



**EVALUASI DIMENSI PIPA INTAKE DAN BANGUNAN PELIMPAH
(*SPILLWAY*) PADA EMBUNG SIDODADI, GLENMORE -
BANYUWANGI**

SKRIPSI

Oleh:

**ALVIN RAHMADIAR ALAM
NIM 121910301117**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**EVALUASI DIMENSI PIPA INTAKE DAN BANGUNAN PELIMPAH
(SPILLWAY) PADA EMBUNG SIDODADI, GLENMORE -
BANYUWANGI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**ALVIN RAHMADIAR ALAM
NIM 121910301117**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Dalam proses penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan dorongan, dukungan, masukan penting baik secara lisan maupun tertulis dan bantuan lainnya dalam berbagai bentuk. Oleh karena itu, saya ucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya, kepada :

1. Kedua Orangtuaku, Bapak Achmad Rosyidi dan Ibu Siti Aisyah yang telah memberikan doanya, dukungan moril dan materil dalam menyelesaikan perkuliahan saya;
2. DR. Ir. Entin Hidayah, M.UM., Sri Wahyuni, S.T.,M.T.,Ph.D, Wiwik Yunarni W, S.T., M.T., dan Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., atas semua bimbingan, arahan, dan motivasi, serta curahan waktu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
3. Bapak Ir. Sutrisno selaku manajer PTPN XII wilayah II - Banyuwangi yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di kebun Kalirejo, Glenmore, Banyuwangi;
4. Bapak Eri Warman selaku Manajer dan Bapak Dugel selaku Wakil Manajer pada proyek Embung Sidodadi yang telah memberikan semua fasilitas dan kesempatan untuk melakukan penelitian pada proyek Embung Sidodadi di kebun Kalirejo, Glenmore, Banyuwangi;
5. Abdul Kholiq Abrori, Alifa Nur Muharramah, Dwi Riki, Lailatul Eviyah, Miftah Luthfi, Rizky Aidzin Fitri, Deni Novita, sebagai teman seperjuangan skripsi pada proyek Embung Sidodadi di Glenmore, Banyuwangi;
6. Mas Ridwan, Mas Muklis, Mas Anas, Mas Hasan selaku teknisi Jurusan Teknik Sipil dan Yusky Ali, Bobby Teguh, Bramantyo Wira, serta teman teman Teknik Pertanian angkatan 2012 UNEJ yang telah banyak membantu, serta bekerja sama dalam mengumpulkan data lapangan di Kalirejo.
7. Ahmad Zaki Romadhoni, Bhisma Yuga Sulaiman, Della Dwi, Firdaus Bagus Bayu Kresna, Hendra Kharisma, Harry Cahyo, Miftah Luthfi, Rizky Aidzin, dan

Rhesa Muzakki, serta semua sahabat – sahabat yang selalu memberikan dukungan dan support;

8. Firdausia Irawanda Rachmi yang selalu menemani, memberikan masukan, dukungan, doa serta motivasi dalam pengerjaan skripsi ini;
9. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbingku dengan sabar;
10. Semua teman seperjuangan angkatan 2012, yang saling menyemangati dan saling bantu agar semua dapat dengan sukses menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Strata satu Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Terimakasih atas persahabatan dan persaudaraan yang tak akan pernah terlupakan;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang dengan tulus memberikan berbagai bantuan baik moril maupun materiil disertai doa, untuk keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras untuk (urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap. (terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-8)

Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Ku perkenankan bagimu.
(terjemahan Surat *Al-Mukmin* ayat 60)

The only way to do great work, is to love what you do
(Steve Jobs)

*) Fuadi, A. 2009. *Negeri 5 Menara*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

***) Kerajaan Arab Saudi. 2001. *Al Qur'an dan Terjemahnya*. Madinah: Mujama' Al Malik Fadh Li Thiba'at Al Mush-haf Asy-Syarif.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Alvin Rahmadiar Alam

NIM : 121910301117

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul ” Evaluasi Dimensi Pipa Intake dan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) pada Embung Sidodadi, 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, 22 Juni 2016

yang menyatakan,

Alvin Rahmadiar Alam
NIM 121910301117

SKRIPSI

**EVALUASI DIMENSI PIPA INTAKE DAN BANGUNAN PELIMPAH
(*SPILLWAY*) PADA EMBUNG SIDODADI, GLENMORE -
BANYUWANGI**

Oleh

Alvin Rahmadiar Alam
NIM 121910301117

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah M.U.M
Dosen Pembimbing Anggota : Sri Wahyuni., S.T.,M.T.,Ph.D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Evaluasi Dimensi Pipa Intake dan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) pada Embung Sidodadi, Glenmore - Banyuwangi” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 22 Juni 2016

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

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

Sri Wahyuni, S.T., M.T.,Ph.D.
NIP. 19711209 199803 2 001

Penguji I,

Penguji II,

Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T.
NIP. 19700613 199802 2 001

Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.
NIP. 19720528 199802 2 001

Mengesahkan
Dekan,

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

RINGKASAN

Evaluasi Dimesi Pipa Intake dan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) pada Embung Sidodadi, Glenmore, Banyuwangi ; Alvin Rahmadiar Alam, 121910301117; 2016; 60 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Universitas Jember.

Embung Sidodadi merupakan bangunan penampungan air yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi kebun tebu seluas 240 ha di wilayah Kalirejo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kinerja bangunan pelimpah (*spillway*) dan dimensi pipa intake dengan bangunan air pelengkap lainnya yang pada kondisi eksisting masih belum direncanakan secara teknis. Bangunan pelimpah juga dikontrol terhadap stabilitas terhadap guling, geser dan daya dukung tanah.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk penelitian ini adalah survei data topografi, data dimensi bangunan pelimpah yang ada di lapangan, luas kebun tebu yang akan diairi, dan debit yang masuk ke dalam embung. Bangunan pelimpah yang sudah ada dikaji berdasarkan peraturan-peraturan yang ada. Apabila pada perhitungan bangunan pelimpah kondisi eksisting terdapat kontrol yang belum aman maka dilakukan perencanaan ulang dan menghitung hingga mendapatkan hasil yang optimal.

Perhitungan kinerja pipa intake saluran tertutup dibutuhkan debit air yang akan mengairi kebun tebu, kemudian mengevaluasi diameter pipa mampu mengalirkan debit yang diperlukan. Perhitungan limpahan air yang akan melewati bangunan pelimpah dibutuhkan debit andalan yang masuk pada embung. Setelah itu dilakukan analisis stabilitas bangunan pelimpah dengan cara menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada bendung. Kemudian melakukan kontrol terhadap stabilitas pelimpah dengan syarat keamanan terhadap bahaya guling, geser, dan daya dukung tanah.

Hasil perhitungan didapat ukuran diameter pipa intake saluran tertutup yang awalnya 0,25 m tidak mampu mengalirkan debit yang dibutuhkan oleh kebun tebu. Hasil perhitungan didapat ukuran diameter pipa yang mampu mengalirkan debit kebutuhan air tanaman tebu sebesar 0,65 m. Bangunan pelimpah (*spillway*) dengan ukuran di lapangan setinggi 30 cm, mampu melimpahkan air yang masuk pada embung. Perhitungan stabilitas pelimpah dengan kondisi saat ini didapat, kontrol terhadap geser tidak aman dan dilakukan desain ulang bangunan pelimpah dengan menambah dimensi saluran peluncur sehingga aman terhadap stabilitasnya.



SUMMARY

Evaluation of Intake Pipe Dimensions and Spillway at the Sidodadi's Reservoir in Glenmore, Banyuwangi ; Alvin Rahmadiar Alam, 121910301117; 2016; 60 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

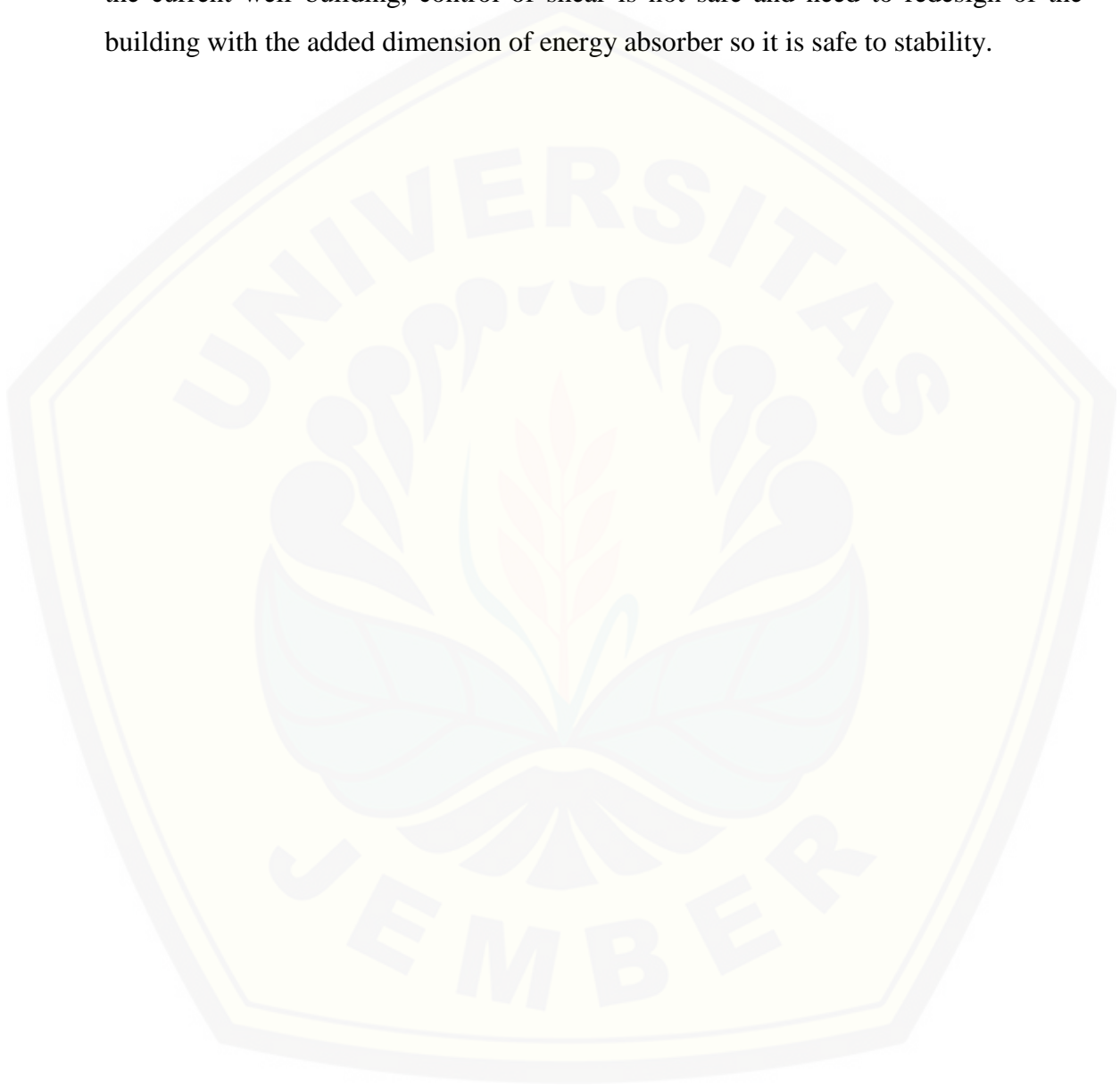
Sidodadi's reservoir is built to storage water used for water irrigation, sugar cane plantation area of 240 ha in the region Kalirejo, Glenmore subdistrict, Banyuwangi. The purpose of this study was to determine the performance of spillway and building sluice with other complementary water that the existing condition is still not planned technically. The building is also controlled weir on stability against rolling, sliding and carrying capacity of the land.

Measures undertaken for this study is a survey of topographic data, the data dimension of building a weir in the grounds, area of sugar plantations will be irrigated, and discharge flow into the reservoir. The existing buildings assessed on the basis of existing regulations. If the calculation of dam building existing conditions there are controls that do not safe, so the building need to re-design in order to obtain optimal results.

The calculation of the closed channel pipe that will irrigate sugar cane, then evaluates of pipe diameter able to drain sugar cane discharge water. The calculation of overflow water that will pass through spillway require discharge mainstay entering the Sidodadi's reservoir. And then, the spillway stability analysis was performed by analyzing the forces acting on the weir. Then control the stability of the weir with the safe requirements of the dangers of rolling, sliding, and the carrying capacity of the land.

The calculation result obtained diameter of floodgate close channel pipe which initially 0.25 m not able to drain discharge required by sugar cane plantation. The calculation result obtained diameter discharge pipe is able to drain water

requirements of sugarcane crop of 0.65 m. The spillway with the size as high as 30 cm, capable to drain overflow water of the reservoir. Weir stability calculations with the current weir building, control of shear is not safe and need to redesign of the building with the added dimension of energy absorber so it is safe to stability.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT., karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Evaluasi Dimensi Pipa Intake dan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) pada Embung Sidodadi, Glenmore – Banyuwangi”. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat bahwa telah menyelesaikan pendidikan strata satu (S1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Terselesainya penelitian dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Wiwik Yunarni Widiarti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
5. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota;
6. Januar Fery Irawan, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Kedua orang tua-ku yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama penyusunan skripsi ini;
8. 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, 27 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Embung	4
2.2 Hidraulik Saluran Pipa	4
2.2.1 Perhitungan Debit	4
2.2.2 Belokan Pada Pipa	6
2.3 Perhitungan Hidraulik Bendung	6
2.3.1 Tinggi Muka Air di Atas Pelimpah.....	7

2.3.2	Kolam Olak.....	8
2.3.3	Panjang Rembesan.....	16
2.4	Analisis Gaya yang Bekerja pada tubuh Bendung	17
2.4.1	Analisis Gaya yang Bekerja pada Bendung	17
2.4.2	Analisis Stabilitas Bendung.....	20
BAB 3.	METODE PENELITIAN	
3.1	Lokasi Penelitian	24
3.2	Sistematika Penelitian	25
3.2.1	Pengumpulan Data.....	25
3.2.2	Data Hidrologi	25
3.2.3	Data kebun	25
3.2.4	Data Klimatologi	25
3.2.5	Data Topografi.....	25
3.2.6	Data Tanah.....	26
3.2.7	Evaluasi Pintu Air.....	26
3.2.8	Evaluasi Bangunan Pelimpah	26
3.2.9	Stabilitas Bendung.....	26
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Umum	29
4.2	Data Teknis Embung Sidodadi	29
4.3	Kebutuhan Air Tanaman Tebu dan Evaluasi Pintu Air pada Embung.....	30
4.4	Evaluasi Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)	33
4.5	Kolam Olak.....	35
4.5.1	Penentuan Tipe Kolam Olak.....	35
4.5.2	Dimensi Kolam Olak.....	36
4.5.3	Panjang Rembesan.....	37

4.6 Analisis Stabilitas Pelimpah	39
4.6.1 Akibat Berat Sendiri.....	39
4.6.2 Gaya Gempa.....	40
4.6.3 Gaya Hidrostatik.....	42
4.6.4 Gaya Angkat (<i>Uplift Pressure</i>)	43
4.6.5 Gaya Tekanan Lumpur.....	46
4.6.6 Analisis Stabilitas.....	49
4.7 Re-desain Mercu Pelimpah	52
4.7.1 Analisis Stabilitas setelah Re-desain.....	56
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>	5
2.2 Koefisien Kehilangan Tenaga pada pipa Berdasarkan Sudut	6
2.3 Harga-harga Minimum Angka Rembesan <i>Lane</i>	17
4.1 Mencari Diameter Pipa di Intake	31
4.2 Mencari Diameter Pipa I	32
4.3 Mencari Diameter Pipa II	33
4.4 Perhitungan Panjang Rembesan	38
4.5 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri	40
4.6 Perhitungan Gaya Akibat Gempa	42
4.7 Perhitungan Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik	43
4.8 Perhitungan <i>Uplift</i>	43
4.9 Perhitungan Gaya Angkat	44
4.10 Rekapitulasi Gaya dan Momen	50
4.11 Perhitungan Gaya Akibat Berat Sendiri Setelah Re-desain	53
4.12 Perhitungan Gaya Akibat Gempa Setelah Re-desain	54
4.13 Rekapitulasi Gaya dan Momen Setelah Re-desain	56

DAFTAR GAMBAR

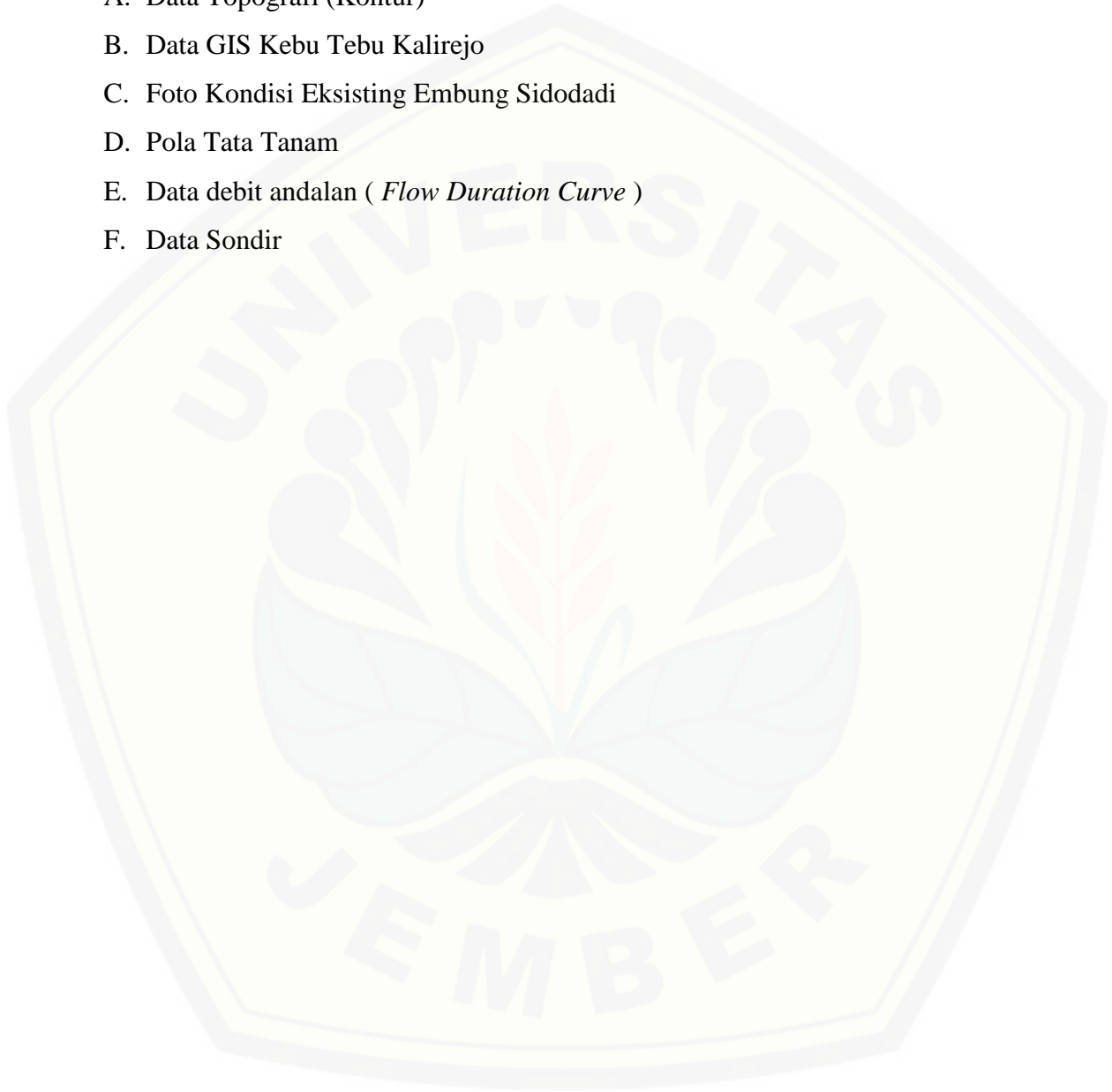
	Halaman
2.1 Harga-harga Koefisien C_0	7
2.2 Koefisien C_1 sebagai Perbandingan p/H	7
2.3 Harga Koefisien C_2 untuk Bendung Tipe Mercuri Ogee	8
2.4 Kolam Olak USBR Tipe I	10
2.5 Kolam Olak USBR Tipe II	10
2.6 Kolam Olak USBR Tipe III	10
2.7 Kolam Olak USBR Tipe IV	11
2.8 Kolam Olak Tipe <i>Vlugter</i>	12
2.9 Jari-jari Minimum Bak Tenggelam	13
2.10 Batas Minimum Tinggi Air Hilir	14
2.11 Grafik Dimensi Peredam Energi Tipe MDO	15
2.12 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Bendung	17
3.1 Peta Daerah Penelitian	23
3.2 Diagram Alir Penelitian	27
4.1 Lahan Yang Diairi Embung Sidodadi	29
4.2 Harga Koefisien C_0 fungsi H_1/r	32
4.3 Potongan Memanjang Embung Sidodadi Kondisi Eksisting	36
4.4 Titik Rembesan pada Embung Sidodadi Kondisi Eksisting	38
4.5 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Bendung.	47
4.6 Gaya Akibat Berat Sendiri	45
4.7 Peta Zona Gempa Indonesia.....	40
4.8 Gaya Akibat Gempa	48
4.9 Gaya Akibat Tekanan Hidrostatik.	48
4.10 Gaya Akibat Tekanan ke Atas.....	49
4.11 Gaya Akibat Tekanan Lumpur	49
4.12 Potongan Embung Sidodadi Setelah Re-desain	52

4.13	Gaya Akibat Berat Sendiri Setelah Re-desain.....	54
4.14	Gaya Akibat Gempa Setelah Re-desain	55



DAFTAR LAMPIRAN

- A. Data Topografi (Kontur)
- B. Data GIS Kebu Tebu Kalirejo
- C. Foto Kondisi Eksisting Embung Sidodadi
- D. Pola Tata Tanam
- E. Data debit andalan (*Flow Duration Curve*)
- F. Data Sondir



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Embung Sidodadi terletak di kebun Kalirejo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi. Embung Sidodadi dibangun guna menyimpan air pada musim penghujan dan memanfaatkan air pada musim kemarau. Air sangat dibutuhkan untuk mengairi kebun tebu yang ada di wilayah Glenmore dengan luas 240 ha. Embung Sidodadi dilengkapi pintu air yang menggunakan saluran tertutup (pipa) dan bangunan pelimpah (*spillway*) sebagai pelimpah air saat kondisi air banjir.

Bangunan Embung Sidodadi dibangun dengan metode konvensional tanpa adanya perencanaan dan perhitungan secara teknis, sehingga fungsi embung tidak sesuai dengan yang diharapkan. Bangunan pelimpah pada kondisi eksisting tidak memperhitungkan debit yang masuk ke dalam embung. Sedangkan, dimensi pipa intake saluran tertutup yang ada di Embung Sidodadi belum direncanakan terhadap debit kebutuhan air tanaman tebu.

Embung Sidodadi berfungsi untuk menampung air guna memenuhi kebutuhan irigasi serta aman terhadap debit rencana yang masuk pada embung. Oleh sebab itu, kajian terhadap dimensi pipa intake dan *spillway* pada kondisi eksisting dapat berjalan secara optimal, dan mampu menahan stabilitas terhadap geser, guling dan daya dukung tanah serta desain pipa intake yang dapat mengalirkan debit kebutuhan air tanaman tebu.

Menurut Asmoro (2007), evaluasi yang dilakukan pada pintu air Waduk Wadaslintang dapat mengalirkan kebutuhan air irigasi berdasarkan debit *inflow* yang ada. Bangunan pelimpah dikaji berdasarkan debit andalan yang masuk pada embung. Debit andalan digunakan untuk menghitung tinggi muka air yang akan melewati bangunan pelimpah. Menurut Sriyono (2012), bangunan pelimpah pada Embung Sidomukti dikatakan aman apabila mampu mengalirkan debit maksimum yang masuk pada Embung Sidomukti. Berdasarkan kajian sebelumnya diharapkan pintu air dan bangunan pelimpah pada Embung Sidodadi berjalan secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja pipa intake saluran tertutup agar dapat dilewati debit kebutuhan air tanaman tebu?
2. Bagaimana kinerja bangunan pelimpah (*spillway*) dapat melimpahkan air dengan debit andalan yang masuk ke dalam embung?
3. Bagaimana stabilitas bangunan pelimpah yang aman ditinjau dari guling, geser, dan daya dukung tanah?

1.3 Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kinerja pipa intake saluran tertutup agar dapat dilewati debit kebutuhan air tanaman tebu.
2. Untuk mengetahui kinerja bangunan pelimpah (*spillway*) dapat melimpahkan air dengan debit andalan yang masuk ke dalam embung.
3. Dapat mengetahui stabilitas bangunan pelimpah yang aman ditinjau dari guling, geser, dan daya dukung tanah.

1.4 Manfaat

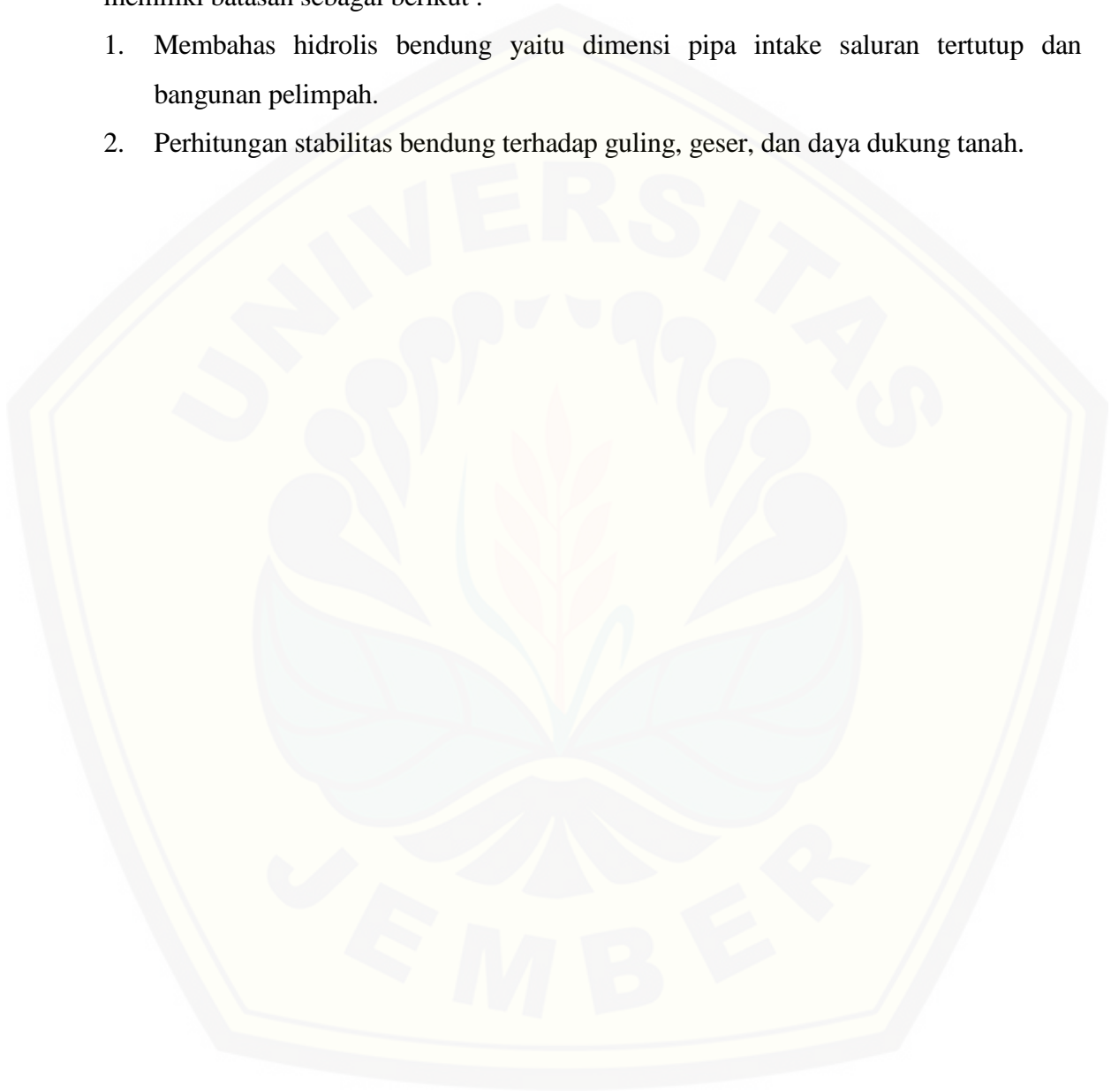
Dengan adanya penelitian ini diharapkan :

1. Mengetahui kinerja pipa intake dan bangunan pelimpah pada kondisi eksisting.
2. Sebagai bahan acuan pembelajaran bangunan pintu air saluran tertutup berbentuk pipa dan bangunan pelimpah dengan mercu ogee.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam perencanaan bendungan yang sudah ada dan diharapkan dapat dipakai sebagai acuan perencanaan.

1.5 Batasan Masalah

Dalam studi kajian pintu air dan bangunan pelimpah pada Embung Sidodadi, memiliki batasan sebagai berikut :

1. Membahas hidrolis bendung yaitu dimensi pipa intake saluran tertutup dan bangunan pelimpah.
2. Perhitungan stabilitas bendung terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Embung

Waduk atau embung adalah perairan menggenang atau badan air yang memiliki ceruk, saluran masuk (*inlet*), saluran pengeluaran (*outlet*) dan berhubungan langsung dengan sungai utama yang mengairinya. Waduk umumnya memiliki kedalaman 16 sampai 23 kaki (5-7 m) (Shaw et al., 2004). Menurut Perdana (2006), waduk atau embung merupakan badan air tergenang yang dibuat dengan cara membendung sungai. Berdasarkan fungsinya, waduk atau embung dibedakan tiga tipe waduk, yaitu waduk irigasi, waduk lapangan dan waduk serbaguna.

2.2 Hidraulik Saluran Pipa

Penelitian ini mengkaji kinerja dimensi pipa intake Embung Sidodadi pada kondisi eksisting mampu mengalirkan debit air kebutuhan kebun tebu yang ada pada Kalirejo, Glenmore seluas 240 ha.

2.2.1 Perhitungan Debit

Diameter pipa intake saluran tertutup yang akan mengairi kebun tebu dengan debit kebutuhan air. Menurut Triatmodjo (2003), perhitungan debit menggunakan Persamaan 2.1

$$Q = V \cdot A \quad (2.1)$$

Menurut Chow (1997), nilai kecepatan aliran (v) didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.2 untuk saluran terbuka, juga berlaku untuk saluran di pipa yang terdapat pada Persamaan 2.2

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.2)$$

Nilai jari-jari hidrolis (R) didapatkan dengan menggunakan Persamaan 2.3

$$R = \frac{\pi D^2 / 4}{\pi D} \quad (2.3)$$

Pintu air saluran tertutup pada Embung Sidodadi berbentuk pipa. Luas penampang basah lingkaran (A) dapat dihitung dengan Persamaan 2.4.

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2 \quad (2.4)$$

Maka debit dapat dihitung dengan Persamaan 2.5.

$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot \frac{1}{n} \left[\frac{D}{4} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

keterangan :

Q = debit (m³/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang basah

R = jari-jari hidrolis (m)

n = koefisien kekasaran manning

D = diameter lingkaran (m)

Koefisien kekasaran manning didapatkan dengan melihat tipe pipa yang digunakan pada saluran yang terdapat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Koefisien Kekasaran Manning (Triatmodjo,2003)

Tipe pipa	Koefisien Manning <i>n</i>	
	Minimal	Maksimal
Kaca, kuningan atau tembaga	0,009	0,013
Permukaan semen halus	0,010	0,013
Kayu	0,010	0,013
Besi tuang	0,011	0,015
Beton precast	0,011	0,015
Permukaan mortar semen	0,011	0,015
Pipa tanah dibakar	0,011	0,017
Besi	0,012	0,017
Batu dengan mortar semen	0,012	0,017

Tabel 2.1 Lanjutan

Tipe pipa	Koefisien Manning n	
	Minimal	Maksimal
Baja dikeling	0,017	0,020
Permukaan batu dengan semen	0,020	0,024

Sumber: *Hidraulika II, Triatmodjo, 2003*

2.2.2 Belokan Pada Pipa

Menurut Triatmodjo (2003), kehilangan tenaga yang terjadi pada belokan tergantung pada sudut belokan pipa. Rumus kehilangan tenaga pada belokan serupa dengan rumus penampang pada Persamaan 2.6

$$H_b = K_b \frac{V^2}{2g} \quad (2.6)$$

keterangan :

H_b = kehilangan tenaga pada belokan pipa (m)

K_b = koefisien kehilangan tenaga belokan pipa

V = kecepatan fluida dalam pipa (m/s)

Nilai koefisien kehilangan tenaga pada belokan pipa berdasarkan sudut belokan yang terdapat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Koefisien Kehilangan Tenaga pada Pipa Berdasarkan Sudut (Triatmodjo, 2003)

α	20°	40°	60°	80°	90°
K_b	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

Sumber: *Hidraulika II, Triatmodjo, 2003*

2.3 Perhitungan Hidraulik Bendung

Penelitian ini mengkaji bangunan pelimpah pada kondisi eksisting terhadap debit yang akan masuk ke dalam embung.

2.3.1 Tinggi Muka Air di Atas Bangunan Pelimpah

Bangunan pelimpah dapat melimpahkan air yang melebihi kapasitas embung dengan aman. Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), tinggi energi di atas mercu dapat dihitung dengan persamaan tinggi energi – debit, untuk ambang bulat dan pengontrol segi empat dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.7.

$$Q = Cd * \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{2}{3}} g * B_e * H_1^{1,5} \quad (2.7)$$

Keterangan :

- Q = debit aliran (m^3/s)
 Cd = koefisien debit ($Cd = C_0C_1C_2$)
 B = lebar efektif ambang (m)
 h = tinggi energi di atas ambang (m)
 g = percepatan grafitasi (m/s)

Koefisien debit (Cd) adalah hasil dari :

- C_0 merupakan fungsi H_1/r (Gambar 2.1)
- C_1 merupakan fungsi p/H_1 (Gambar 2.2)
- C_2 merupakan fungsi p/H_1 dan kemiringan muka hulu bendung (Gambar 2.3)

Nilai tinggi muka air di atas mercu (H_d) dihitung menggunakan Persamaan 2.8

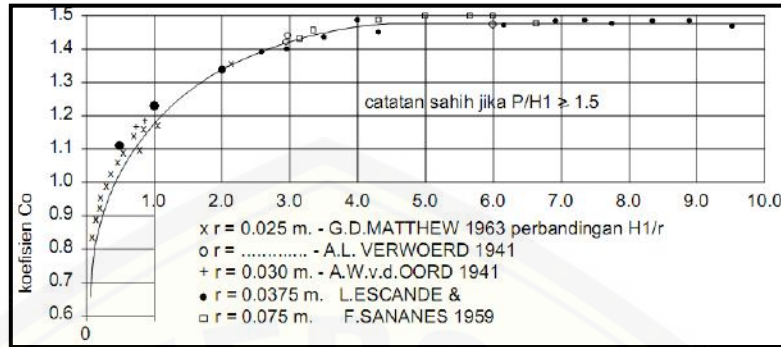
$$H_d = H_1 - k \quad (2.8)$$

Nilai k dihitung menggunakan Persamaan 2.9

$$k = \frac{v^2}{2g} \quad (2.9)$$

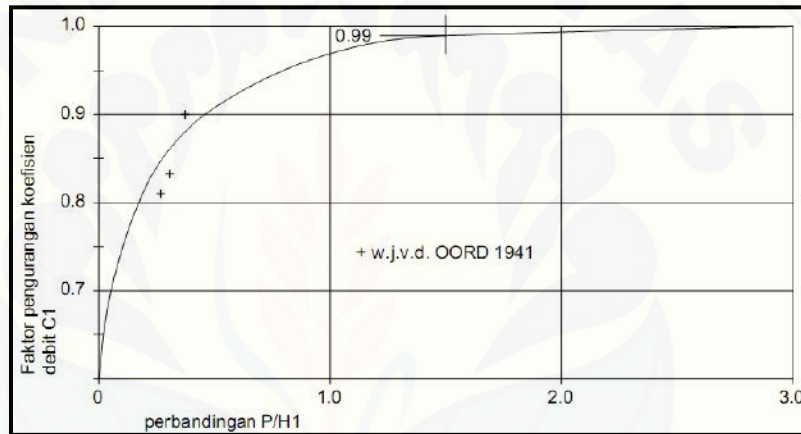
Nilai v dihitung menggunakan Persamaan 2.10

$$v = \frac{Q}{B_e * H_1} \quad (2.10)$$



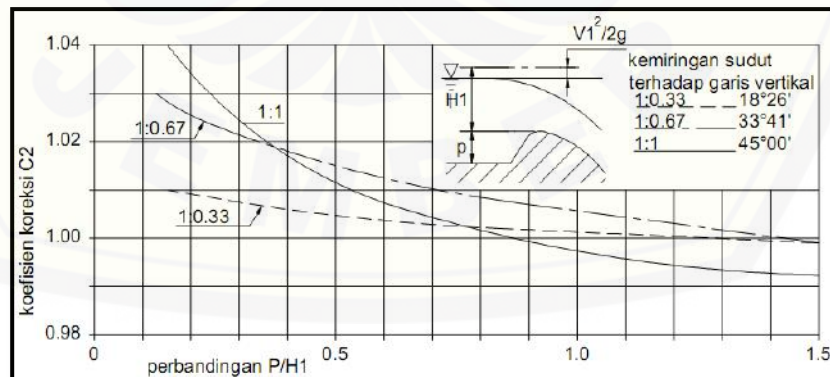
Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010

Gambar 2.1 Harga-harga koefisien C_0



Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010

Gambar 2.2 Koefisien C_1 sebagai perbandingan p/H_1



Sumber : Standart Perencanaan Irigasi KP-02,2010

Gambar 2.3 Harga Koefisien C_2 untuk bendung tipe Mercuri Ogee dengan muka hulu melengkung

2.3.2 Kolam Olak

Berdasarkan Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), tipe kolam olak yang direncanakan disebelah hilir bangunan tergantung pada energi masuk, yang dinyatakan dengan bilangan *Froude*, dan pada bahan konstruksi kolam olak. Nilai *Froude* (*Fr*) yang akan digunakan untuk merencanakan tipe kolam olak dapat dilihat pada Persamaan 2.11.

$$Fr = \frac{v_1}{\sqrt{g \cdot y_1}} \quad (2.11)$$

Nilai v_1 dihitung melalui Persamaan 2.12, sedangkan nilai y_1 dihitung melalui Persamaan 2.14

$$v_1 = \sqrt{2 * g(0,5H_1 + z)} \quad (2.12)$$

Nilai tinggi jatuh (z) dihitung menggunakan Persamaan 2.13

$$Z = \text{kontur hulu} - \text{kontur hilir} \quad (2.13)$$

$$y_1 = \frac{q}{v_1} \quad (2.14)$$

Kedalaman air dapat dihitung setelah nilai *Froude* didapat dengan persamaan 2.15

$$y_2 = \frac{y_1}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + 8Fr_1^2} \right] \quad (2.15)$$

Panjang kolam olak (L) dihitung menggunakan persamaan 2.16

$$L = 2 \cdot Y_2 (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1) \quad (2.16)$$

keterangan :

- Fr = bilangan *Froude*
- v_1 = kecepatan awal loncatan (m/dt)
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/dtk²)
- y_1 = kedalaman air di awal loncatan air (m)
- y_2 = kedalaman air di atas ambang ujung (m)

Berdasarkan Standart Perencanaan KP-02 (2010), bilangan *Froude* dapat dikelompokkan dalam perencanaan kolam olak sebagai berikut :

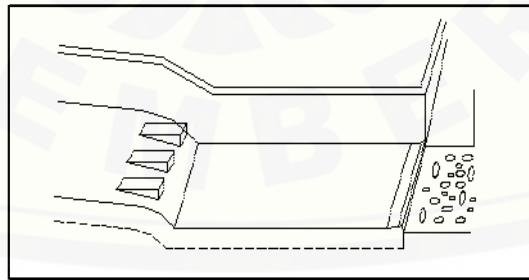
1. Untuk $Fr \leq 1,7$ tidak diperlukan kolam olak pada saluran tanah, bagian hilir harus dilindungi dari bahaya erosi dan saluran pasangan batu atau beton tidak memerlukan perlindungan khusus.
2. Jika $2,5 \leq Fr \leq 4,5$ maka akan timbul situasi paling sulit dalam memilih kolam olak yang tepat. Loncatan air tidak terbentuk dengan baik dan menimbulkan gelombang sampai jarak yang jauh di saluran. Cara mengatasinya adalah mengusahakan kolam olak dengan bilangan *Froude* ini mampu menimbulkan olakan (turbulensi) yang tinggi dengan blok halang atau menambah intensitas pusaran dengan pemasangan blok depan kolam.
3. Jika $Fr \geq 4,5$, merupakan kolam yang paling ekonomis karena kolam ini pendek. Dengan loncat air yang sama, tangga di bagian ujung akan jauh lebih panjang dan mungkin harus digunakan dengan pasangan batu.

Menurut Dirjen Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum (2010) beberapa jenis kolam olak adalah sebagai berikut :

1. Kolam Olak Tipe USBR

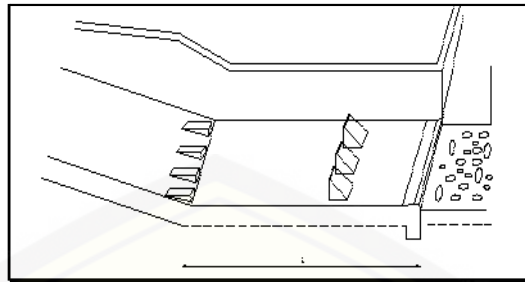
Berdasarkan Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010) bilangan *Froude* kolam olak tipe USBR dikelompokkan sebagai berikut :

- a) Kolam olak USBR tipe I dapat dilihat pada Gambar 2.4, kolam yang terbentuk oleh loncatan hidraulik yang terjadi pada lantai dasar. Kolam olak USBR tipe I digunakan untuk nilai *Froude* = $1,7 > Fr$



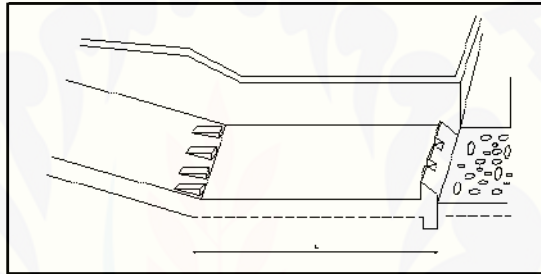
Gambar 2.4 Kolam olak USBR tipe I

- b) Kolam olak USBR tipe II dapat dilihat pada gambar 2.5, kolam olak dilengkapi dengan blok-blok di ujung hulu dan ambang bergigi di ujung hilir. Kolam olak USBR tipe I digunakan untuk nilai *Froude* = $1,7 \leq Fr \leq 2,5$



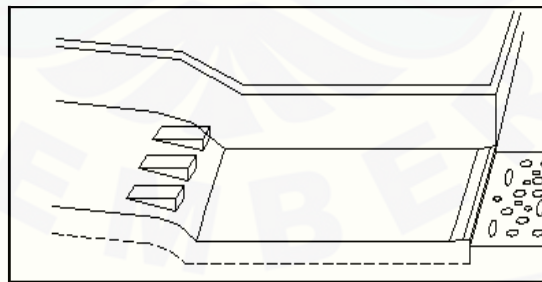
Gambar 2.5 Kolam olak USBR tipe II

- c) Kolam olak USBR tipe III dapat dilihat pada Gambar 2.6, digunakan untuk $Fr \geq 4,5$ merupakan kolam olak yang paling ekonomis, karena kolam ini pendek.



Gambar 2.6 Kolam olak USBR tipe III

- d) Kolam olak USBR tipe IV dapat dilihat pada gambar 2.7, digunakan bila $2,5 < Fr \leq 4,5$ maka loncatan air tidak terbentuk dan loncatan menimbulkan gelombang sampai jarak yang jauh di saluran.



Gambar 2.7 Kolam olak USBR tipe IV

2. Kolam Olak Tipe *Vlughter*

Berdasarkan Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), bentuk hidrolis kolam olak tipe *Vlughter* merupakan pertemuan suatu penampang lurus yang

merupakan suatu pematatan energi yang diakibatkan oleh jatuhnya langsung karena aliran air.

Menurut Vlughter bentuk dan hidrolis ruang olak dipengaruhi oleh :

1. Tinggi muka air udik di atas mercu (H)
2. Perbedaan muka air udik dan di hilir (z)

Kolam olak Vlughter dapat dilihat pada Gambar 2.8, digunakan pada tanah dasar aluvial dengan sungai yang tidak banyak membawa batu-batu besar. Dalamnya lantai ruang olakan dari puncak mercu tidak lebih dalam dari 8 meter atau perbedaan muka air di udik dan hilir tidak lebih dari 4,5 meter. Dimensi peredam energi tipe Vlugter dapat dihitung dengan Persamaan 2.17.

$$h_c = \sqrt{\frac{q^2}{g}} \quad (2.17)$$

Jika $0,5 < \frac{Z}{h_c} \leq 2,0$ maka menggunakan Persamaan 2.18

$$t = 2,4 h_c + 0,4 Z \quad (2.18)$$

Jika $2,0 < \frac{Z}{h_c} \leq 15,0$ maka menggunakan Persamaan 2.19

$$t = 3,0 h_c + 0,1 Z \quad (2.19)$$

Tinggi ambang akhir (a) dihitung menggunakan Persamaan 2.20

$$a = 0,28 h_c \sqrt{\frac{h_c}{Z}} \quad (2.20)$$

$$D = R = L = (Z + t - H1) \quad (2.21)$$

keterangan :

Q = debit banjir rencana (m^3/dt)

q = debit satuan, $q = \frac{Q}{Be}$ ($m^3/dt/m'$)

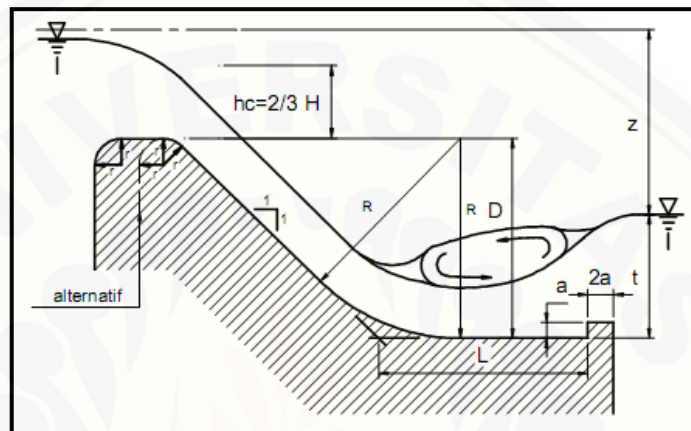
Be = lebar bendung (m)

h_c = kedalaman kritis (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

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)



Sumber : Standar Perencanaan irigasi KP-02,2010

Gambar 2.8 Kolam Olak tipe Vlugter

3. Kolam Olak Bak Tenggelam

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), kolam olak tipe bak tenggelam telah digunakan sejak lama dengan sangat berhasil pada bendung-bendung rendah dan untuk bilangan-bilangan *Froude* rendah. Parameter-parameter dasar diberikan oleh USBR sulit untuk diterapkan bagi perencanaan bendung dengan tinggi energi rendah. Dimensi peredam energi dihitung dengan menghitung kedalaman air kritis pada Persamaan 2.22 dengan nilai q dihitung pada Persamaan 2.23.

$$h_c = 3 \sqrt{\frac{q^2}{g}} \quad (2.22)$$

$$q = \frac{Q}{B_e} \quad (2.23)$$

keterangan :

Q = debit banjir rencana (m^3/dt)

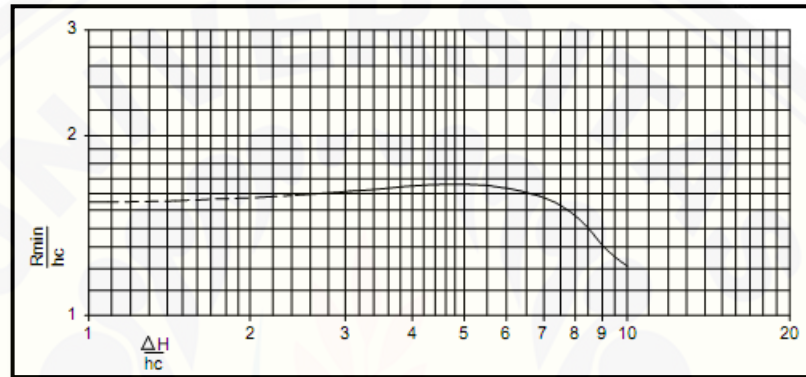
h_c = kedalaman air kritis (m)

q = debit per lebar satuan (m^3/dt)

g = percepatan gravitasi ($9,8 m/dt^2$)

Be = lebar bendung (m)

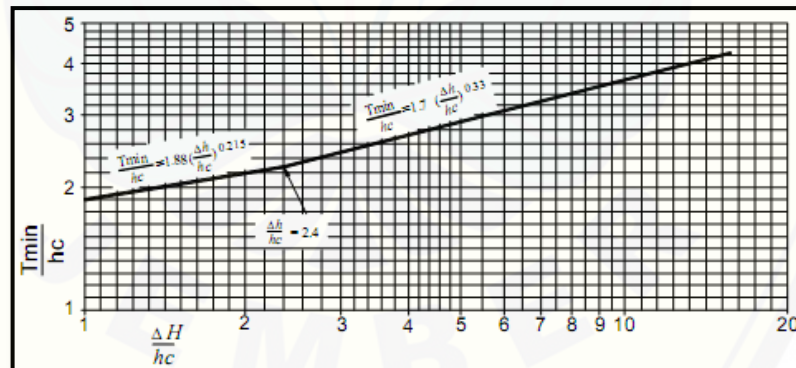
Jari-jari minimum bak yang diizinkan (R_{min}) diperoleh pada Gambar 2.9 dengan garis menerus adalah garis asli dari kriteria USBR.



Sumber: Standar Perencanaan irigasi KP-02,2010

Gambar 2.9 Jari-jari minimum bak tenggelam

Batas minimum tinggi air hilir (T_{min}) diperoleh pada Gambar 2.10



Sumber: Standar Perencanaan irigasi KP-02,2010

Gambar 2.10 Batas minimum tinggi air hilir

4. Kolam Olak MDO

Mengacu pada RSNI T-04-2002 dapat digunakan modifikasi peredam energi antara lain adalah tipe MDO dan MDS. (KP-02 hal.119)

Peredam energi tipe MDO terdiri dari lantai datar, di ujung hilir lantai dilengkapi dengan ambang hilir tipe gigi ompong dan dilengkapi rip-rap. Sedangkan peredam energi tipe MDS terdiri dari lantai datar, di ujung hilir lantai dilengkapi dengan ambang gigi ompong ditambah bantalan air dan dilengkapi rip-rap.

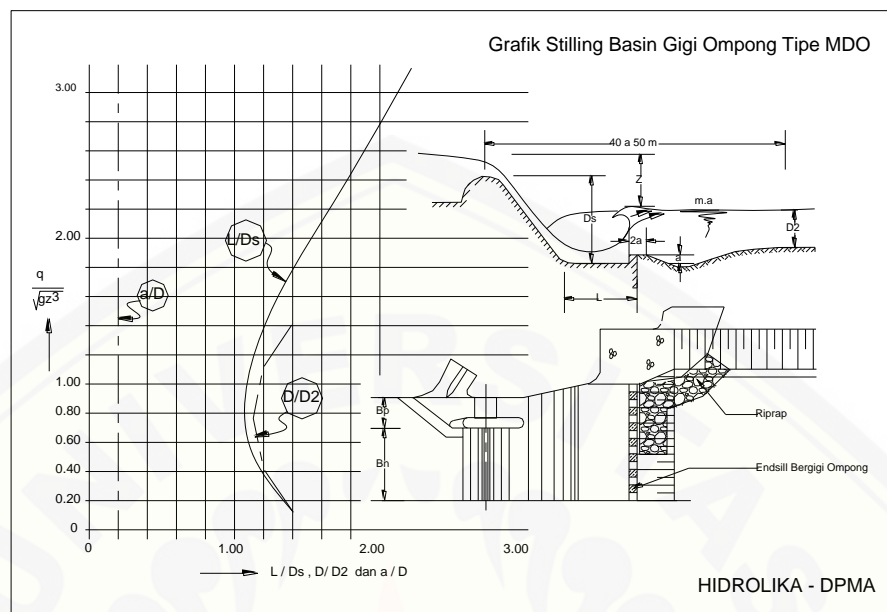
Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), parameter menggunakan kolam olak tipe ini yaitu :

- a) Tipe mercu bendung harus bentuk bulat dengan satu atau dua jari-jari
- b) Permukaan tubuh bendung bagian hilir dibuat miring dengan perbandingan kemiringan 1 : m atau lebih tegak dari kemiringan 1 : 1.
- c) Tubuh bendung dan peredam energi harus dilapisi lapisan tahan aus
- d) Elevasi saluran di hilir bendung yang ditentukan, dengan memperhitungkan kemungkinan terjadi degradasi dasar saluran.

Selain parameter di atas kriteria desain yang disyaratkan yaitu :

- Tinggi air hulu bendung dibatasi maksimum 4 meter;
- Tinggi pembendungan (dari elevasi mercu bendung sampai hilir) maksimum 10 meter.

Grafik yang digunakan untuk menentukan dimensi peredam energi tipe MDO dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Grafik dimensi peredam energi tipe MDO

2.3.3 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 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.24 (Standart Perencanaan Irigasi KP – 02, 2010).

$$C_w = \frac{L_w}{H_w} = \frac{\Sigma L_v + \Sigma 1/3H_v}{H_w} \quad (2.24)$$

Faktor Rembesan / creep ratio (C_w) = $\Sigma CL / \Delta H$, dengan nilai $C_w > C_w$ minimum.

Tabel 2.3 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

keterangan :

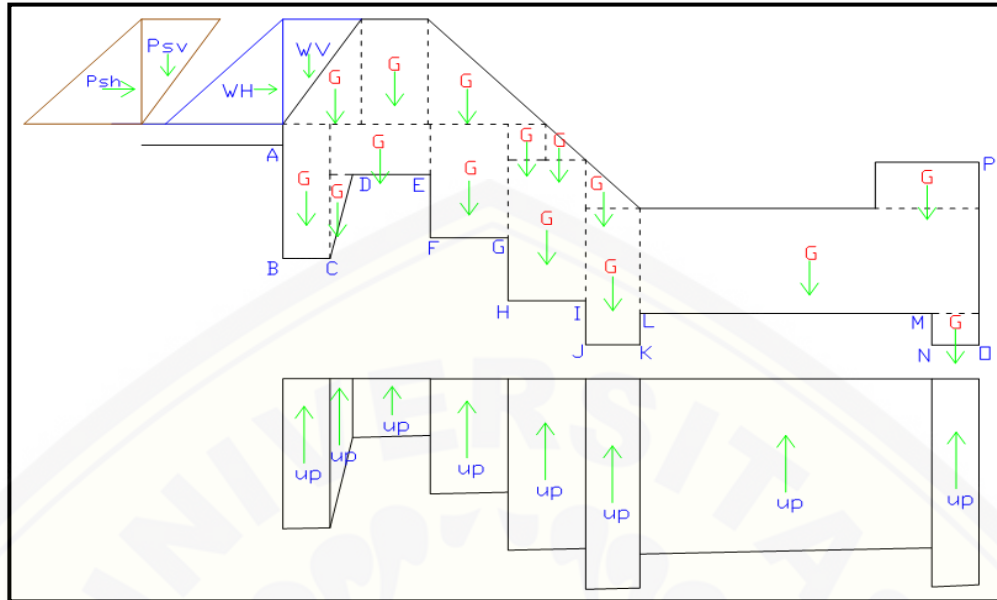
- Cw = angka rembesan menurut lane (m)
 ΣLv = panjang creep line vertikal (m)
 ΣHv = panjang creep line horisontal (m)
Hw = beda tinggi energi (m)
Lw = Panjang rembesan sampai titik x (m)

2.4 Analisis Gaya Yang Bekerja Pada Tubuh Bendung

Stabilitas bendung dianalisis pada dua macam kondisi yaitu pada saat sungai normal dan pada saat sungai banjir. Gaya-gaya yang bekerja pada bendung dapat dilihat pada Gambar 2.12.

keterangan :

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



Gambar 2.12 Gaya-gaya yang bekerja pada bendung

2.4.2 Analisis Gaya Yang Bekerja Pada Bendung

1. Akibat Berat Sendiri Bendung

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), berat bendung bergantung pada material yang digunakan untuk membuat bangunan tersebut. Gaya akibat berat sendiri dihitung menggunakan persamaan 2.25.

$$G = V * \gamma \quad (2.25)$$

keterangan :

V = Volume (m³)

γ = berat jenis bahan, beton = 2,4 T/m³

2. Gaya Gempa

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-06 (2010), nilai koefisien gempa didasarkan pada peta zona gempa Indonesia yang menunjukkan berbagai daerah dan resiko gempa. Percepatan gempa rencana (ad) dihitung menggunakan persamaan 2.26 dan nilai koefisien gempa dihitung menggunakan persamaan 2.27.

$$a_d = n(a_c * z)^m \quad (2.26)$$

$$E = \frac{a_d}{g} \quad (2.27)$$

keterangan:

a_d = percepatan gempa rencana (cm/dt^2)

n, m = koefisien untuk masing-masing jenis tanah

a_c = percepatan kejut dasar (cm/dt^2)

z = faktor yang tergantung dari letak geografis (dapat dilihat pada “Peta Zona Seismik untuk Perencanaan Bangunan Air Tahan Gempa”)

E = koefisien gempa

g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m}/\text{dt}^2$).

Dari koefisien gempa di atas, kemudian dicari besarnya gaya gempa dan momen akibat gaya gempa menggunakan Persamaan 2.28

$$H_e = E \times G \quad (2.28)$$

keterangan :

E = koefisien gempa

H_e = gaya gempa

G = berat bangunan (ton)

3. Gaya Hidrostatik

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), tekanan air akan selalu bekerja tegak lurus terhadap muka bangunan. Agar perhitungan lebih mudah gaya horizontal dan vertikal dikerjakan secara terpisah. Gaya hidrostatik dihitung menggunakan Persamaan 2.29.

$$W_u = c \cdot \gamma_w [h_2 + 1/2 \zeta (h_1 - h_2)] A \quad (2.29)$$

keterangan :

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

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

- h_2 = kedalaman air hilir (m)
 h_1 = kedalaman air hulu (m)
 ζ = proporsi tekanan, diberikan pada tabel 2.10 (m)
 A = luas dasar (m²)
 W_u = gaya tekanan ke atas resultante (Ton)

4. Gaya Angkat (Uplift Pressure)

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), bangunan bendung mendapatkan tekanan air bukan hanya pada permukaan luarnya saja, tetapi juga pada dasarnya dan dalam tubuh bangunan itu sendiri. Gaya angkat (*Uplift Pressure*) adalah istilah umum untuk tekanan air dalam yang menyebabkan berkurangnya berat efektif bangunan di atasnya. Gaya tekan ke atas (*uplift pressure*) dihitung menggunakan Persamaan 2.30 dan 2.31.

$$P_x = H_x - H \quad (2.30)$$

$$P_x = H_x - \left(L \times \frac{\Delta H}{L} \right) \quad (2.31)$$

keterangan :

P_x = Uplift Pressure (tekanan air) pada titik X (T/m²)

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 akibat tekanan lumpur

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-06 (2010), tekanan lumpur yang bekerja terhadap muka hulu bendung atau terhadap pintu dapat dihitung dengan Persamaan 2.32

$$P_s = \frac{\tau_s h^2}{2} \left(\frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta} \right) \quad (2.32)$$

keterangan :

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

A = Berat lumpur (kN)

B = Dalamnya lumpur (m)

C = Sudut gesekan dalam

2.4.2 Analisa Stabilitas Bendung

Setelah menganalisis gaya-gaya tersebut, kemudian diperiksa stabilitas bendung terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah.

a. Kontrol Terhadap Guling

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), kontrol terhadap guling dihitung berdasarkan momen yang bekerja pada bendung dengan Persamaan 2.33.

$$Sf = \frac{\Sigma M_t}{\Sigma M_g} \geq 1,5 \text{ (pada kondisi normal)} \quad (2.33)$$

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

keterangan :

Sf = faktor keamanan

ΣM_t = besarnya momen vertikal (tm)

ΣM_g = besarnya momen horisontal (tm)

(Sumber : DPU Pengairan, Standar Perencanaan Irigasi KP-02)

b. Kontrol Terhadap Geser

Menurut Standart Perencanaan Irigasi KP-02 (2010), kontrol terhadap geser dihitung berdasarkan gaya yang bekerja pada bendung dengan menggunakan Persamaan 2.34.

$$Sf = f \cdot \frac{\Sigma R_v}{\Sigma R_h} \geq 1,5 \text{ (pada kondisi normal)} \quad (2.34)$$

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

keterangan :

Sf = faktor keamanan

ΣR_v = besarnya gaya vertikal (tm)

ΣR_h = besarnya gaya horisontal (tm)

f = koefisien gesekan (0,75)

(Sumber : DPU Pengairan, Standar Perencanaan Irigasi KP-02)

c. Terhadap Daya Dukung Tanah

Kontrol daya dukung tanah dihitung berdasarkan data sondir di lapangan sesuai Persamaan 2.35 (Braja M.Das).

$$q_{nett(all)} = \frac{q_c}{25} \left(\frac{3.28 B + 1}{3.28 B} \right)^2 \quad (2.35)$$

Menurut Mawardi dan Memed (2002), nilai eksentrisitas dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.36.

$$e = \frac{1}{2} B - \left(\frac{MT - MG}{\Sigma V} \right) \leq \frac{1}{6} B \quad (2.36)$$

keterangan :

E = eksentrisitas

B = lebar dasar

MT = momen tahanan

MG = momen guling

ΣV = jumlah gaya vertikal

Perhitungan tegangan tanah menggunakan Persamaan 2.37.

$$\sigma_{1,2} = \frac{V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \quad (2.37)$$

keterangan :

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

V = gaya-gaya vertikal

B = lebar dasar

e = eksentrisitas

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

Nilai daya dukung tanah dinyatakan aman apabila tegangan maks (σ_{maks}) < $\bar{\sigma}$, dan tegangan min (σ_{min}) > 0.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mendapatkan sebuah hasil kesimpulan dari suatu permasalahan, maka diperlukan data-data untuk menunjang penelitian. Data-data tersebut kemudian diolah dengan tahapan pengolahan yang telah ditentukan. Metodologi penelitian adalah suatu pembahasan yang berisi tentang penjelasan mengenai langkah-langkah sistematis penelitian yang dimulai dari pengolahan data hingga penyelesaian.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah Kebun Kalirejo, Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi, Provinsi Jawa Timur, yang dapat dilihat pada gambar 3.1 dengan lokasi embung yang ada pada lingkaran berwarna kuning. Lokasi Embung Sidodadi berada pada koordinat $8^{\circ} 18' 0''$ Selatan, $114^{\circ} 3' 0''$ Timur. Kecamatan Glenmore sendiri berada di antara Kecamatan Kalibaru dan Kecamatan Genteng. Lokasi pembangunan Embung Sidodadi tersebut untuk memenuhi kebutuhan air kebun tebu yang ada di wilayah Glenmore seluas 240 ha dan tempat IGG (Industri Gula Glenmore). Gambar 3.1 diambil dengan program *Google Earth*.



Gambar 3.1 Peta Daerah Penelitian

3.2 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian merupakan segala kegiatan dari awal penelitian sampai pada pengolahan data untuk menyimpulkan masalah dan menyelesaikan masalah. Adapun sistematika dalam penelitian ini digambarkan pada gambar 3.2 dalam diagram alir penelitian.

3.2.1 Pengumpulan Data

Data primer merupakan data yang didapat dari pengamatan lapangan. Data primer yang didapat merupakan data hasil observasi dan data pengamatan yang dilakukan di Embung Sidodadi, Kalirejo, Kec. Glenmore, Kab. Banyuwangi.

3.2.2 Data Hidrologi

Data Hidrologi didapatkan dari Badan Hidrologi untuk Kabupaten Banyuwangi tepatnya kecamatan Glenmore sebagai data debit selama 10 tahun terakhir yaitu tahun 2005-2014. Data debit kemudian dihitung menjadi debit andalan yang akan masuk ke dalam Embung Sidodadi.

3.2.3 Data Kebun

Data kebun didapatkan dari luasan kebun tebu yang akan diairi oleh Embung Sidodadi. Data luasan kebun didapat dari hasil Quantum GIS.

3.2.4 Data Klimatologi

Data klimatologi digunakan sebagai data untuk menghitung Pola Tata Tanam (PTT) kebun tebu yang akan didapat kebutuhan air kebun tebu.

3.2.5 Data Topografi

Data topografi yang telah diolah menjadi gambar layout embung yang ada di lapangan yang akan dievaluasi kinerja bangunan bendung terhadap debit yang masuk ke embung (*inflow*).

3.2.6 Data Tanah

Data tanah didapatkan dari hasil sondir di daerah sekitar embung sidodadi sebagai data yang akan digunakan untuk menghitung stabilitas bendung sebagai daya dukung tanah.

3.2.7 Evaluasi Dimensi Pipa Intake

Data kebutuhan air dan data klimatologi yang telah diolah menjadi data PTT akan menghasilkan debit kebutuhan air yang akan digunakan untuk mengevaluasi dimensi pipa intake saluran tertutup.

3.2.8 Evaluasi Bangunan Pelimpah

Debit andalan yang masuk ke dalam embung akan dijadikan data untuk menghitung nilai tinggi muka air yang melewati bangunan pelimpah. Nilai tinggi muka air dimasukkan pada ukuran bangunan pelimpah yang ada di lapangan untuk mengetahui keamanan bangunan pelimpah melimpahkan air terhadap debit yang masuk ke dalam embung.

3.2.9 Stabilitas pelimpah

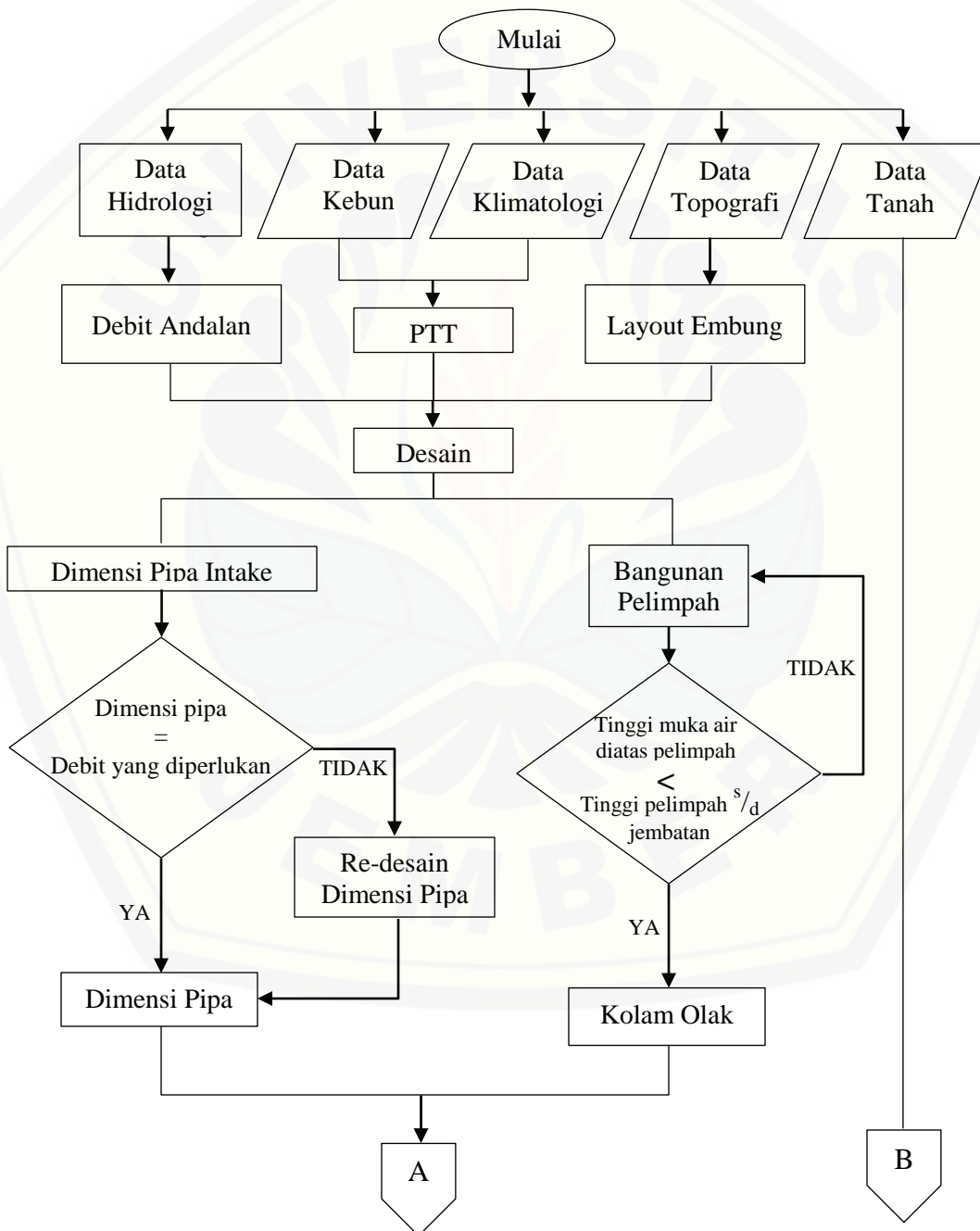
Analisis stabilitas pelimpah yaitu menghitung gaya-gaya yang bekerja pada bendung dan kontrol terhadap gulung, geser dan daya dukung tanah menggunakan data sondir yang telah didapatkan dari data tanah. Berikut tahapan analisis stabilitas pelimpah :

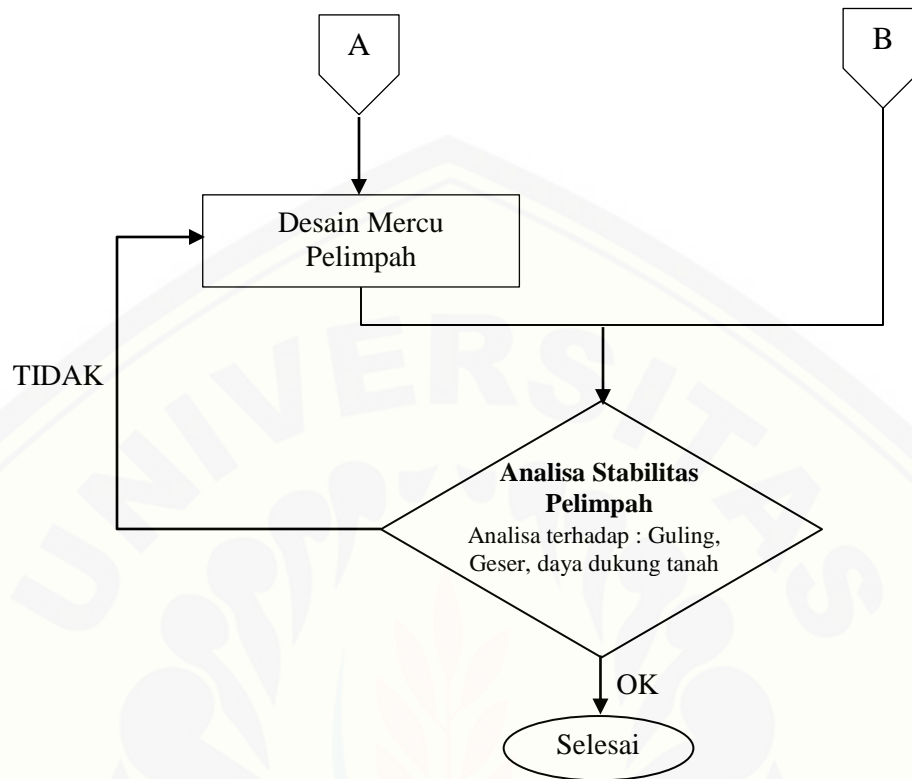
a. Analisis gaya-gaya yang bekerja, meliputi :

- Gaya akibat berat bendung
- Gaya gempa
- Gaya angkat (*Uplift Pressure*)
- Gaya Hidrostatik
- Gaya Tekan Lumpur

b. Stabilitas pelimpah meliputi :

- Kontrol terhadap Guling
- Kontrol terhadap Geser
- Kontrol Daya Dukung Tanah.





Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pintu air saluran tertutup berbentuk pipa pada intake Embung Sidodadi pada kondisi eksisting memiliki diameter 10” tidak dapat mengalirkan debit air rencana yang dibutuhkan kebun tebu. Hasil perhitungan didapatkan diameter pipa intake dapat mengalirkan debit rencana sebesar 26”.
2. Bangunan pelimpah Embung Sidodadi pada kondisi eksisting setinggi 30 cm dapat melimpahkan air yang melebihi kapasitas tampungan embung. Debit air yang masuk ke dalam embung menghasilkan tinggi air diatas mercu (H_d) = 5 cm, maka tinggi bangunan pelimpah (*spillway*) yang ada di lapangan memenuhi untuk melimpahkan air yang masuk ke dalam embung.
3. Hasil perhitungan stabilitas bangunan pelimpah, kontrol terhadap guling $SF= 4,89 > 1,5$, pada kontrol geser $SF = 1,33 < 1,5$, dan kontrol terhadap daya dukung tanah $\sigma_{maks}= 2,63 < \sigma_{ijin tanah}= 16,52$ dan $\sigma_{min}= 3,20 > 0$. Bangunan pelimpah pada kondisi eksisting tidak aman terhadap geser, maka dilakukan perencanaan ulang dengan menambah dimensi saluran peluncur menjadi 2,50 m, dengan perbandingan yang awalnya 1 : 0,7 menjadi 1,1. Hasil perhitungan ulang stabilitas bangunan pelimpah yaitu, kontrol terhadap guling $SF= 5,07 > 1,5$, pada kontrol geser $SF = 1,53 > 1,5$, dan kontrol terhadap daya dukung tanah $\sigma_{maks}= 3,76 < \sigma_{ijin tanah}= 16,52$ dan $\sigma_{min}= 2,89 > 0$, stabilitas pelimpah dinyatakan aman.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

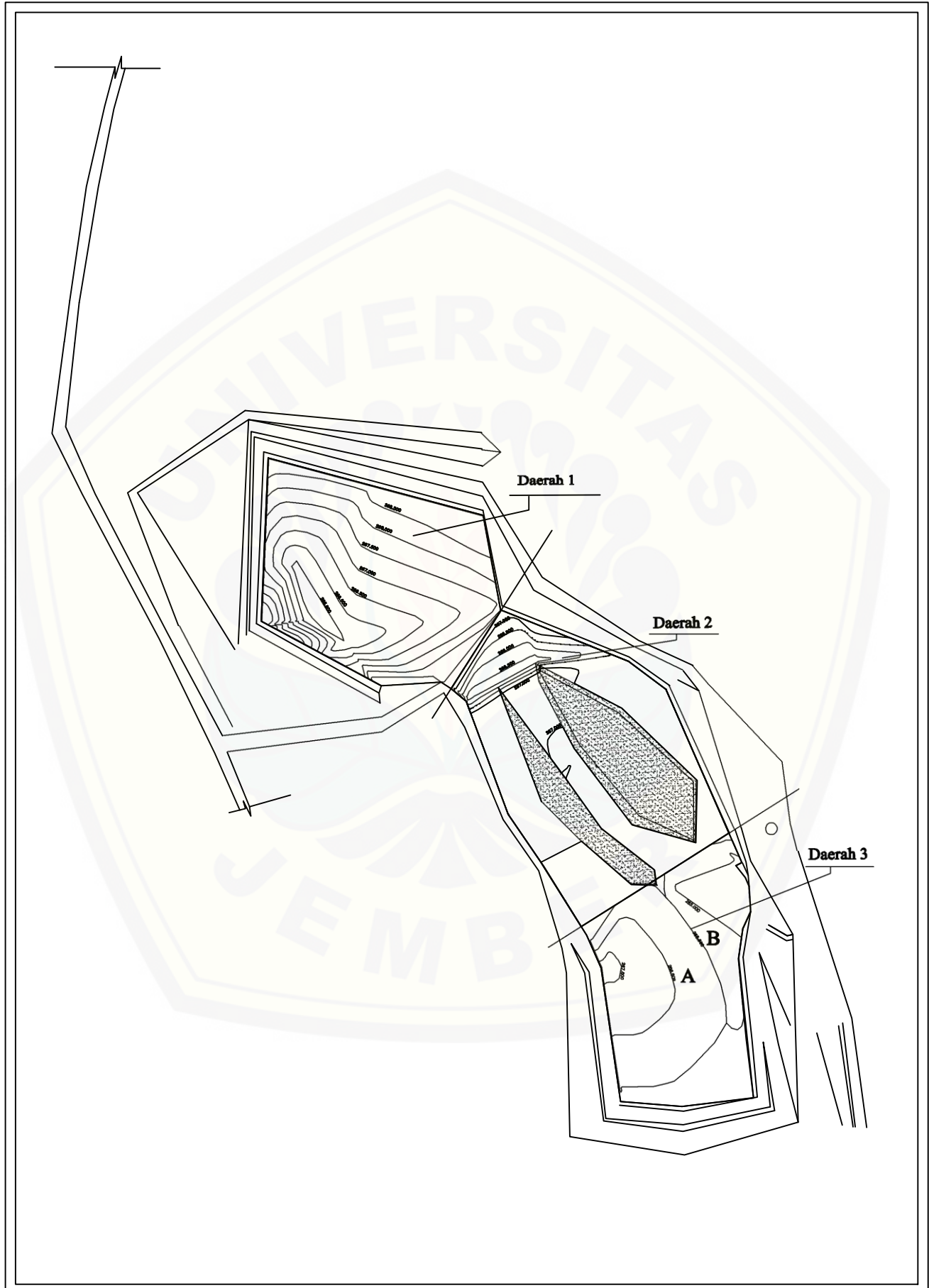
1. Untuk penelitian selanjutnya lebih baik juga menghitung struktur pada bangunan embung (pembetonan), agar dapat dijadikan patokan untuk perencanaan lebih detail di lapangan.



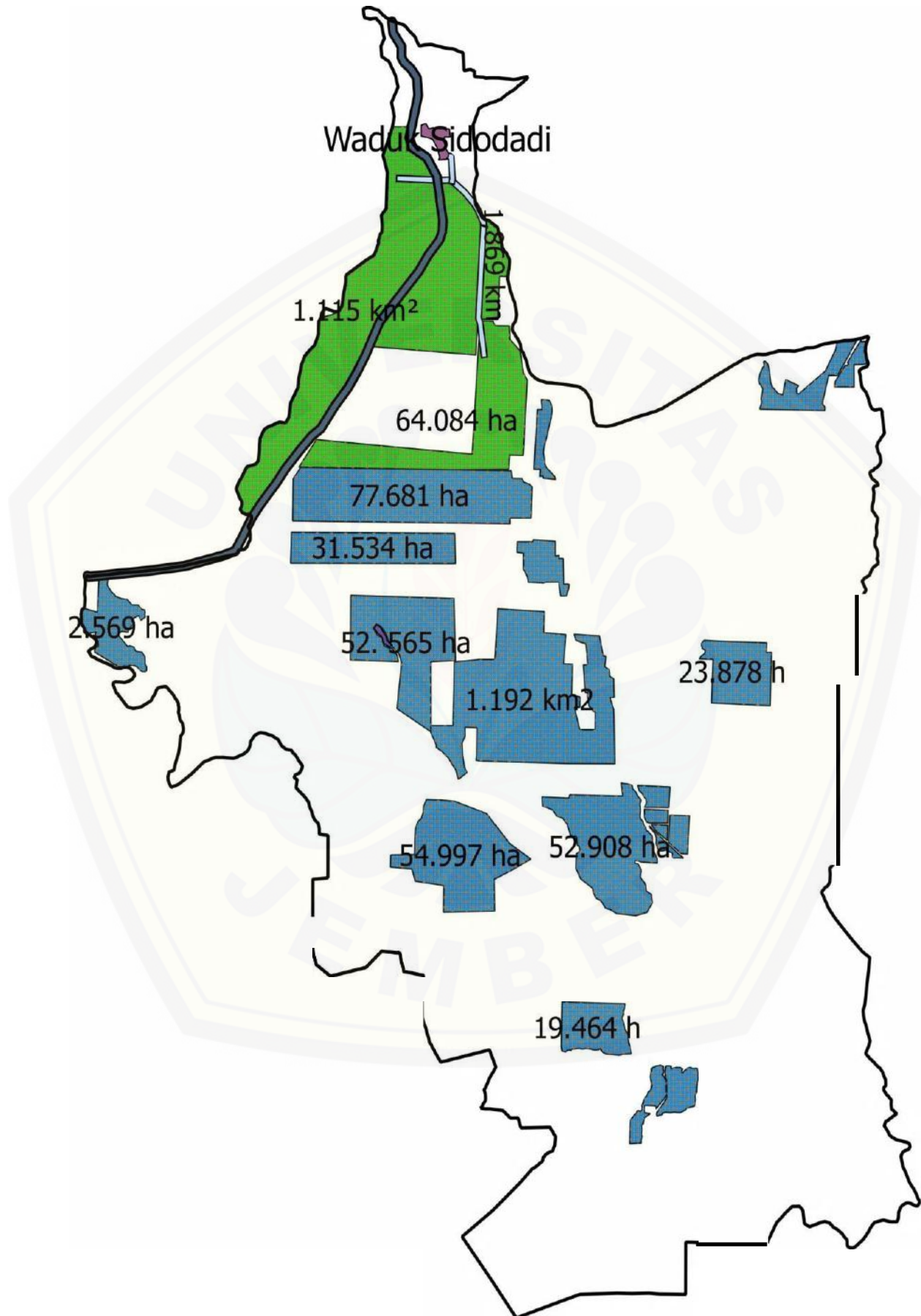
DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V. T. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Bandung; Erlangga.
- Das, Braja. M. 1999. *Shallow Foundations : Bearing Capacity and Settlement*. London; CRC Press.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, (2010), *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan 02*, Jakarta; Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, (2010), *Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan 06*, Jakarta; Departemen Pekerjaan Umum.
- Kementrian Pekerjaan Umum, (2010), *Peta Hazard Gempa Indonesia 2010*, Jakarta; Kementrian Pekerjaan Umum
- Mawardi E., dan Moch. Memed., 2002. *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Bandung; Alfabeta.
- Perdana, A. 2006. *Pola Hubungan antara Tata Guna Lahan dengan Erosi di Daerah Tangkapan dan Nitrat Waduk Cisanti Berdasarkan Perhitungan Limpasan Hujan*. Bandung; Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Sarono, W. E. dan Asmoro, W. 2007. *Evaluasi Kinerja Waduk Wadaslintang*. Semarang; Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- Shaw, B., C, Mechenich, L. Klessig. 2004. *Understanding Lake Data*. USA; University of Wisconsin.
- Sriyono, E. 2012. *Analisis Evaluasi Dimensi Bangunan Pelimpah Banjir (Spillway) Situ Sidomukti*. Yogyakarta; Teknik Sipil Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Takeda, Kensaku. 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta; Pradnya Paramitha.
- Triatmodjo, B. 1993. *Hidrolika II*. Yogyakarta; Beta Offset.

A. Peta Topografi Embung Sidodadi



B. Peta Kebun Tebu Kalirejo



C. Foto Embung Sidodadi Kondisi Eksisting



Foto Embung Sidodadi pada kondisi eksisting (tampak depan)



Foto Embung Sidodadi pada kondisi eksisting (tampak depan)



Foto Embung Sidodadi pada kondisi eksisting (tampak samping)



Foto Embung Sidodadi pada kondisi eksisting (tampak samping)

D. Data Pola Tata Tanam

No	Bulan Periode	satuan	NOVEMBER			DESEMBER			JANUARI			FEBRUARI			MARET		
			III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
1	Pola Tata Tanaman																
2	Koefisien Tanaman		0,550	0,550	0,550	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,950	1,000	1,000	1,000	1,000	1,050
			0,600	0,550	0,550	0,550	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,950	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
			0,600	0,600	0,550	0,550	0,550	0,800	0,800	0,800	0,800	0,900	0,950	1,000	1,000	1,000	1,000
3	Rerata Koef. Tanaman		0,583	0,567	0,550	0,633	0,717	0,800	0,833	0,883	0,950	0,883	0,950	0,983	1,000	1,000	1,017
4	Evaporasi Koef. Tanaman	mm/hr	6,908	6,119	6,119	6,119	5,706	5,706	5,706	5,706	5,859	5,859	5,859	5,859	4,977	4,977	4,977
5	Penggunaan Air Konsumtif (PAK)	mm/hr	4,030	3,467	3,365	3,875	4,089	4,565	4,755	4,755	5,176	5,566	5,762	5,762	4,977	4,977	5,060
6	Rasio Luas P.A.K		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7	PAK dengan ratio luas	mm/hr	4,030	3,467	3,365	3,875	4,089	4,565	4,755	4,755	5,176	5,566	5,762	5,762	4,977	4,977	5,060
10	Rasio Luas Total		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	Kebutuhan Air	mm/hr	4,030	3,467	3,365	3,875	4,089	4,565	4,755	4,755	5,176	5,566	5,762	5,762	4,977	4,977	5,060
12	Curah Hujan Efektif	mm/hr	0,180	5,640	6,480	6,900	1,920	5,400	6,000	6,000	4,200	3,840	4,620	4,620	7,680	5,400	1,440
13	Kebutuhan Air Bersih di Sawah	lt/dt/ha	0,446	-0,251	-0,360	-0,350	0,251	-0,097	-0,144	-0,144	0,113	0,200	0,132	0,132	-0,313	-0,049	0,419
14	Efisiensi Irigasi		0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
15	Keb. Air di intake	lt/dt/ha	0,685	-0,387	-0,555	-0,539	0,386	-0,149	-0,222	-0,222	0,174	0,307	0,203	0,203	-0,481	-0,075	0,645

Kebutuhan air di intake terbesar pada Bulan September I dan II sebesar 1,187 lt/dt/ha

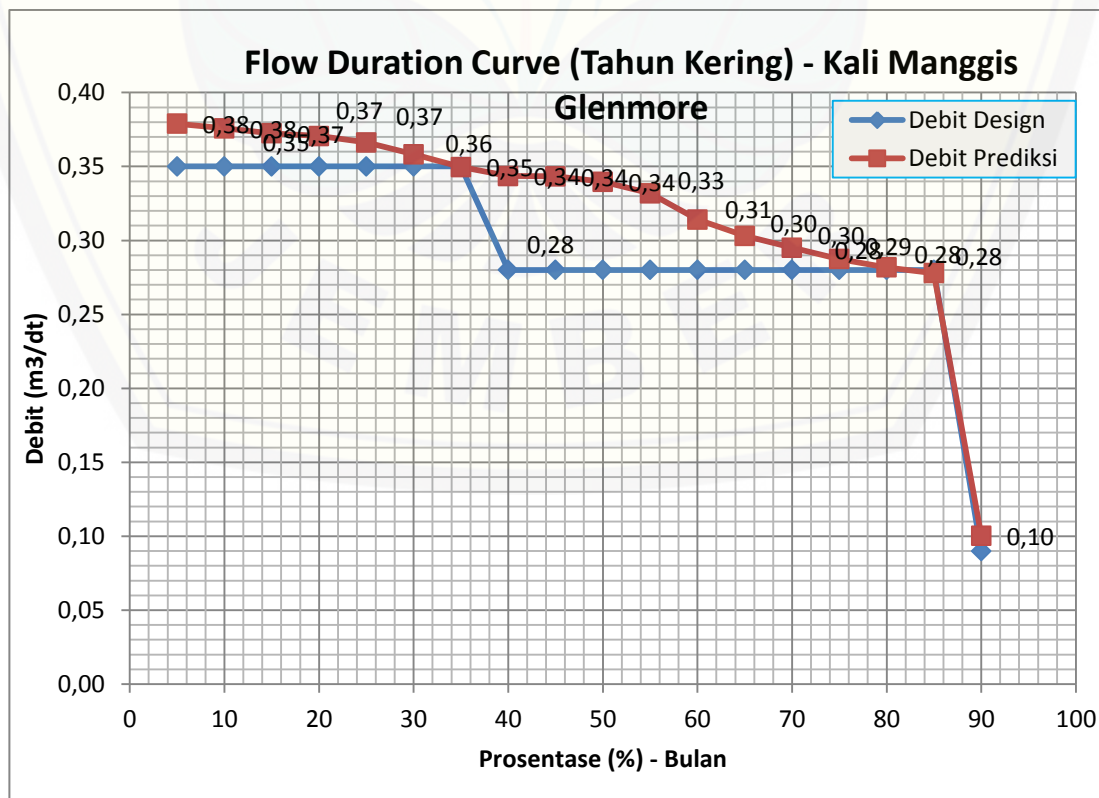
	APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
1,000	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
1,033	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
4,659	4,659	4,659	4,659	3,604	3,604	3,604	3,204	3,204	3,204	3,631	3,631	3,631	4,446	4,446	4,446
4,814	4,892	4,892	4,892	3,784	3,784	3,784	3,364	3,364	3,364	3,812	3,812	3,812	4,669	4,669	4,669
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4,814	4,892	4,892	4,892	3,784	3,784	3,784	3,364	3,364	3,364	3,812	3,812	3,812	4,669	4,669	4,669
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4,814	4,892	4,892	4,892	3,784	3,784	3,784	3,364	3,364	3,364	3,812	3,812	3,812	4,669	4,669	4,669
4,920	4,020	1,200	1,200	4,080	3,300	2,820	1,080	1,140	0,000	0,180	1,800	0,420	0,720	0,000	0,000
-0,012	0,101	0,427	-0,034	0,056	0,112	0,112	0,264	0,257	0,389	0,420	0,233	0,393	0,457	0,540	0,540
0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
-0,019	0,155	0,657	-0,053	0,086	0,172	0,172	0,407	0,396	0,599	0,647	0,358	0,604	0,703	0,831	0,831

SEPTEMBER			OKTOBER			NOVEMBER	
I	II	III	I	II	III	I	II
1,050	1,050	0,800	0,800	0,800	0,600	0,600	0,600
1,050	1,050	1,050	0,800	0,800	0,800	0,600	0,600
1,050	1,050	1,050	1,050	0,800	0,800	0,800	0,600
1,050	1,050	0,967	0,883	0,800	0,733	0,667	0,600
6,349	6,349	6,349	7,006	7,006	7,006	6,908	6,908
6,666	6,666	6,137	6,189	5,605	5,138	4,605	4,145
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6,666	6,666	6,137	6,189	5,605	5,138	4,605	4,145
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6,666	6,666	6,137	6,189	5,605	5,138	4,605	4,145
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,772	0,772	0,710	0,716	0,649	0,595	0,533	0,480
0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
1,187	1,187	1,093	1,102	0,998	0,915	0,820	0,738

E. Data Flow Duration Curve

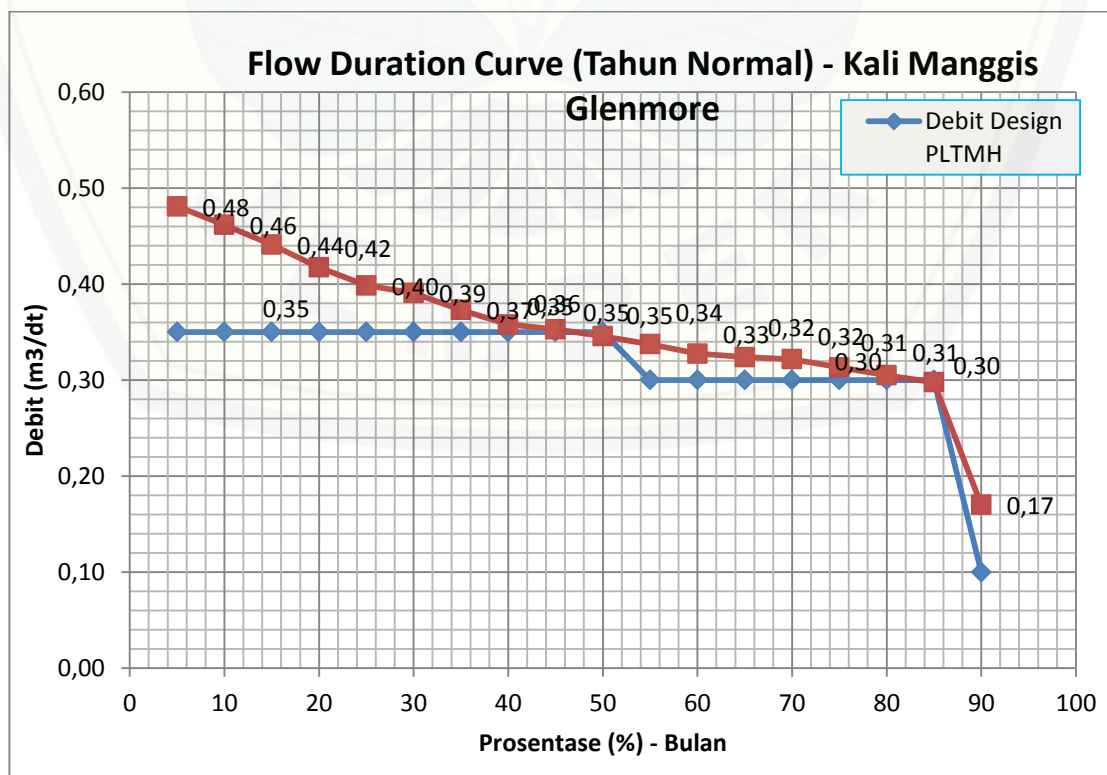
Tabel Flow Duration Curve Tahun Kering - 2009

Probabilitas (%)	Debit Prediksi (m ³ /dt)	Debit Design PLTMH (m ³ /dt)
5	0,38	0,35
10	0,38	0,35
15	0,37	0,35
20	0,37	0,35
25	0,37	0,35
30	0,36	0,35
35	0,35	0,35
40	0,34	0,28
45	0,34	0,28
50	0,34	0,28
55	0,33	0,28
60	0,31	0,28
65	0,30	0,28
70	0,30	0,28
75	0,29	0,28
80	0,28	0,28
85	0,28	0,28
90	0,10	0,09



Tabel Flow Duration Curve Tahun Normal - 2012

Probabilitas (%)	Debit Prediksi (m ³ /dt)	Debit Design PLTMH (m ³ /dt)
5	0,48	0,35
10	0,46	0,35
15	0,44	0,35
20	0,42	0,35
25	0,40	0,35
30	0,39	0,35
35	0,37	0,35
40	0,36	0,35
45	0,35	0,35
50	0,35	0,35
55	0,34	0,30
60	0,33	0,30
65	0,32	0,30
70	0,32	0,30
75	0,31	0,30
80	0,31	0,30
85	0,30	0,30
90	0,17	0,10





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Jalan Kalimantan 37 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

GRAFIK SONDIR SNI : 2827 - 2008

Proyek	: Pembangunan Embung Sidodadi	Dilaksanakan	: -
	Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi	Diperiksa	: -
Lokasi Proyek	: Kecamatan Glenmore, Kabupaten Banyuwangi	Date	: 15 Januari 2016
Titik	: S 2 (PLTMH)	Kalibrasi	: 0,96 %

