rap)

Pasangan batu kosong (rip-rap) dipakai sebagai selimut lindung bagi tanah asli (dasar sungai) tepat di hilir bangunan. Batu yang dipakai untuk pasangan batu kosong harus keras, padat dan awet, serta berberat jenis 2,4. Panjang lindungan dari pasangan batu kosong sebaiknya diambil 4 kali kedalaman lubang gerusan lokal. Perencanaan rip-rap dihitung dengan rumus empiris Lacey (Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010) yaitu :

$$R=0,47 \left(\frac{Q}{f}\right)^{1/3} \dots\dots\dots(2.49)$$

$$f = 1,76 Dm^{1/2} \dots\dots\dots(2.50)$$

Keterangan :

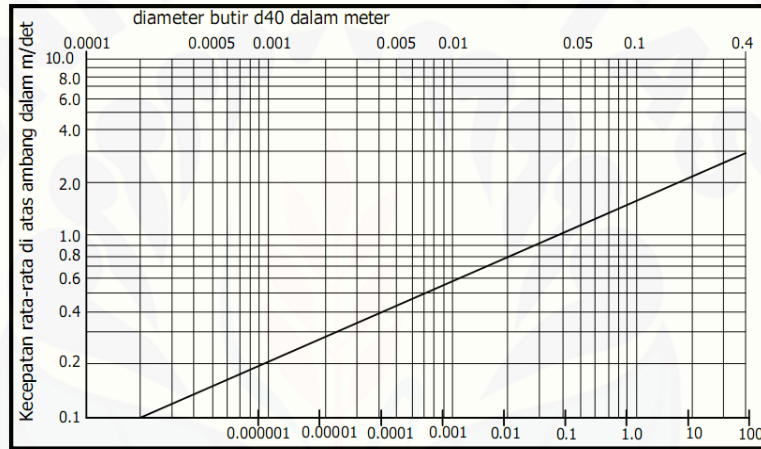
R = kedalaman gerusan di bawah permukaan air banjir (m)

Dm = diameter rata-rata material dasar sungai (m)

Q = debit yang melimpah diatas mercu (m³/det)

f = faktor lumpur Lacey

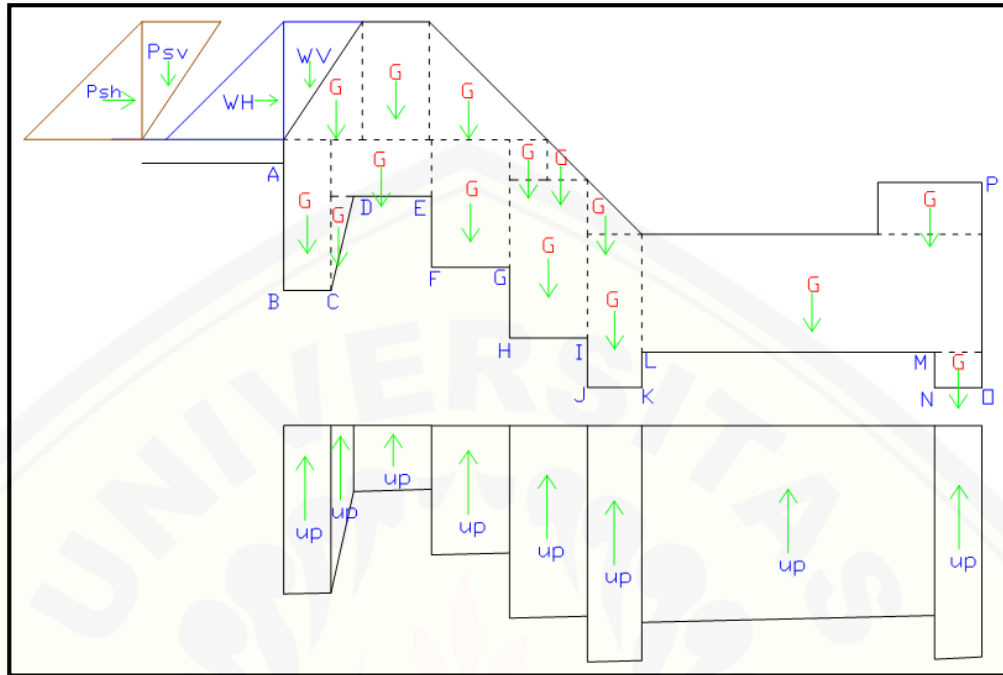
Menurut Lacey, kedalaman gerusan bersifat empiris, maka dalam penggunaannya dikalikan dengan angka keamanan sebesar 1,5.



Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02, 2010
 Gambar 2.10 Grafik untuk perencanaan ukuran pasangan batu kosong

2.3.8. Analisis Stabilitas Bendung

Stabilitas bendung dianalisis pada dua macam kondisi yaitu pada saat sungai normal dan pada saat sungai banjir. Gaya-gaya yang bekerja pada bendung meliputi :



Gambar 2.11 Gaya-gaya yang bekerja pada bendung

Keterangan :

- G : Gaya akibat berat bendung sendiri
- W : Gaya tekan hidrostatis
- Ps : Gaya tekan lumpur
- Up : Gaya angkat (*uplift pressure*)

a. Analisis Gaya Yang Bekerja Pada Bendug

1. Gaya akibat tekanan lumpur

Tekanan lumpur yang bekerja terhadap muka hulu bendung atau terhadap pintu dapat dihitung dengan persamaan (Standart Perencanaan Irigasi KP-02, 2010) yaitu:

$$P_s = \frac{\tau_s h^2}{2} \left(\frac{1 - \sin \theta}{1 + \sin \theta} \right) \dots \dots \dots (2.51)$$

Keterangan :

P_s = Gaya yang terletak terletak pada 2/3 kedalaman dari atas lumpur yang bekerja secara horizontal

τ_s = Berat lumpur (kN)

h = Dalamnya lumpur (m)

ϑ = sudut gesekan dalam

2. Gaya tekanan hidrostatik

Tekanan air akan selalu bekerja tegak lurus terhadap muka bangunan. Agar perhitungan lebih mudah gaya horizontal dan vertikal dikerjakan secara terpisah. Persamaan yang digunakan (Standart Perencanaan Irigasi KP-02, 1986) yaitu :

$$W_u = c \cdot \gamma_w [h_2 + 1/2 \zeta (h_1 - h_2)] A \dots\dots\dots (2.52)$$

Keterangan :

c = proporsian luas di mana tekanan hidrostatik bekerja ($c = 1$ untuk semua tipe pondasi)

γ_w = berat jenis air (kg/m^3) = $1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ T/m}^3$

h_2 = kedalaman air hilir (m)

h_1 = kedalaman air hulu (m)

ζ = proporsi tekanan, diberikan pada tabel 2.4 (m)

A = luas dasar (m^2)

W_u = gaya tekanan ke atas resultante (Ton)

Tabel 2.5 Harga-harga ζ

Tipe Pondasi Batuan	Proporsi Tekanan
Berlapis horisontal	1,00
Sedang, pejal (<i>massive</i>)	0.67
Baik, pejal	0.5

Sumber: Standart Perencanaan Irigasi KP - 02, 2010

3. Gaya akibat berat bendung sendiri

Berat bendung bergantung pada material yang digunakan untuk membuat bangunan tersebut. Persamaan yang digunakan (Standart Perencanaan Irigasi KP-02, 2010) yaitu:

$$G = V \times \gamma \dots\dots\dots(2.53)$$

Keterangan :

V = Volume (m^3)

γ = berat jenis material, misal pasangan batu = $2,2 T/m^3$

4. Gaya angkat (*uplift pressure*)

Bangunan bendung mendapatkan tekanan air bukan hanya pada permukaan luarnya saja, tetapi juga pada dasarnya dan dalam tubuh bangunan itu. Gaya angkat (*uplift pressure*) adalah istilah umum untuk tekanan air dalam yang menyebabkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya. Persamaan yang digunakan (Standart Perencanaan Irigasi KP-02, 2010) yaitu:

$$P_x = H_x - H \dots\dots\dots(2.54)$$

$$P_x = H_x - (L \times \frac{\Delta H}{L}) \dots\dots\dots(2.55)$$

Keterangan :

P_x = uplift pressure (tekanan air dalam) pada titik X (T/m^2)

L_x = jarak jalur rembesan pada titik x (m)

L = panjang total jalur rembesan (m)

ΔH = beda tinggi energi (m)

H_x = tinggi energi di hulu bendung

5. Gaya gempa

Nilai koefisien gempa didasarkan pada peta zona gempa Indonesia yang menunjukkan berbagai daerah dan resiko gempa. Nilai koefisien gempa

dipertimbangkan dengan cara mengalikannya dengan massa bangunan sebagai gaya horizontal menuju arah yang paling tidak aman, yakni arah hilir. Persamaan yang digunakan (Pedoman Konstruksi dan Bangunan Pd T-14-2004-A)

$$A_d = Z \times a_c \times v \dots\dots\dots(2.56)$$

$$k = a_d / g \dots\dots\dots(2.57)$$

Keterangan:

Z = koefisien zona gempa

a_c = percepatan gempa dasar (gal)

a_d = percepatan gempa permukaan terkoreksi (gal)

v = faktor koreksi pengaruh jenis tanah setempat

k = koefisien gempa

g = percepatan gravitasi, 9,81 (m/dt²).

b. Analisis Stabilitas Bendung

Setelah menganalisis gaya-gaya tersebut, kemudian diperiksa stabilitas bendung terhadap guling, geser, erosi bawah tanah (piping) dan daya dukung tanah.

1. Kontrol terhadap guling

Persamaan yang digunakan (KP – 02, 2010) yaitu:

$$Sf = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} \geq 1,5 \text{ (pada kondisi normal)} \dots\dots\dots(2.58)$$

dan $\geq 1,25$ (pada kondisi banjir)

Keterangan :

Sf = faktor keamanan

ΣM_t = besarnya momen vertikal (KNm)

ΣM_g = besarnya momen horisontal (KNm)

2. Kontrol terhadap geser

Permamaan yang digunakan (KP – 2, 2010) yaitu :

$$Sf = \frac{\Sigma R_v}{\Sigma R_h} \geq 1,5 \text{ (pada kondisi normal)(2.59)}$$

dan $\geq 1,25$ (pada kondisi banjir)

Keterangan:

Sf = faktor keamanan

ΣR_v = besarnya gaya vertikal (KN)

ΣR_h = besarnya gaya horisontal (KN)

3. Terhadap daya dukung tanah

Nilai eksentrisitas dihitung dengan menggunakan persamaan (E.Mawardi dan Moch Memed, 2002) yaitu :

$$e = \frac{1}{2} B - \left(\frac{MT - MG}{\Sigma V} \right) \leq \frac{1}{6} B \text{(2.60)}$$

Keterangan :

e = eksentrisitas

B = lebar dasar

MT = momen tahanan

MG = momen guling

ΣV = jumlah gaya vertikal

Perhitungan tegangan tanah menggunakan persamaan (E. Mawardi dan Moch Memed, 2002) yaitu :

$$\sigma_{1,2} = \frac{V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \text{(2.61)}$$

Keterangan :

$\sigma_{1,2}$ = tegangan tanah yang terjadi

V = gaya-gaya vertikal

B = lebar dasar

e = eksentrisitas

$\bar{\sigma}$ = tegangan ijin (ton/m²)

Persyaratannya yaitu bila $\sigma_1 < \bar{\sigma}$ dan $\sigma_2 > 0$

2.3.9. Perencanaan Pintu

Pintu direncanakan untuk 2 komponen bendung, yaitu pintu intake dan pintu pembilas. Pintu intake berfungsi untuk menyadap dan mengontrol air yang akan di alirkan ke saluran irigasi. Pintu pembilas terdapat 2, pintu pembilas bagian bawah berfungsi untuk pengambilan sedimen yang terdapat di hulu, sedangkan pintu pembilas bagian atas untuk menghanyutkan benda-benda padat yang terapung di hulu pintu. Penentuan pintu dikontrol dari tegangan pintu harus kurang dari tegangan dasar baja yang digunakan. Kontrol perencanaan pintu sesuai persamaan (Memed dan Marwadi,2002 : 86) :

- Gaya tekanan air:

$$P = \frac{1}{2} \gamma_w h^2 \dots\dots\dots (2.73)$$

- Gaya tekanan lumpur :

$$P_s = \frac{\gamma_s x h^2}{2} \left[\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right] \dots\dots\dots (2.74)$$

- Momen :

$$M = \frac{1}{8} q l^2 \dots\dots\dots (2.75)$$

- Kontrol tegangan :

$$\tau = \frac{M}{w} \dots\dots\dots (2.76)$$

2.3.10. Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperluakn dlaam suatu pekerjaan kontruksi. Didalam menentukan rencana anggaran biaya dibutuhkan perhitungan volume galian dan timbunan, harga satuan pekerjaan yang nantinya digunakan

sebagai acuan di dalam perhitungan anggaran. Perhitungan volume mengacu pada gambar teknis yang telah dibuat. Harga Satuan Pekerjaan didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Banyuwangi Tahun Anggaran 2015. Langkah-langkah yang dilakuakn untuk menghitung rencana anggaran dan biaya suatu pekerjaan fisik yaitu :

1. Menghitung volume tiap-tiap pekerjaan sesuai dengan gambar rencana.
2. Menghitung volume pekerjaan
3. Menentukan harga satuan pekerjaan
4. Menghitung Rencana Anggaran Biaya dengan mengkalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan.
5. Biaya pembangunan adalah harga pekerjaan fisik yang ditambahkan PPN sebesar 10 % harga pekerjaan fisik.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Secara garis besar tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian tentang “Perencanaan Bendung Sidodadi Kecamatan Glenmore, Banyuwangi” meliputi :

3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahannya. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting untuk mengefektifkan waktu dan kegiatan yang dilakukan. Adapun tahapan tersebut antara lain :

1. Studi pustaka mengenai masalah yang berhubungan dengan bendung pembangkit listrik tenaga minihidro.
2. Menentukan kebutuhan data.
3. Mendata instansi yang akan dijadikan narasumber
4. Survey ke lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi di lapangan

3.2 Tahap Penelitian

Adapun data- data yang diperlukan terdiri dari :

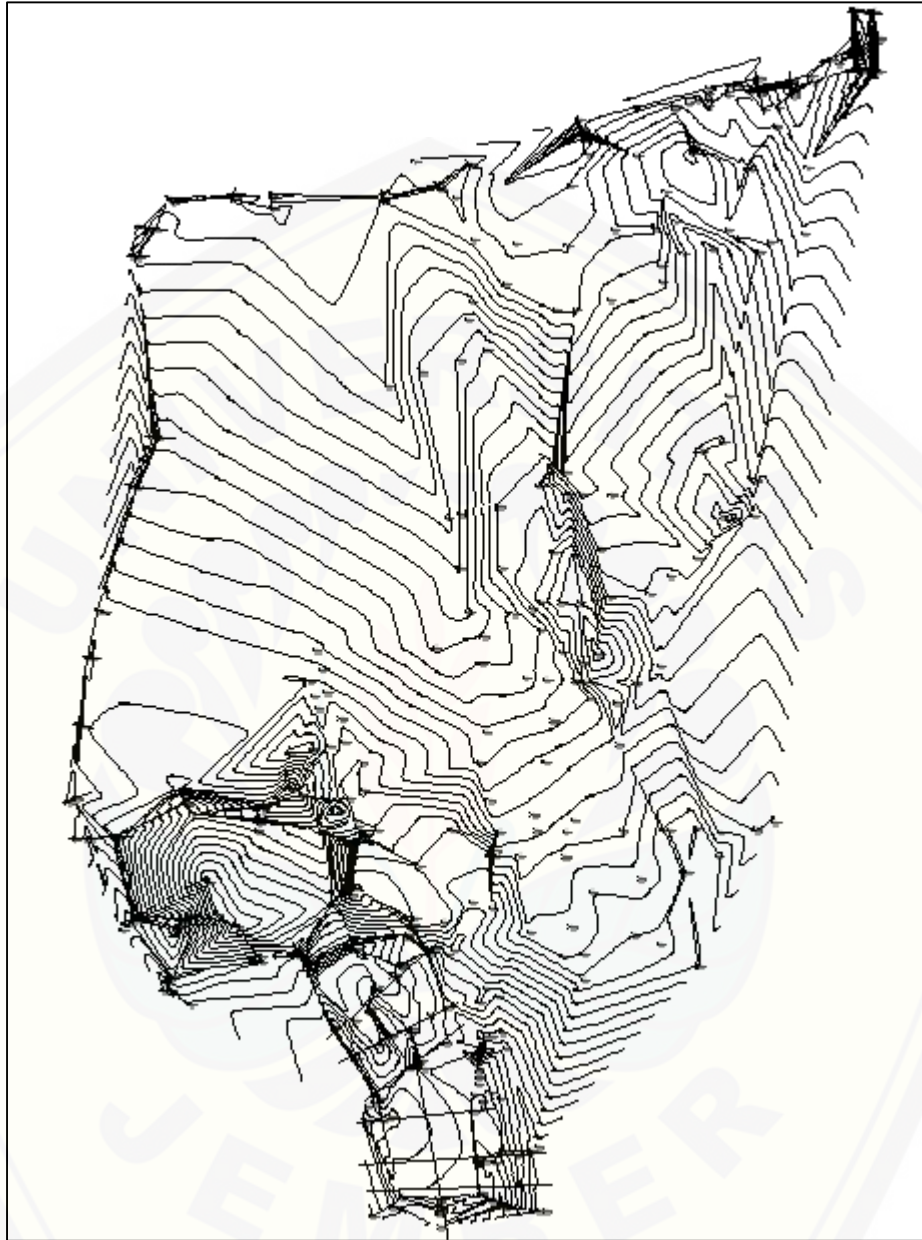
- 1) Penelitian berlokasi di Sungai Manggis yang berada di perkebunan Kalirejo, Desa Karangharjo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Sungai Manggis memiliki panjang sungai 10, 173 km. Tata guna lahan pada lokasi sekitar bendung merupakan pembangkit listrik tenaga minihidro dan perkebunan tebu. Sungai Manggis termasuk dalam Sub DAS Kalimanggis. Sub DAS kalimanggis sendiri masuk dalam DAS Takir yang terletak di selatan Kabupaten Banyuwangi dengan outlet terletak pada Embung Sidodadi.

letak outlet Embung Sidodadi sendiri berada pada $08^{\circ} 23' 7''$ LS dan $114^{\circ} 01' 30''$ BT



Gambar 3.1 Lokasi Embung Sidodadi (Sumber: Google Earth 2016)

- 2) Peta Topografi, didapatkan dari Studi Kelayakan Lembaga Penelitian Universitas Jember. Peta topografi digunakan untuk mengetahui Posisi bendung yang akan direncanakan. Bendung Sidodadi terletak pada koordinat $08^{\circ} 23' 7''$ LS dan $114^{\circ} 01' 30''$ BT dengan elevasi mercu +279.64.



Gambar 3.2 Peta Topografi Embung Sidodadi (Sumber: survey lapangan)

- 3) Data Hidrologi bendung sidodadi, didapatkan dari hasil studi kelayakan Lembaga Penelitian Universitas Jember dan perhitungan. Dalam data hidrologi terdapat debit andalan dan debit banjir rancangan. Debit rencana sebagai parameter perencanaan intake bendung sedangkan debit banjir

rencana digunakan sebagai parameter perencanaan mercu bendung, tinggi muka air diatas mercu, kolam peredam energi dan stabilitas bendung. Debit andalan sebesar $0.35 \text{ m}^3/\text{det}$, didapatkan dari perhitungan tugas akhir sebelumnya.

- 4) Data Geologi didapatkan dari hasil studi kelayakan Lembaga Penelitian Universitas Jember yaitu, jenis tanah dan batuan yang ada dibawah permukaan serta kedalaman tanah lempung keras. Data tanah dan batuan digunakan untuk analisis stabilitas daya dukung tanah pada bendung.

3.3 Perencanaan Hidraulik Bendung

Perencanaan bendung (*weir*) meliputi :

3.3.1 Perencanaan hidrolik bendung meliputi :

- a) Mercu bendung dengan tipe :
 1. Mercu bulat
 2. Mercu ogee
- b) Bangunan intake dengan tipe :
 1. Intake samping
 2. Drop intake
- c) Bangunan pembilas
- d) Kolam peredam energi dengan tipe :
 1. Kolam peredam energi tipe bak tenggelam
 2. Kolam peredam energi tipe USBR
 3. Kolam peredam energi tipe Vlugther
 4. Kolam peredam energi tipe MDO
- e) Perhitungan panjang rembesan
- f) Perencanaan Rip-rap
- g) Pemilihan kombinasi antara tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi yang tepat.

3.3.2 Analisis Stabilitas bendung pada kombinasi tipe mercu, tipe intake dan tipe peredam energi meliputi :

a) Analisis gaya-gaya yang bekerja meliputi :

1. Gaya tekan hidrostatik
2. Gaya tekan lumpur
3. Gaya akibat berat bendung
4. Gaya angkat (uplift pressure)
5. Gaya gempa

b) Stabilitas pada bendung meliputi:

1. Stabilitas terhadap guling
2. Stabilitas terhadap geser
3. Stabilitas daya dukung tanah

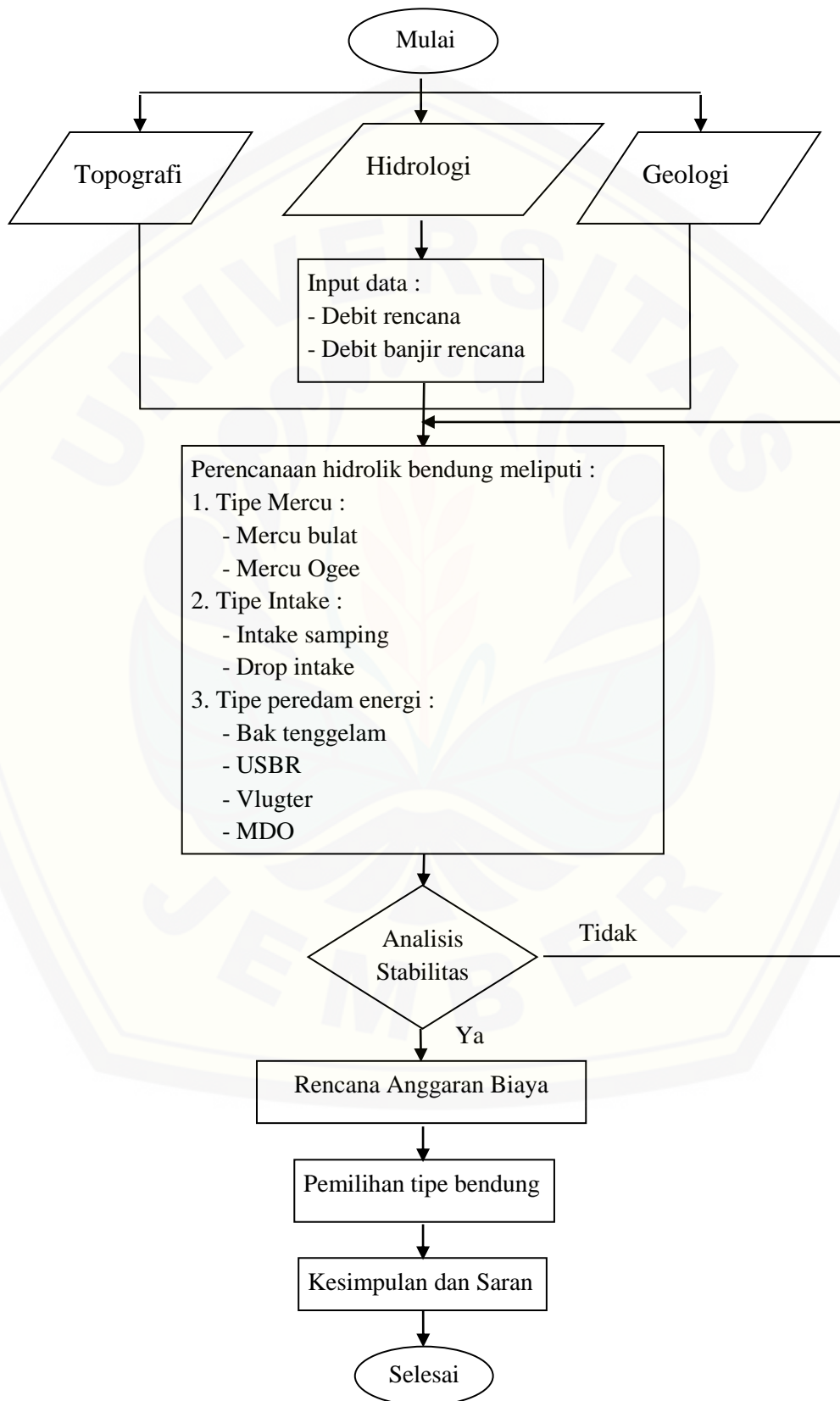
3.4 Pemilihan Tipe Bendung

Pertimbangan pemilihan tipe bendung yang meliputi kombinasi tipe mercu bendung, tipe intake dan tipe kolam peredam energi berdasarkan pada :

- 1) Sesuai dengan kondisi lapangan.
- 2) Dapat menangkap, mengarahkan debit rencana.
- 3) Aman terhadap stabilitas bendung.
- 4) Ekonomis dari perhitungan rencana anggaran biaya

Setelah ditentukan tipe bendung yang digunakan, bendung tersebut direncanakan menggunakan tiang pancang untuk mengurangi panjang apron di hulu bendung dan dihitung kembali rencana anggaran biayanya. Tipe bendung yang dipilih yaitu bendung dengan perhitungan rencana anggaran biaya yang ekonomis.

3.5 Flowchart Penelitian



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan yaitu perencanaan bendung sidodadi di Sungai Manggis direncanakan menggunakan bendung dengan kombinasi mercu bulat, side intake dan peredam energi bak tenggelam dengan pondasi sumuran. Tinggi mercu bendung 2 m, jari-jari mercu bulat 1.5 m, jari jari peredam energi 3 m, lebar bendung 7.8 m dan dimensi pondasi sumuran 0.4 m x 0.4 m dengan kedalaman 2 m sebanyak 3 pondasi sepanjang lebar bendung. Dari hasil analisis stabilitas dengan pertimbangan beban – beban yang bekerja, dapat diketahui bahwa konstruksi bendung aman terhadap bahaya guling karena memenuhi persyaratan $SF > 1,5$ pada kondisi air normal yaitu 3.33 dan $SF > 1,25$ pada kondisi air banjir yaitu 2.52, aman terhadap bahaya geser karena memenuhi persyaratan $SF > 1,5$ pada kondisi air normal yaitu 1.59 dan $SF > 1,25$ pada kondisi air banjir yaitu 1.68, serta memenuhi persyaratan $\sigma_{maks} < \sigma_{ijin tanah}$ dan $\sigma_{min} > 0$ untuk daya dukung tanah dasarnya. Rencana anggaran biaya (RAB) yang digunakan sebesar Rp.261.141.600.-

5.2 Saran

Perencanaan yang dilakukan pada tugas akhir ini hanya pada bendungnya saja dengan hanya mengambil satu jenis mercu di setiap tipe mercu bulat dan ogee. Pada setiap tipe mercu bulat dan ogee, terdapat 2 jenis pada mercu bulat dan 4 jenis pada mercu ogee. Perencanaan yang dilakukan pada tugas akhir ini hanya merencanakan pintu secara dimensi saja, sebaiknya perencanaan pintu air direncanakan lebih detail hingga bagian-bagian pendukung lainnya, seperti jembatan penjaga, baut, tempat pejalan kaki diatas pintu dan metode pelaksanaannya.

LAMPIRAN A. HASIL PERHITUNGAN UJI CHI SQUARE

A.1. Perhitungan Chi Square Distribusi Normal

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	Curah Hujan ⁿ (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0.200	0 < P <= 0.2	2.000	127.500	3.000	1.000	0.500
	0.400	0.2 < P <= 0.4	2.000	113.817	1.000	1.000	0.500
	0.600	0.4 < P <= 0.6	2.000	102.031	1.000	1.000	0.500
	0.800	0.6 < P <= 0.8	2.000	88.348	3.000	1.000	0.500
	0.999	0.8 < P <= 0.999	2.000	36.047	2.000	0.000	0.000
		10.000		10.000	-Kuadrat =	2.000	
					DK =	2	
Distribusi NORMAL Diterima						Chi-Kritik =	5.991

A.2. Perhitungan Chi Square Distribusi Log-Normal

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	Curah Hujan ⁿ (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0.200	0 < P <= 0.2	2.000	126.533	3.000	1.000	0.500
	0.400	0.2 < P <= 0.4	2.000	111.598	1.000	1.000	0.500
	0.600	0.4 < P <= 0.6	2.000	100.155	2.000	0.000	0.000
	0.800	0.6 < P <= 0.8	2.000	88.333	2.000	0.000	0.000
	0.999	0.8 < P <= 0.999	2.000	54.654	2.000	0.000	0.000
		10.000		10.000	-Kuadrat =	1.000	
					DK =	2	
Distribusi LOG-NORMAL Diterima						Chi-Kritik =	5.991

A.3. Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	Curah Hujan ⁿ (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0.200	0 < P <= 0.2	2.000	124.658	3.000	1.000	0.500
	0.400	0.2 < P <= 0.4	2.000	109.638	1.000	1.000	0.500
	0.600	0.4 < P <= 0.6	2.000	99.042	2.000	0.000	0.000
	0.800	0.6 < P <= 0.8	2.000	88.826	2.000	0.000	0.000
	0.999	0.8 < P <= 0.999	2.000	62.407	2.000	0.000	0.000
		10.000		10.000	-Kuadrat =	1.000	
					DK =	2	
Distribusi GUMBEL Diterima						Chi-Kritik =	5.991

A.4. Perhitungan Chi Square Distribusi Log-Pearson III

Kelas	P(x >= Xm)		Ef	Curah Hujan ⁿ (mm)	Of	Ef - Of	(Ef-Of) ² / Ef
5	0.200	0 < P <= 0.2	2.000	126.287	3.000	1.000	0.500
	0.400	0.2 < P <= 0.4	2.000	110.980	1.000	1.000	0.500
	0.600	0.4 < P <= 0.6	2.000	99.617	2.000	0.000	0.000
	0.800	0.6 < P <= 0.8	2.000	88.204	2.000	0.000	0.000
	0.999	0.8 < P <= 0.999	2.000	57.420	2.000	0.000	0.000
		10.000		10.000	-Kuadrat =	1.000	
					DK =	1	
Distribusi LOG-PEARSON III Diterima						Chi-Kritik =	3.841

LAMPIRAN B HASIL PERHITUNGAN UJI SMIRNOV-KOLMOGOROV

Curah Hujan ⁿ (mm)	m	P = m/(N+1)	NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL		LOG-PEARSON III	
			P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do	P(x >= Xm)	Do
148.980	1	0.091	0.039	0.052	0.054	0.037	0.057	0.034	0.058	0.032
129.760	2	0.182	0.174	0.008	0.169	0.013	0.155	0.027	0.168	0.014
129.240	3	0.273	0.180	0.093	0.173	0.099	0.159	0.114	0.172	0.100
119.630	4	0.364	0.307	0.056	0.281	0.082	0.255	0.109	0.275	0.088
107.390	5	0.455	0.509	0.055	0.471	0.016	0.439	0.015	0.460	0.005
101.460	6	0.545	0.609	0.064	0.576	0.031	0.552	0.006	0.566	0.021
90.220	7	0.636	0.777	0.140	0.771	0.135	0.775	0.138	0.768	0.131
89.320	8	0.727	0.788	0.061	0.785	0.058	0.791	0.064	0.782	0.055
85.480	9	0.818	0.833	0.015	0.840	0.022	0.856	0.037	0.840	0.022
77.760	10	0.909	0.903	0.006	0.925	0.016	0.948	0.039	0.930	0.020
DKritik = 0.410			0.140		0.135		0.138		0.131	
			Diterima		Diterima		Diterima		Diterima	

LAMPIRAN C PERHITUNGAN SATUAN SINTETIS NAKAYASU

C.1. Untuk α = 1.5

C.1.1 Waktu Lengkung Hidrograf

Kurva	Lengkung	Batas awal		Batas akhir	
Qa	Lengkung Naik	0	0	TP	1.491288
Qd ₁	Lengkung Turun	TP	1.491288	TP + T _{0,3}	3.089098
Qd ₂	Lengkung Turun	TP + T _{0,3}	3.089098	TP + 2,5 T _{0,3}	5.485811
Qd ₃	Lengkung Turun	TP + 2,5 T _{0,3}	5.485811	100	100

C.1.2 Tabel QT metode nakayasu

t (jam)	Rumus	QT (m ³ /s)
0		0.0000
1		0.4205
2		0.7478
3		0.3520
4		0.2083
5		0.1260
6		0.0814
7		0.0558
8		0.0383
9		0.0263
10		0.0180
11		0.0124
12		0.0085
13		0.0058
14		0.0040
15		0.0027
16		0.0019
17		0.0013
18		0.0009
19		0.0006
20		0.0004
21		0.0003
22		0.0002
23		0.0001
24		0.0001
25		0.0001
26		0.0000

C.1.3 Tabel Hidrograf Banjir Kala Ulang 20 tahun

t (jam)	QT (m ³ /s)	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	Base Flow	Q 20Th (m ³ /s)
0	0.0000	58.4255	15.1860	10.6526	8.4805	7.1615	6.2600	0.3337	0.3337
1	0.4205	24.5664	0.0000					0.3337	24.9001
2	0.7478	43.6934	6.3853	0.0000				0.3337	50.4124
3	0.3520	20.5669	11.3568	6.3853	0.0000			0.3337	38.6427
4	0.2083	12.1698	5.3458	11.3568	3.5659	0.0000		0.3337	32.7720
5	0.1260	7.3641	3.1632	5.3458	6.3422	3.0112	0.0000	0.3337	25.5601
6	0.0814	4.7533	1.9141	3.1632	2.9853	5.3557	2.6322	0.3337	21.1375
7	0.0558	3.2612	1.2355	1.9141	1.7665	2.5210	4.6815	0.3337	15.7134
8	0.0383	2.2374	0.8477	1.2355	1.0689	1.4917	2.2036	0.3337	9.4185
9	0.0263	1.5351	0.5816	0.8477	0.6900	0.9027	1.3039	0.3337	6.1945
10	0.0180	1.0532	0.3990	0.5816	0.4734	0.5826	0.7890	0.3337	4.2125
11	0.0124	0.7226	0.2737	0.3990	0.3248	0.3997	0.5093	0.3337	2.9628
12	0.0085	0.4957	0.1878	0.2737	0.2228	0.2743	0.3494	0.3337	2.1375
13	0.0058	0.3401	0.1289	0.1878	0.1529	0.1882	0.2397	0.3337	1.5712
14	0.0040	0.2334	0.0884	0.1289	0.1049	0.1291	0.1645	0.3337	1.1828
15	0.0027	0.1601	0.0607	0.0884	0.0720	0.0886	0.1128	0.3337	0.9162
16	0.0019	0.1098	0.0416	0.0607	0.0494	0.0608	0.0774	0.3337	0.7334
17	0.0013	0.0754	0.0285	0.0416	0.0339	0.0417	0.0531	0.3337	0.6079
18	0.0009	0.0517	0.0196	0.0285	0.0232	0.0286	0.0364	0.3337	0.5218
19	0.0006	0.0355	0.0134	0.0196	0.0159	0.0196	0.0250	0.3337	0.4628
20	0.0004	0.0243	0.0092	0.0134	0.0109	0.0135	0.0172	0.3337	0.4223
21	0.0003	0.0167	0.0063	0.0092	0.0075	0.0092	0.0118	0.3337	0.3945
22	0.0002	0.0115	0.0043	0.0063	0.0051	0.0063	0.0081	0.3337	0.3754
23	0.0001	0.0079	0.0030	0.0043	0.0035	0.0043	0.0055	0.3337	0.3623
24	0.0001	0.0054	0.0020	0.0030	0.0024	0.0030	0.0038	0.3337	0.3533
25	0.0001	0.0037	0.0014	0.0020	0.0017	0.0020	0.0026	0.3337	0.3472
26	0.0000	0.0025	0.0010	0.0014	0.0011	0.0014	0.0018	0.3337	0.3429
27	0.0000	0.0017	0.0007	0.0010	0.0008	0.0010	0.0012	0.3337	0.3400
28	0.0000	0.0012	0.0005	0.0007	0.0005	0.0007	0.0008	0.3337	0.3380
29	0.0000	0.0008	0.0003	0.0005	0.0004	0.0005	0.0006	0.3337	0.3367
30	0.0000	0.0006	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.3337	0.3357
31	0.0000	0.0004	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.3337	0.3351
32	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.3337	0.3347
33	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3337	0.3344
34	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3337	0.3342
35	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.3337	0.3340
36	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3339
37	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
38	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
39	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3337
41	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3337
42	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3337

C.2. Untuk $\alpha = 2$

C.2.1 Waktu Lengkung Hidrograf

Kurva	Lengkung	Batas awal	Batas akhir
Qa	Lengkung Naik	0	TP 1.491288
Qd ₁	Lengkung Turun	TP	1.491288 TP + T _{0,3} 3.621701
Qd ₂	Lengkung Turun	TP + T _{0,3}	3.621701 TP + 2,5 T _{0,5} 6.817319
Qd ₃	Lengkung Turun	TP + 2,5 T _{0,3}	6.817319 100 100

C.2.2 Tabel QT metode nakayasu

t (jam)	Rumus	QT (m ³ /s)
0		0.0000
1		0.3336
2		0.6530
3		0.3711
4		0.2265
5		0.1554
6		0.1066
7		0.0744
8		0.0561
9		0.0423
10		0.0319
11		0.0240
12		0.0181
13		0.0137
14		0.0103
15		0.0078
16		0.0058
17		0.0044
18		0.0033
19		0.0025
20		0.0019
21		0.0014
22		0.0011
23		0.0008
24		0.0006
25		0.0005
26		0.0003
27		0.0003
28		0.0002
29		0.0001
30		0.0001
31		0.0001
32		0.0001
33		0.0000

C.2.3 Tabel Hidrograf Banjir Kala Ulang 20 tahun

t (jam)	QT (m ³ /s)	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	Base Flow	Q 20Th (m ³ /s)
		58.4255	15.1860	10.6526	8.4805	7.1615	6.2600		
0	0.0000	0.0000						0.3337	0.3337
1	0.3336	19.4907	0.0000					0.3337	19.8244
2	0.6530	38.1522	5.0660	0.0000				0.3337	43.5520
3	0.3711	21.6813	9.9166	5.0660	0.0000			0.3337	36.9976
4	0.2265	13.2312	5.6354	9.9166	2.8291	0.0000		0.3337	31.9460
5	0.1554	9.0777	3.4391	5.6354	5.5379	2.3891	0.0000	0.3337	26.4128
6	0.1066	6.2280	2.3595	3.4391	3.1471	4.6765	2.0883	0.3337	22.2722
7	0.0744	4.3471	1.6188	2.3595	1.9205	2.6576	4.0878	0.3337	17.3250
8	0.0561	3.2770	1.1299	1.6188	1.3176	1.6218	2.3230	0.3337	11.6219
9	0.0423	2.4704	0.8518	1.1299	0.9040	1.1127	1.4176	0.3337	8.2201
10	0.0319	1.8623	0.6421	0.8518	0.6310	0.7634	0.9726	0.3337	6.0569
11	0.0240	1.4039	0.4840	0.6421	0.4757	0.5328	0.6673	0.3337	4.5395
12	0.0181	1.0583	0.3649	0.4840	0.3586	0.4017	0.4658	0.3337	3.4670
13	0.0137	0.7978	0.2751	0.3649	0.2703	0.3028	0.3511	0.3337	2.6957
14	0.0103	0.6014	0.2074	0.2751	0.2038	0.2283	0.2647	0.3337	2.1143
15	0.0078	0.4534	0.1563	0.2074	0.1536	0.1721	0.1995	0.3337	1.6760
16	0.0058	0.3418	0.1178	0.1563	0.1158	0.1297	0.1504	0.3337	1.3456
17	0.0044	0.2576	0.0888	0.1178	0.0873	0.0978	0.1134	0.3337	1.0965
18	0.0033	0.1942	0.0670	0.0888	0.0658	0.0737	0.0855	0.3337	0.9087
19	0.0025	0.1464	0.0505	0.0670	0.0496	0.0556	0.0644	0.3337	0.7672
20	0.0019	0.1104	0.0381	0.0505	0.0374	0.0419	0.0486	0.3337	0.6605
21	0.0014	0.0832	0.0287	0.0381	0.0282	0.0316	0.0366	0.3337	0.5800
22	0.0011	0.0627	0.0216	0.0287	0.0213	0.0238	0.0276	0.3337	0.5194
23	0.0008	0.0473	0.0163	0.0216	0.0160	0.0179	0.0208	0.3337	0.4737
24	0.0006	0.0356	0.0123	0.0163	0.0121	0.0135	0.0157	0.3337	0.4392
25	0.0005	0.0269	0.0093	0.0123	0.0091	0.0102	0.0118	0.3337	0.4133
26	0.0003	0.0203	0.0070	0.0093	0.0069	0.0077	0.0089	0.3337	0.3937
27	0.0003	0.0153	0.0053	0.0070	0.0052	0.0058	0.0067	0.3337	0.3789
28	0.0002	0.0115	0.0040	0.0053	0.0039	0.0044	0.0051	0.3337	0.3678
29	0.0001	0.0087	0.0030	0.0040	0.0029	0.0033	0.0038	0.3337	0.3594
30	0.0001	0.0065	0.0023	0.0030	0.0022	0.0025	0.0029	0.3337	0.3531
31	0.0001	0.0049	0.0017	0.0023	0.0017	0.0019	0.0022	0.3337	0.3483
32	0.0001	0.0037	0.0013	0.0017	0.0013	0.0014	0.0016	0.3337	0.3447
33	0.0000	0.0028	0.0010	0.0013	0.0009	0.0011	0.0012	0.3337	0.3420
34	0.0000	0.0021	0.0007	0.0010	0.0007	0.0008	0.0009	0.3337	0.3400
35	0.0000	0.0016	0.0005	0.0007	0.0005	0.0006	0.0007	0.3337	0.3384
36	0.0000	0.0012	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005	0.0005	0.3337	0.3373
37	0.0000	0.0009	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.3337	0.3364
38	0.0000	0.0007	0.0002	0.0003	0.0002	0.0003	0.0003	0.3337	0.3357
39	0.0000	0.0005	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3337	0.3352
40	0.0000	0.0004	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.3337	0.3348
41	0.0000	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3337	0.3346
42	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3337	0.3344
43	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.3337	0.3342
44	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0001	0.3337	0.3341
45	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3340
46	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3339
47	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3339
48	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
49	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
51	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3338
52	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3337
53	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3337
54	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3337	0.3337

C.3. Untuk $\alpha = 3$

C.3.1 Waktu Lengkung Hidrograf

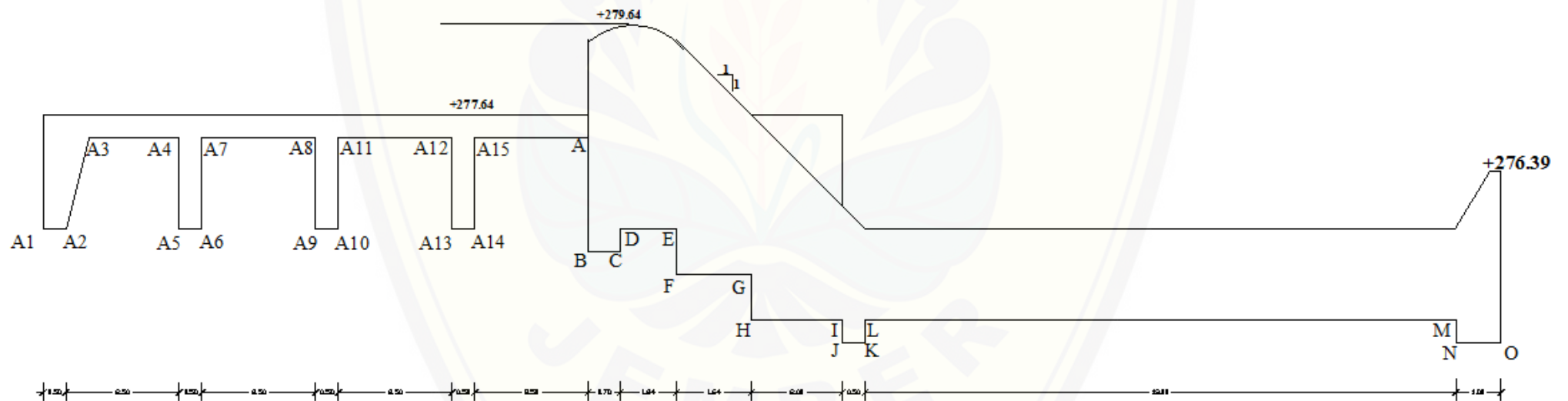
Kurva	Lengkung	Batas awal	Batas akhir
Qa	ngkung Ni	0	TP 1.491288
Qd ₁	ngkung Tu	TP 1.491288	TP + T _{0,3} 4.686907
Qd ₂	ngkung Tu	TP + T _{0,3} 4.686907	P + 2,5 T ₀ 9.480334
Qd ₃	ngkung Tu	P + 2,5 T ₀ 9.480334	100 100

C.3.2 Tabel QT metode nakayasu

t (jam)	Rumus	QT (m ³ /s)
0		0.0000
1		0.2361
2		0.5085
3		0.3489
4		0.2394
5		0.1708
6		0.1329
7		0.1034
8		0.0804
9		0.0625
10		0.0503
11		0.0416
12		0.0345
13		0.0286
14		0.0237
15		0.0196
16		0.0162
17		0.0134
18		0.0111
19		0.0092
20		0.0076
21		0.0063
22		0.0052
23		0.0043
24		0.0036
25		0.0030
26		0.0025
27		0.0020
28		0.0017
29		0.0014
30		0.0012
31		0.0010
32		0.0008
33		0.0007
34		0.0005
35		0.0005
36		0.0004
37		0.0003
38		0.0003
39		0.0002
40		0.0002
41		0.0001
42		0.0001
43		0.0001
44		0.0001
45		0.0001
46		0.0001
47		0.0000

LAMPIRAN D PERHITUNGAN PANJANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU BULAT DAN PEREDAM ENERGI TIPE USBR IV

D.1 Gambar panjang rembesan kombinasi mercu bulat dengan peredam energi tipe USBR IV

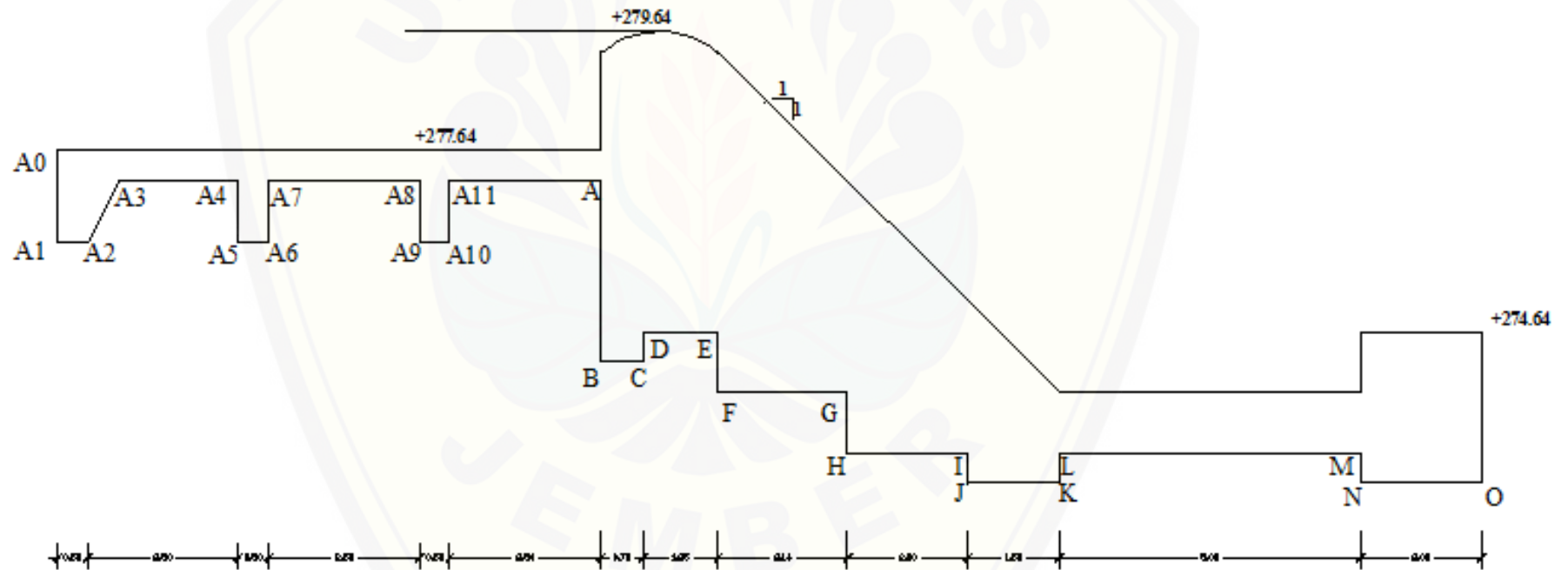


D.2 Tabel perhitungan panjang rembesan kombinasi mercu bulat dengan peredam energi tipe USBR IV

TITIK	GARIS	PANJANG REMBESAN			LW
		V	H	1/3 H	
A0	-	0	0	0	0
A1	A0 - A1	2.50			2.50
A2	A1 - A2		0.50	0.17	2.67
A3	A2 - A3	2.06			4.73
A4	A3 - A4		2.00	0.67	5.39
A5	A4 - A5	2.00			7.39
A6	A5 - A6		0.50	0.17	7.56
A7	A6 - A7	2.00			9.56
A8	A7 - A8		2.50	0.83	10.39
A9	A8 - A9	2.00			12.39
A10	A9 - A10		0.50	0.17	12.56
A11	A10 - A11	2.00			14.56
A12	A11 - A12		2.50	0.83	15.39
A13	A12 - A13	2.00			17.39
A14	A13 - A14		0.5	0.17	17.56
A15	A14 - A15	2.00			19.56
A	A19 - A		2.50	0.83	20.39
B	A - B	3.00			23.39
C	B - C		0.70	0.23	23.63
D	C - D	0.50			24.13
E	D - E		1.24	0.41	24.54
F	E - F	1.00			25.54
G	F - G		1.64	0.55	26.09
H	G - H	0.50			26.59
I	H - I		2.00	0.67	27.25
J	I - J	0.50			27.75
K	J - K		0.5	0.17	27.92
L	K - L	0.50			28.42
M	L - M		13	4.33	32.75
N	M - N	0.50			33.25
O	N-O		1	0.33	33.59
P	O-P	3.75			37.34
Σ		26.81		10.53	

LAMPIRAN E PERHITUNGAN PANANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU BULAT DAN PEREDAM ENERGI TIPE MDO

E.1 Gambar panjang rembesan kombinasi mercu bulat dengan peredam energi tipe MDO

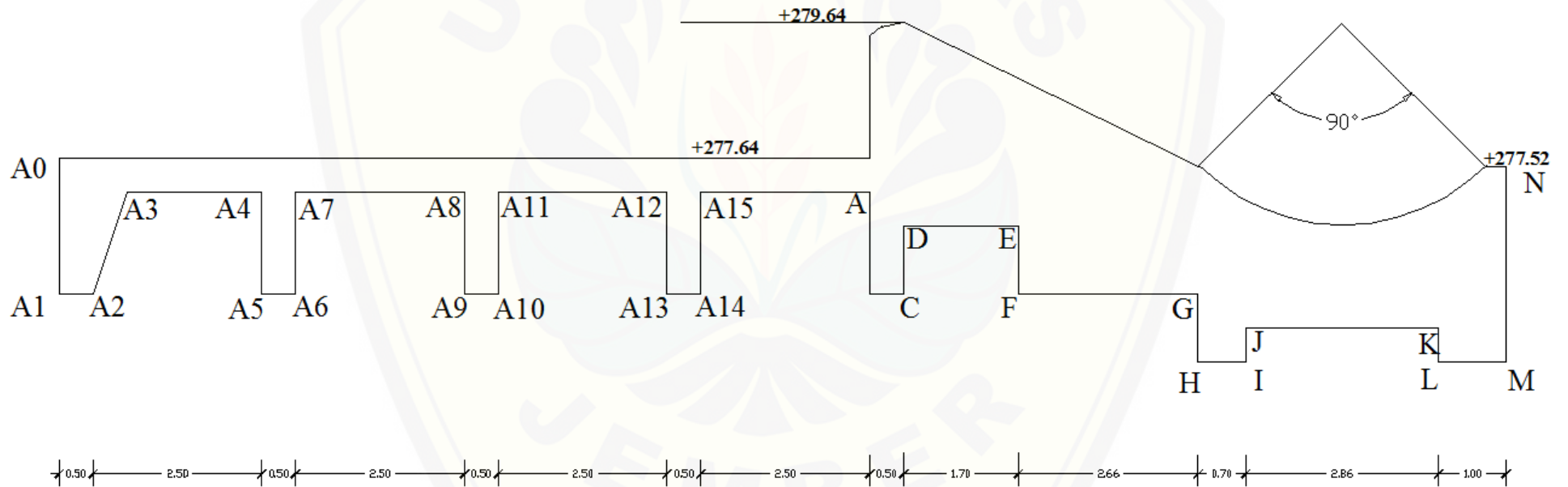


E.2 Tabel Perhitungan Rembesan Kombinasi Mercu Bulat dengan Peredam Energi Tipe MDO

TITIK	GARIS	PANJANG REMBESAN			LW
		V	H	1/3 H	
A0	-	0	0	0	0
A1	A0 - A1	1.50			1.50
A2	A1 - A2		0.50	0.17	1.67
A3	A2 - A3	1.12			2.79
A4	A3 - A4		1.50	0.50	3.29
A5	A4 - A5	1.00			4.29
A6	A5 - A6		0.50	0.17	4.45
A7	A6 - A7	1.00			5.45
A8	A7 - A8		1.50	0.50	5.95
A9	A8 - A9	1.00			6.95
A10	A9 - A10		0.50	0.17	7.12
A11	A10 - A11	1.00			8.12
A	A19 - A		1.50	0.50	8.62
B	A - B	3.00			11.62
C	B - C		0.70	0.23	11.85
D	C - D	0.50			12.35
E	D - E		1.25	0.42	12.77
F	E - F	1.00			13.77
G	F - G		2.14	0.71	14.48
H	G - H	1.00			15.48
I	H - I		2.00	0.67	16.15
J	I - J	0.50			16.65
K	J - K		1.5	0.50	17.15
L	K - L	0.50			17.65
M	L - M		5	1.67	19.32
N	M - N	0.50			19.82
O	N-O		2	0.67	20.48
P	O-P	2.50			22.98
Σ		16.12		6.86	

**LAMPIRAN F PERHITUNGAN PANANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU OGEE
DAN PEREDAM ENERGI TIPE BAK TENGGELAM**

F.1 Gambar panjang rembesan kombinasi mercu ogee dengan peredam energi tipe bak tenggelam

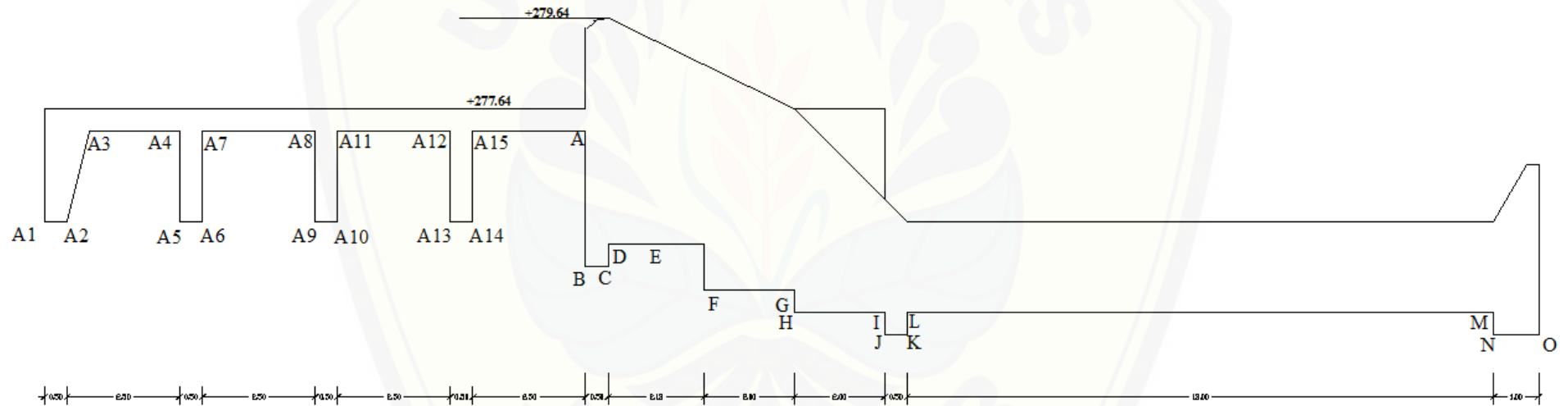


F.2 Tabel perhitungan panjang rembesan kombinasi mercu ogee dengan peredam energi tipe Bak tenggelam

TITIK	GARIS	PANJANG REMBESAN			LW
		V	H	1/3 H	
A0	-	0	0	0	0
A1	A0 - A1	2.00			2.00
A2	A1 - A2		0.50	0.17	2.17
A3	A2 - A3	1.57			3.74
A4	A3 - A4		2.00	0.67	4.40
A5	A4 - A5	1.50			5.90
A6	A5 - A6		0.50	0.17	6.07
A7	A6 - A7	1.50			7.57
A8	A7 - A8		2.50	0.83	8.40
A9	A8 - A9	1.50			9.90
A10	A9 - A10		0.50	0.17	10.07
A11	A10 - A11	1.50			11.57
A12	A11 - A12		2.50	0.83	12.40
A13	A12 - A13	1.50			13.90
A14	A13 - A14		0.5	0.17	14.07
A15	A14 - A15	1.50			15.57
A	A19 - A		2.50	0.83	16.40
B	A - B	1.50			17.90
C	B - C		0.50	0.17	18.07
D	C - D	0.50			18.57
E	D - E		1.70	0.57	19.14
F	E - F	0.50			19.64
G	F - G		2.66	0.89	20.52
H	G - H	1.00			21.52
I	H - I		0.70	0.23	21.76
J	I - J	0.50			22.26
K	J - K		2.86	0.95	23.21
L	K - L	0.50			23.71
M	L - M		1	0.33	24.04
N	M - N	2.89			26.93
Σ		19.96		6.97	

LAMPIRAN G PERHITUNGAN PANANG REMBESAN DAN TEKANAN AIR TANAH KOMBINASI MERCU OGEE DAN PEREDAM ENERGI TIPE USBR IV

G.1 Gambar panjang rembesan kombinasi mercu ogee dengan peredam energi tipe USBR IV



G.2 Tabel perhitungan panjang rembesan kombinasi mercu ogee dengan peredam energi tipe USBR IV

TITIK	GARIS	PANJANG REMBESAN			LW
		V	H	1/3 H	
A0	-	0	0	0	0
A1	A0 - A1	2.50			2.50
A2	A1 - A2		0.50	0.17	2.67
A3	A2 - A3	2.06			4.73
A4	A3 - A4		2.00	0.67	5.39
A5	A4 - A5	2.00			7.39
A6	A5 - A6		0.50	0.17	7.56
A7	A6 - A7	2.00			9.56
A8	A7 - A8		2.50	0.83	10.39
A9	A8 - A9	2.00			12.39
A10	A9 - A10		0.50	0.17	12.56
A11	A10 - A11	2.00			14.56
A12	A11 - A12		2.50	0.83	15.39
A13	A12 - A13	2.00			17.39
A14	A13 - A14		0.5	0.17	17.56
A15	A14 - A15	2.00			19.56
A	A19 - A		2.50	0.83	20.39
B	A - B	3.00			23.39
C	B - C		0.50	0.17	23.56
D	C - D	0.50			24.06
E	D - E		2.12	0.71	24.77
F	E - F	1.00			25.77
G	F - G		2.00	0.67	26.43
H	G - H	0.50			26.93
I	H - I		2.00	0.67	27.60
J	I - J	0.50			28.10
K	J - K		0.5	0.17	28.27
L	K - L	0.50			28.77
M	L - M		13	4.33	33.10
N	M - N	0.50			33.60
O	N-O		1	0.33	33.93
P	O-P	3.75			37.68
Σ		26.81		10.87	

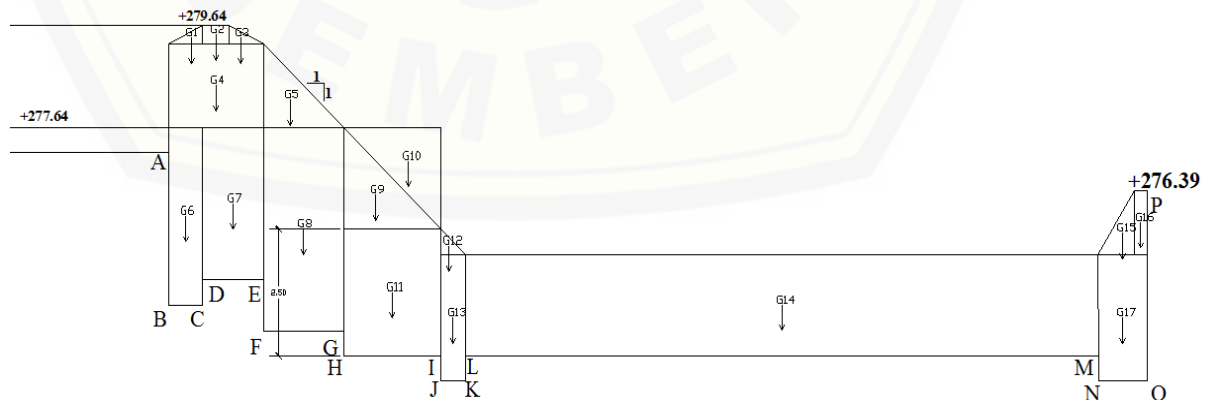
**LAMPIRAN H. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI
MERCU BULAT, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI USBR IV**

H.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

H.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) v	Lengan (m) x	Momen (tm)
	Alas	Tinggi				
G1	0.5	x 0.70	2.2	-0.28	19.62	-5.44
G2		x 0.36	2.2	-0.44	19.11	-8.32
G3	0.5	x 0.70	2.2	-0.28	18.61	-5.16
G4		x 1.64	2.2	-7.04	19.11	-134.45
G5	0.5	x 1.64	2.2	-2.96	17.59	-52.04
G6		x 3.50	2.2	-5.39	19.74	-106.40
G7		x 3.00	2.2	-8.18	18.76	-153.53
G8		x 4.00	2.2	-14.43	17.32	-249.96
G9	0.5	x 2.00	2.2	-4.40	15.83	-69.65
G10	0.5	x 2.00	2.2	-4.40	15.17	-66.75
G11		x 2.50	2.2	-11.00	15.50	-170.50
G12	0.5	x 0.50	2.2	-0.28	14.33	-3.94
G13		x 2.50	2.2	-2.75	14.25	-39.19
G14		x 2.00	2.2	-57.20	7.50	-429.00
G15	0.5	x 0.70	2.2	-0.96	0.50	-0.48
G16		x 1.25	2.2	-0.83	0.13	-0.11
G17		x 2.50	2.2	-5.50	0.50	-2.75
Σ				-126.30		-1497.67

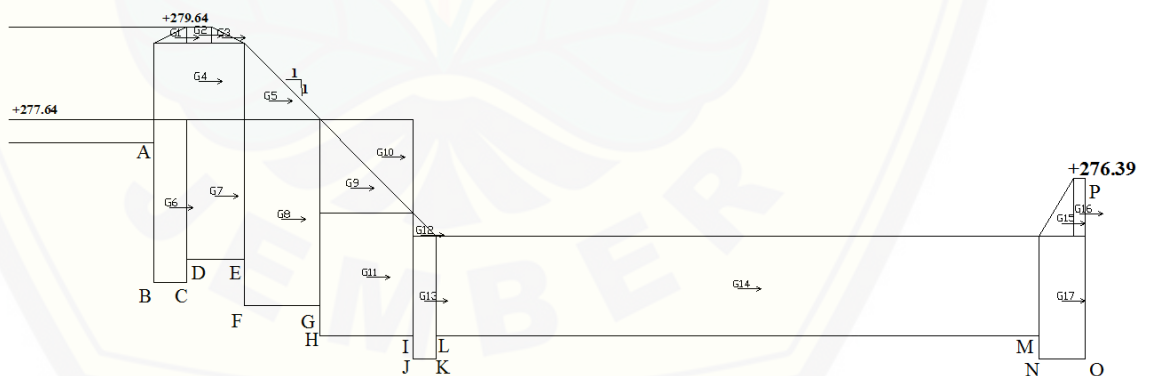
H.1.2 Gambar Distribusi Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung



H.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) k x V	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			y		
G1	0.5	x 0.70	x 0.36	2.2	0.039	6.90	0.267
G2		0.55	x 0.36	2.2	0.061	6.96	0.423
G3	0.5	x 0.70	x 0.36	2.2	0.039	6.90	0.267
G4		1.95	x 1.64	2.2	0.981	5.96	5.847
G5	0.5	x 1.64	x 1.64	2.2	0.413	5.54	2.286
G6		0.70	x 3.50	2.2	0.752	3.25	2.443
G7		1.24	x 3.00	2.2	1.141	3.50	3.994
G8		1.64	x 4.00	2.2	2.013	3.00	6.038
G9	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	0.614	3.66	2.246
G10	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	0.614	4.33	2.657
G11		2.00	x 2.50	2.2	1.534	1.75	2.684
G12	0.5	x 0.50	x 0.50	2.2	0.038	2.66	0.102
G13		0.50	x 2.50	2.2	0.383	1.25	0.479
G14		13.00	x 2.00	2.2	7.977	1.50	11.965
G15	0.5	x 0.70	x 1.25	2.2	0.134	2.91	0.391
G16		0.30	x 1.25	2.2	0.115	3.12	0.359
G17		1.00	x 2.50	2.2	0.767	1.25	0.959
Σ					17.613		43.405

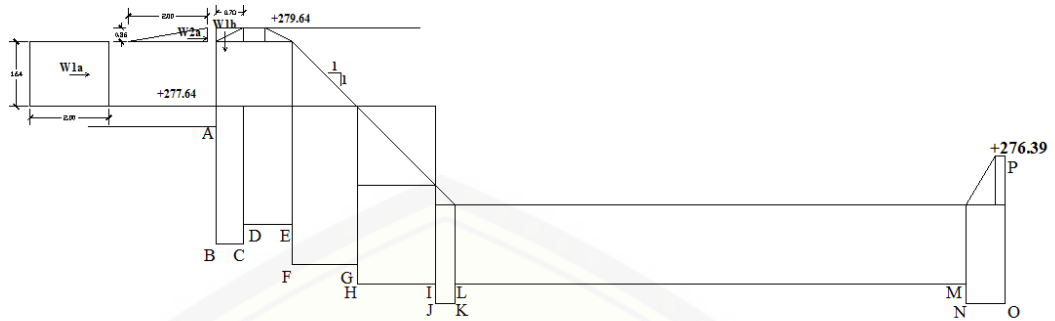
H.1.4 Gambar Distribusi Gaya Akibat Gempa



H.1.5 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	
W1a		2	x 1.64		3.28	5.82	19.09
W2b	0.5	x 2	x 0.36		0.36	6.76	2.43
W1b	0.5	x 0.7	x 0.36	-0.13		19.86	-2.50194

H.1.6 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



H.1.7 Perhitungan Uplift Bendung

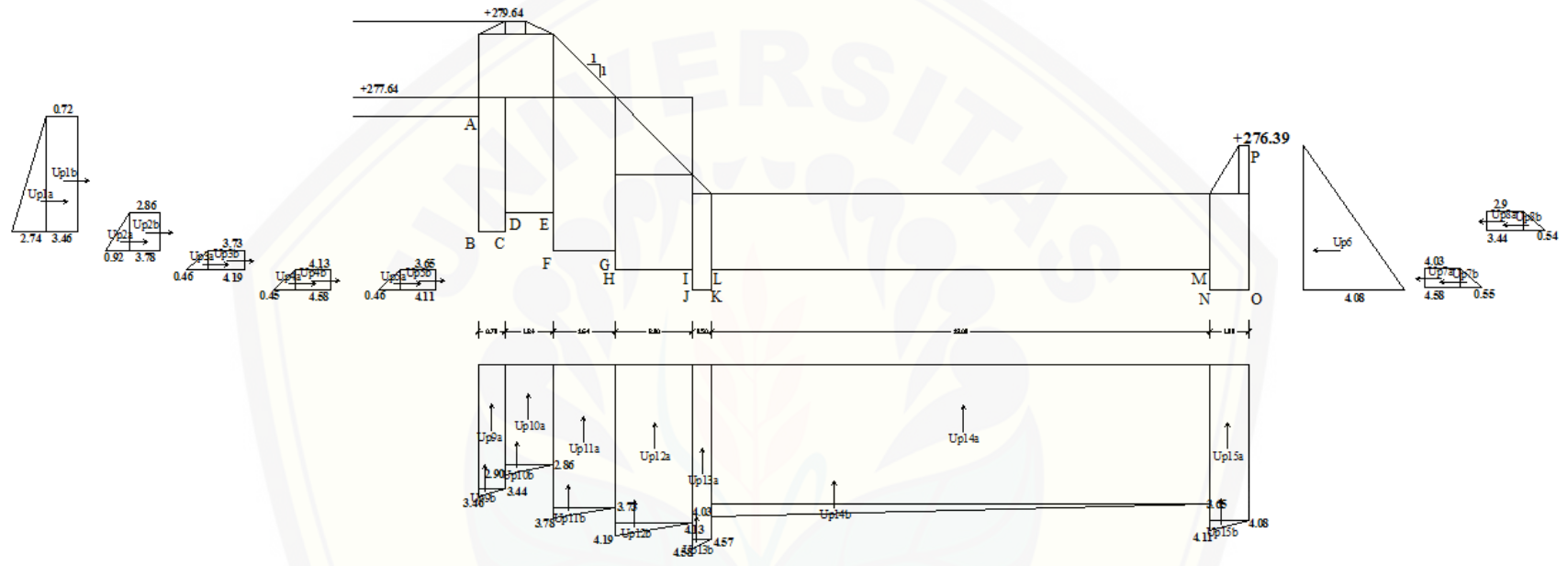
CW = 11.4882051

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	2.50	1.78	0.72
B	A - B	23.39	5.50	2.04	3.46
C	B - C	23.63	5.50	2.06	3.44
D	C - D	24.13	5.00	2.10	2.90
E	D - E	24.54	5.00	2.14	2.86
F	E - F	25.54	6.00	2.22	3.78
G	F - G	26.09	6.00	2.27	3.73
H	G - H	26.59	6.50	2.31	4.19
I	H - I	27.25	6.50	2.37	4.13
J	I - J	27.75	7.00	2.42	4.58
K	J - K	27.92	7.00	2.43	4.57
L	K - L	28.42	6.50	2.47	4.03
M	L - M	32.75	6.50	2.85	3.65
N	M - N	33.25	7.00	2.89	4.11
O	N - O	33.59	7.00	2.92	4.08
P	O - P	37.34	3.25	3.25	0.00

H.1.8 Perhitungan Gaya angkat Bendung

No	Luas x Tekanan				Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
					V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.74	x	3	4.110		2.50		10.28
Up1b			0.72	x	3	2.160		3.00		6.48
Up2a	0.5	x	0.92	x	1	0.460		1.33		0.61
Up2b			2.86	x	1	2.860		1.50		4.29
Up3a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115		0.67		0.08
Up3b			3.73	x	0.5	1.865		0.75		1.40
Up4a	0.5	x	0.45	x	0.5	0.113		0.17		0.02
Up4b			4.13	x	0.5	2.065		0.25		0.52
Up5a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115		0.17		0.02
Up5b			3.65	x	0.5	1.825		0.25		0.46
Up6	0.5	x	4.08	x	3.75	-7.650		1.25		-9.56
Up7a			4.03	x	0.5	-2.015		0.25		-0.50
Up7b	0.5	x	0.55	x	0.5	-0.138		0.17		-0.02
Up8a			2.9	x	0.5	-1.450		1.75		-2.54
Up8b	0.5	x	0.54	x	0.5	-0.135		1.67		-0.23
Σ Horizontal						4.300				11.29
Up9a			0.7	x	3.44	2.41		19.74		47.53
Up9b	0.5	x	0.7	x	0.02	0.01		19.86		0.14
Up10a			1.24	x	2.86	3.55		18.77		66.57
Up10b	0.5	x	1.24	x	0.04	0.02		18.98		0.47
Up11a			1.64	x	3.73	6.12		17.33		106.01
Up11b	0.5	x	1.64	x	0.05	0.04		17.60		0.72
Up12a			2	x	4.13	8.26		15.51		128.11
Up12b	0.5	x	2	x	0.06	0.06		15.84		0.95
Up13a			0.5	x	4.57	2.29		14.26		32.58
Up13b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00		14.34		0.04
Up14a			13	x	3.65	47.45		7.51		356.35
Up14b	0.5	x	13	x	0.38	2.47		9.68		23.90
Up15a			1	x	4.08	4.08		0.50		2.04
Up15b	0.5	x	1	x	0.03	0.02		0.67		0.01
Σ Vertikal						72.67				763.38

H.1.9 Gambar Gaya Angkat Bending

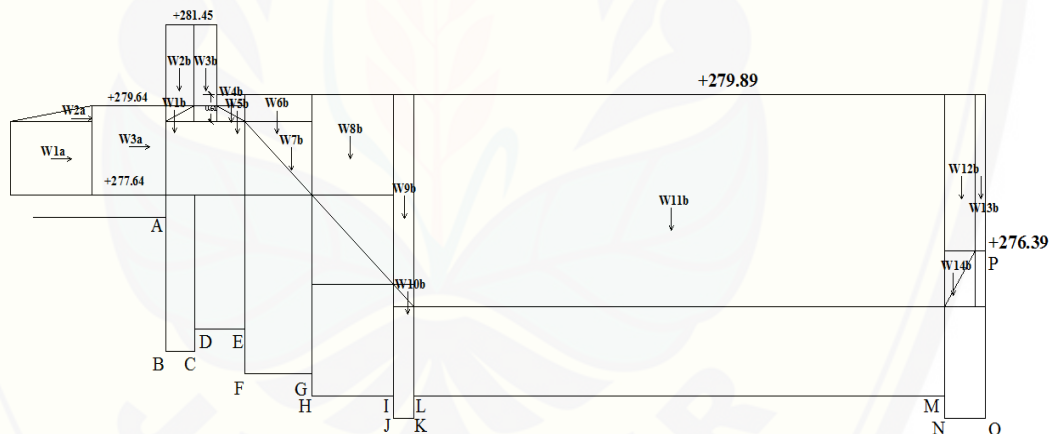


H.2 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

H.2.1 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

	Alas		Tinggi		V	H	x	y	V	H
W1a			2	x	1.64	3.28		5.82		19.09
W2a	0.5	x	2	x	0.36	0.36		6.76		2.43
W3a			1.81	x	2	3.62		6.00		21.72
W1b	0.5	x	0.7	x	0.36	-0.13	19.86		-2.50	
W2b			0.7	x	1.81	-1.27	19.74		-25.01	
W3b			0.55	x	1.81	-1.00	19.12		-19.03	
W4b			0.7	x	0.25	-0.18	18.49		-3.24	
W5b	0.5	x	0.7	x	0.36	-0.13	18.37		-2.32	
W6b			1.64	x	0.61	-1.00	17.32		-17.33	
W7b	0.5	x	1.64	x	1.64	-1.34	17.05		-22.92	
W8b			2	x	2.25	-4.50	15.50		-69.75	
W9b			0.5	x	4.25	-2.13	14.25		-30.28	
W10b	0.5	x	0.5	x	0.5	-0.13	14.17		-1.77	
W11b			13	x	4.75	-61.75	7.50		-463.13	
W12b			0.75	x	3.5	-2.63	0.63		-1.64	
W13b			0.3	x	3.5	-1.05	0.15		-0.16	
W14b	0.5	x	0.75	x	1.25	-0.47	0.75		-0.35	
					-77.68	7.26			-659.42	43.24

H.2.2 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



H.2.3 Perhitungan Uplift Bendung

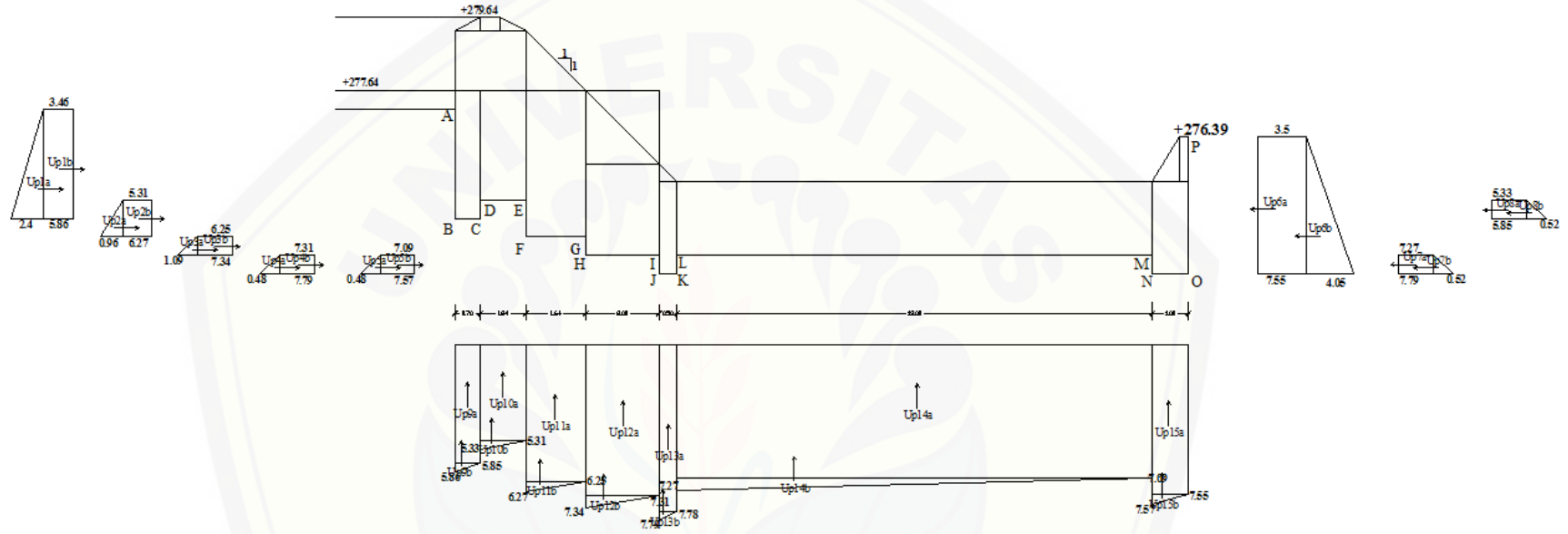
$CW = 24,1132479$

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	4.31	0.85	3.46
B	A - B	23.39	7.31	0.97	6.34
C	B - C	23.63	7.31	0.98	6.33
D	C - D	24.13	6.81	1.00	5.81
E	D - E	24.54	6.81	1.02	5.79
F	E - F	25.54	7.81	1.06	6.75
G	F - G	26.09	7.81	1.08	6.73
H	G - H	26.59	8.31	1.10	7.21
I	H - I	27.25	8.31	1.13	7.18
J	I - J	27.75	8.81	1.15	7.66
K	J - K	27.92	8.81	1.16	7.65
L	K - L	28.42	8.31	1.18	7.13
M	L - M	32.75	8.31	1.36	6.95
N	M - N	33.25	8.81	1.38	7.43
O	N - O	33.59	8.81	1.39	7.42
P	O - P	37.34	5.06	1.55	3.51

H.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung

No	Luas			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas	Tinggi		V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.4	x	3	3.600	2.50		9.00
Up1b			3.46	x	3	10.380	3.00		31.14
Up2a	0.5	x	0.96	x	1	0.480	1.33		0.64
Up2b			5.31	x	1	5.310	1.50		7.97
Up3a	0.5	x	1.09	x	0.5	0.273	0.67		0.18
Up3b			6.25	x	0.5	3.125	0.75		2.34
Up4a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17		0.02
Up4b			7.31	x	0.5	3.655	0.25		0.91
Up5a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17		0.02
Up5b			7.09	x	0.5	3.545	0.25		0.89
Up6a			3.5	x	3.75	-13.125	1.88		-24.61
Up6b	0.5	x	4.05	x	3.75	-7.594	1.25		-9.49
Up7a			7.27	x	0.5	-3.635	0.25		-0.91
Up7b	0.5	x	0.52	x	0.5	-0.130	0.17		-0.02
Up8a			5.33	x	0.5	-2.665	1.67		-4.44
Up8b	0.5	x	0.52	x	0.5	-0.130	1.75		-0.23
						3.329			13.41
Up9a			0.7	x	5.85	4.10	19.74		80.84
Up9b	0.5	x	0.7	x	0.01	0.00	19.86		0.07
Up10a			1.24	x	5.31	6.58	18.77		123.59
Up10b	0.5	x	1.24	x	0.02	0.01	18.98		0.24
Up11a			1.64	x	6.25	10.25	17.33		177.63
Up11b	0.5	x	1.64	x	0.02	0.02	17.60		0.29
Up12a			2	x	7.31	14.62	15.51		226.76
Up12b	0.5	x	2	x	0.03	0.03	15.84		0.48
Up13a			0.5	x	7.78	3.89	14.26		55.47
Up13b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	14.34		0.04
Up14a			13	x	7.09	92.17	7.50		691.28
Up14b	0.5	x	13	x	0.18	1.17	9.67		11.31
Up15a			1	x	7.55	7.55	0.50		3.78
Up15b	0.5	x	1	x	0.02	0.01	0.67		0.01
Σ Vertikal						132.84			1367.97

H.2.5 Gambar Distribusi Gaya Angkat Bending



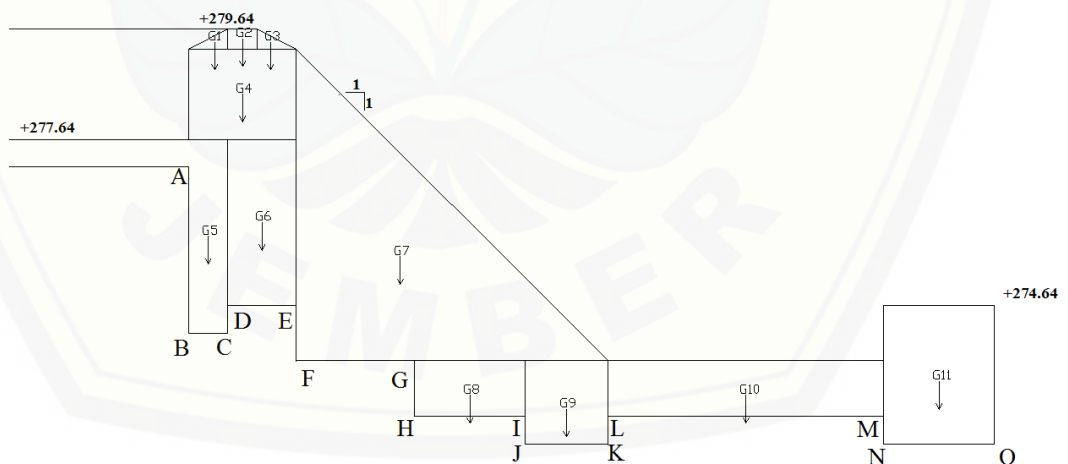
LAMPIRAN I. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI MERCU BULAT, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI MDO

I.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

I.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) v	Lengan (m) x	Momen (tm)
	Alas	Tinggi				
G1	0.5	x 0.70	2.2	-0.28	14.12	-3.91
G2		x 0.36	2.2	-0.44	13.61	-5.93
G3	0.5	x 0.70	2.2	-0.28	13.11	-3.63
G4		x 1.64	2.2	-7.04	13.61	-95.75
G5		x 3.50	2.2	-5.39	14.24	-76.75
G6		x 3.00	2.2	-8.25	13.26	-109.40
G7	0.5	x 5.64	2.2	-34.99	10.76	-376.50
G8		x 1.00	2.2	-4.40	9.50	-41.80
G9		x 1.50	2.2	-4.95	7.75	-38.36
G10		x 1.00	2.2	-11.00	4.50	-49.50
G11		x 2.50	2.2	-11.00	1.00	-11.00
Σ				-88.01		-812.54

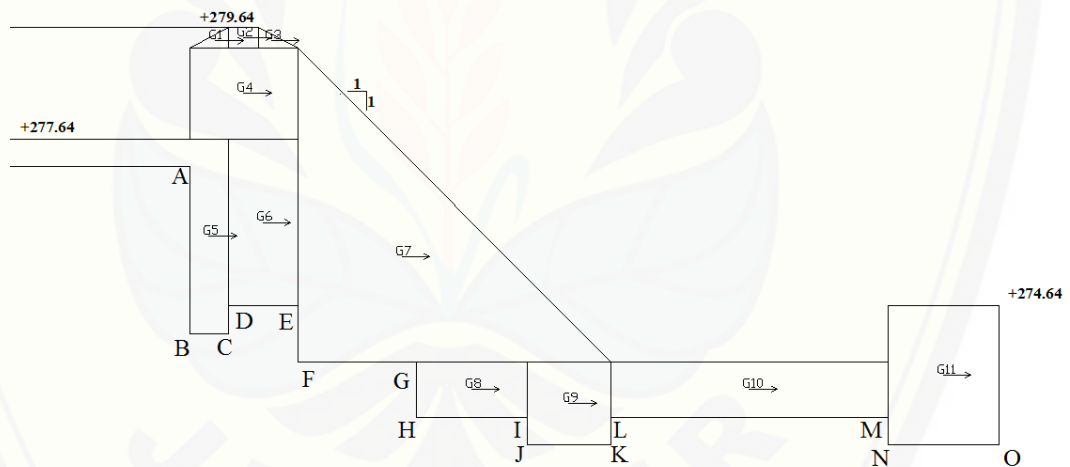
I.1.2 Gambar Distribusi Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung



I.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) k x V	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			x	y	
G1	0.5	x 0.70	2.2	0.039	7.26	0.281	
G2		0.55 x 0.36	2.2	0.061	7.32	0.445	
G3	0.5	x 0.70 x 0.36	2.2	0.039	7.26	0.281	
G4		1.95 x 1.64	2.2	0.981	6.32	6.201	
G5		0.70 x 3.50	2.2	0.752	3.75	2.819	
G6		1.25 x 3.00	2.2	1.150	4.00	4.602	
G7	0.5	x 5.64 x 5.64	2.2	4.879	3.38	16.492	
G8		2.00 x 1.00	2.2	0.614	0.88	0.540	
G9		1.50 x 1.50	2.2	0.690	0.63	0.435	
G10		5.00 x 1.00	2.2	1.534	0.88	1.350	
G11		2.00 x 2.50	2.2	1.534	1.13	1.733	
Σ				12.272		35.177	

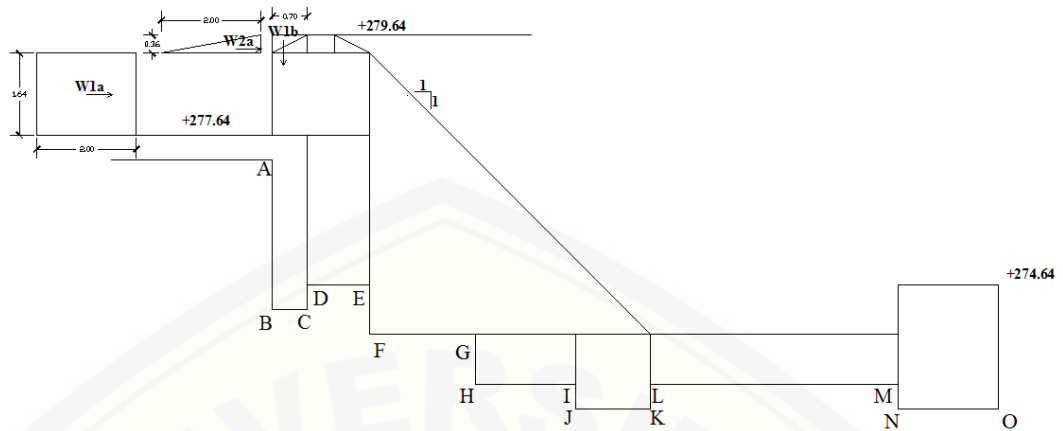
I.1.4 Gambar Distribusi Gaya Akibat Gempa



I.1.5 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	
W1a		2 x 1.64		3.28		6.32	20.73
W2b	0.5 x 2	x 0.36		0.36		7.26	2.61
W1b	0.5 x 0.7	x 0.36	-0.13		14.36		-1.80894

I.1.6 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



I.1.7 Perhitungan Uplift Bendung

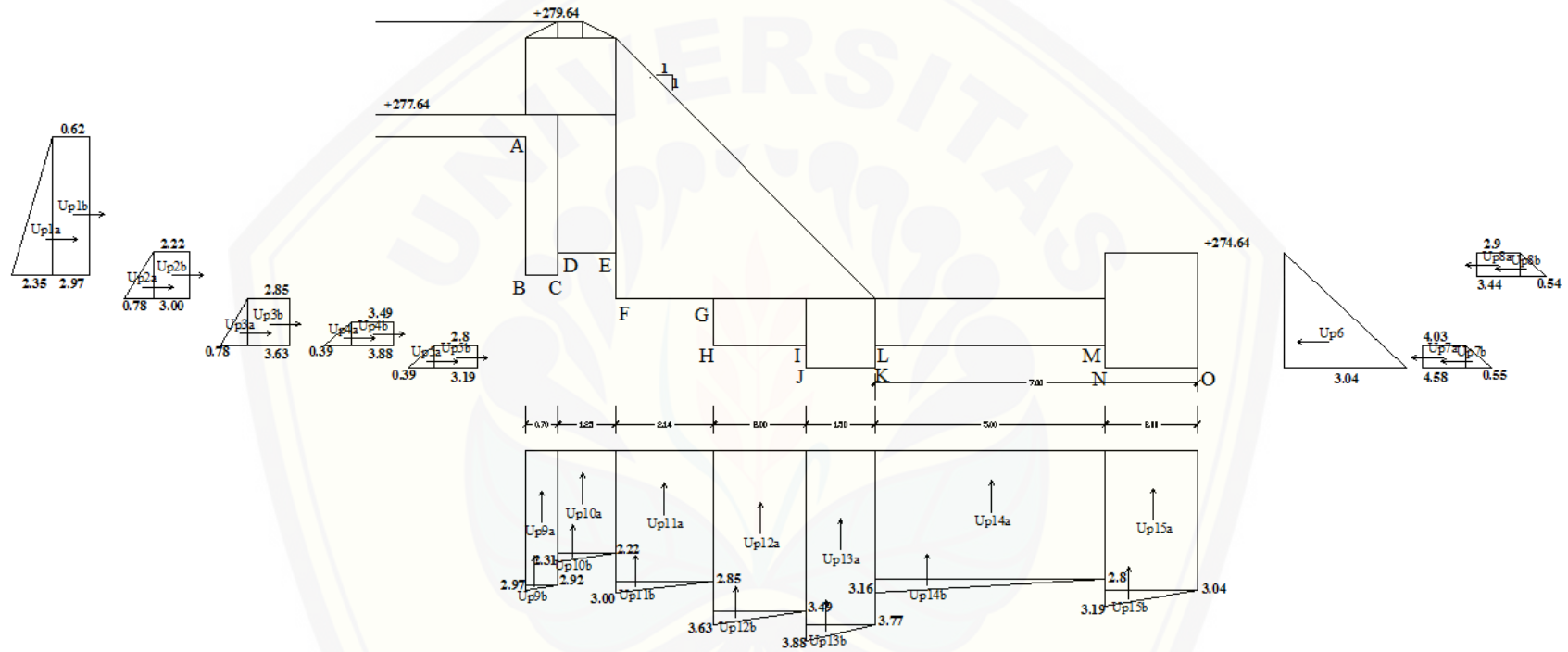
CW = 4.59666667

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	8.62	2.50	1.88	0.62
B	A - B	11.62	5.50	2.53	2.97
C	B - C	11.85	5.50	2.58	2.92
D	C - D	12.35	5.00	2.69	2.31
E	D - E	12.77	5.00	2.78	2.22
F	E - F	13.77	6.00	3.00	3.00
G	F - G	14.48	6.00	3.15	2.85
H	G - H	15.48	7.00	3.37	3.63
I	H - I	16.15	7.00	3.51	3.49
J	I - J	16.65	7.50	3.62	3.88
K	J - K	17.15	7.50	3.73	3.77
L	K - L	17.65	7.00	3.84	3.16
M	L - M	19.32	7.00	4.20	2.80
N	M - N	19.82	7.50	4.31	3.19
O	N - O	20.48	7.50	4.46	3.04
P	O - P	22.98	5.00	5.00	0.00

I.1.8 Perhitungan Gaya angkat Bendung

No	Luas x Tekanan			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
				V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.35	x	3	3.525		3.00	10.58
Up1b			0.62	x	3	1.860		3.50	6.51
Up2a	0.5	x	0.78	x	1	0.390		1.83	0.72
Up2b			2.22	x	1	2.220		2.00	4.44
Up3a	0.5	x	0.78	x	1	0.390		0.83	0.33
Up3b			2.85	x	1	2.850		1.00	2.85
Up4a	0.5	x	0.39	x	0.5	0.097		0.17	0.02
Up4b			3.49	x	0.5	1.745		0.25	0.44
Up5a	0.5	x	0.39	x	0.5	0.098		0.17	0.02
Up5b			2.8	x	0.5	1.400		0.25	0.35
Up6	0.5	x	3.04	x	2.5	-3.800		0.83	-3.17
Up7a			3.16	x	0.5	-1.580		0.25	-0.40
Up7b	0.5	x	0.61	x	0.5	-0.153		0.17	-0.03
Up8a			2.92	x	0.5	-1.460		2.25	-3.29
Up8b	0.5	x	0.05	x	0.5	-0.013		2.17	-0.03
Σ Horizontal						7.570			19.33
Up9a			0.7	x	2.92	2.04		14.24	29.11
Up9b	0.5	x	0.7	x	0.05	0.02		14.36	0.25
Up10a			1.25	x	2.22	2.78		13.27	36.81
Up10b	0.5	x	1.25	x	0.09	0.06		13.47	0.76
Up11a			2.14	x	2.85	6.10		11.57	70.57
Up11b	0.5	x	2.14	x	0.15	0.16		11.93	1.91
Up12a			2	x	3.49	6.98		9.50	66.31
Up12b	0.5	x	2	x	0.14	0.14		9.83	1.38
Up13a			1.5	x	3.77	5.66		7.75	43.83
Up13b	0.5	x	1.5	x	0.11	0.08		8.00	0.66
Up14a			5	x	2.80	14.00		4.50	63.00
Up14b	0.5	x	5	x	0.36	0.90		5.33	4.80
Up15a			2	x	3.04	6.08		1.00	6.08
Up15b	0.5	x	2	x	0.15	0.15		1.33	0.20
Σ Vertikal						38.91			319.38

I.1.9 Gambar Gaya Angkat Bending

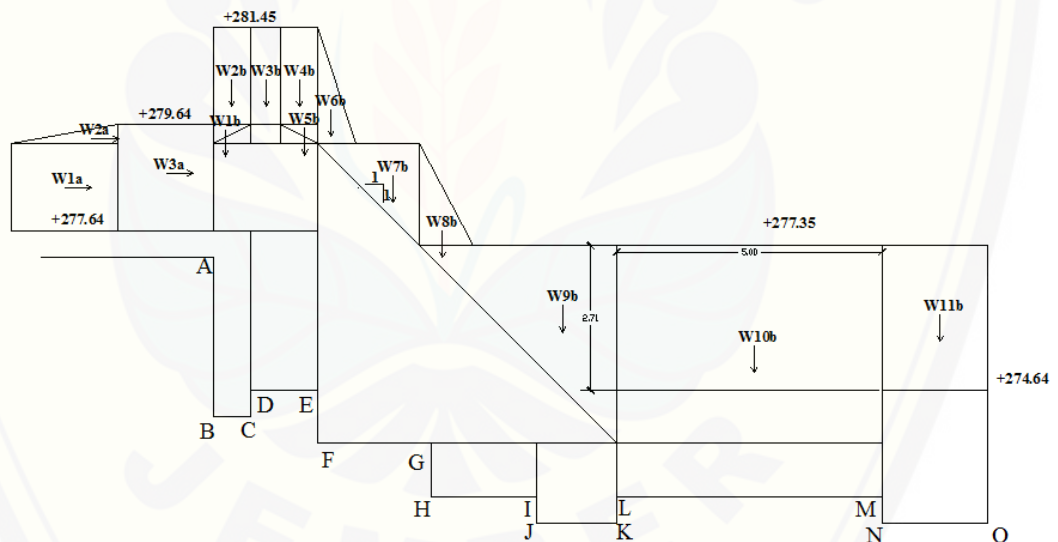


I.2 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

I.2.1 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	V	H
W1a		2 x 1.64		3.28		6.32		20.73
W2a	0.5 x	2 x 0.36		0.36		7.26		2.61
W3a		1.81 x 2		3.62		6.50		23.53
W1b	0.5 x	0.7 x 0.36	-0.13		14.36		-1.81	
W2b		0.7 x 1.81	-1.27		14.24		-18.04	
W3b		0.55 x 1.81	-1.00		13.62		-13.55	
W4b		0.7 x 1.81	-1.27		12.99		-16.46	
W5b	0.5 x	0.7 x 0.36	-0.13		12.87		-1.62	
W6b	0.5 x	0.72 x 2.17	-0.78		12.40		-9.69	
W7b	0.5 x	1.93 x 1.93	-1.86		11.35		-21.15	
W8b	0.5 x	1 x 1.93	-0.97		10.39		-10.02	
W9b	0.5 x	3.72 x 3.71	-6.90		8.24		-56.86	
W10b		5 x 3.71	-18.55		4.50		-83.48	
W11b		2 x 2.71	-5.42		4.00		-21.68	
			-38.26	7.26			-254.36	46.87

I.2.2 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



I.2.3 Perhitungan Uplift Bendung

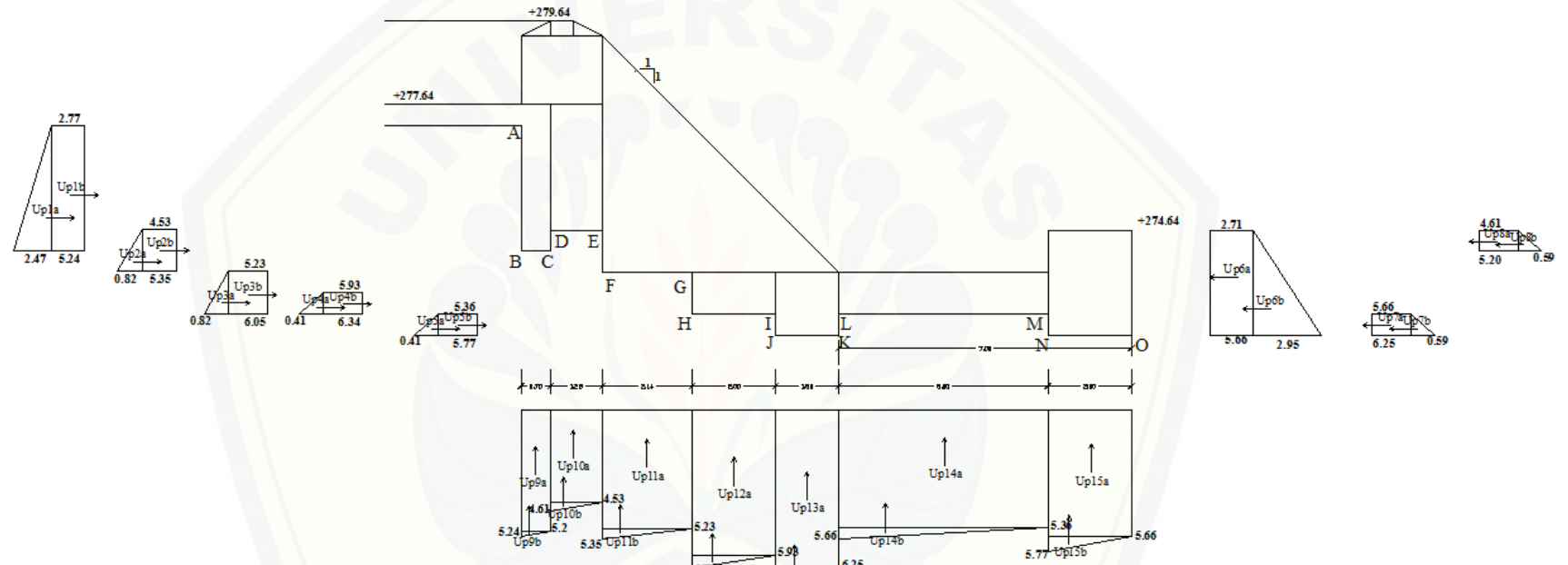
CW = 5.60569106

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	8.62	4.31	1.54	2.77
B	A - B	11.62	7.31	2.07	5.24
C	B - C	11.85	7.31	2.11	5.20
D	C - D	12.35	6.81	2.20	4.61
E	D - E	12.77	6.81	2.28	4.53
F	E - F	13.77	7.81	2.46	5.35
G	F - G	14.48	7.81	2.58	5.23
H	G - H	15.48	8.81	2.76	6.05
I	H - I	16.15	8.81	2.88	5.93
J	I - J	16.65	9.31	2.97	6.34
K	J - K	17.15	9.31	3.06	6.25
L	K - L	17.65	8.81	3.15	5.66
M	L - M	19.32	8.81	3.45	5.36
N	M - N	19.82	9.31	3.54	5.77
O	N - O	20.48	9.31	3.65	5.66
P	O - P	22.98	6.81	4.10	2.71

I.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung

No	Luas			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas		Tinggi	V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.77	x	3	4.155	3.00		12.47
Up1b			2.47	x	3	7.410	3.50		25.94
Up2a	0.5	x	4.53	x	1	2.265	1.83		4.15
Up2b			0.82	x	1	0.820	2.00		1.64
Up3a	0.5	x	5.23	x	1	2.615	0.83		2.18
Up3b			0.82	x	1	0.820	1.00		0.82
Up4a	0.5	x	5.93	x	0.5	1.483	0.17		0.25
Up4b			0.41	x	0.5	0.205	0.25		0.05
Up5a	0.5	x	5.36	x	0.5	1.340	0.17		0.22
Up5b			0.41	x	0.5	0.205	0.25		0.05
Up6a			2.71	x	2.5	-6.775	1.25		-8.47
Up6b	0.5	x	2.95	x	2.5	-3.688	0.83		-3.07
Up7a			5.66	x	0.5	-2.830	0.25		-0.71
Up7b	0.5	x	0.59	x	0.5	-0.148	0.17		-0.02
Up8a			4.61	x	0.5	-2.305	2.17		-4.99
Up8b	0.5	x	0.59	x	0.5	-0.148	2.25		-0.33
						5.425			30.16
Up9a			0.7	x	5.20	3.64	14.24		51.83
Up9b	0.5	x	0.7	x	0.04	0.01	14.36		0.20
Up10a			1.25	x	4.53	5.66	13.27		75.11
Up10b	0.5	x	1.25	x	0.08	0.05	13.47		0.67
Up11a			2.14	x	5.23	11.19	11.57		129.49
Up11b	0.5	x	2.14	x	0.13	0.14	11.93		1.66
Up12a			2	x	5.93	11.86	9.50		112.67
Up12b	0.5	x	2	x	0.13	0.13	9.83		1.28
Up13a			1.5	x	6.25	9.38	7.75		72.66
Up13b	0.5	x	1.5	x	0.09	0.07	8.00		0.54
Up14a			5	x	5.36	26.80	4.50		120.60
Up14b	0.5	x	5	x	0.30	0.75	5.33		4.00
Up15a			2	x	5.66	11.32	1.00		11.32
Up15b	0.5	x	2	x	0.11	0.11	1.33		0.15
Σ Vertikal						81.11			582.19

I.2.5 Gambar Distribusi Gaya Angkat Bending



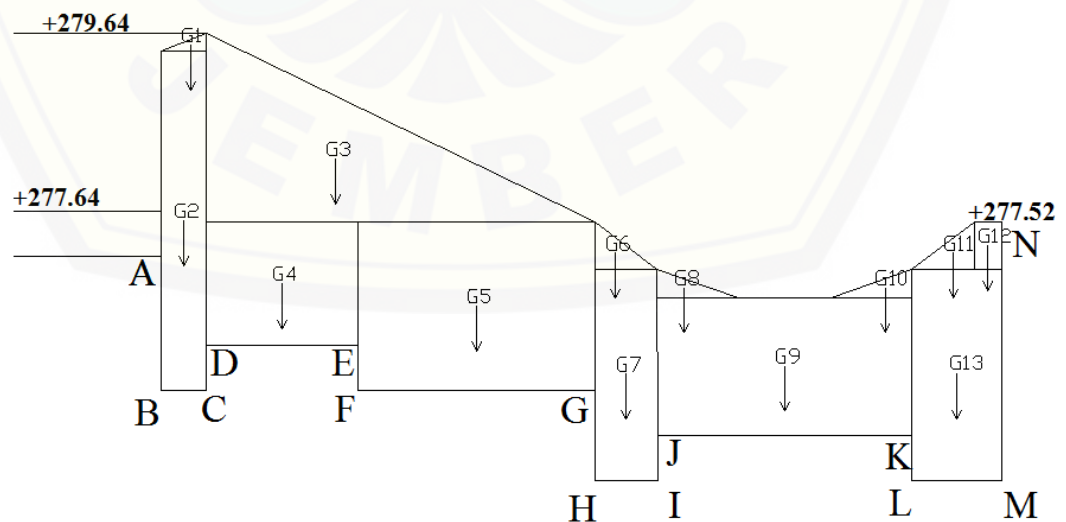
**LAMPIRAN J. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI
MERCU OGEE, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI BAK
TENGCELAM**

J.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

J.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) v	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			x		
G1	0.5	x 0.50	2.2	-0.12	9.08	-1.05	
G2		x 3.79	2.2	-4.17	9.17	-38.23	
G3	0.5	x 4.36	2.2	-10.17	7.46	-75.85	
G4		x 1.38	2.2	-5.16	8.07	-41.65	
G5		x 1.89	2.2	-11.06	5.89	-65.15	
G6	0.5	x 0.70	2.2	-0.40	4.33	-1.73	
G7		x 2.36	2.2	-3.63	4.21	-15.30	
G8	0.5	x 0.92	2.2	-0.32	3.55	-1.15	
G9		x 1.54	2.2	-9.69	2.43	-23.55	
G10	0.5	x 0.92	2.2	-0.32	1.30	-0.42	
G11	0.5	x 0.70	2.2	-0.40	0.53	-0.21	
G12		x 0.52	2.2	-0.34	0.15	-0.05	
G13		x 2.36	2.2	-5.19	0.50	-2.60	
	Σ			-50.98		-266.93	

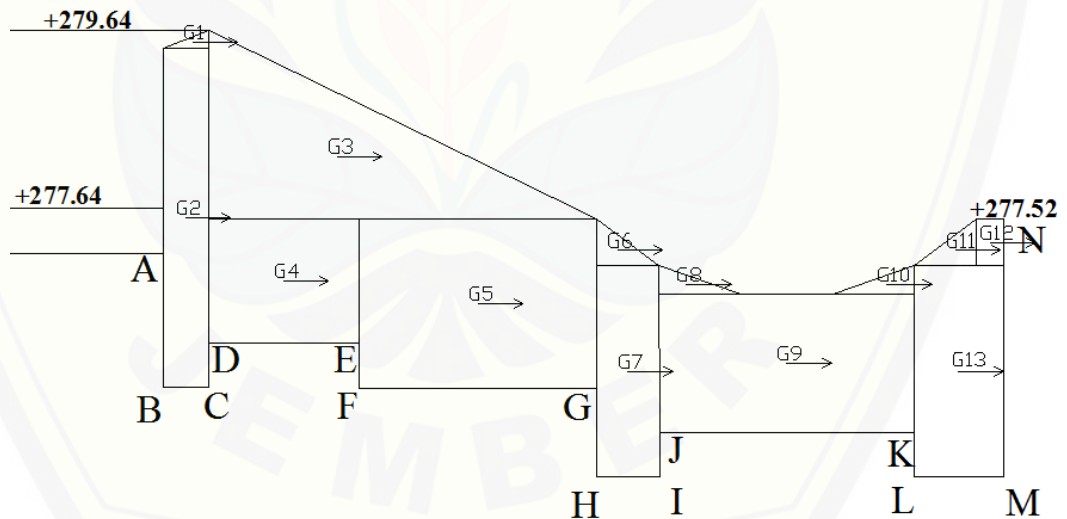
J.1.2 Gambar Distribusi Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung



J.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) k x V	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			x	y	
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	2.2	0.016	4.87	0.078
G2		0.50	x 3.79	2.2	0.581	2.90	1.686
G3	0.5	x 4.36	x 2.12	2.2	1.418	3.59	5.090
G4		1.70	x 1.38	2.2	0.720	2.19	1.576
G5		2.66	x 1.89	2.2	1.542	1.94	2.992
G6	0.5	x 0.70	x 0.52	2.2	0.056	2.54	0.142
G7		0.70	x 2.36	2.2	0.507	1.18	0.598
G8	0.5	x 0.92	x 0.32	2.2	0.045	2.15	0.097
G9		2.86	x 1.54	2.2	1.351	1.27	1.716
G10	0.5	x 0.92	x 0.32	2.2	0.045	2.15	0.097
G11	0.5	x 0.70	x 0.52	2.2	0.056	2.54	0.142
G12		0.30	x 0.52	2.2	0.048	2.62	0.125
G13		1.00	x 2.36	2.2	0.724	1.18	0.854
	Σ				7.109		15.195

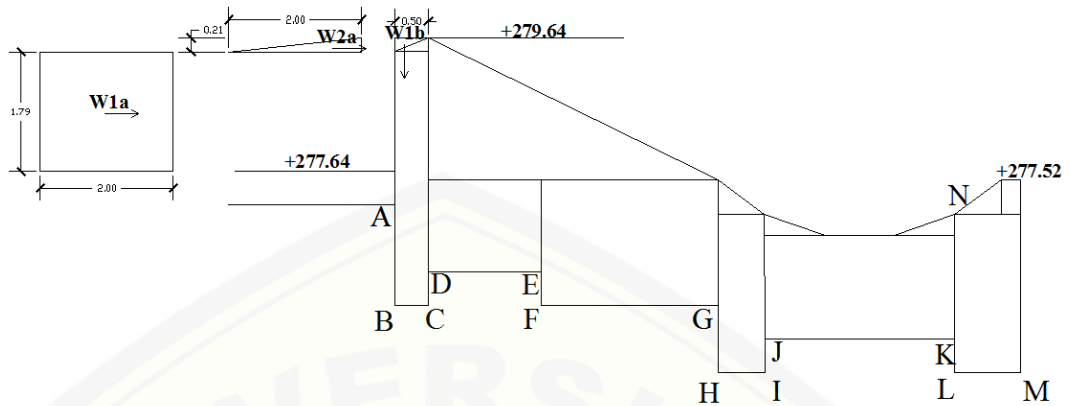
J.1.4 Gambar Distribusi Gaya Akibat Gempa



J.1.5 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	
W1a		2 x 1.79		3.58		3.90	13.94
W2b	0.5 x 2	x 0.21		0.21		4.86	1.02
W1b	0.5 x 0.5	x 0.21	-0.05		9.25		-0.4858

J.1.6 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



J.1.7 Perhitungan Uplift Bendung

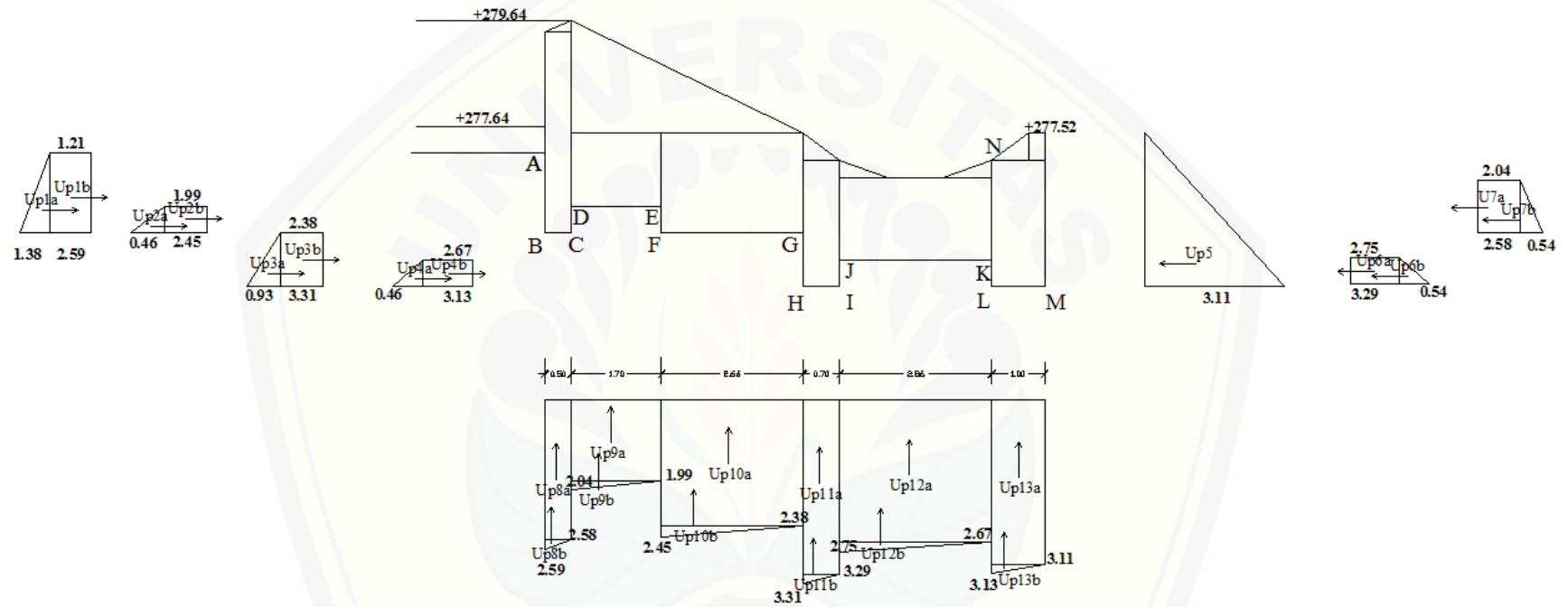
CW = 12.7044025

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	16.40	2.50	1.29	1.21
B	A - B	17.90	4.00	1.41	2.59
C	B - C	18.07	4.00	1.42	2.58
D	C - D	18.57	3.50	1.46	2.04
E	D - E	19.14	3.50	1.51	1.99
F	E - F	19.64	4.00	1.55	2.45
G	F - G	20.52	4.00	1.62	2.38
H	G - H	21.52	5.00	1.69	3.31
I	H - I	21.76	5.00	1.71	3.29
J	I - J	22.26	4.50	1.75	2.75
K	J - K	23.21	4.50	1.83	2.67
L	K - L	23.71	5.00	1.87	3.13
M	L - M	24.04	5.00	1.89	3.11
N	M - N	26.93	2.12	2.12	0.00

J.1.8 Perhitungan Gaya angkat Bendung

No	Luas x Tekanan				Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
					V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	1.38	x	1.5	1.035	1.50	1.55		
Up1b			1.21	x	1.5	1.815	1.75	3.18		
Up2a	0.5	x	0.46	x	1	0.230	1.33	0.31		
Up2b			1.99	x	1	1.990	1.50	2.99		
Up3a	0.5	x	0.93	x	1	0.465	0.33	0.16		
Up3b			2.38	x	1	2.380	0.50	1.19		
Up4a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115	0.17	0.02		
Up4b			2.67	x	0.5	1.335	0.25	0.33		
Up5	0.5	x	3.11	x	2.89	-4.494	0.96	-4.33		
Up6a			2.75	x	0.5	-1.375	0.25	-0.34		
Up6b	0.5	x	0.54	x	0.5	-0.135	0.17	-0.02		
Up7a			2.04	x	1	-2.040	1.50	-3.06		
Up7b	0.5	x	0.54	x	1	-0.270	1.33	-0.36		
Σ Horizontal						1.051			1.60	
Up8a			0.5	x	2.58	1.29	9.17	11.83		
Up8b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	9.25	0.02		
Up9a			1.7	x	1.99	3.38	8.07	27.30		
Up9b	0.5	x	1.7	x	0.05	0.04	8.35	0.36		
Up10a			2.66	x	2.38	6.33	5.89	37.29		
Up10b	0.5	x	2.66	x	0.07	0.09	6.33	0.59		
Up11a			0.7	x	3.29	2.30	4.21	9.70		
Up11b	0.5	x	0.7	x	0.02	0.01	4.33	0.03		
Up12a			2.86	x	2.67	7.64	2.43	18.56		
Up12b	0.5	x	2.86	x	0.08	0.11	2.91	0.33		
Up13a			1	x	3.11	3.64	0.50	1.82		
Up13b	0.5	x	1	x	0.02	0.02	0.67	0.01		
Σ Vertikal						24.86			107.83	

J.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung

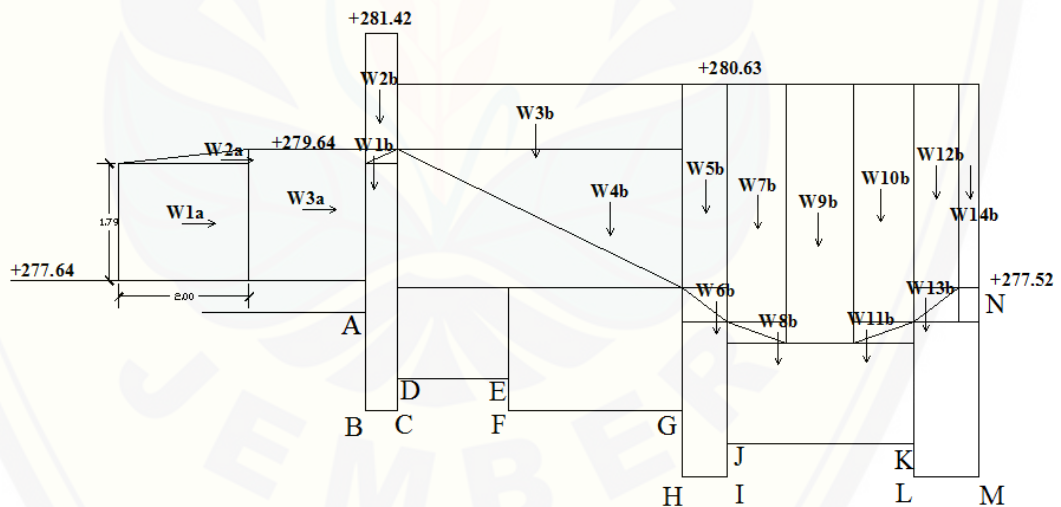


J.2 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

J.2.1 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Tinggi		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas				V	H	x	y	V	H
W1a		2	x	1.79		3.58		3.90		13.94
W2a	0.5	x	2	x	0.21	0.21		4.86		1.02
W3a		1.78	x	2		3.56		4.00		14.24
W1b	0.5	x	0.5	x	0.21	-0.05	9.25		-0.49	
W2b		0.5	x	1.78		-0.89	9.17		-8.16	
W3b		4.36	x	1		-4.36	6.74		-29.39	
W4b	0.5	x	4.36	x	2	-4.36	6.01		-26.22	
W5b		0.7	x	3.12		-2.18	4.21		-9.19	
W6b	0.5	x	0.7	x	0.52	-0.18	4.09		-0.74	
W7b		0.92	x	3.64		-3.35	3.40		-11.39	
W8b	0.5	x	0.92	x	0.32	-0.15	3.25		-0.48	
W9b		1.03	x	3.96		-4.08	2.43		-9.89	
W10b		0.92	x	3.64		-3.35	1.45		-4.86	
W11b	0.5	x	0.92	x	0.32	-0.15	1.60		-0.24	
W12b		0.7	x	3.12		-2.18	0.65		-1.42	
W13b	0.5	x	0.7	x	0.52	-0.18	0.77		-0.14	
W14b		0.3	x	3.12		-0.94	0.15		-0.14	
		Σ				-26.40	7.35		-102.74	29.20

J.2.2 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



J.2.3 Perhitungan Uplift Bendung

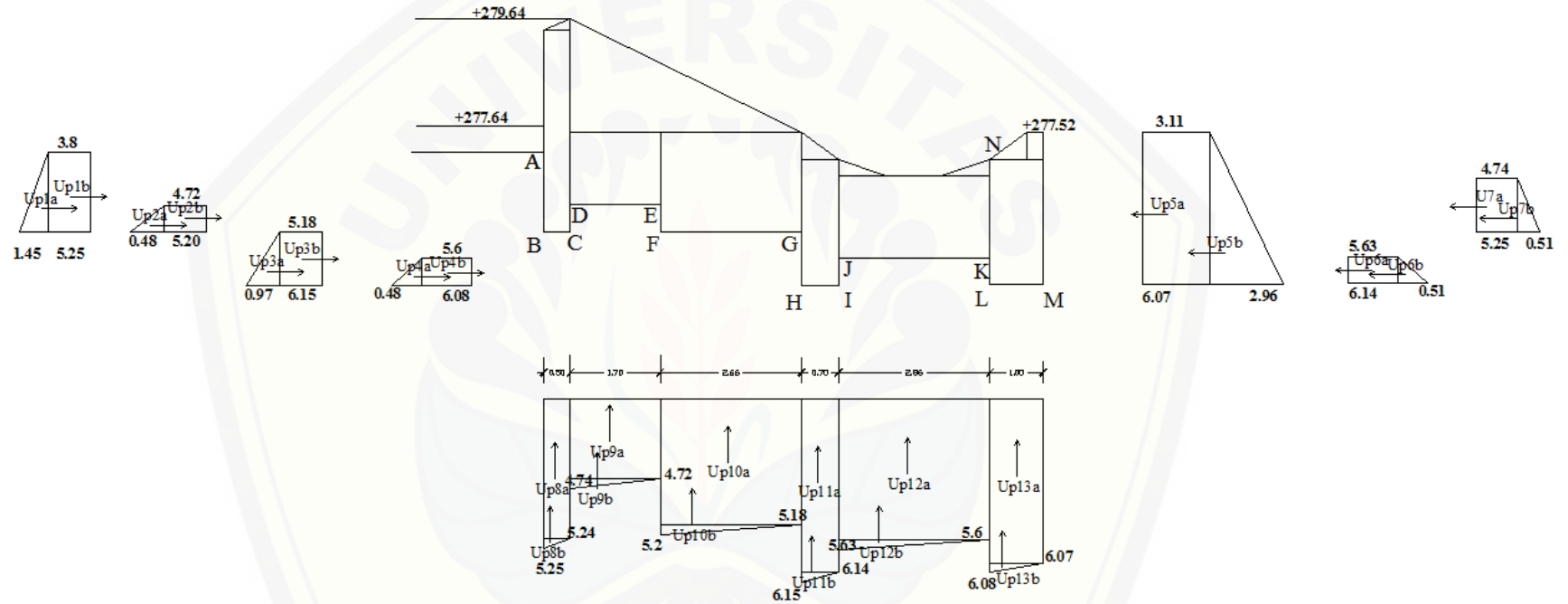
CW = 34.092827

TITIK	GARIS	Lw	H	$\frac{\Delta H}{(Lw/Cw)}$	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	16.40	4.28	0.48	3.80
B	A - B	17.90	5.78	0.53	5.25
C	B - C	18.07	5.78	0.53	5.25
D	C - D	18.57	5.28	0.54	4.74
E	D - E	19.14	5.28	0.56	4.72
F	E - F	19.64	5.78	0.58	5.20
G	F - G	20.52	5.78	0.60	5.18
H	G - H	21.52	6.78	0.63	6.15
I	H - I	21.76	6.78	0.64	6.14
J	I - J	22.26	6.28	0.65	5.63
K	J - K	23.21	6.28	0.68	5.60
L	K - L	23.71	6.78	0.70	6.08
M	L - M	24.04	6.78	0.71	6.07
N	M - N	26.93	3.90	0.79	3.11

J.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung

No	Luas				Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas		Tinggi		V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	1.45	x	1.5	1.088	1.50	1.63		
Up1b			3.8	x	1.5	5.700	1.75	9.98		
Up2a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	1.17	0.14		
Up2b			4.72	x	0.5	2.360	1.25	2.95		
Up3a	0.5	x	0.97	x	1	0.485	0.33	0.16		
Up3b			5.18	x	1	5.180	0.50	2.59		
Up4a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17	0.02		
Up4b			5.6	x	0.5	2.800	0.25	0.70		
Up5a			3.11	x	2.89	-8.988	1.45	-12.99		
Up5b	0.5	x	2.96	x	2.89	-4.277	0.96	-4.12		
Up6a			5.63	x	0.5	-2.815	0.25	-0.70		
Up6b	0.5	x	0.51	x	0.5	-0.128	0.17	-0.02		
Up7a			4.74	x	1	-4.740	1.33	-6.32		
Up7b	0.5	x	0.51	x	1	-0.255	1.50	-0.38		
						-3.350		-6.37		
Up8a			0.5	x	5.25	2.63	9.17	24.07		
Up8b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	9.25	0.02		
Up9a			1.7	x	4.74	8.06	8.07	65.03		
Up9b	0.5	x	1.7	x	0.02	0.02	8.35	0.14		
Up10a			2.26	x	5.20	11.75	6.09	71.57		
Up10b	0.5	x	2.26	x	0.02	0.02	6.47	0.15		
Up11a			0.7	x	6.15	4.31	4.21	18.12		
Up11b	0.5	x	0.7	x	0.01	0.00	4.33	0.02		
Up12a			2.86	x	5.63	16.10	2.43	39.13		
Up12b	0.5	x	2.86	x	0.03	0.04	2.91	0.12		
Up13a			1	x	6.08	6.08	0.50	3.04		
Up13b	0.5	x	1	x	0.01	0.01	0.67	0.00		
Σ Vertikal						49.02		221.41		

J.2.5 Gambar Distribusi Gaya Angkat Bendung



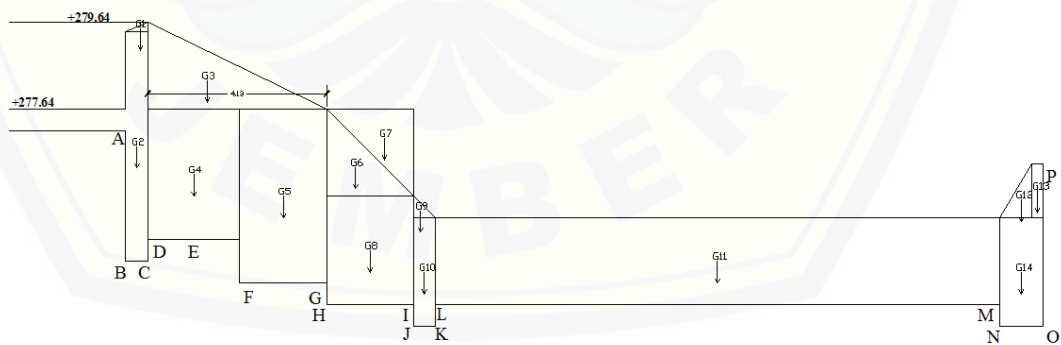
**LAMPIRAN K. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI
MERCU OGEE, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI USBR IV**

K.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

K.I.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) v	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			x		
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	2.2	-0.12	20.79	-2.40
G2		0.50	x 5.29	2.2	-5.82	20.88	-121.50
G3	0.5	x 4.13	x 2.00	2.2	-9.09	19.25	-174.91
G4		2.13	x 3.00	2.2	-14.06	19.56	-274.97
G5		2.00	x 4.00	2.2	-17.60	17.50	-308.00
G6	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	-4.40	15.83	-69.65
G7	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	-4.40	15.17	-66.75
G8		2.00	x 2.50	2.2	-11.00	15.50	-170.50
G9	0.5	x 0.50	x 0.50	2.2	-0.28	14.33	-3.94
G10		0.50	x 2.50	2.2	-2.75	14.25	-39.19
G11		13.00	x 2.00	2.2	-57.20	7.50	-429.00
G12	0.5	x 0.75	x 1.25	2.2	-1.03	0.50	-0.52
G13		0.25	x 1.25	2.2	-0.69	0.13	-0.09
G14		1.00	x 2.50	2.2	-5.50	0.50	-2.75
	Σ				-133.92		-1664.17

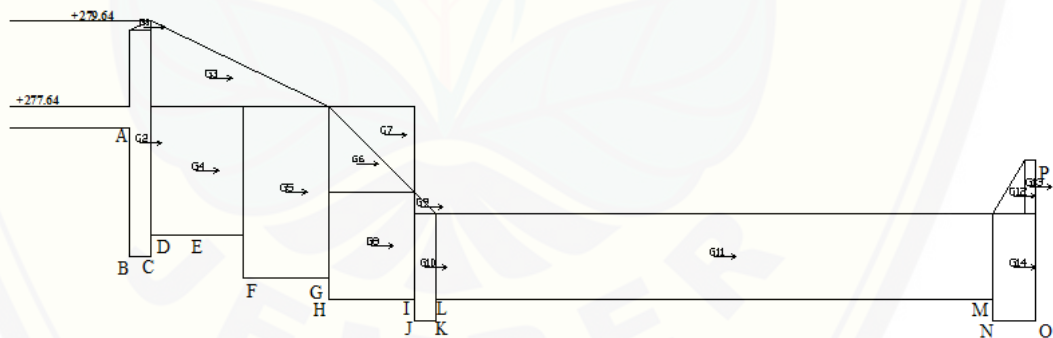
K.1.2 Gambar Distribusi Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung



K.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) $k \times V$	Lengan (m) y	Momen (tm)	
	Alas	Tinggi					
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	2.2	0.016	6.86	0.110
G2		0.50	x 5.29	2.2	0.811	4.14	3.359
G3	0.5	x 4.13	x 2.00	2.2	1.267	5.66	7.171
G4		2.13	x 3.00	2.2	1.960	3.50	6.861
G5		2.00	x 4.00	2.2	2.454	3.00	7.363
G6	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	0.614	3.66	2.246
G7	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	0.614	4.33	2.657
G8		2.00	x 2.50	2.2	1.534	1.75	2.684
G9	0.5	x 0.50	x 0.50	2.2	0.038	2.66	0.102
G10		0.50	x 2.50	2.2	0.383	1.25	0.479
G11		13.00	x 2.00	2.2	7.977	1.50	11.965
G12	0.5	x 0.75	x 1.25	2.2	0.144	2.92	0.420
G13		0.25	x 1.25	2.2	0.096	3.12	0.299
G14		1.00	x 2.50	2.2	0.767	1.25	0.959
Σ					18.675		46.676

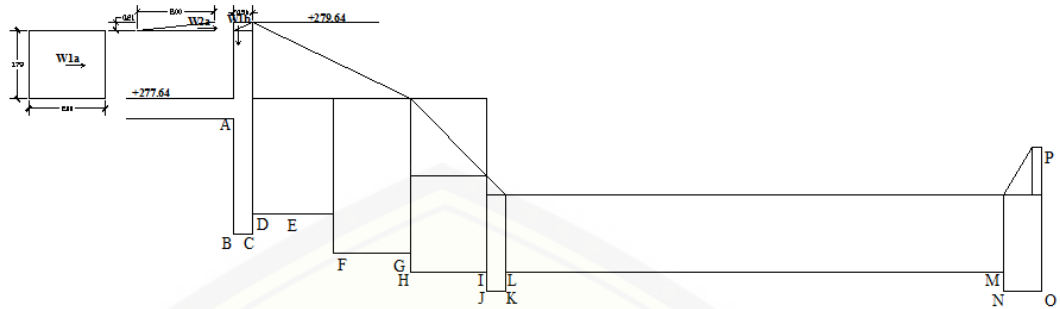
K.1.4 Gambar Distribusi Gaya Akibat Gempa



K.1.5 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	
W1a		2 x 1.79		3.58		5.90	21.10
W2b	0.5	x 2 x 0.21		0.21		6.86	1.44
W1b	0.5	x 0.5 x 0.21	-0.05		20.96		-1.100575

K.1.6 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



K.1.7 Perhitungan *Uplift* Bendung

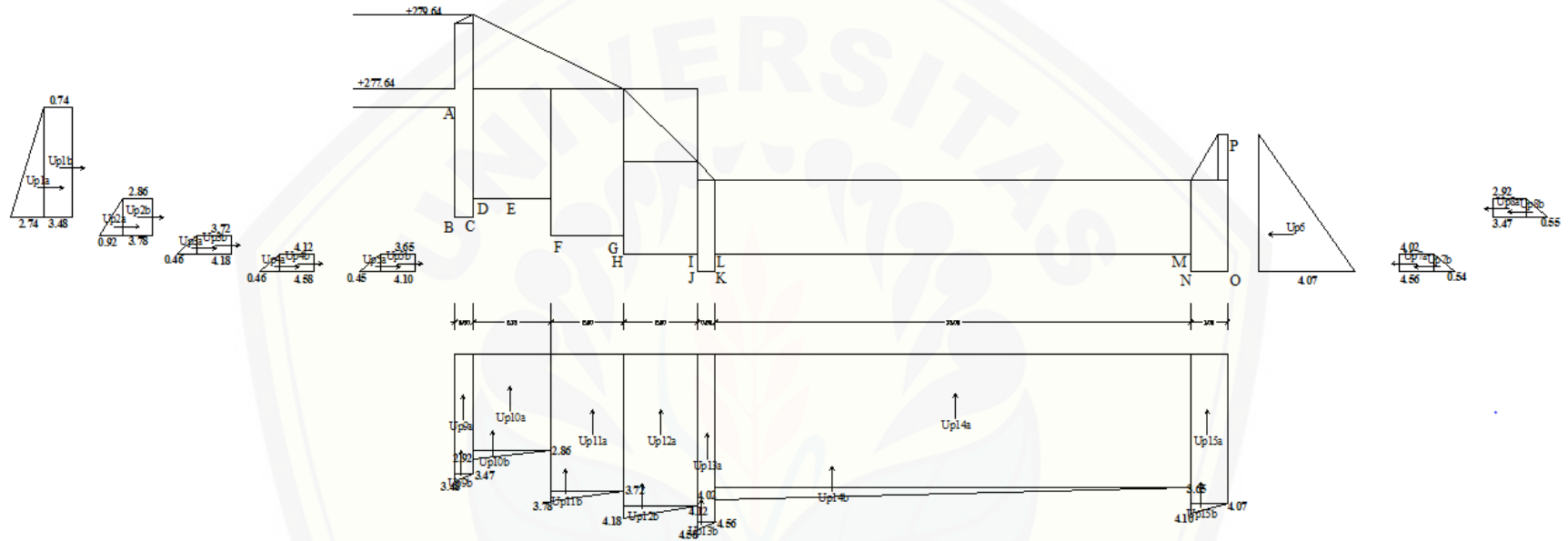
CW = 11.5948718

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	2.50	1.76	0.74
B	A - B	23.39	5.50	2.02	3.48
C	B - C	23.56	5.50	2.03	3.47
D	C - D	24.06	5.00	2.08	2.92
E	D - E	24.77	5.00	2.14	2.86
F	E - F	25.77	6.00	2.22	3.78
G	F - G	26.43	6.00	2.28	3.72
H	G - H	26.93	6.50	2.32	4.18
I	H - I	27.60	6.50	2.38	4.12
J	I - J	28.10	7.00	2.42	4.58
K	J - K	28.27	7.00	2.44	4.56
L	K - L	28.77	6.50	2.48	4.02
M	L - M	33.10	6.50	2.85	3.65
N	M - N	33.60	7.00	2.90	4.10
O	N - O	33.93	7.00	2.93	4.07
P	O - P	37.68	3.25	3.25	0.00

K.1.8 Perhitungan Gaya angkat Bendung

No	Luas x Tekanan			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
				V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.74	x	3	4.110		2.50	10.28
Up1b			0.74	x	3	2.220		3.00	6.66
Up2a	0.5	x	0.92	x	1	0.460		1.33	0.61
Up2b			2.86	x	1	2.860		1.50	4.29
Up3a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115		0.67	0.08
Up3b			3.72	x	0.5	1.860		0.75	1.40
Up4a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115		0.17	0.02
Up4b			4.12	x	0.5	2.060		0.25	0.52
Up5a	0.5	x	0.45	x	0.5	0.113		0.17	0.02
Up5b			3.65	x	0.5	1.825		0.25	0.46
Up6	0.5	x	4.07	x	3.75	-7.631		1.25	-9.54
Up7a			4.02	x	0.5	-2.010		0.25	-0.50
Up7b	0.5	x	0.54	x	0.5	-0.135		0.17	-0.02
Up8a			2.92	x	0.5	-1.460		1.75	-2.56
Up8b	0.5	x	0.55	x	0.5	-0.138		1.67	-0.23
Σ Horizontal						4.364			11.47
Up9a			0.5	x	3.47	1.74		20.88	36.23
Up9b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00		20.96	0.05
Up10a			2.13	x	2.86	6.09		19.57	119.19
Up10b	0.5	x	2.13	x	0.06	0.06		19.92	1.27
Up11a			2	x	3.72	7.44		17.50	130.20
Up11b	0.5	x	2	x	0.06	0.06		17.83	1.07
Up12a			2	x	4.12	8.24		15.50	127.72
Up12b	0.5	x	2	x	0.06	0.06		15.83	0.95
Up13a			0.5	x	4.56	2.28		14.25	32.49
Up13b	0.5	x	0.5	x	0.02	0.01		14.33	0.07
Up14a			13	x	3.65	47.45		7.50	355.88
Up14b	0.5	x	13	x	0.37	2.41		9.67	23.25
Up15a			1	x	4.07	4.07		0.50	2.04
Up15b	0.5	x	1	x	0.03	0.02		0.67	0.01
Σ Vertikal						75.83			828.36

K.1.9 Gambar Gaya Angkat Bending

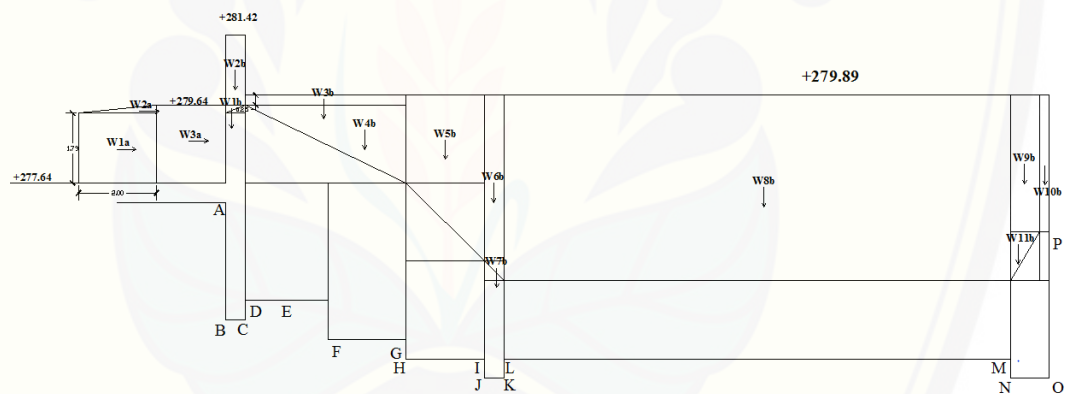


K.2 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

K.2.1 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Tinggi		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas				V	H	x	y	V	H
W1a		2	x	1.79		3.58		5.90		21.10
W2a	0.5	x	2	x	0.21	0.21		6.86		1.44
W3a		1.78	x	2		3.56		6.00		21.36
W1b	0.5	x	0.5	x	0.21	-0.05	20.96		-1.10	
W2b		0.5	x	1.78		-0.89	20.88		-18.58	
W3b		4.13	x	0.25		-1.03	18.57		-19.17	
W4b	0.5	x	4.13	x	2	-4.13	17.88		-73.83	
W5b		2	x	2.25		-4.50	15.50		-69.75	
W6b		0.5	x	4.25		-2.13	14.25		-30.28	
W7b	0.5	x	0.5	x	0.5	-0.13	14.17		-1.77	
W8b		13	x	4.75		-61.75	7.50		-463.13	
W9b		0.75	x	3.5		-2.63	0.50		-1.31	
W10b		0.25	x	3.5		-0.88	0.88		-0.77	
W11b	0.5	x	0.75	x	1.25	-0.47	0.63		-0.29	
Σ					-78.57	7.35			-679.98	43.90

K.2.2 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



K.2.3 Perhitungan Uplift Bendung

CW = 24.6296296

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	4.28	0.83	3.45
B	A - B	23.39	7.28	0.95	6.33
C	B - C	23.56	7.28	0.96	6.32
D	C - D	24.06	6.78	0.98	5.80
E	D - E	24.77	6.78	1.01	5.77
F	E - F	25.77	7.78	1.05	6.73
G	F - G	26.43	7.78	1.07	6.71
H	G - H	26.93	8.28	1.09	7.19
I	H - I	27.60	8.28	1.12	7.16
J	I - J	28.10	8.78	1.14	7.64
K	J - K	28.27	8.78	1.15	7.63
L	K - L	28.77	8.28	1.17	7.11
M	L - M	33.10	8.28	1.34	6.94
N	M - N	33.60	8.78	1.36	7.42
O	N - O	33.93	8.78	1.38	7.40
P	O - P	37.68	5.03	1.53	3.50

K.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung

No	Luas				Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas		Tinggi		V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.88	x	3	4.320	2.50	10.80		
Up1b			3.45	x	3	10.350	3.00	31.05		
Up2a	0.5	x	0.96	x	1	0.480	1.33	0.64		
Up2b			5.77	x	1	5.770	1.50	8.66		
Up3a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.67	0.08		
Up3b			6.71	x	0.5	3.355	0.75	2.52		
Up4a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17	0.02		
Up4b			7.16	x	0.5	3.580	0.25	0.90		
Up5a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17	0.02		
Up5b			6.94	x	0.5	3.470	0.25	0.87		
Up6a			3.5	x	3.75	-13.125	1.88	-24.61		
Up6b	0.5	x	3.9	x	3.75	-7.313	1.25	-9.14		
Up7a			7.11	x	0.5	-3.555	0.25	-0.89		
Up7b	0.5	x	0.52	x	0.5	-0.130	0.17	-0.02		
Up8a			5.8	x	0.5	-2.900	1.67	-4.83		
Up8b	0.5	x	0.52	x	0.5	-0.130	1.75	-0.23		
						4.533		15.82		
Up9a			0.5	x	6.32	3.16	20.88	65.98		
Up9b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	20.96	0.05		
Up10a			2.13	x	5.77	12.29	19.57	240.46		
Up10b	0.5	x	2.13	x	0.03	0.03	19.92	0.64		
Up11a			2	x	6.71	13.42	17.50	234.85		
Up11b	0.5	x	2	x	0.02	0.02	17.83	0.36		
Up12a			2	x	7.16	14.32	15.50	221.96		
Up12b	0.5	x	2	x	0.03	0.03	15.83	0.48		
Up13a			0.5	x	7.63	3.82	14.25	54.36		
Up13b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	14.33	0.04		
Up14a			13	x	6.94	90.22	7.50	676.65		
Up14b	0.5	x	13	x	0.17	1.11	9.67	10.68		
Up15a			1	x	7.40	7.40	0.50	3.70		
Up15b	0.5	x	1	x	0.02	0.01	0.67	0.01		
			Σ Vertikal			138.42		1506.50		

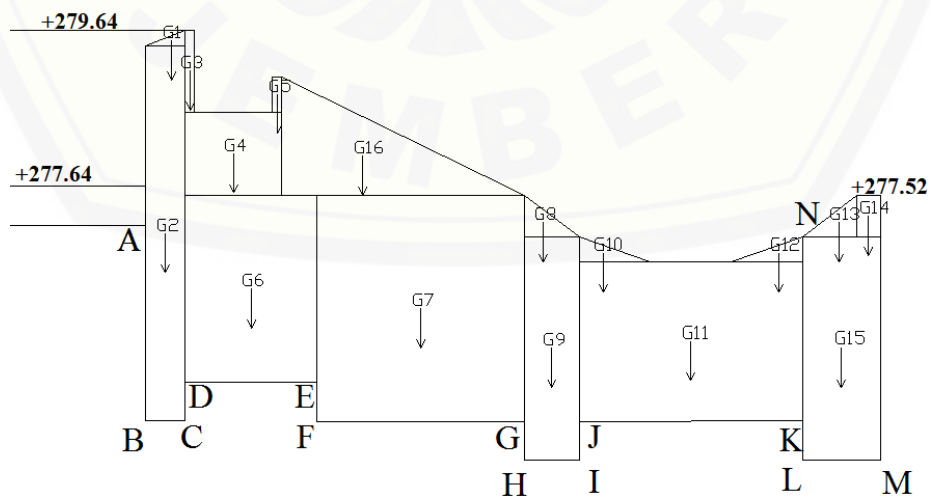
**LAMPIRAN L. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI
MERCU OGEE, DROP INTAKE, PEREDAM ENERGI BAK
TENGCELAM**

L.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

L.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

No	Luas			BJ Pas. Batu	Gaya (ton) v	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi				x		
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	2.2	-0.12	9.08	-1.05	
G2		0.50	x 4.79	2.2	-5.27	9.17	-48.32	
G3		0.13	x 1.05	2.2	-0.30	8.85	-2.66	
G4		1.24	x 1.07	2.2	-2.92	8.3	-24.23	
G5		0.13	x 0.44	2.2	-0.13	7.73	-0.97	
G6		1.70	x 2.38	2.2	-8.90	8.07	-71.83	
G7		2.66	x 2.88	2.2	-16.85	5.89	-99.27	
G8	0.5	x 0.70	x 0.52	2.2	-0.40	4.33	-1.73	
G9		0.70	x 2.86	2.2	-4.40	4.21	-18.54	
G10	0.5	x 0.92	x 0.32	2.2	-0.32	3.55	-1.15	
G11		2.86	x 2.04	2.2	-12.84	2.43	-31.19	
G12	0.5	x 0.92	x 0.32	2.2	-0.32	1.30	-0.42	
G13	0.5	x 0.70	x 0.52	2.2	-0.40	0.53	-0.21	
G14		0.30	x 0.52	2.2	-0.34	0.15	-0.05	
G15		1.00	x 2.86	2.2	-6.29	0.50	-3.15	
G16	0.5	x 3.12	x 1.51	2.2	-5.18	6.63	-34.36	
Σ					-59.81		-339.13	

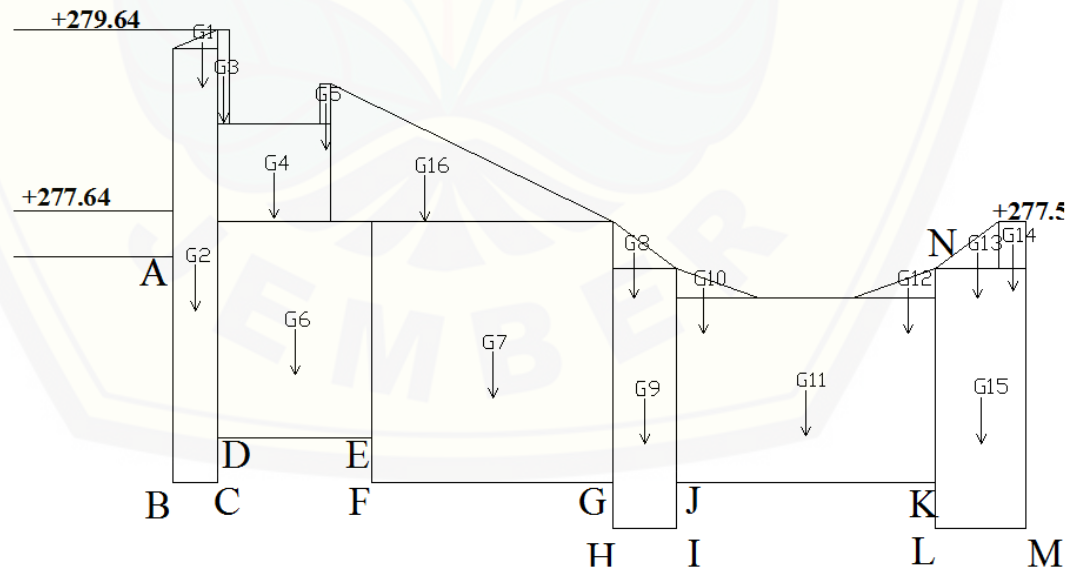
L.1.2 Gambar Distribusi Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung



L.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) k x V	Lengan (m) y	Momen (tm)
	Alas	Tinggi				
G1	0.5 x 0.50	x 0.21	2.2	0.016	5.37	0.086
G2		0.50 x 4.79	2.2	0.735	2.90	2.131
G3		0.13 x 1.05	2.2	0.042	4.98	0.209
G4		1.24 x 1.07	2.2	0.407	3.92	1.596
G5		0.13 x 0.44	2.2	0.018	4.68	0.082
G6		1.70 x 2.38	2.2	1.241	2.19	2.718
G7		2.66 x 2.88	2.2	2.350	1.94	4.559
G8	0.5 x 0.70	x 0.52	2.2	0.056	3.04	0.170
G9		0.70 x 2.86	2.2	0.614	1.43	0.878
G10	0.5 x 0.92	x 0.32	2.2	0.045	2.65	0.120
G11		2.86 x 2.04	2.2	1.790	1.52	2.721
G12	0.5 x 0.92	x 0.32	2.2	0.045	2.65	0.120
G13	0.5 x 0.70	x 0.52	2.2	0.056	3.04	0.170
G14		0.30 x 0.52	2.2	0.048	3.12	0.149
G15		1.00 x 2.86	2.2	0.877	1.43	1.255
G16	0.5 x 3.12	x 1.51	2.2	0.723	3.89	2.811
Σ				8.340		19.774

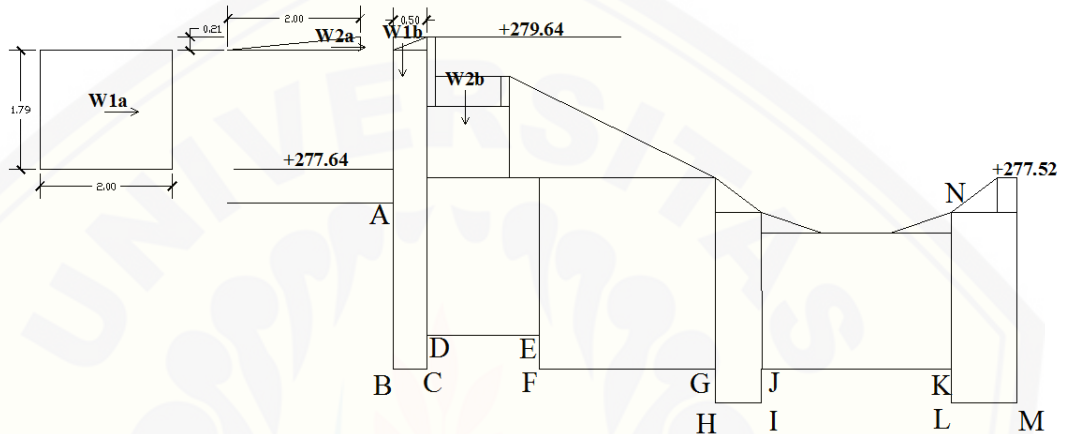
L.1.4 Gambar Distribusi Gaya Akibat Gempa



L.1.5 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	
W1a	2	x 1.79		3.58		4.40	15.73
W2b	0.5 x 2	x 0.21		0.21		5.36	1.13
W1b	0.5 x 0.5	x 0.21	-0.05		9.25		-0.4858
W2b	0.44 x 1		-0.44		8.57		-3.7708

L.1.6 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



L.1.7 Perhitungan Uplift Bendung

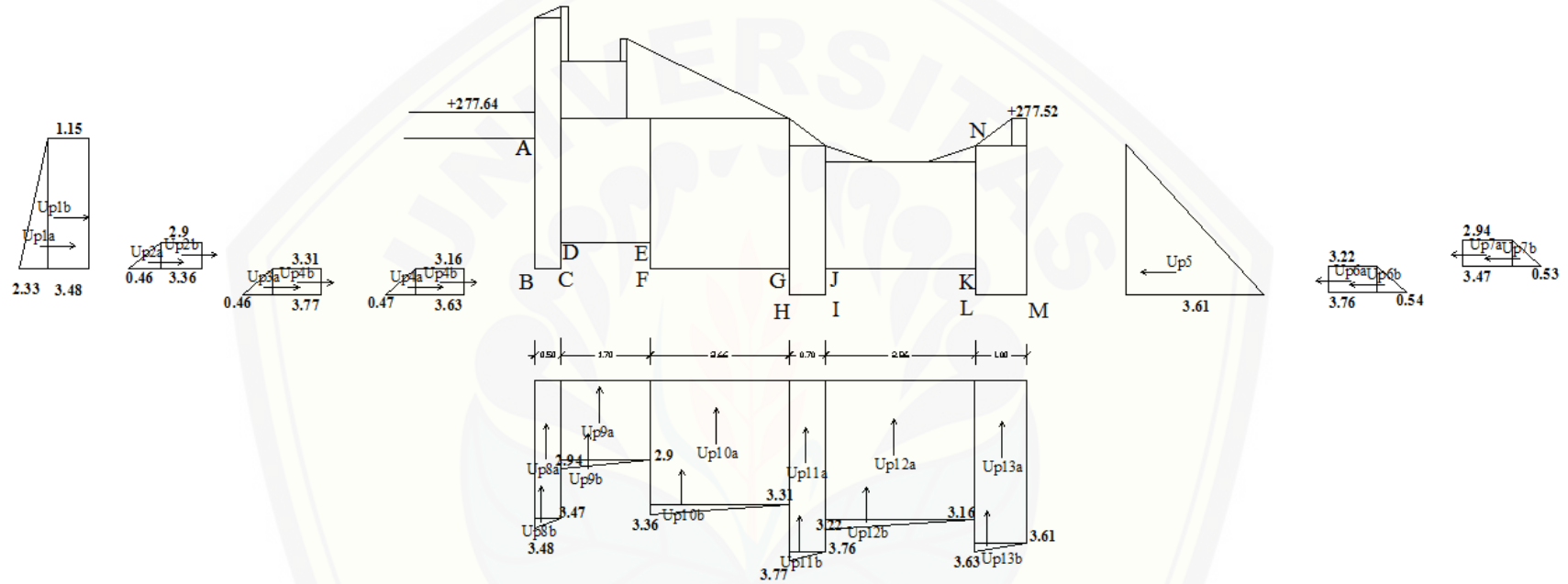
CW = 15.0581761

TITIK	GARIS	Lw	H	$\frac{\Delta H}{(Lw/Cw)}$	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	2.50	1.35	1.15
B	A - B	22.89	5.00	1.52	3.48
C	B - C	23.06	5.00	1.53	3.47
D	C - D	23.56	4.50	1.56	2.94
E	D - E	24.13	4.50	1.60	2.90
F	E - F	24.63	5.00	1.64	3.36
G	F - G	25.51	5.00	1.69	3.31
H	G - H	26.01	5.50	1.73	3.77
I	H - I	26.25	5.50	1.74	3.76
J	I - J	26.75	5.00	1.78	3.22
K	J - K	27.70	5.00	1.84	3.16
L	K - L	28.20	5.50	1.87	3.63
M	L - M	28.53	5.50	1.89	3.61
N	M - N	31.92	2.12	2.12	0.00

L.1.8 Perhitungan Gaya angkat Bendung

No	Luas x Tekanan			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
				V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.33	x	2.5		2.913	1.33	3.88
Up1b			1.15	x	2.5		2.875	1.75	5.03
Up2a	0.5	x	0.46	x	0.5		0.115	0.67	0.08
Up2b			2.9	x	0.5		1.450	0.75	1.09
Up3a	0.5	x	0.46	x	0.5		0.115	0.17	0.02
Up3b			3.31	x	0.5		1.655	0.25	0.41
Up4a	0.5	x	0.47	x	0.5		0.118	0.17	0.02
Up4b			3.16	x	0.5		1.580	0.25	0.40
Up5	0.5	x	3.61	x	3.39		-6.119	1.13	-6.91
Up6a			3.22	x	0.5		-1.610	0.25	-0.40
Up6b	0.5	x	0.54	x	0.5		-0.135	0.17	-0.02
Up7a			2.94	x	0.5		-1.470	0.75	-1.10
Up7b	0.5	x	0.53	x	0.5		-0.133	0.67	-0.09
Σ Horizontal							1.354		2.40
Up8a			0.5	x	3.47	1.74		9.17	15.91
Up8b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00		9.25	0.02
Up9a			1.7	x	2.90	4.93		8.07	39.79
Up9b	0.5	x	1.7	x	0.04	0.03		8.35	0.28
Up10a			2.66	x	3.31	8.80		5.89	51.86
Up10b	0.5	x	2.66	x	0.05	0.07		6.33	0.42
Up11a			0.7	x	3.76	2.63		4.21	11.08
Up11b	0.5	x	0.7	x	0.01	0.00		4.33	0.02
Up12a			2.86	x	3.16	9.04		2.43	21.96
Up12b	0.5	x	2.86	x	0.06	0.09		2.91	0.25
Up13a			1	x	3.61	3.64		0.50	1.82
Up13b	0.5	x	1	x	0.02	0.02		0.67	0.01
Σ Vertikal						30.99			143.42

L.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung

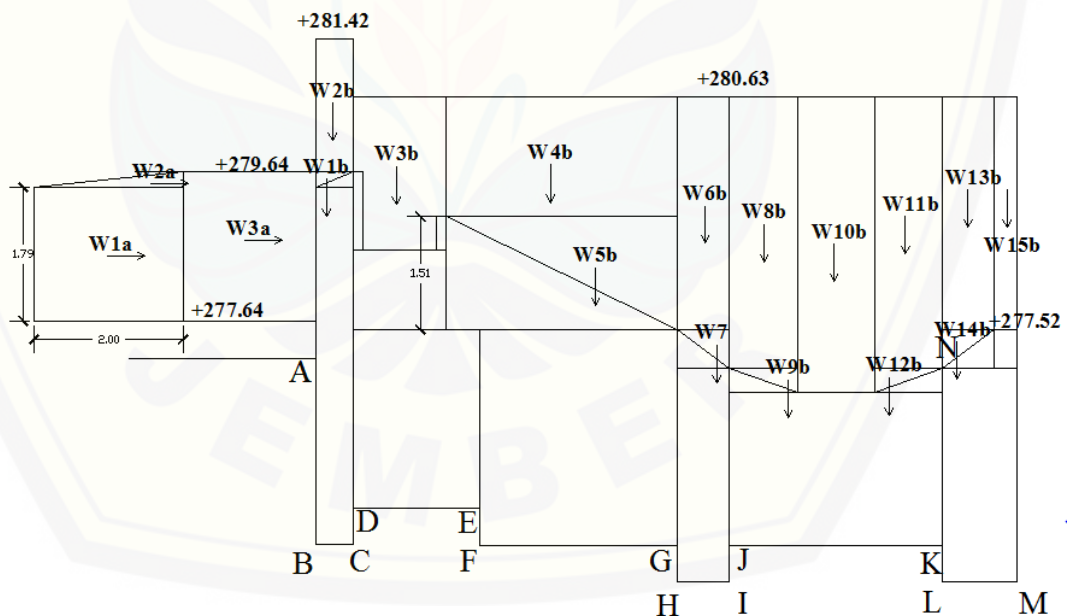


L.2 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

L.2.1 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Tinggi		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas				V	H	x	y	V	H
W1a		2	x	1.79		3.58		4.40		15.73
W2a	0.5	x	2	x	0.21			5.36		1.13
W3a		1.78	x	2		3.56		4.50		16.02
W1b	0.5	x	0.5	x	0.21	-0.05	9.25		-0.49	
W2b		0.5	x	1.78		-0.89	9.17		-8.16	
W3b		1.24	x	2.05		-2.54	8.30		-21.10	
W4b		3.12	x	1.61		-5.02	6.11		-30.69	
W5b	0.5	x	3.12	x	1.51	-2.36	5.59		-13.17	
W6b		0.7	x	3.12		-2.18	4.21		-9.19	
W7b	0.5	x	0.7	x	0.52	-0.18	4.09		-0.74	
W8b		0.92	x	3.64		-3.35	3.40		-11.39	
W9b	0.5	x	0.92	x	0.32	-0.15	3.25		-0.48	
W10b		1.03	x	3.96		-4.08	2.43		-9.89	
W11b		0.92	x	3.64		-3.35	1.45		-4.86	
W12b	0.5	x	0.92	x	0.32	-0.15	1.60		-0.24	
W13b		0.7	x	3.12		-2.18	0.65		-1.42	
W14b	0.5	x	0.7	x	0.52	-0.18	0.77		-0.14	
w15b		0.3	x	3.12		-0.94	0.15		-0.14	
Σ						-27.60	7.35		-112.09	32.88

L.2.2 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



L.2.3 Perhitungan *Uplift* Bendung

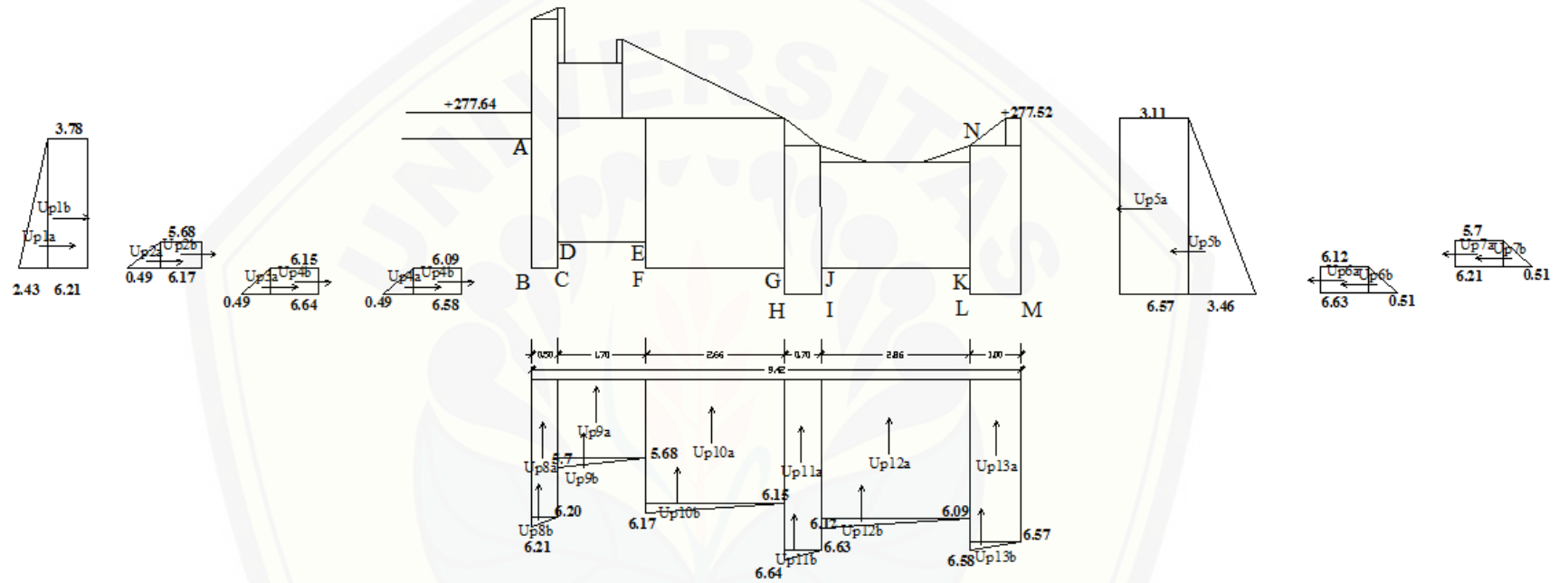
$$CW = 40.4092827$$

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	4.28	0.50	3.78
B	A - B	22.89	6.78	0.57	6.21
C	B - C	23.06	6.78	0.57	6.21
D	C - D	23.56	6.28	0.58	5.70
E	D - E	24.13	6.28	0.60	5.68
F	E - F	24.63	6.78	0.61	6.17
G	F - G	25.51	6.78	0.63	6.15
H	G - H	26.01	7.28	0.64	6.64
I	H - I	26.25	7.28	0.65	6.63
J	I - J	26.75	6.78	0.66	6.12
K	J - K	27.70	6.78	0.69	6.09
L	K - L	28.20	7.28	0.70	6.58
M	L - M	28.53	7.28	0.71	6.57
N	M - N	31.92	3.90	0.79	3.11

L.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung

No	Luas			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas		Tinggi	V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.43	x	2.5		1.33		4.05
Up1b			3.78	x	2.5	9.450	1.75		16.54
Up2a	0.5	x	0.49	x	0.5	0.123	0.67		0.08
Up2b			5.68	x	0.5	2.840	0.75		2.13
Up3a	0.5	x	0.49	x	0.5	0.123	0.17		0.02
Up3b			6.15	x	0.5	3.075	0.25		0.77
Up4a	0.5	x	0.49	x	0.5	0.123	0.17		0.02
Up4b			6.09	x	0.5	3.045	0.25		0.76
Up5a			3.11	x	3.39	-10.543	1.70		-17.87
Up5b	0.5	x	3.46	x	3.39	-5.865	1.13		-6.63
Up6a			6.12	x	0.5	-3.060	0.25		-0.77
Up6b	0.5	x	0.51	x	0.5	-0.128	0.17		-0.02
Up7a			5.7	x	0.5	-2.850	0.67		-1.90
Up7b	0.5	x	0.51	x	0.5	-0.128	0.75		-0.10
						-0.758			-2.91
Up8a			0.5	x	6.20	3.10	9.17		28.43
Up8b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	9.25		0.02
Up9a			1.7	x	5.68	9.66	8.07		77.92
Up9b	0.5	x	1.7	x	0.02	0.02	8.35		0.14
Up10a			2.26	x	6.15	13.90	6.09		84.64
Up10b	0.5	x	2.26	x	0.02	0.02	6.47		0.15
Up11a			0.7	x	6.63	4.64	4.21		19.54
Up11b	0.5	x	0.7	x	0.01	0.00	4.33		0.02
Up12a			2.86	x	6.09	17.42	2.43		42.32
Up12b	0.5	x	2.86	x	0.03	0.04	2.91		0.12
Up13a			1	x	6.57	6.57	0.50		3.29
Up13b	0.5	x	1	x	0.01	0.01	0.67		0.00
			Σ Vertikal			55.38			256.60

L.2.5 Gambar Distribusi Gaya Angkat Bending



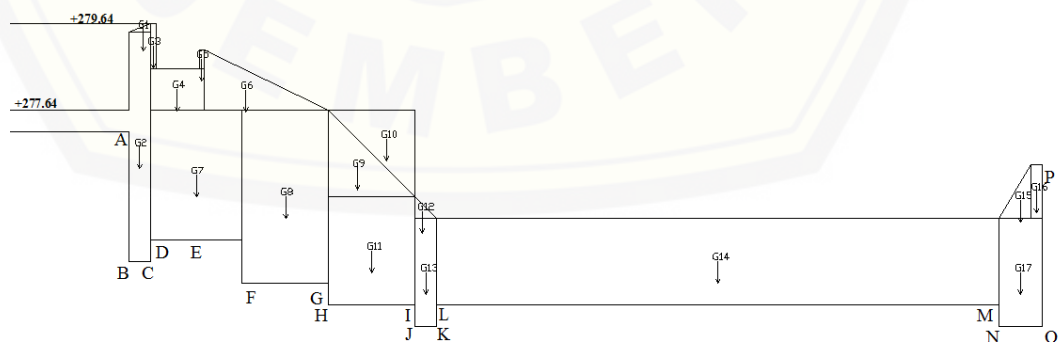
**LAMPIRAN M. ANALISIS STABILITAS BENDUNG KOMBINASI
MERCU OGEE, DROP INTAKE, PEREDAM ENERGI USBR IV**

M.1 Analisis Stabilitas Kondisi Air Normal

M.1.1 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) v	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			x		
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	2.2	-0.12	20.79	-2.40
G2		0.50	x 5.29	2.2	-5.82	20.88	-121.50
G3		0.13	x 1.05	2.2	-0.30	20.56	-6.17
G4		1.25	x 0.95	2.2	-2.61	20	-52.25
G5		0.12	x 0.44	2.2	-0.12	19.44	-2.26
G6	0.5	x 2.88	x 1.40	2.2	-4.44	18.42	-81.70
G7		2.13	x 3.00	2.2	-14.06	19.56	-274.97
G8		2.00	x 4.00	2.2	-17.60	17.50	-308.00
G9	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	-4.40	15.83	-69.65
G10	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	-4.40	15.17	-66.75
G11		2.00	x 2.50	2.2	-11.00	15.50	-170.50
G12	0.5	x 0.50	x 0.50	2.2	-0.28	14.33	-3.94
G13		0.50	x 2.50	2.2	-2.75	14.25	-39.19
G14		13.00	x 2.00	2.2	-57.20	7.50	-429.00
G15	0.5	x 0.75	x 1.25	2.2	-1.03	0.50	-0.52
G16		0.25	x 1.25	2.2	-0.69	0.13	-0.09
G17		1.00	x 2.50	2.2	-5.50	0.50	-2.75
Σ					-132.30		-1631.64

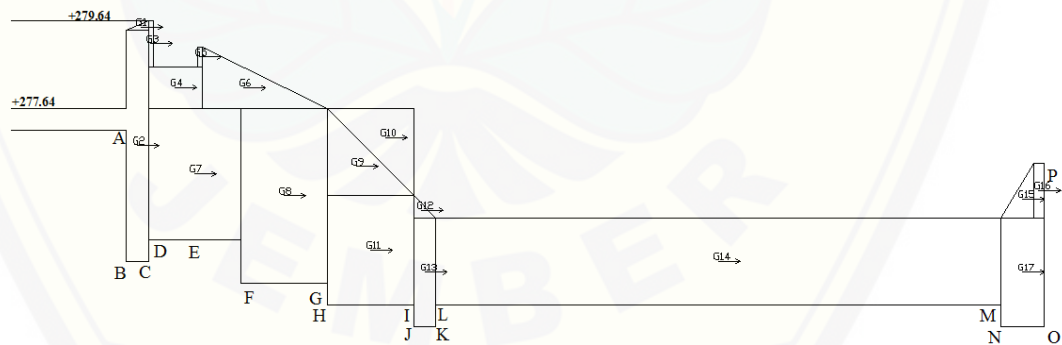
M.1.2 Gambar Distribusi Gaya Akibat Berat Sendiri Bendung



M.1.3 Perhitungan Gaya Akibat Gempa

No	Luas		BJ Pas. Batu	Gaya (ton) k x V	Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi			y		
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	2.2	0.016	6.86	0.110
G2		0.50	x 5.29	2.2	0.811	4.14	3.359
G3		0.13	x 1.05	2.2	0.042	6.47	0.271
G4		1.25	x 0.95	2.2	0.364	5.47	1.993
G5		0.12	x 0.44	2.2	0.016	6.17	0.100
G6	0.5	x 2.88	x 1.40	2.2	0.618	5.46	3.377
G7		2.13	x 3.00	2.2	1.960	3.50	6.861
G8		2.00	x 4.00	2.2	2.454	3.00	7.363
G9	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	0.614	3.66	2.246
G10	0.5	x 2.00	x 2.00	2.2	0.614	4.33	2.657
G11		2.00	x 2.50	2.2	1.534	1.75	2.684
G12	0.5	x 0.50	x 0.50	2.2	0.038	2.66	0.102
G13		0.50	x 2.50	2.2	0.383	1.25	0.479
G14		13.00	x 2.00	2.2	7.977	1.50	11.965
G15	0.5	x 0.75	x 1.25	2.2	0.144	2.92	0.420
G16		0.25	x 1.25	2.2	0.096	3.12	0.299
G17		1.00	x 2.50	2.2	0.767	1.25	0.959
Σ					18.449		45.246

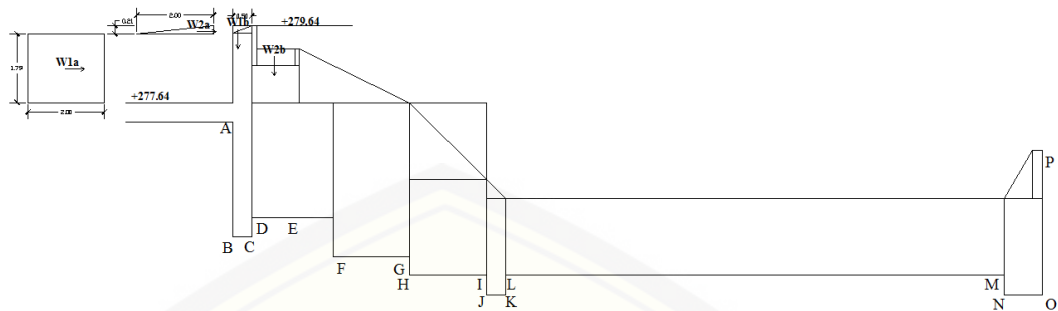
M.1.4 Gambar Distribusi Gaya Akibat Gempa



M.1.5 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)
	Alas	Tinggi	V	H	x	y	
W1a		2 x 1.79		3.58		5.90	21.10
W2b	0.5	x 2 x 0.21		0.21		6.86	1.44
W1b	0.5	x 0.5 x 0.21	-0.05		20.96		-1.100575
W2b		0.44 x 1	-0.44		20.41		-8.9804

M.1.6 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



M.1.7 Perhitungan *Uplift* Bendung

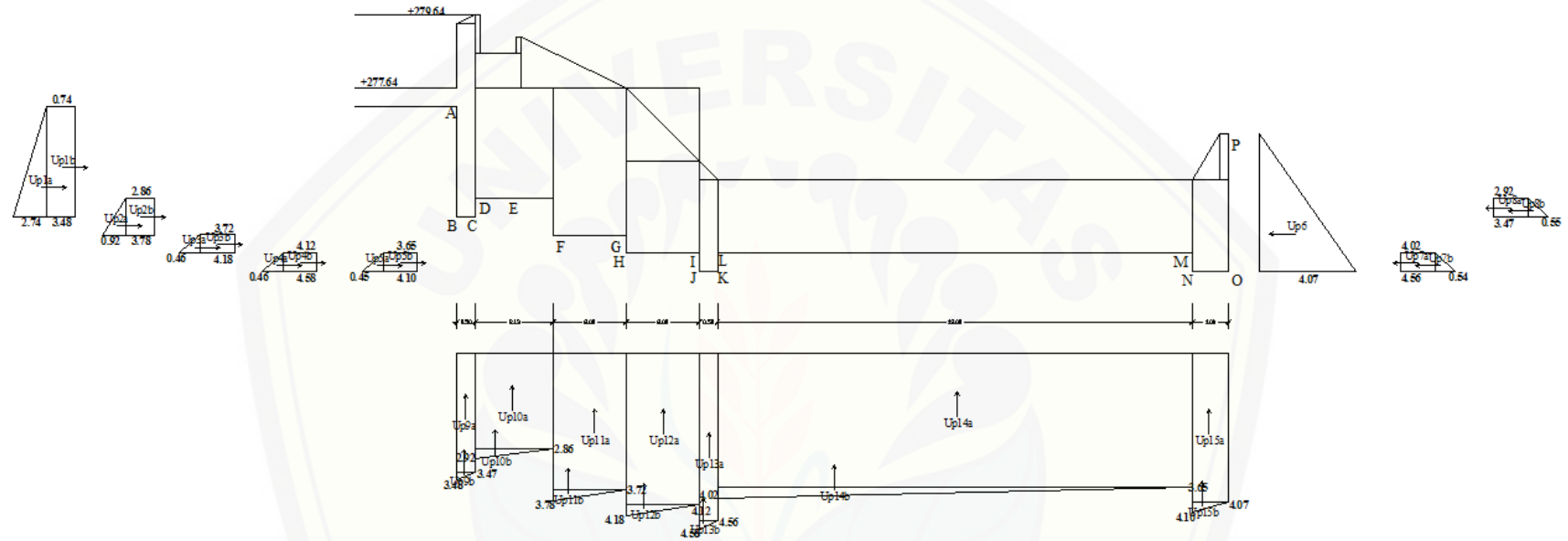
$$CW = 11.5948718$$

TITIK	GARIS	Lw	H	ΔH (Lw/Cw)	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	2.50	1.76	0.74
B	A - B	23.39	5.50	2.02	3.48
C	B - C	23.56	5.50	2.03	3.47
D	C - D	24.06	5.00	2.08	2.92
E	D - E	24.77	5.00	2.14	2.86
F	E - F	25.77	6.00	2.22	3.78
G	F - G	26.43	6.00	2.28	3.72
H	G - H	26.93	6.50	2.32	4.18
I	H - I	27.60	6.50	2.38	4.12
J	I - J	28.10	7.00	2.42	4.58
K	J - K	28.27	7.00	2.44	4.56
L	K - L	28.77	6.50	2.48	4.02
M	L - M	33.10	6.50	2.85	3.65
N	M - N	33.60	7.00	2.90	4.10
O	N - O	33.93	7.00	2.93	4.07
P	O - P	37.68	3.25	3.25	0.00

M.1.8 Perhitungan Gaya angkat Bendung

No	Luas x Tekanan			Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
				V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.74	x	3	4.110		2.50	10.28
Up1b			0.74	x	3	2.220		3.00	6.66
Up2a	0.5	x	0.92	x	1	0.460		1.33	0.61
Up2b			2.86	x	1	2.860		1.50	4.29
Up3a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115		0.67	0.08
Up3b			3.72	x	0.5	1.860		0.75	1.40
Up4a	0.5	x	0.46	x	0.5	0.115		0.17	0.02
Up4b			4.12	x	0.5	2.060		0.25	0.52
Up5a	0.5	x	0.45	x	0.5	0.113		0.17	0.02
Up5b			3.65	x	0.5	1.825		0.25	0.46
Up6	0.5	x	4.07	x	3.75	-7.631		1.25	-9.54
Up7a			4.02	x	0.5	-2.010		0.25	-0.50
Up7b	0.5	x	0.54	x	0.5	-0.135		0.17	-0.02
Up8a			2.92	x	0.5	-1.460		1.75	-2.56
Up8b	0.5	x	0.55	x	0.5	-0.138		1.67	-0.23
Σ Horizontal						4.364			11.47
Up9a			0.5	x	3.47	1.74		20.88	36.23
Up9b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00		20.96	0.05
Up10a			2.13	x	2.86	6.09		19.57	119.19
Up10b	0.5	x	2.13	x	0.06	0.06		19.92	1.27
Up11a			2	x	3.72	7.44		17.50	130.20
Up11b	0.5	x	2	x	0.06	0.06		17.83	1.07
Up12a			2	x	4.12	8.24		15.50	127.72
Up12b	0.5	x	2	x	0.06	0.06		15.83	0.95
Up13a			0.5	x	4.56	2.28		14.25	32.49
Up13b	0.5	x	0.5	x	0.02	0.01		14.33	0.07
Up14a			13	x	3.65	47.45		7.50	355.88
Up14b	0.5	x	13	x	0.37	2.41		9.67	23.25
Up15a			1	x	4.07	4.07		0.50	2.04
Up15b	0.5	x	1	x	0.03	0.02		0.67	0.01
Σ Vertikal						75.83			828.36

M.1.9 Gambar Gaya Angkat Bendung

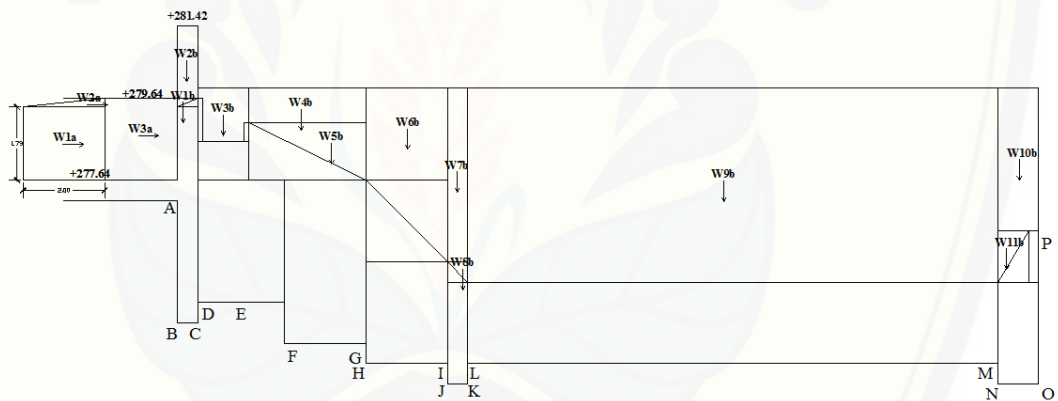


M.2 Analisis Stabilitas Kondisi Air Banjir

M.2.1 Perhitungan Gaya akibat Tekanan Hidrostatik

No	Luas		Tinggi		Gaya		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas				V	H	x	y	V	H
W1a		2	x	1.79		3.58		5.90		21.10
W2a	0.5	x	2	x	0.21	0.21		6.86		1.44
W3a		1.78	x	2		3.56		6.00		21.36
W1b	0.5	x	0.5	x	0.21	-0.05	20.96		-1.10	
W2b		0.5	x	1.78		-0.89	20.88		-18.58	
W3b		1.25	x	1.3	-1.63		20.01			
W4b		2.88	x	0.85	-2.45		17.94		-43.92	
W5b	0.5	x	2.88	x	1.4	-2.02	17.46		-35.20	
W6b		2	x	2.25	-4.50		15.50		-69.75	
W7b		0.5	x	4.25	-2.13		14.25		-30.28	
W8b	0.5	x	0.5	x	0.5	-0.13	14.17		-1.77	
W9b		13	x	4.75	-61.75		7.50		-463.13	
W10b		1	x	3.5	-3.50		0.33		-1.17	
W11b	0.5	x	0.75	x	1.25	-0.47	0.63		-0.29	
Σ					-79.03	7.35			-664.89	43.90

M.2.2 Gambar Gaya akibat Tekanan Hidrostatik



M.2.3 Perhitungan *Uplift* Bendung

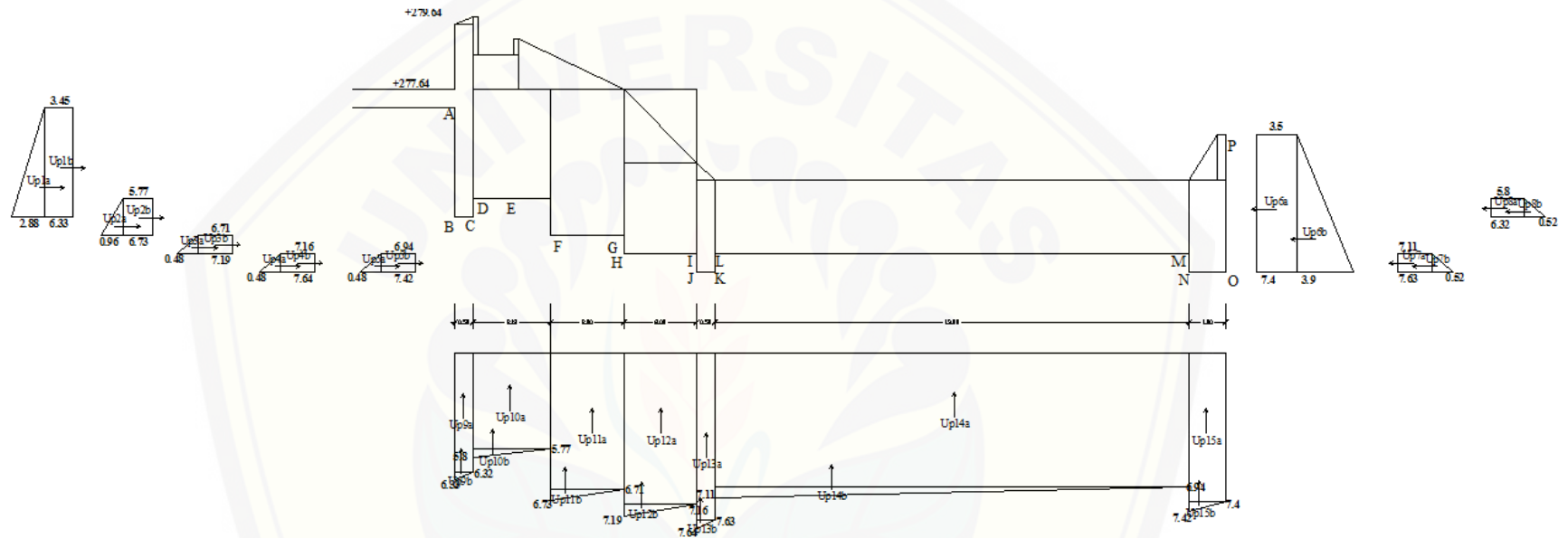
$$CW = 24.6296296$$

TITIK	GARIS	Lw	H	$\frac{\Delta H}{(Lw/Cw)}$	Px (H - ΔH)
A	A15 - A	20.39	4.28	0.83	3.45
B	A - B	23.39	7.28	0.95	6.33
C	B - C	23.56	7.28	0.96	6.32
D	C - D	24.06	6.78	0.98	5.80
E	D - E	24.77	6.78	1.01	5.77
F	E - F	25.77	7.78	1.05	6.73
G	F - G	26.43	7.78	1.07	6.71
H	G - H	26.93	8.28	1.09	7.19
I	H - I	27.60	8.28	1.12	7.16
J	I - J	28.10	8.78	1.14	7.64
K	J - K	28.27	8.78	1.15	7.63
L	K - L	28.77	8.28	1.17	7.11
M	L - M	33.10	8.28	1.34	6.94
N	M - N	33.60	8.78	1.36	7.42
O	N - O	33.93	8.78	1.38	7.40
P	O - P	37.68	5.03	1.53	3.50

M.2.4 Perhitungan Gaya Angkat Bendung

No	Luas				Gaya (ton)		Lengan (m)		Momen (tm)	
	Alas		Tinggi		V	H	x	y	V	H
Up1a	0.5	x	2.88	x	3	4.320	2.50	10.80		
Up1b			3.45	x	3	10.350	3.00	31.05		
Up2a	0.5	x	0.96	x	1	0.480	1.33	0.64		
Up2b			5.77	x	1	5.770	1.50	8.66		
Up3a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.67	0.08		
Up3b			6.71	x	0.5	3.355	0.75	2.52		
Up4a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17	0.02		
Up4b			7.16	x	0.5	3.580	0.25	0.90		
Up5a	0.5	x	0.48	x	0.5	0.120	0.17	0.02		
Up5b			6.94	x	0.5	3.470	0.25	0.87		
Up6a			3.5	x	3.75	-13.125	1.88	-24.61		
Up6b	0.5	x	3.9	x	3.75	-7.313	1.25	-9.14		
Up7a			7.11	x	0.5	-3.555	0.25	-0.89		
Up7b	0.5	x	0.52	x	0.5	-0.130	0.17	-0.02		
Up8a			5.8	x	0.5	-2.900	1.67	-4.83		
Up8b	0.5	x	0.52	x	0.5	-0.130	1.75	-0.23		
						4.533		15.82		
Up9a			0.5	x	6.32	3.16	20.88	65.98		
Up9b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	20.96	0.05		
Up10a			2.13	x	5.77	12.29	19.57	240.46		
Up10b	0.5	x	2.13	x	0.03	0.03	19.92	0.64		
Up11a			2	x	6.71	13.42	17.50	234.85		
Up11b	0.5	x	2	x	0.02	0.02	17.83	0.36		
Up12a			2	x	7.16	14.32	15.50	221.96		
Up12b	0.5	x	2	x	0.03	0.03	15.83	0.48		
Up13a			0.5	x	7.63	3.82	14.25	54.36		
Up13b	0.5	x	0.5	x	0.01	0.00	14.33	0.04		
Up14a			13	x	6.94	90.22	7.50	676.65		
Up14b	0.5	x	13	x	0.17	1.11	9.67	10.68		
Up15a			1	x	7.40	7.40	0.50	3.70		
Up15b	0.5	x	1	x	0.02	0.01	0.67	0.01		
			Σ Vertikal			138.42		1506.50		

M.2.5 Gambar Distribusi Gaya Angkat Bendung



LAMPIRAN N. ANALISIS HARGA SATUAN

1 m² Membersihkan lapangan dan peralatan				
Tenaga				
pekerja	0.1 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	4,370.00
mandor	0.05 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	3,300.00
		Jumlah	= Rp.	7,670.00
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	767.00
		Jumlah	= Rp.	8,437.00
1 m' pengukuran dan pemasangan bouwplank				
Bahan				
Kayu 5/7	0.012 m3	x@ Rp.	3,736,000.00 = Rp.	44,832.00
Paku biasa 2"- 5"	0.02 kg	x@ Rp.	18,600.00 = Rp.	372.00
Papan Kayu 3/20 kayu kl II	0.007 m3	x@ Rp.	7,096,400.00 = Rp.	49,674.80
		Jumlah 1	= Rp.	94,878.80
Tenaga				
tukang kayu	0.1 Oh	x@ Rp.	51500 = Rp.	5,150.00
pekerja	0.1 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	4,370.00
Kepala tukang	0.01 Oh	x@ Rp.	55000 = Rp.	550.00
mandor	0.005 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	330.00
		Jumlah 2	= Rp.	10,400.00
		Jumlah 1 + Jumlah 2	= Rp.	105,278.80
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	10,527.88
		Jumlah	= Rp.	115,806.68
1 m² Pembuatan kantor sementara, dengan lantai plesteran				
Bahan				
Dolken kayu dia. 8-10 / 400 cm	1.25 btg	x@ Rp.	26700 = Rp.	33,375.00
Kayu	0.18 m3	x@ Rp.	7096400 = Rp.	1,277,352.00
Paku biasa	0.85 kg	x@ Rp.	18600 = Rp.	15,810.00
Besi strip	1.1 kg	x@ Rp.	16700 = Rp.	18,370.00
Semen Portland	35 kg	x@ Rp.	1650 = Rp.	57,750.00
Pasir pasang	0.15 m3	x@ Rp.	159900 = Rp.	23,985.00
Pasir beton	0.1 m3	x@ Rp.	134400 = Rp.	13,440.00
Koral beton	0.15 m3	x@ Rp.	183200 = Rp.	27,480.00
Bata merah	30 bh	x@ Rp.	600 = Rp.	18,000.00
Seng plat	0.25 Lbr	x@ Rp.	51600 = Rp.	12,900.00
Jendela nako	2 Bh	x@ Rp.	33600 = Rp.	67,200.00
Kaca polos	0.08 m2	x@ Rp.	81600 = Rp.	6,528.00
Kunci tanam	0.15 Bh	x@ Rp.	16900 = Rp.	2,535.00
Plywood 4 mm	0.06 Lmb	x@ Rp.	116300 = Rp.	6,978.00
		Jumlah 1	= Rp.	1,581,703.00
Tenaga				
tukang kayu	2 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	87,400.00
tukang batu	1 Oh	x@ Rp.	50000 = Rp.	50,000.00
pekerja	2 Oh	x@ Rp.	51500 = Rp.	103,000.00
Kepala tukang	0.3 Oh	x@ Rp.	55000 = Rp.	16,500.00
mandor	0.05 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	3,300.00
		Jumlah 2	= Rp.	260,200.00
		Jumlah 1 + Jumlah 2	= Rp.	1,841,903.00
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	184,190.30
		Jumlah	= Rp.	2,026,093.30

1 m³ Galian tanah keras sedalam 1 meter				
Tenaga				
pekerja	1.2 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	52,440.00
mandor	0.045 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	2,970.00
		Jumlah	= Rp.	55,410.00
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	5,541.00
		Jumlah	= Rp.	60,951.00
1 m³ Urugan kembali				
Bahan				
Tanah Urug	1.2 m3	x@ Rp.	82100 = Rp.	98,520.00
Upah				
Tenaga				
pekerja	0.25 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	10,925.00
mandor	0.01 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	660.00
		Jumlah	= Rp.	110,105.00
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	11,010.50
		Jumlah	= Rp.	121,115.50
1 m³ Pasang Pondasi Batu Kali , 1Pc : 4Ps				
Bahan				
Batu belah 15/20 cm	1.2 m3	x@ Rp.	148100 = Rp.	177,720.00
Semen portland	163 kg	x@ Rp.	1650 = Rp.	268,950.00
Pasir pasang	0.52 m3	x@ Rp.	159900 = Rp.	83,148.00
		Jumlah 1	= Rp.	529,818.00
Tenaga				
pekerja	1.5 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	65,550.00
tukang batu	0.75 Oh	x@ Rp.	50000 = Rp.	37,500.00
Kepala tukang	0.075 Oh	x@ Rp.	55000 = Rp.	4,125.00
mandor	0.075 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	4,950.00
		Jumlah 2	= Rp.	112,125.00
		Jumlah 1 + Jumlah 2	= Rp.	641,943.00
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	64,194.30
		Jumlah	= Rp.	706,137.30
1 kg pasang besi profil				
Bahan				
besi profil	1.15 kg	x@ Rp.	21500 = Rp.	24,725.00
Pengelasan	0.66 cm	x@ Rp.	436.81 = Rp.	288.29
		Jumlah 1	= Rp.	25,013.29
Tenaga				
Pekerja	0.06 Oh	x@ Rp.	43700 = Rp.	2,622.00
tukang besi/las	0.006 Oh	x@ Rp.	50000 = Rp.	300.00
kepala tukang	0.006 Oh	x@ Rp.	55000 = Rp.	330.00
mandor	0.0003 Oh	x@ Rp.	66000 = Rp.	19.80
		Jumlah 2	= Rp.	649.80
		Jumlah 1 + Jumlah 2	= Rp.	25,663.09
		Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	2,566.31
		Jumlah	= Rp.	28,229.40

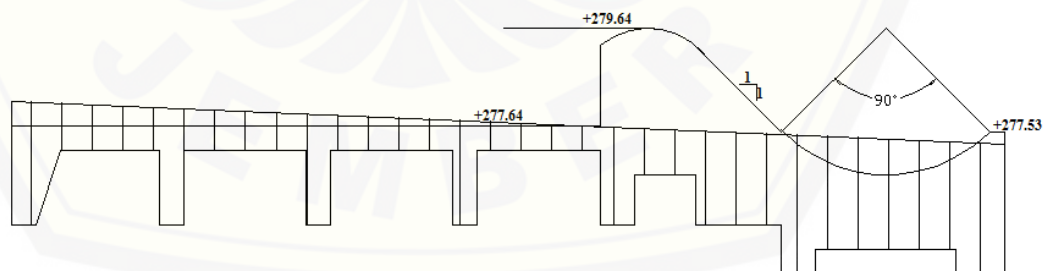
1 m ² Plesteran 1 Pc : 3 Ps tebal 15 mm					
Bahan					
Semen portland	7.776 kg	x@ Rp.	1,650.00	= Rp.	12,830.40
Pasir pasang	0.023 m ³	x@ Rp.	159,900.00	= Rp.	3,677.70
			Jumlah 1	= Rp.	16,508.10
Tenaga					
pekerja	0.300 Oh	x@ Rp.	43,700.00	= Rp.	13,110.00
tukang batu	0.150 Oh	x@ Rp.	50,000.00	= Rp.	7,500.00
kepala tukang	0.015 Oh	x@ Rp.	55,000.00	= Rp.	825.00
mandor	0.015 Oh	x@ Rp.	66,000.00	= Rp.	990.00
			Jumlah 2	= Rp.	22,425.00
			Jumlah 1 + Jumlah 2	= Rp.	38,933.10
			Jasa Pemborong 10 %	= Rp.	3,893.31
			Jumlah	= Rp.	42,826.41

Memasang 1 m ³ pondasi sumuran					
Bahan					
Batu belah	0.45 m ³	Rp	148100	66645	
PC	194 Kg	Rp	1650	320100	
Kerikil	0.468 m ³	Rp	165000	77220	
Pasir Beto	0.312 m ³	Rp	144000	44928	
Upah					
Pekerja	2.4 Oh	Rp	43700	104880	
Tukang ba	0.8 Oh	Rp	50000	40000	
Kepala tuh	0.08 Oh	Rp	55000	4400	
Mandor	0.119 Oh	Rp	66000	7854	
			508893	157134	666027 666000

LAMPIRAN O. PERHITUNGAN VOLUME PEKERJAAN

O.1 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercuri Bulat, Intake Samping, Peredam Energi Bak Tenggelam

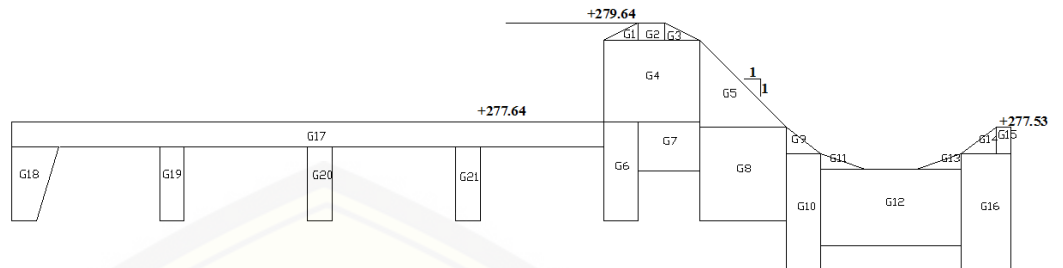
O.1.1 Pekerjaan Galian Tanah Keras



O.1.2 Volume Galian Tanah

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	29.41	9.8	288.218

O.1.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.1.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)			Lebar m	Volume m ³
	Alas	Tinggi			
G1	0.5 x 0.70	x 0.36	x	7.8	0.9828
G2		0.55 x 0.36	x	7.8	1.5444
G3	0.5 x 0.70	x 0.36	x	7.8	0.9828
G4		1.95 x 1.64	x	7.8	24.9444
G5	0.5 x 1.75	x 1.75	x	7.8	11.94375
G6		0.70 x 2.00	x	9.8	13.72
G7		1.25 x 1.00	x	9.8	12.25
G8		1.75 x 1.89	x	9.8	32.4135
G9	0.5 x 0.70	x 0.52	x	9.8	1.7836
G10		0.70 x 2.36	x	9.8	16.1896
G11	0.5 x 0.92	x 0.32	x	9.8	1.44256
G12		2.86 x 1.54	x	9.8	43.16312
G13	0.5 x 0.92	x 0.32	x	9.8	1.44256
G14	0.5 x 0.70	x 0.52	x	9.8	1.7836
G15		0.30 x 0.52	x	9.8	1.5288
G16		1.00 x 2.36	x	9.8	23.128
G17		12.00 x 0.5	x	9.8	58.8
G18		1.1	x	9.8	10.78
G19	1.50 x 0.50	x		9.8	7.35
G20	1.50	0.50 x		9.8	7.35
G21	1.50	0.50 x		9.8	7.35
Jumlah					280.8735

O.1.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
11.26	7.8	87.828

O.1.6 Volume Pilar Bendung

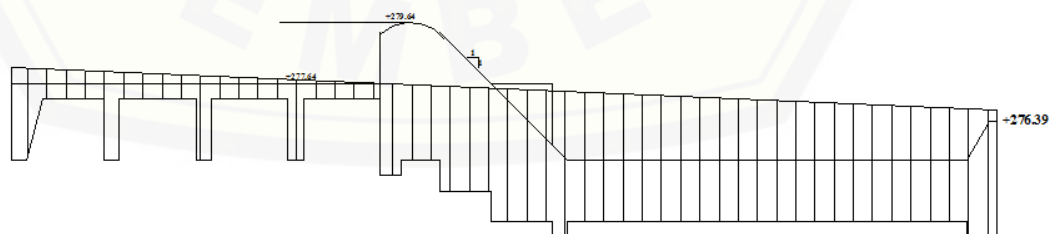
Lebar	Tinggi	Vol (m ³)
2.64	3.81	6.45
2	1.27	3.27
		9.72

O.1.7 Volume Pintu Intake Samping

tebal =	0.01 m
tinggi =	2.31 m
lebar =	1 m
volume =	0.0231 m ³
berat =	181.335 kg

O.1.8 Volume Pintu Pembilas

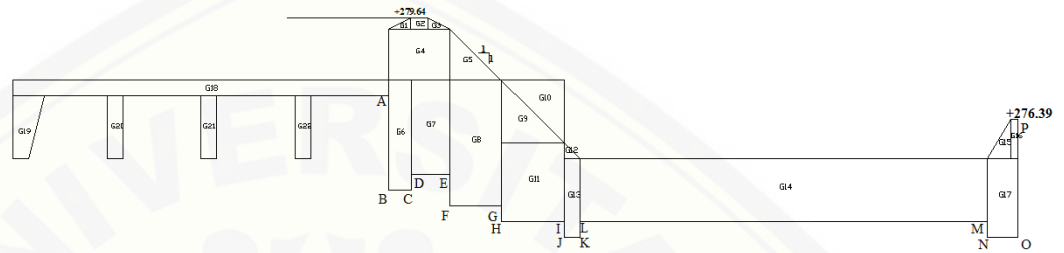
tebal =	0.015 m
tinggi =	3.81 m
lebar =	1 m
volume =	0.05715 m ³
berat =	448.6275 kg

O.2 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Peredam Energi USBR IV**O.2.1 Galian Tanah Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Peredam Energi USBR IV**

O.2.2 Volume Galian Tanah Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Peredam Energi USBR IV

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	90.82	9.8	890.036

O.2.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.2.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)					Lebar m	Volume m ³	
	Alas		Tinggi					
G1	0.5	x	0.70	x	0.36	x	7.8	0.9828
G2			0.55	x	0.36	x	7.8	1.5444
G3	0.5	x	0.70	x	0.36	x	7.8	0.9828
G4			1.95	x	1.64	x	7.8	24.9444
G5	0.5	x	1.64	x	1.64	x	7.8	10.48944
G6			0.70	x	3.50	x	9.8	24.01
G7			1.24	x	3.00	x	9.8	36.456
G8			1.64	x	4.00	x	9.8	64.288
G9	0.5	x	2.00	x	2.00	x	9.8	19.6
G10	0.5	x	2.00	x	2.00	x	9.8	19.6
G11			2.00	x	2.50	x	9.8	49
G12	0.5	x	0.50	x	0.50	x	9.8	1.225
G13			0.50	x	2.50	x	9.8	12.25
G14			13.00	x	2.00	x	9.8	254.8
G15	0.5	x	0.70	x	1.25	x	9.8	4.2875
G16			0.30	x	1.25	x	9.8	3.675
G17			1.00	x	2.50	x	9.8	24.5
G18			12	x	0.50	x	9.8	58.8
G19			1.5			x	9.8	14.7
G20			2.00	x	0.50	x	9.8	9.8
G21			2.00	x	0.50	x	9.8	9.8
G22			2.00	x	0.50	x	9.8	9.8
Jumlah								654.5525

O.2.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
24.79	7.8	193.362

O.2.6 Volume Pilar Bendung

Lebar	Tinggi	Vol (m3)
2.64	3.81	6.45
2	1.27	3.27
		9.72

O.2.7 Volume Pintu Intake Samping

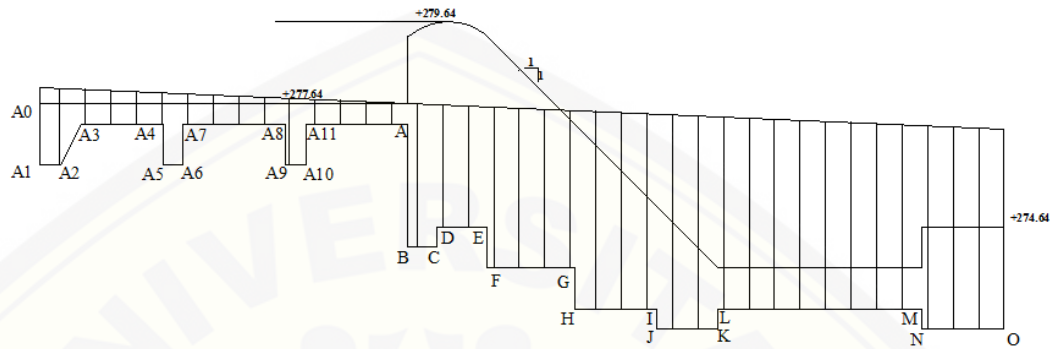
tebal =	0.01 m
tinggi =	2.31 m
lebar =	1 m
volume =	0.0231 m ³
berat =	181.335 kg

O.2.8 Volume Pintu Pembilas

tebal =	0.015 m
tinggi =	3.81 m
lebar =	1 m
volume =	0.05715 m ³
berat =	448.6275 kg

O.3 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Peredam Energi MDO

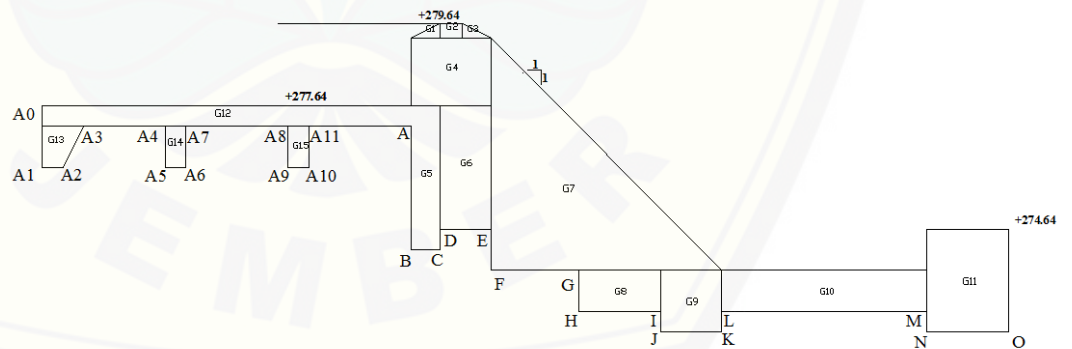
O.3.1 Galian Tanah Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Peredam Energi MDO



O.3.2 Volume Galian Tanah Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Peredam Energi MDO

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	72.43	17.5	1267.525

O.3.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.3.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)			Lebar m	Volume m ³
	Alas	Tinggi			
G1	0.5 x 0.70	x 0.36	x	7.8	0.9828
G2		0.55 x 0.36	x	7.8	1.5444
G3	0.5 x 0.70	x 0.36	x	7.8	0.9828
G4		1.95 x 1.64	x	9.8	31.3404
G5		0.70 x 3.50	x	9.8	24.01
G6		1.25 x 3.00	x	9.8	36.75
G7	0.5 x 5.64	x 5.64	x	9.8	155.867
G8		2.00 x 1.00	x	9.8	19.6
G9		1.50 x 1.50	x	9.8	22.05
G10		5.00 x 1.00	x	9.8	49
G11		2.00 x 2.50	x	9.8	49
G12		9.00 x 0.50	x	9.8	44.1
G13		0.75	x	9.8	7.35
G14		1.00 x 0.50	x	9.8	4.9
G15		1.00 x 0.50	x	9.8	4.9
G16		1.00 x 0.50	x	9.8	4.9
Jumlah					457.2774

O.3.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
19.98	7.8	155.844

O.3.6 Volume Pilar Bendung

Lebar	Tinggi	Vol (m ³)
2.64	3.81	6.45
2	1.27	3.27
		9.72

O.3.7 Volume Pintu Intake Samping

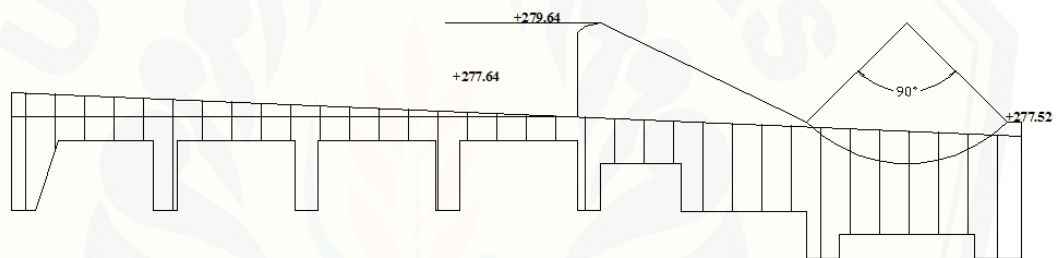
tebal =	0.01 m
tinggi =	2.31 m
lebar =	1 m
volume =	0.0231 m ³
berat =	181.335 kg

O.3.8 Volume Pintu Pembilas

tebal = 0.015 m
 tinggi = 3.81 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.05715 m³
 berat = 448.6275 kg

O.4 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Peredam Energi Bak Tenggelam

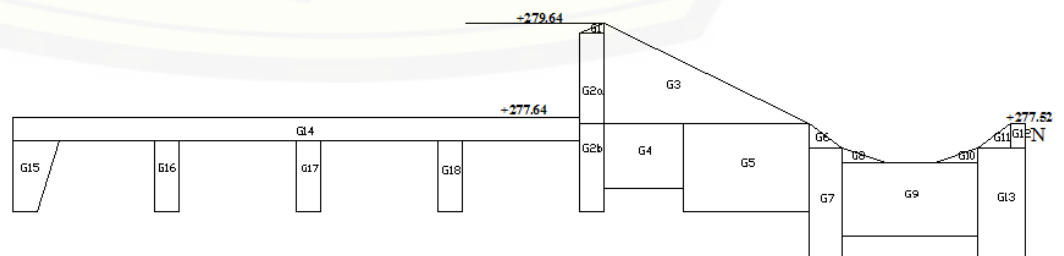
O.4.1 Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Peredam Energi Bak Tenggelam



O.4.2 Volume Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Peredam Energi Bak Tenggelam

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	30.860	9.800	302.428

O.4.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.4.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)					Lebar m	Volume m ³	
	Alas		Tinggi					
G1	0.5	x	0.50	x	0.21	x	7.8	0.4095
G2a			0.50	x	1.91	x	7.8	7.449
G2b			0.5	x	1.88	x	9.8	9.212
G3	0.5	x	4.36	x	2.12	x	7.8	36.04848
G4			1.70	x	1.38	x	9.8	22.9908
G5			2.66	x	1.89	x	9.8	49.26852
G6	0.5	x	0.70	x	0.52	x	9.8	1.7836
G7			0.70	x	2.36	x	9.8	16.1896
G8	0.5	x	0.92	x	0.32	x	9.8	1.44256
G9			2.86	x	1.54	x	9.8	43.16312
G10	0.5	x	0.92	x	0.32	x	9.8	1.44256
G11	0.5	x	0.70	x	0.52	x	9.8	1.7836
G12			0.30	x	0.52	x	9.8	1.5288
G13			1.00	x	2.36	x	9.8	23.128
G14			12.00	x		0.5 x	9.8	58.8
G15			1.1			x	9.8	10.78
G16			1.50	x	0.50	x	9.8	7.35
G17			1.50	x	0.50	x	9.8	7.35
G18			1.50	x	0.50	x	9.8	7.35
Jumlah								307.4701

O.4.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
12.23	7.8	95.394

O.4.6 Volume Pilar Bendung

Lebar	Tinggi	Vol (m ³)
2.64	3.78	6.42
2	1.26	3.26
		9.68

O.4.7 Volume Pintu Intake Samping

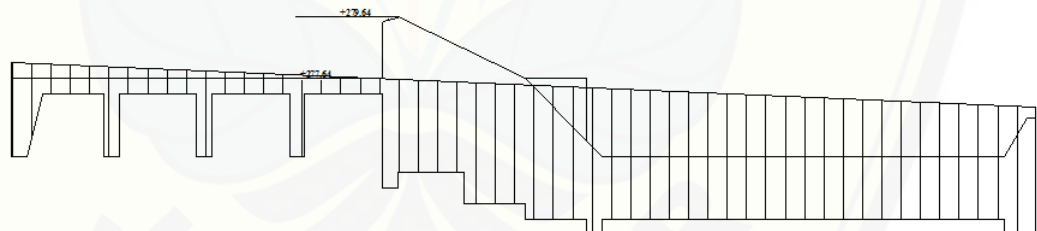
tebal = 0.01 m
 tinggi = 2.31 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.0231 m³
 berat = 181.335 kg

O.4.8 Volume Pintu Pembilas

tebal = 0.015 m
 tinggi = 3.81 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.05715 m³
 berat = 448.6275 kg

O.5 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Peredam Energi USBR IV

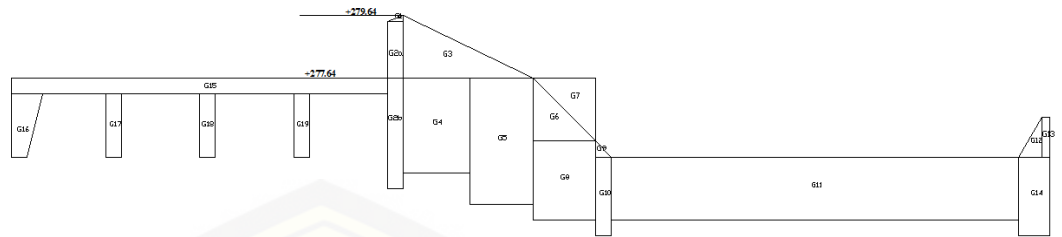
O.5.1 Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Peredam Energi USBR IV



O.5.2 Volume Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Intake Samping, Peredam Energi USBR IV

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	95.06	17.5	1663.55

O.5.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.5.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)			Lebar m	Volume m ³
	Alas		Tinggi		
G1	0.5	x 0.50	x 0.21	x 7.8	0.4095
G2a		0.50	x 1.79	x 7.8	6.981
G2b		0.50	x 3.50	x 9.8	17.15
G3	0.5	x 4.13	x 2.00	x 7.8	32.214
G4		2.13	x 3.00	x 9.8	62.622
G5		2.00	x 4.00	x 9.8	78.4
G6	0.5	x 2.00	x 2.00	x 9.8	19.6
G7	0.5	x 2.00	x 2.00	x 9.8	19.6
G8		2.00	x 2.50	x 9.8	49
G9	0.5	x 0.50	x 0.50	x 9.8	1.225
G10		0.50	x 2.50	x 9.8	12.25
G11		13.00	x 2.00	x 9.8	254.8
G12	0.5	x 0.75	x 1.25	x 9.8	4.59375
G13		0.25	x 1.25	x 9.8	3.0625
G14		1.00	x 2.50	x 9.8	24.5
G15		12	x 0.50	x 9.8	58.8
G16		1.5	x	x 9.8	14.7
G17		2.00	x 0.50	x 9.8	9.8
G18		2.00	x 0.50	x 9.8	9.8
G19		2.00	x 0.50	x 9.8	9.8
Jumlah					689.3078

O.5.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
26.36	7.8	205.608

O.5.6 Volume Pilar Bendung

Lebar	Tinggi	Vol (m3)
2.64	3.78	6.42
2	1.26	3.26
		9.68

O.5.7 Volume Pintu Intake Samping

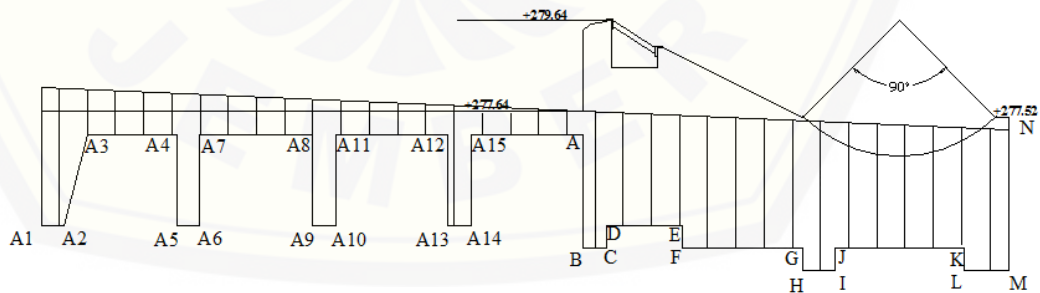
tebal = 0.01 m
 tinggi = 2.31 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.0231 m³
 berat = 181.335 kg

O.5.8 Volume Pintu Pembilas

tebal = 0.015 m
 tinggi = 3.81 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.05715 m³
 berat = 448.6275 kg

O.6 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Peredam Energi Bak Tenggelam

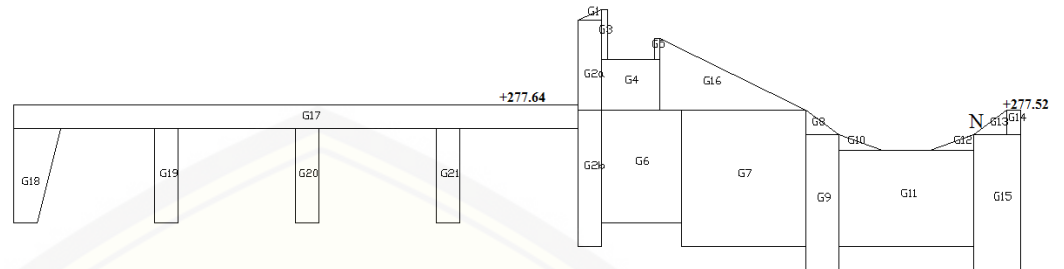
O.6.1 Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Peredam Energi Bak Tenggelam



O.6.2 Volume Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Peredam Energi Bak Tenggelam

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	39.97	9.8	391.706

O.6.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.6.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)			Lebar m	Volume m ³
	Alas	Tinggi			
G1	0.5 x 0.50	x 0.21	X	7.8	0.4095
G2a	0.50	x 1.91	X	7.8	7.449
G2b	0.5	x 2.88	X	9.8	14.112
G3	0.13	x 1.05	X	7.8	1.0647
G4	1.24	x 1.07	X	7.8	10.34904
G5	0.13	x 0.44	X	7.8	0.44616
G6	1.70	x 2.38	X	9.8	39.6508
G7	2.66	x 2.88	X	9.8	75.07584
G8	0.5 x 0.70	x 0.52	X	9.8	1.7836
G9	0.70	x 2.86	X	9.8	19.6196
G10	0.5 x 0.92	x 0.32	X	9.8	1.44256
G11	2.86	x 2.04	X	9.8	57.17712
G12	0.5 x 0.92	x 0.32	X	9.8	1.44256
G13	0.5 x 0.70	x 0.52	X	9.8	1.7836
G14	0.30	x 0.52	X	9.8	1.5288
G15	1.00	x 2.86	X	9.8	28.028
G16	0.5 x 3.12	x 1.51	X	7.8	18.37368
G17	12.00	x 0.50	x	9.8	58.8
G18	1.5		X	9.8	14.7
G19	2.00	x 0.50	X	9.8	9.8
G20	2.00	x 0.50	X	9.8	9.8
G21	2.00	x 0.50	X	9.8	9.8
Jumlah					382.6366

O.6.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
10.85	7.8	84.63

O.6.6 Volume Pilar Bendung

Lebar	Tinggi	Vol (m3)
2.64	3.78	6.42
2	1.26	3.26
		9.68

O.6.7 Volume Pintu Drop Intake

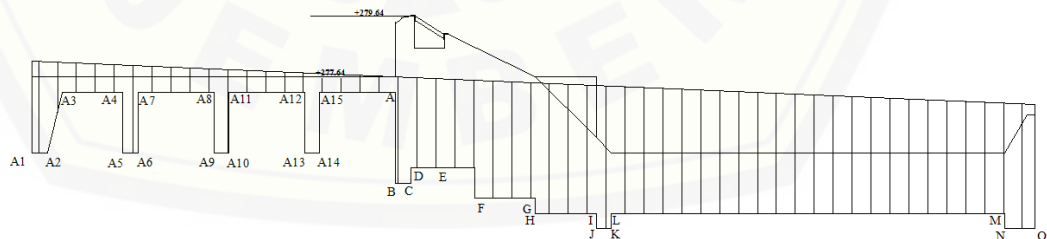
tebal = 0.01 m
 tinggi = 1 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.01 m³
 berat = 78.5 kg

O.6.8 Volume Pintu Pembilas

tebal = 0.015 m
 tinggi = 3.81 m
 lebar = 1 m
 volume = 0.05715 m³
 berat = 448.6275 kg

O.7 Pekerjaan Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Peredam Energi USBR IV

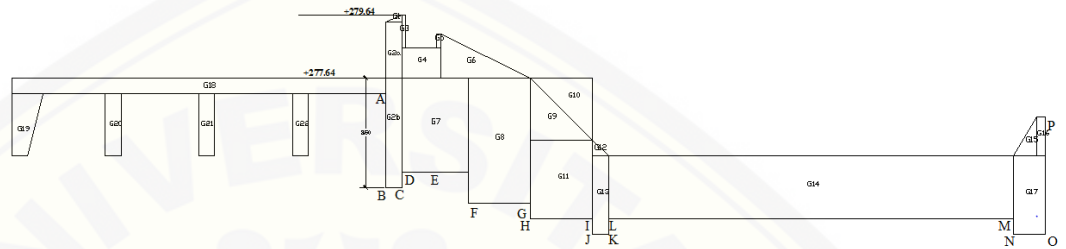
O.7.1 Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Peredam Energi USBR IV



O.7.2 Volume Galian Tanah Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, Peredam Energi USBR IV

No	Luas Galian (m ²)	Lebar Bendung dan pembilas (m)	Volume (m ³)
V1	95.06	9.8	931.588

O.7.3 Pekerjaan Pasangan Batu Bendung



O.7.4 Volume Pasangan Batu Bendung

No	Luas (m ²)		Lebar m	Volume m ³
	Alas	Tinggi		
G1	0.5 x 0.50	x 0.21	x 7.8	0.4095
G2a	0.50 x 1.91	x	x 7.8	7.449
G2b	0.50 x 3.50	x	x 9.8	17.15
G3	0.13 x 1.05	x	x 7.8	1.0647
G4	1.25 x 0.95	x	x 7.8	9.2625
G5	0.12 x 0.44	x	x 7.8	0.41184
G6	0.5 x 2.88	x 1.40	x 7.8	15.7248
G7	2.13 x 3.00	x	x 9.8	62.622
G8	2.00 x 4.00	x	x 9.8	78.4
G9	0.5 x 2.00	x 2.00	x 9.8	19.6
G10	0.5 x 2.00	x 2.00	x 9.8	19.6
G11	2.00 x 2.50	x	x 9.8	49
G12	0.5 x 0.50	x 0.50	x 9.8	1.225
G13	0.50 x 2.50	x	x 9.8	12.25
G14	13.00 x 2.00	x	x 9.8	254.8
G15	0.5 x 0.75	x 1.25	x 9.8	4.59375
G16	0.25 x 1.25	x	x 9.8	3.0625
G17	1.00 x 2.50	x	x 9.8	24.5
G18	12.00 x 0.50	x	x 9.8	58.8
G19	1.5	x	x 9.8	14.7
G20	2.00 x 0.50	x	x 9.8	9.8
G21	2.00 x 0.50	x	x 9.8	9.8
G22	2.00 x 0.50	x	x 9.8	9.8
Jumlah				676.1671

O.6.5 Volume Plesteran Bendung

p	l	luas
10.85	7.8	84.63

O.6.6 Volume Pilar Bendung

Lebar	Tinggi	Vol (m ³)
2.64	3.78	6.42
2	1.26	3.26
		9.68

O.6.7 Volume Pintu Drop Intake

tebal =	0.01 m
tinggi =	1 m
lebar =	1 m
volume =	0.01 m ³
berat =	78.5 kg

O.6.8 Volume Pintu Pembilas

tebal =	0.015 m
tinggi =	3.81 m
lebar =	1 m
volume =	0.05715 m ³
berat =	448.6275 kg

**LAMPIRAN P. HASIL PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA
(RAB)**

P.1 RAB Bendung Kombinasi Mercuri Bulat, Intake Samping, Bak Tenggelam

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
TOTAL					Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	288.22	m ³	Rp 60,951.00	Rp 17,567,175.32
2	Urugan tanah pada bendung	96.07	m ³	Rp 121,115.50	Rp 11,635,889.06
TOTAL					Rp 29,203,064.38
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	280.87	m ³	Rp 706,137.30	Rp 198,335,247.87
2	Plesteran bendung	87.83	m ²	Rp 42,826.41	Rp 3,761,357.94
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.72	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,863,654.56
TOTAL					Rp 208,960,260.36
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu side intake	181.3	kg	Rp 28,229.40	Rp 10,237,957.44
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
TOTAL					Rp 22,902,443.76
TOTAL					Rp 337,500,492.14

P.2 RAB Bendung Kombinasi Mercuri Bulat, Intake Samping, USBR IV

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
TOTAL					Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	890.04	m ³	Rp 60,951.00	Rp 54,248,584.24
2	Urugan tanah pada bendung	296.68	m ³	Rp 121,115.50	Rp 35,932,385.05
TOTAL					Rp 90,180,969.29
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	654.55	m ³	Rp 706,137.30	Rp 462,203,963.30
2	Plesteran bendung	193.36	m ²	Rp 42,826.41	Rp 8,281,000.29
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.72	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,863,654.56
TOTAL					Rp 477,348,618.15
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu side intake	181.3	kg	Rp 28,229.40	Rp 10,237,957.44
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
TOTAL					Rp 22,902,443.76
TOTAL					Rp 666,866,754.84

P.3 RAB Bendung Kombinasi Mercuri Bulat, Intake Samping, MDO

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
TOTAL					Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	1267.53	m ³	Rp 60,951.00	Rp 77,256,916.28
2	Urugan tanah pada bendung	422.51	m ³	Rp 121,115.50	Rp 51,172,308.05
TOTAL					Rp 128,429,224.32
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	457.28	m ³	Rp 706,137.30	Rp 322,900,656.83
2	Plesteran bendung	155.84	m ²	Rp 42,826.41	Rp 6,674,239.04
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.72	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,863,654.56
TOTAL					Rp 336,438,550.43
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu side intake	181.3	kg	Rp 28,229.40	Rp 10,237,957.44
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
TOTAL					Rp 22,902,443.76
TOTAL					Rp 564,204,942.15

P.4 RAB Bendung Kombinasi Mercuri Ogee, Intake Samping, Bak Tenggelam

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
TOTAL					Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	302.43	m ³	Rp 60,951.00	Rp 18,433,289.03
2	Urugan tanah pada bendung	100.81	m ³	Rp 121,115.50	Rp 12,209,572.81
TOTAL					Rp 30,642,861.84
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	307.47	m ³	Rp 706,137.30	Rp 217,116,134.49
2	Plesteran bendung	95.39	m ²	Rp 42,826.41	Rp 4,085,382.56
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.68	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,835,409.06
TOTAL					Rp 228,036,926.11
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu drop intake	78.5	kg	Rp 28,229.40	Rp 4,432,016.21
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
TOTAL					Rp 17,096,502.53
TOTAL					Rp 352,211,014.12

P.5 RAB Bendung Kombinasi Mercuri Ogee, Intake Samping, USBR IV

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
TOTAL					Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	931.59	m ³	Rp 60,951.00	Rp 56,781,220.19
2	Urugan tanah pada bendung	310.53	m ³	Rp 121,115.50	Rp 37,609,915.47
TOTAL					Rp 94,391,135.66
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	689.31	m ³	Rp 706,137.30	Rp 486,745,913.45
2	Plesteran bendung	205.61	m ²	Rp 42,826.41	Rp 8,805,452.51
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.68	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,835,409.06
TOTAL					Rp 502,386,775.03
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu drop intake	78.5	kg	Rp 28,229.40	Rp 4,432,016.21
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
TOTAL					Rp 17,096,502.53
TOTAL					Rp 690,309,136.85

P.6 RAB Bendung Kombinasi Mercuri Ogee, Drop Intake, Bak Tenggelam

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
TOTAL					Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	391.71	m ³	Rp 60,951.00	Rp 23,874,872.41
2	Urugan tanah pada bendung	130.57	m ³	Rp 121,115.50	Rp 15,813,889.35
TOTAL					Rp 39,688,761.75
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	382.64	m ³	Rp 706,137.30	Rp 270,193,947.36
2	Plesteran bendung	84.63	m ²	Rp 42,826.41	Rp 3,624,399.08
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.68	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,835,409.06
TOTAL					Rp 280,653,755.50
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu drop intake	78.5	kg	Rp 28,229.40	Rp 4,432,016.21
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
TOTAL					Rp 17,096,502.53
TOTAL					Rp 413,873,743.42

P.7 RAB Bendung Kombinasi Mercu Ogee, Drop Intake, USBR IV

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :				
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
		TOTAL			Rp 76,434,723.64
II.	PEK.TANAH & URUGAN				
1	Galian tanah keras pada bendung	931.59	m ³	Rp 60,951.00	Rp 56,781,220.19
2	Urugan tanah pada bendung	310.53	m ³	Rp 121,115.50	Rp 37,609,915.47
		TOTAL			Rp 94,391,135.66
III.	PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS				
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	676.17	m ³	Rp 706,137.30	Rp 477,466,803.28
2	Plesteran bendung	84.63	m ²	Rp 42,826.41	Rp 3,624,399.08
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.68	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,835,409.06
		TOTAL			Rp 487,926,611.42
IV.	PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS				
1	Pintu drop intake	78.5	kg	Rp 28,229.40	Rp 4,432,016.21
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
		TOTAL			Rp 17,096,502.53
		TOTAL			Rp 675,848,973.25

**LAMPIRAN Q. PERENCANAAN BENDUNG KOMBINASI MERCU
BULAT, INTAKE SAMPING, PEREDAM ENERGI BAK
TENGCELAM DENGAN PONDASI SUMURAN**

Q.1 Perhitungan Tahanan Ultimit Pondasi terhadap Beban Lateral

$$Hu = 9C_u d \left(L - \frac{3d}{2} \right)$$

Keterangan:

Hu : Tahanan ultimit pondasi

C_u : Kohesi

d : diameter pondasi = 0.4 meter

L : kedalaman pondasi = 2 meter

Berdasarkan buku Bara Mekanika Tanah Jilid 1 nilai kohesi secara empiris dapat ditentukan dari data sondir (qc) yaitu sebagai berikut :

$$\text{Kohesi } (C_u) = \frac{qc}{20} = \frac{35.52}{20} = 1.776$$

Q.2 Perhitungan Kontrol terhadap Geser Bendung

No	Faktor Gaya	Gaya (ton)		Momen (tm)	
		V	H	Tahan	Guling
1	Berat Kontruksi	-44.81		-205.68	
2	Gaya Gempa		6.25		13.60
3	Gaya Hidrostatik	-0.13	3.64	-1.01	14.24
4	Gaya Angkat (Uplift)	23.97	2.60	101.60	4.11
5	Gaya akibat Tekana Lumpur	-0.21	1.10	-1.67	9.44
	Σ	-21.17	13.59	-106.76	41.38

Kontrol terhadap geser pada bendung :

$$SF = f \frac{\sum RV}{\sum RH} > 1.5$$

$$= 0.75 \frac{21.17}{13.59} = 1.17 < 1.5$$

Faktor aman terhadap geser sebesar 1.5, Jadi selisih faktor aman = 1.5 – 1.17 = 0.33

Q.3 Perhitungan Kontrol terhadap Geser Pondasi dan Jumlah Pondasi

Kontrol terhadap geser pondasi = $0.75 \frac{21.17}{13.59} = 0.15$

Jumlah pondasi = $0.33 / 0.15 = 2.2$

Jadi diperlukan 3 pondasi sumuran sepanjang lebar bendung

Q.4 RAB Bendung Kombinasi Mercu Bulat, Intake Samping, Bak Tenggelam dengan Pondasi Sumuran

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I. PEKERJAAN PERSIAPAN & PENGUKURAN :					
1	Pekerjaan pembersihan	510	m ²	Rp 8,437.00	Rp 4,302,870.00
2	Pekerjaan Pas.Bowplank & Pengukuran	98	m'	Rp 115,806.68	Rp 11,349,054.64
3	Gudang Darurat & Kantor (alat kantor)	30	m ²	Rp2,026,093.30	Rp 60,782,799.00
		TOTAL			Rp 76,434,723.64
II. PEK.TANAH & URUGAN					
1	Galian tanah keras pada bendung	166.87	m ³	Rp 60,951.00	Rp 10,171,137.17
2	Urugan tanah pada bendung	55.62	m ³	Rp 121,115.50	Rp 6,737,009.32
		TOTAL			Rp 16,908,146.49
III. PEK.PASANGAN BENDUNG DAN PILAR PEMBILAS					
1	Pasangan batu kali bendung 1:4	189.24	m ³	Rp 706,137.30	Rp 133,631,887.07
2	Plesteran bendung	87.83	m ²	Rp 42,826.41	Rp 3,761,357.94
3	Pasangan batu kali pilar 1:4	9.72	m ³	Rp 706,137.30	Rp 6,863,654.56
4	3 Pondasi sumuran	0.96	m132	Rp 666,000.00	Rp 639,360.00
		TOTAL			Rp 144,896,259.56
IV. PEKERJAAN PINTU INTAKE DAN PEMBILAS					
1	Pintu side intake	181.3	kg	Rp 28,229.40	Rp 10,237,957.44
2	Pintu pembilas	448.6	kg	Rp 28,229.40	Rp 12,664,486.32
		TOTAL			Rp 22,902,443.76
		TOTAL			Rp 261,141,573.46

DAFTAR PUSTAKA

- Baharudin Achmad Djauhari, 2012. Perencanaan Bendung Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro Di Kali Jompo. Tugas Akhir : Universitas Jember
- Braja M. 1999. *Shallow Foundations : Bearing Capacity and Settlement*. CRC Press : London
- Departemen Pekerjaan Umum (2003), *Tata Cara Desain Hidraulik Bangunan Pengambil Pada Bangunan Tyrol (Pd T-01-2003)*. Pedoman, Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah (2004), *Analisis Stabilitas Bendungan Tipe Urugan Akibat Beban Gempa (Pd T-14-2004-A)*, Pedoman, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 02*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 03*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan 04*. Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- M. Braja Das, Noor Endah, Indrasurya B Moctar. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Erlangga : Jakarta

Mawardi E., dan Moch. Memed., 2002. *Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*. Alfabeta. Bandung.

Muni Budhu. *Soil Mechanics and Foundations 3rd edition*. University of Arizona

Soemarto, CD. 1986. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional : Surabaya, Indonesia

Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid 1*. Penerbit Nova : Bandung.

