



**DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO
(PLTMH) DI ANAK SUNGAI JOMPO (SUB-DAS RAWATAMTU)**

***DESIGN OF MICRO HYDRO POWER PLANT (MHPP) IN JOMPO
TRIBUTARY (RAWATAMTU SUB-WATERSHED)***

TUGAS AKHIR

Oleh:

ALDIO DHIVA PRATAMA

NIM. 161910301104

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2021



**DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO
(PLTMH) DI ANAK SUNGAI JOMPO (SUB-DAS RAWATAMTU)**

***DESIGN OF MICRO HYDRO POWER PLANT (MHPP) IN JOMPO
TRIBUTARY (RAWATAMTU SUB-WATERSHED)***

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh:

ALDIO DHIVA PRATAMA

NIM. 161910301104

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2021

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah atas berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa dan dukungan dari orang-orang tercinta peneleitian ini dapat terselesaikan. Olah karena itu, dengan bangga penulis mempersembahkan skripsi ini kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku dosen pembimbing utama dan Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu dan perhatian dalam memberikan bimbingan demi terselesaikannya penulisan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orangtua tercinta, Sudiono dan Sri Ratna Nilawati, yang selalu memberikan dukungan serta semua pengorbanan yang tak ternilai.
3. Setyo, Yanuar, Hannan, Omar, serta teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2016 yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Teman-teman “LANANG” sebagai tempat berdiskusi dan yang selalu menghibur penulis selama masa-masa perkuliahan hingga sekarang.
5. Semua teman-teman “Kontrakan MENTENG” yang menemani dan selalu memotivasi.
6. Guru-guru dan para Dosen yang memberikan ilmu pengetahuan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa, dalam pengerjaannya, skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan banyak masukan dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.

MOTO

Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.

(Ralph Waldo Emerson)

Tidak semua orang bisa menjadi yang terbaik, tapi semua orang bisa melakukan yang terbaik.

(Anonim)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aldio Dhiva Pratama

NIM : 161910301104

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Anak Sungai Jompo (Sub-Das Rawatamtu)" 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 atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 30 Desember 2020

Yang menyatakan



Aldio Dhiva Pratama

NIM 161910301104

TUGAS AKHIR

**DESAIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO
(PLTMH) DI ANAK SUNGAI JOMPO (SUB-DAS RAWATAMTU)**

***DESIGN OF MICRO HYDRO POWER PLANT (MHPP) IN JOMPO
TRIBUTARY (RAWATAMTU SUB-WATERSHED)***

Oleh:

ALDIO DHIVA PRATAMA

NIM. 161910301104

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2021

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.

Dosen Pembimbing Anggota : Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.

PENGESAHAN

Karya Ilmiah skripsi berjudul “Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro(PLTMH) di Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rawatamtu)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 11 Januari 2021

tempat : Jember (melalui aplikasi Zoom)

Tim Pembimbing :

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.

NIP. 196612151995032001

Pembimbing Anggota



Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 760017219

Tim Penguji :

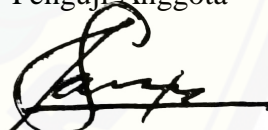
Penguji Ketua



Ir. Wiwik Yunarni Widiarti S.T., M.T.

NIP. 197006131998022001

Penguji Anggota



Saifurridzal S.T., M.Eng

NIP. 760019061

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.

NIP. 197008261997021001

RINGKASAN

Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Di Anak Sungai Jompo (Sub-Das Rawatamtu); Aldio Dhiva Pratama, 161910301104; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Menurut RUPTL PLN tahun 2019-2028, kebutuhan listrik di Indonesia diproyeksikan akan meningkat sebesar 6,42% per tahunnya. Guna memenuhi meningkatnya kebutuhan energi listrik ini maka diperlukan suatu sumber energi alternatif terbarukan yang dapat digunakan sebagai sarana pembangkitan energi listrik, salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

Di Kabupaten Jember sendiri terdapat Sungai Bedadung, yang melintasi pusat kota, dengan panjang 161 Km. Dengan luas hampir 500 Km², DAS Bedadung merupakan DAS yang paling besar di daerah timur Pulau Jawa. Di salah satu anak sungainya, tepatnya di Sungai Poreng, terdapat sebuah bendung yang difungsikan sebagai peninggi muka air. Dengan besarnya debit yang tersedia, aliran Sungai Poreng dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkitan tenaga listrik.

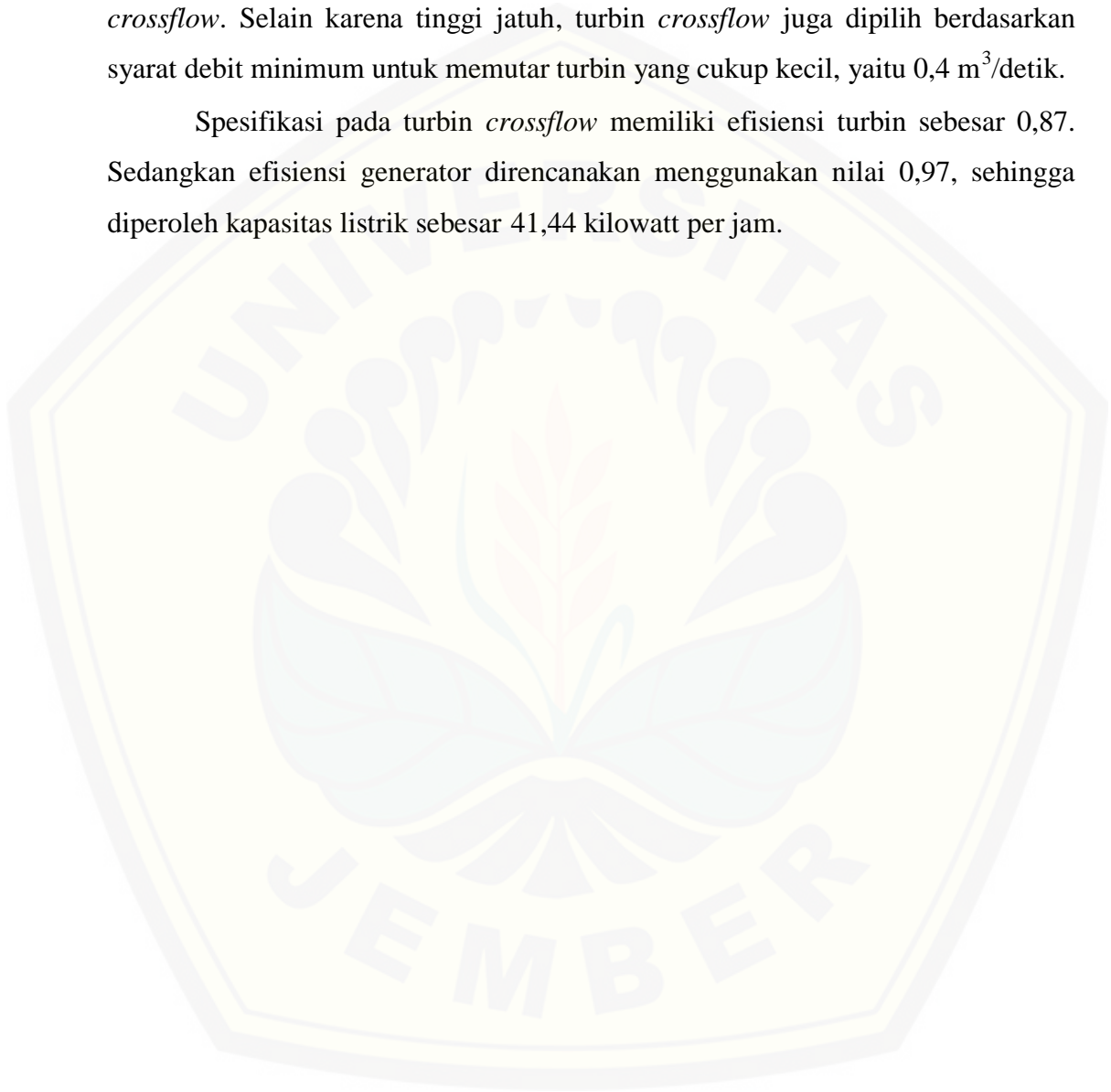
Lokasi perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, dilakukan di daerah Anak Sungai Jompo (Sungai Poreng) pada sub-DAS Rawatamtu yang berada di Kabupaten Jember, Jawa Timur. Tahap awal perencanaan adalah menentukan debit dari data curah hujan yang didapatkan dari stasiun pencatatan curah hujan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Data debit tersebut kemudian diolah menggunakan metode *F.J Mock* dan *Flow Duration Curve (FDC)* guna menentukan probabilitas debit optimal yang akan digunakan pada perhitungan desain PLTMH. Selanjutnya dilakukan survei pengukuran guna memperoleh tinggi jatuh air maximum. Kemudian, dilakukan perhitungan desain bangunan sipil PLTMH dari data debit dan tinggi jatuh yang sudah diperoleh.

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan debit desain untuk sebesar 0,897 m³/detik dengan probabilitas 92%. Debit tersebut dipilih karena memenuhi syarat perbandingan energi, yaitu nilai perbandingan energi tahunan harus berada

pada nilai >65%. Nilai perbandingan pada debit yang dipilih adalah sebesar 65,93%.

Tinggi jatuh air, berdasarkan survei lapangan, didapatkan sebesar 5,85 meter. Dengan tinggi jatuh tersebut, maka pada penelitian ini, dipilih turbin *crossflow*. Selain karena tinggi jatuh, turbin *crossflow* juga dipilih berdasarkan syarat debit minimum untuk memutar turbin yang cukup kecil, yaitu $0,4 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Spesifikasi pada turbin *crossflow* memiliki efisiensi turbin sebesar 0,87. Sedangkan efisiensi generator direncanakan menggunakan nilai 0,97, sehingga diperoleh kapasitas listrik sebesar 41,44 kilowatt per jam.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena hanya dengan ridho dan karuniaNya semata, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rwatamtu)" sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih khususnya kepada :

1. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember
3. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D. sebagai Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari masih memiliki banyak kekurangan. Kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk selanjutnya agar tugas akhir ini lebih baik. Akhirnya penulis harap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi masyarakat.

Blitar, 30 Desember 2020

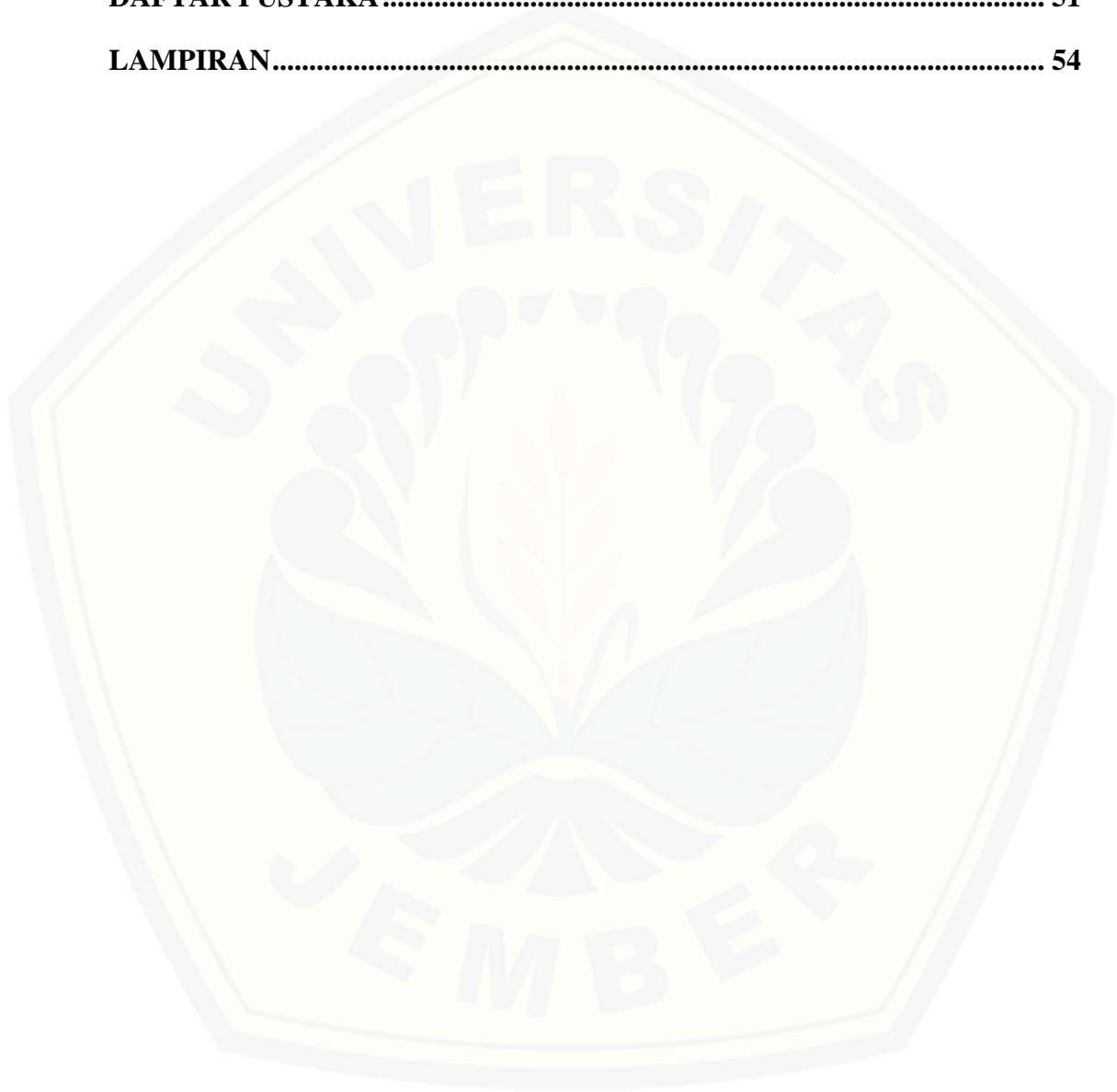
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTO.....	iv
PERNYATAAN	v
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.2 Debit Andalan.....	4
2.3 Kurva Durasi Aliran (<i>Flow Duration Curve</i>).....	7
2.4 Tinjauan Teknis.....	7

2.4.1 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	7
2.4.2 Penentuan Debit Turbin.....	8
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	8
2.5.1 Gambaran Umum PLTMH.....	8
2.5.2 Komponen Mikro Hidro	9
2.6 Perencanaan Daya Listrik.....	23
2.6.1 Tinggi Jatuh Efektif.....	23
2.6.2 Perhitungan Daya	25
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Lokasi Penelitian	26
3.2 Tahapan Perencanaan	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Kriteria Pemilihan Lokasi.....	29
4.2 Perhitungan Tinggi Jatuh.....	31
4.3 Analisis Hidrologi	32
4.3.1 Pengelompokan Data Curah Hujan	32
4.3.2 Perhitungan Kurva Durasi Aliran (<i>Flow Duration Curve</i>)	33
4.3.3 Pemilihan Turbin.....	35
4.3.4 Pemilihan Debit Rencana	37
4.4 Perhitungan Dimensi Bangunan Sipil	39
4.4.1 Perhitungan Dimensi Pintu Pengambil (<i>Intake</i>).....	39
4.4.2 Perhitungan Dimensi Saluran Pembawa (<i>Water Conveyance</i>)	40
4.4.3 Perhitungan Dimensi <i>Trashrack</i>	44
4.4.4 Bak Penenang (<i>Forebay</i>).....	45
4.4.5 Pipa Pesat (<i>Penstock</i>)	46
4.5.6 Rumah Pembangkit (<i>Power House</i>) dan Saluran Pembuang Akhir (<i>Tailrace</i>)	49

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perhitungan debit andalan menggunakan metode <i>F.J. Mock</i>	5
Tabel 2.2 Klasifikasi PLTA	8
Tabel 2.3 Potensi Mikro Hidro di Indonesia.....	9
Tabel 2.4 Penampang Saluran	13
Tabel 2.5 Koefisien Kekasaran Manning.....	14
Tabel 2.6 Nilai Koefisien K_e	19
Tabel 2.7 Nilai k	21
Tabel 2.8 Nilai K_b	21
Tabel 4.1 Kehilangan Energi pada PLTMH	32
Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Curah Hujan	33
Tabel 4.3 Rekap Data Hasil Perhitungan Debit	34
Tabel 4.4 Perbandingan Turbin <i>Crossflow</i> dan Turbin Kaplan	36
Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan <i>Capacity Factor</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Umum PLTMH	10
Gambar 2.2 Penampang Melintang Saluran.....	12
Gambar 2.3 Grafik Kecepatan Sedimen.....	16
Gambar 2.4 Nilai K_t Berdasarkan Profil Kisi <i>Trashrack</i>	17
Gambar 2.5 Diagram Penentuan Jenis Turbin	23
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 Peta Situasi Bendung.....	31
Gambar 4.2 Diagram Penentuan Jenis Turbin	35

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurva Debit Aliran	35
Grafik 4.2 Efisiensi Turbin <i>Crossflow</i>	36



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2010-2019 pada DAM Sembah
- Lampiran 2. Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2010-2019 pada P.T. Kebun Kopi Kalianda
- Lampiran 3. Tabel Perhitungan Evapotranspirasi
- Lampiran 4. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2010
- Lampiran 5. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2011
- Lampiran 6. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2012
- Lampiran 7. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2013
- Lampiran 8. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2014
- Lampiran 9. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2015
- Lampiran 10. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2016
- Lampiran 11. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2017
- Lampiran 12. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2018
- Lampiran 13. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2019
- Lampiran 14. Probabilitas Kejadian Debit
- Lampiran 15. Kurva Debit Aliran
- Lampiran 16. Perhitungan Kapasitas pada Berbagai Probabilitas Debit
- Lampiran 17. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 50%
- Lampiran 18. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 55%
- Lampiran 19. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 60%
- Lampiran 20. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 65%
- Lampiran 21. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 70%
- Lampiran 22. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 75%
- Lampiran 23. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 80%
- Lampiran 24. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 85%
- Lampiran 25. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 90%
- Lampiran 26. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 91%
- Lampiran 27. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 92%

Lampiran 28. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 93%

Lampiran 29. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 94%

Lampiran 30. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 95%

Lampiran 31. Pamflet Detail Turbin

Lampiran 32. Gambar Desain



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan pokok dalam setiap aktivitas sehari-hari masyarakat Indonesia, terutama pada sektor rumah tangga, industri, serta pertanian. Banyaknya kebutuhan listrik yang diperlukan oleh masyarakat Indonesia mengakibatkan banyak permasalahan dalam usaha pemerintah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan listrik tersebut, terutama akibat adanya ketergantungan kita terhadap sumber-sumber energi listrik yang terbatas.

Menurut RUPTL PLN tahun 2019-2028, kebutuhan listrik di Indonesia diproyeksikan akan meningkat sebesar 6,42% per tahunnya. Guna memenuhi meningkatnya kebutuhan energi listrik ini maka diperlukan suatu sumber energi alternatif terbarukan yang dapat digunakan sebagai sarana pembangkitan energi listrik, salah satunya adalah pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah suatu sumber energi alternatif ramah lingkungan yang dapat dijadikan sumber pembangkit listrik, dengan memanfaatkan aliran sungai dengan ketinggian tertentu (Morales, 2015). Semakin besar kapasitas aliran dan ketinggian aliran, maka akan semakin banyak pula energi listrik yang dapat dihasilkan PLTMH.

Di Kabupaten Jember sendiri terdapat Sungai Bedadung, yang melintasi pusat kota, dengan panjang 161 Km. Dengan luas hampir 500 Km², DAS Bedadung merupakan DAS yang paling besar di daerah timur Pulau Jawa. Penduduk di sepanjang Sungai Bedadung memanfaatkan besarnya debit aliran sungai untuk mengairi lahan seluas 93.040 hektar melalui bendung yang tersebar di sekitar sungai. Dalam penelitiannya, yang berjudul "*Proposed method to determine the location of hydropower plant: application at Rawatamtu watershed, East Java*" (Hidayah *et al.*, 2017), menemukan potensi besar di beberapa anak sungai sub-DAS Rawatamtu untuk pembangunan PLTMH, dengan perkiraan daya terbesar pada anak sungai jompo sebesar 82 Kw. Berdasarkan potensi yang ada, maka penulis merasa perlulah dilakukan suatu upaya untuk memaksimalkan

potensi PLTMH yang ada di sub-DAS Rawatamtu tersebut, khususnya di anak sungai Jompo.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Berapa besar energi listrik yang dapat dihasilkan dari PLTMH, berdasarkan tinggi jatuh dan debit yang dihasilkan oleh Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rawatamtu)?
2. Bagaimana desain bangunan sipil (bangunan pengambil, saluran pembawa, bak penenang, pipa pesat, rumah pembangkit, saluran pembuang) untuk PLTMH di Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rawatamtu)?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan berdasarkan rumusan masalah di atas adalah :

1. Menentukan besar energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH, berdasarkan tinggi jatuh dan debit yang dihasilkan oleh Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rawatamtu).
2. Mendesain bangunan sipil (bangunan pengambil, saluran pembawa, bak penenang, pipa pesat, rumah pembangkit, saluran pembuang) untuk PLTMH di Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rawatamtu).

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan :

1. Mampu mengetahui cara mendesain bangunan (bangunan pengambil, saluran pembawa, bak penenang, pipa pesat, rumah pembangkit, saluran pembuang) untuk PLTMH.
2. Sebagai referensi untuk aktualisasi pembangunan PLTMH di Anak Sungai Jompo (Sub-DAS Rawatamtu)

1.5 Batasan Masalah

Lingkup permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini difokuskan pada desain bangunan sipil (bangunan pengambil, saluran pembawa, bak penenang, pipa pesat, rumah pembangkit, saluran pembuang) untuk PLTMH, tanpa menghitung volume pekerjaan dan RAB.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik tenaga kecil, memproduksi listrik dengan daya dibawah 200 kW, yang menggunakan aliran air atau terjunan air sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik (Damastuti *et al.*, 1997). Dengan sumber energi yang mudah didapat dan dapat diperbarui, maka PLTMH ini merupakan suatu sumber energi alternatif yang mudah digunakan serta tidak merusak lingkungan. Secara ekonomi, biaya operasi serta perawatan PLTMH relatif murah, karena mudah dioperasikan dan metode perawatan yang sederhana (Damastuti *et al.*, 1997).

Pembangunan suatu pembangkit listrik memerlukan analisa hidrologi guna menentukan debit andalan, serta debit pada pembangkit yang diperlukan untuk menentukan kapasitas pembangkit listrik dan energi yang akan dihasilkan oleh pembangkit tersebut.

2.2 Debit Andalan

Perhitungan kapasitas PLTMH tidak mungkin lepas dari jumlah debit air yang bisa digunakan untuk menjalankan pembangkit. Debit ini biasa disebut debit andalan. Menurut Kriteria Perencanaan 01 (2013) debit andalan adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang telah ditentukan untuk keperluan irigasi. Debit ini dapat dihitung dari data curah hujan menggunakan metode *F.J. Mock*. Metode *Mock* memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 2013). Pada Kriteria Perencanaan 01 (2013), dijelaskan bahwa perhitungan menggunakan metode *F.J Mock* dapat dilakukan menggunakan Tabel 2.1 di bawah ini :

IV Limpasan dan Penyimpanan			
Air Tanah			
13	Faktor i	0,4	Data
14	Faktor k	0,6	Data
15	Infiltrasi (I)	mm/bln	(12)x(13)
16	Vol. Air Tanah ($G = 0,5 (1+k)$)		
17	$L = k (V_n - 1)$		
18	Volume Penyimpanan (V_n)		(16)+(17)
19	$DV_n - V_n - (V_n - 1)$		
20	Aliran Dasar (BF)	mm/bln	(15)-(19)
21	Limpasan Langsung (DR)	mm/bln	(9)+(12)-(15)
22	Total Limpasan (T_{ro})	mm/bln	(20)+(21)
23	Luas Daerah Tangkapan (A)	Km ²	Data
24	Debit Bulanan	m ³ /det	(22)x(23)
Jumlah Hari Dalam 1 Bulan			

(Sumber: Kriteria Perencanaan 01, 2013)

2.3 Kurva Durasi Aliran (*Flow Duration Curve*)

Flow Duration Curve (FDC), menurut Searcy (1959) adalah suatu metode yang menggunakan grafik untuk memperlihatkan data debit sungai pada rentang waktu tertentu dalam satu tahun. Pada SNI 6738:2015, disebutkan bahwa grafik FDC dapat digambarkan menggunakan data debit dengan jumlah minimal 10 tahun agar informasi dapat digunakan.

Dari data debit yang telah dikumpulkan, data tersebut diurutkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar, kemudian dihitung probabilitasnya, menggunakan rumus weibull berikut

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

P = kemungkinan terjadinya nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%)

m = nomor urut kejadian (dengan urutan dari nilai terbesar ke terkecil)

n = jumlah data

Perhitungan probabilitas ini, dilakukan guna menentukan tahun basah, kering, dan normal. Setelah menentukan tahun kering, maka langkah selanjutnya adalah mengurutkan debit per bulan pada tahun tersebut dari yang terkecil ke terbesar serta dicari probabilitasnya guna mendapatkan kurva debit prediksi (Searcy, 1959).

Data dari kurva debit prediksi nantinya akan digunakan untuk menentukan debit rencana pada PLTMH yang berbentuk kurva dengan parameter berupa debit dan persentase probabilitas

2.4 Tinjauan Teknis

2.4.1 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Secara teknis, komponen utama PLTA adalah air, turbin, dan generator. Pada ketinggian tertentu, aliran air dapat menjadi sumber energi penggerak turbin. Energi potensial dari terjunan ini, dapat diubah menjadi energi mekanik dengan menggunakan putaran turbin. Putaran turbin ini akan menggerakkan generator,

yang selanjutnya akan mengonversikan energi mekanik menjadi energi listrik (Ariansyah, 2018). Umumnya, debit yang besar didapat dari fasilitas pembangkit dengan ukuran besar pula seperti, bangunan pengambil (intake), saluran pembawa, dan turbin pada rumah pembangkit (Arismunandar, 2004).

2.4.2 Penentuan Debit Turbin

1. Debit Maksimum

Untuk jenis PLTA dengan aliran sungai langsung (*run-off river*) penentuan debit maksimum untuk turbin ditentukan sedemikian rupa, sehingga biaya konstruksi minimum berdasarkan lengkung debit selama minimal sepuluh tahun terakhir (Arismunandar, 2004).

2. Jumlah Air Pasti

Jumlah air pasti adalah jumlah air yang ada dan dapat dimanfaatkan sepanjang tahun. Jumlah air ini, didapat dari perhitungan jumlah air pada musim kering dikurangi jumlah air di bagian hilir yang dialirkan untuk keperluan irigasi (Arismunandar, 2004).

2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

2.5.1 Gambaran Umum PLTMH

Belakangan ini, PLTA berkapasitas kecil mulai digemari sebagai sumber energi alternatif karena lebih ekonomis, ramah lingkungan, dan manfaat sosial yang ada jika dibandingkan dengan PLTA kapasitas besar (Morales *et al.*, 2015). Besar kecilnya PLTA ditentukan berdasarkan kapasitas daya listrik yang dihasilkan oleh PLTA tersebut. Adapun klasifikasinya adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Klasifikasi PLTA

NO	Jenis PLTA	Kapasitas Daya yang Dihasilkan
1	PLTA Skala Penuh	> 10 MW
2	PLTA Kecil	1 MW-10 MW
3	PLTA Mini	100 KW-1 MW
4	PLTA Micro	500 W-100 KW
5	PLTA Pico	<500 W

(Sumber: Ariansyah, 2018)

Dengan kemajuan teknis, tinggi jatuh 1-1,5m sudah dapat digunakan dan kapasitas turbin dapat ditentukan sebesar 4-5 KW. PLTA Micro atau biasa disebut

PLTMH dipilih, karena konstruksinya yang sederhana, pengoperasian mudah, serta mudah dalam perawatan dan penggantian suku cadang (Damastuti *et al.*, 1997). Indonesia memiliki banyak sungai yang dapat digunakan sebagai PLTA. Potensi PLTMH, di Indonesia, hampir mencapai 145.000 KW (Erinofiardi *et al.*, 2017). Potensi ini, tersebar di seluruh daerah di Indonesia dengan kapasitas produksi di atas 15 KW. Berikut ini adalah rincian potensi PLTMH di Indonesia, dengan daya listrik 15 KW keatas :

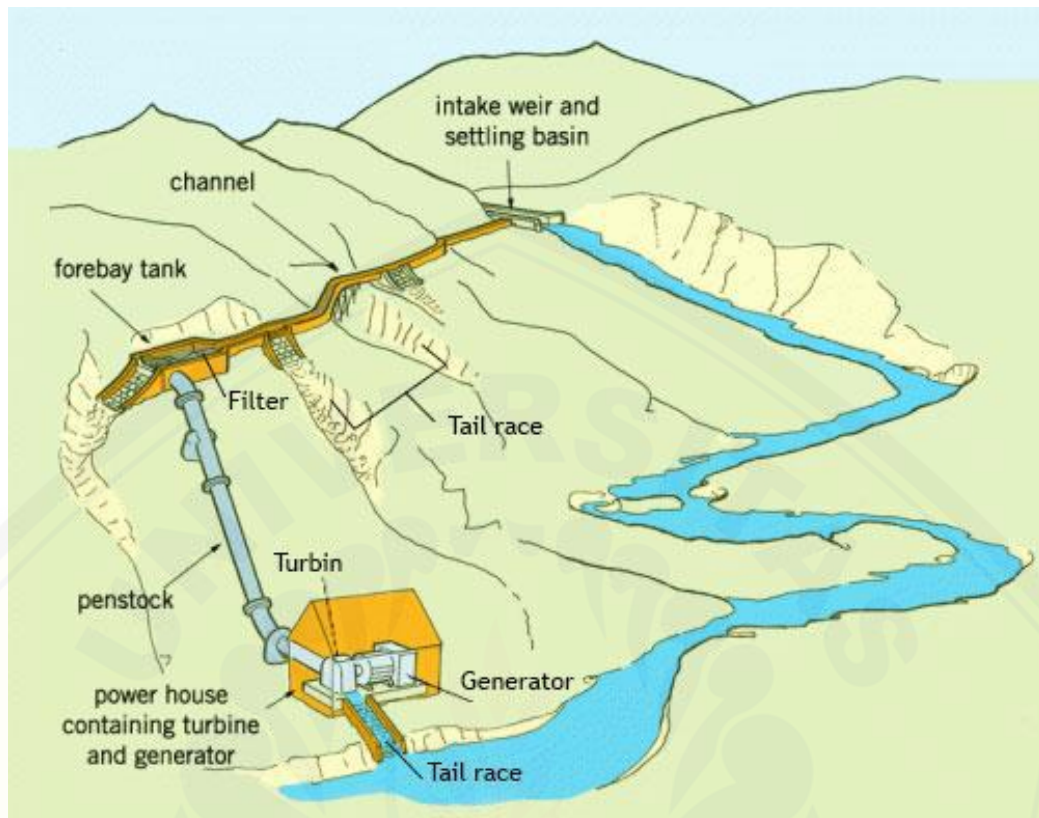
Tabel 2.3 Potensi Mikro Hidro di Indonesia

No	Provinsi	Jumlah Lokasi	Kapasitas Potensi (Kw)
1	Aceh	3	2,862.4
2	Sumatera Utara	11	9,329.2
3	Sumatera Barat	13	26,819.0
4	Sumatera Selatan	4	10,238.0
5	Jambi	2	1,360.0
6	Bengkulu	13	21,458.4
7	Lampung	3	3,494.0
8	Jawa Timur	1	2,486.9
9	Kalimantan Barat	3	2,079.8
10	Kalimantan Selatan	4	2,743.9
11	Kalimantan Timur	4	980.0
12	Kalimantan Tengah	6	2,838.0
13	Sulawesi Utara	5	5,059.4
14	Sulawesi Tengah	12	10,225.0
15	Sulawesi Selatan	14	14,153.3
16	Sulawesi Tenggara	2	1,154.4
17	Nusa Tenggara Barat	10	4,143.6
18	Nusa Tenggara Timur	18	14,849.8
19	Maluku	5	1,809.0
20	Papua	8	5,743.2
Total			143,845.3

(Sumber: Erinofiardi, 2017)

2.5.2 Komponen Mikro Hidro

Komponen dalam pembangunan PLTMH mempengaruhi besarnya biaya pembangunan. Skema Umum dari PLTMH dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 2.1 Skema Umum PLTMH (Sumber: Mbaka and Mwaniki, 2017)

Dari gambar di atas, dapat diketahui bahwa rangkaian PLTMH memiliki komponen-komponen sebagai berikut :

1. Dam/Bendung Pengalih dan Intake (*Diversion Weir and Intake*)

Bendung, dalam hal ini, berfungsi untuk menaikkan tinggi muka air pada hulu secara signifikan, sehingga dapat dialirkan ke dalam intake PLTMH ke sebuah bak penenang (*forebay*) (Luthfi, 2016). Bendung ini juga dilengkapi dengan pintu air (intake) sebagai jalur pembuang kotoran/lumpur yang mengendap. PLTMH, pada umumnya, menggunakan pembangkit tipe *run-off river* yang menggunakan aliran asli sungai sebagai sumber energi pembangkit (Luthfi, 2016). Maka dari itu, bangunan bendung dan intake dibangun berdekatan. Tujuan dari intake adalah memisahkan aliran air dari sungai untuk disalurkan melalui saluran atau penstock ke pembangkit. Kendala yang sering dijumpai pada bangunan intake adalah tingkat ketersediaan air, juga banyaknya sampah dan lumpur yang ikut terbawa aliran sungai.

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi bendung (*weir*) dan intake, menurut Luthfi (2016), adalah :

- a. Jalur aliran sungai: Lokasi bendung (*weir*) dan *intake*, dipilih berdasarkan ketersediaan air, kestabilan aliran, kemungkinan banjir, dan pengikisan penampang sungai akibat aliran.
- b. Stabilitas lereng: Lereng yang curam, tentu saja menjadi lokasi ideal untuk peletakan intake suatu pembangkit. Karena aliran pada lereng yang curam memiliki tinggi jatuh yang besar. Tetapi, dalam pemilihan lokasi perlu juga mempertimbangkan kestabilan lereng atau struktur tanahnya.
- c. Memanfaatkan fasilitas saluran yang ada: Untuk menambah efisiensi konstruksi, ada baiknya dalam pertimbangan pembangunan PLTMH juga diperhatikan letak-letak fasilitas irigasi yang ada.
- d. Memanfaatkan topografi alami: Penggunaan topografi alami pada intake dapat memberikan manfaat yang cukup baik dalam pengurangan biaya. Dengan menggunakan topografi alami, seperti kolam atau bendung alami, disamping dapat mengurangi biaya, juga membantu melestarikan alam, tata ruang sungai, dan ekosistem sungai. Selanjutnya hanya perlu memperhatikan keberlangsungan topografi alami tersebut.
- e. Volume yang diambil (tinggi DAM) dan tinggi banjir: Karena pembangunan bendung dan *intake* terletak pada bagian sempit sungai, maka tinggi banjir di daerah itu akan lebih besar, sehingga perlu mempertimbangkan kestabilannya.

Perancangan dimensi *intake* membutuhkan beberapa parameter penting, yaitu kecepatan aliran (v) dan luas penampang (A). Perhitungan parameter-parameter ini dapat menggunakan rumus-rumus hidrolika berikut :

1. Rumus Umum Kecepatan (v)

$$v = Q/A \quad (2.2)$$

Keterangan :

v = kecepatan aliran (m/dt)

Q = debit air (m³/dt)

A = luas penampang (m²)

2. Rumus Debit Rencana (Q_n)

$$Q_n = 1,2 \cdot Q \quad (2.3)$$

Keterangan :

Q_n = debit rencana (m^3/dt)

Q = kebutuhan air di PLTMH (m^3/dt)

1,2 = angka jagaan selama pembangunan PLTMH

3. Debit rencana yang diperoleh dari persamaan 2.2 di atas kemudian dimasukkan pada persamaan 2.3 berikut :

$$Q_n = \mu \cdot a \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot z} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Q_n = debit rencana (m^3/dt)

μ = koefisien debit (0,8-0,9)

a = tinggi bukaan *intake* (m)

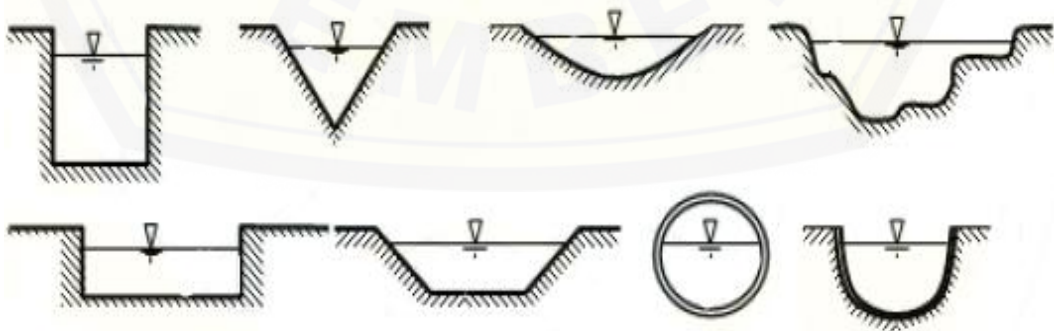
b = lebar bukaan *intake* (m)

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

z = kehilangan energi pada bukaan *intake* (antara 0,2-0,3 m)

2. Saluran Pembawa (*Channel/Headrace/Water Conveyance*)

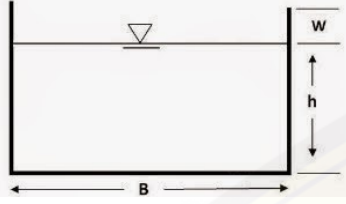
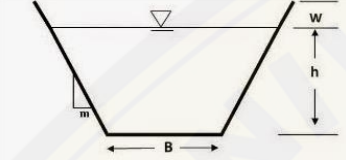

Saluran pembawa adalah bangunan yang memiliki fungsi untuk mengalirkan air dari *intake* ke forebay (Kusdiana *et al.*, 2008). Desain saluran pembawa mempertimbangkan kontur permukaan yang ada, guna mempertahankan energi dari aliran yang disalurkan.



Gambar 2.2 Penampang Melintang Saluran (sumber : Ariansyah, 2018)

Perhitungan penampang saluran terbuka, berdasarkan bentuk salurannya, dirumuskan sesuai dengan Tabel 2.4 di bawah :

Tabel 2.4 Penampang Saluran

Bentuk	A	P	B	D
	$B \cdot h$	$B + 2h$	B	h
	$(B + mh)h$	$B + 2h\sqrt{(1+m^2)}$	$B + 2mh$	$\frac{(B + mh)h}{B + mh}$
	$m \cdot h^2$	$2h\sqrt{(1+m^2)}$	$2mh$	$0,5h$

(Sumber : Chow, 1959)

Kemudian angka-angka yang didapat dari rumus diatas dapat dimasukkan kedalam persamaan hidrolika berikut :

$$Q = v \cdot A \tag{2.5}$$

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \tag{2.6}$$

$$R = A/P \tag{2.7}$$

$$Q_1 = Q_2 \tag{2.8}$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m³/dt)

v = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang saluran (m²)

I = kemiringan saluran (m)

n = koefisien kekasaran saluran

R = jari-jari hidraulik (m)

Koefisien kekasaran saluran (koefisien *manning*) dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5 Koefisien Kekasaran *Manning*

NO	Tipe Saluran	Nilai Kekasaran <i>n</i>		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	Gorong-gorong lurus	0,010	0,011	0,013
	Gorong-gorong berkelok	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,015	0,017	0,020
2	Tanah			
	Bersih, baru dibuat	0,016	0,018	0,020
	Bersih, telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,027	0,033
	Berumput pendek	0,022	0,027	0,033
3	Pasangan			
	Batu kosong	0,023	0,030	0,030
	Batu belah	0,017	0,023	0,030

(Sumber : Chow, 1959)

Pada setiap bangunan air, perlu dilakukan perhitungan bilangan *froude* dan bilangan *Reynolds* guna mengetahui tipe aliran yang terjadi pada bangunan tersebut. Chow (1959), menyebutkan bahwa untuk menghitung bilangan *Froude* dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot D}} \quad (2.9)$$

Keterangan :

Fr = Bilangan Froude

V = Kecepatan aliran (m/det)

g = Percepatan gravitasi (9,81m/det²)

D = Kedalaman hidrolis (m)

Dimana untuk nilai bilangan *Froude* kurang dari 1 aliran merupakan aliran sub-kritis, untuk nilai bilangan *Froude* diatas 1 aliran merupakan aliran super-kritis, dan nilai bilangan *Froude* samadengan 1 maka aliran merupakan aliran kritis.

Sedangkan, untuk bilangan *Reynolds*, menurut Chow (1959), dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$R = \frac{V \cdot L}{\nu} \quad (2.10)$$

Keterangan :

R = Bilangan Reynolds

V = Kecepatan aliran (m/det)

L = Panjang karakteristik (m) atau sama dengan panjang jari-jari hidraulik

ν = Viskositas kinematik ($1,08 \times 10^{-5}$ m²/det)

3. Bak Penenang (*Forebay*)

Forebay/settling bay adalah suatu struktur yang menggunakan sedimentasi untuk menghilangkan material-material seperti pasir atau lumpur dan partikel kotor dari aliran air (Mandiri, 2010). Selain untuk mengendapkan kotoran, bak penenang juga berfungsi untuk :

- a. Mengatur aliran air dari saluran utama agar tidak terjadi kolam pusaran dan aliran turbulen, serta mengurangi kecepatan aliran yang akan masuk ke intake.
- b. Sebagai tempat penimbun sedimen, sehingga desain harus mempertimbangkan kemudahan pembuangan.
- c. Sebagai *spillway*.

Pada dasarnya perhitungan *forebay* sama seperti menghitung saluran pembawa. *Forebay* juga merupakan tempat *penstock* (pipa pesat) bermula. Pemilihan lokasi bangunan ini bergantung pada beberapa hal berikut:

- a. Keadaan topografis dan geologis sungai. Lokasi sebisa mungkin dipilih pada lokasi dengan keadaan tanah relatif stabil. Lebih bagus jika lokasi terdiri dari batuan keras, karena mengurangi volume pekerjaan galian.
- b. Meskipun lokasi bak penenang umumnya berada pada ketinggian, sebisa mungkin dipilih lokasi yang datar.
- c. Mengurangi hubungan dengan lokasi muka air tanah yang lebih tinggi.

Pada penelitiannya, Prabowo (2017), menyatakan bahwa untuk mendesain bak penenang, dapat digunakan persamaan-persamaan berikut :

1. Menentukan diameter sedimen

Diameter sedimen ditentukan berdasarkan jenis PLTA yang direncanakan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Diameter 0,2-0,5 mm untuk PLTA tekanan rendah ($H < 15$)
- Diameter 0,1-0,2 mm untuk PLTA teknan sedang ($15 < H < 250$)
- Diameter 0,01-0,05 mm untuk PLTA teknan tinggi ($H > 250$)

2. Menghitung kecepatan kritis

$$V_{kritis} = a\sqrt{d} \quad (2.11)$$

Dimana $a = 44$ untuk ukuran diamater $1 \text{ mm} > d > 0,1 \text{ mm}$ dan d adalah ukuran diameter sedimen

3. Menghitung dimensi bak penenang

$$B = \frac{Q}{V_{kritis} \cdot H} \quad (2.12)$$

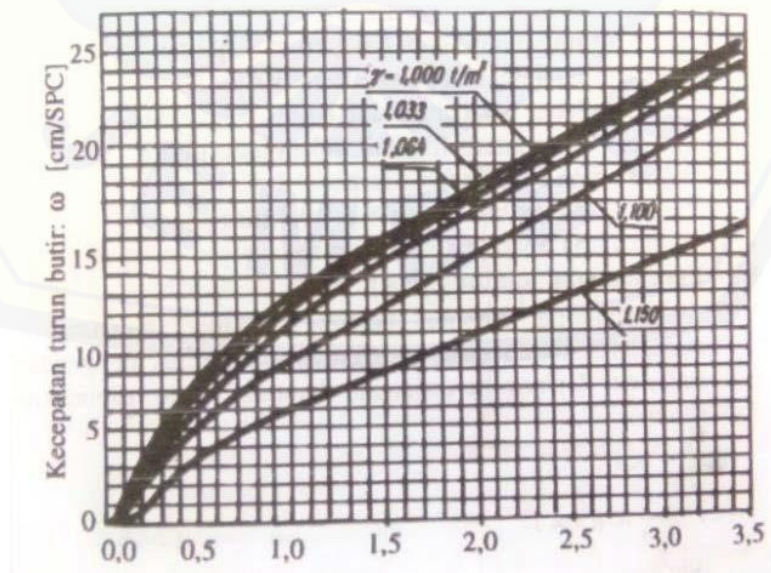
$$L = \frac{H}{w} \cdot v_{kritis} \quad (2.13)$$

Keterangan :

Q = Debit (m^3/dt)

H = Ketinggian Air (m)

w = Kecepatan alir sedimen, yg dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah



Gambar 2.3 Grafik Kecepatan Sedimen (Sumber : Prabowo 2017)

Syarat yang harus dipenuhi aliran ketika akan memasuki pipa pesat adalah air harus bersih (terbebas dari kotoran) agar tidak menyumbat saluran (Ariansyah, 2018). Oleh karena itu, pada sambungan *forebay* ke *penstock* diberi penyaring sampah atau *trashrack* yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$h_t = K_t \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^4 \cdot \left(\frac{v^2}{2g}\right) \cdot \sin\phi \quad (2.14)$$

Keterangan :

h_t = kehilangan energi akibat *trashrack* (m)

K_t = koefisien kisi *trashrack*

t = tebal kisi *trashrack* (m)

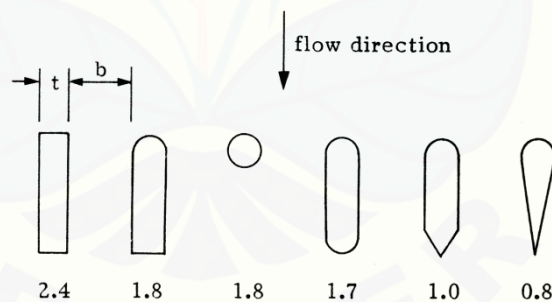
b = jarak antar kisi *trashrack* (m)

v = kecepatan aliran (m/dt)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)

ϕ = sudut *trashrack* terhadap dasar saluran

Nilai K_t didapatkan dari nilai fabrikasi profil *trashrack*, seperti tercantum pada gambar berikut :



Gambar 2.4 Nilai K_t Berdasarkan Profil Kisi *Trashrack*

(Sumber : Ariansyah, 2018)

4. Pipa Pesat (*Penstock*)

Pipa pesat merupakan serangkaian pipa yang menghubungkan bak penenang dengan rumah pembangkit (Luthfi, 2016). Tipe pipa pesat yang akan digunakan sangat dipengaruhi oleh topografi sungai dan skema PLTMH. Pipa pesat, secara umum, harus dirancang sesuai dengan derajat kemiringan (head)

yang direncanakan untuk PLTMH. Karena pipa pesat tergolong salah satu komponen yang mahal, maka keseimbangan antara kehilangan energi dan biaya perlu diperhatikan dalam mendesain pipa pesat. Parameter penting dalam mendesain pipa pesat terdiri dari material yang digunakan, diameter pipa, ketebalan pipa, dan jenis sambungan yang digunakan pada pipa. Menurut Luthfi (2016), beberapa pertimbangan dalam pemilihan lokasi pipa pesat adalah:

- a. Topografi atau kontur yang dilewati pipa harus memiliki tingkat kemiringan di bawah garis minimum kemiringan hidrolis.
- b. Stabilitas tanah yang dilewati pipa pesat.

Perhitungan pada pipa pesat dapat dilakukan menggunakan persamaan-persamaan berikut :

1. Menghitung diameter dan tebal minimum pipa

Berdasarkan pedoman oleh USBR (1949), diameter dan tebal minimum pipa dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

Untuk diameter :

$$D = \left(\frac{4Q}{0,125 \cdot 3,14(2 \cdot g \cdot H_r)^{0,5}} \right)^{0,5} \quad (2.15)$$

Keterangan :

D = Diameter pipa (m)

Q = Debit (m³/det)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)

H_r = Tinggi jatuh air (m)

Untuk tebal pipa :

$$T_{\min} = \frac{D+20}{400}$$

Keterangan :

T_{min} = Tebal minimum pipa (in)

D = Diameter pipa (in)

Maka, rumus untuk menghitung tebal pipa dalam satuan meter dapat ditulis sebagai berikut :

$$T_{\min} = \frac{D+0,508}{400} \quad (2.16)$$

2. Menghitung luas penampang pipa

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad (2.17)$$

Keterangan :

A = luas penampang pipa (m²)

D = diameter pipa (m)

3. Menghitung kecepatan aliran dalam pipa

$$v_1 = v_2 = \sqrt{(2 \cdot g \cdot h_t)} \quad (2.18)$$

Keterangan :

v = kecepatan aliran (m/dt)

g = percepatan gravitasi (9,81 m/dt²)

h_t = tinggi air di atas lubang masuk pipa pesat

4. Menghitung jarak tumpuan pipa

$$L = 182,61 \cdot \left(\frac{((D_p + 0,0147)^2 - D_p^2)}{W_p + W_w} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2.19)$$

Keterangan :

L = Jarak maksimum antar tumpuan pipa

D_p = Diameter pipa

W_p = berat pipa

W_w = berat air dalam pipa



Pipa pesat merupakan jenis saluran tertutup. Pada saluran tertutup, kehilangan energi dapat terjadi karena hal-hal berikut :




- a. Kehilangan energi akibat mulut *penstock*

$$h_e = K_e \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.20)$$

Nilai K_e merupakan koefisien berdasarkan bentuk mulut *penstock* yang dapat dilihat pada Tabel 2.6 di bawah ini :

Tabel 2.6 Nilai Koefisien K_e

Tipe	Bentuk	Nilai K _e
Runcing		1,0
Menjorok		0,8

Tipe	Bentuk	Nilai K_e
Ujung Tegas		0,5
Sedikit Membulat		0,2
Mulut Lonceng ($r > 0,14D$)		0

(Sumber : Ariansyah, 2018)

b. Kehilangan energi akibat gesekan dengan dinding pipa

$$h_f = f \cdot \left(\frac{L}{D}\right) \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.21)$$

Keterangan :

f = koefisien gesek pada pipa, yang dapat dihitung berdasarkan nilai bilangan Reynolds

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/dt)

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

Menurut Selpan (2002), untuk menghitung nilai f dapat digunakan salah satu dari rumus-rumus berikut :

1. Untuk aliran laminar ($Re < 2000$)

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2.22)$$

2. Untuk aliran turbulen ($Re > 4000$)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \left(\log \frac{3,7 \cdot D}{k} \right) \quad (2.23)$$

Untuk Re (bilangan Reynolds) sendiri, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (2.24)$$

Keterangan :

f = Koefisien gesek

Re = Bilangan Reynolds

D = Diameter pipa (m)

k = Nilai tinggi kekasaran pipa

V = Kecepatan aliran (m/det)

ν = Viskositas kinematik ($1,08 \times 10^{-5}$ m²/det)

Nilai k dapat ditentukan berdasarkan jenis pipa, seperti tercantum pada Tabel 2.7 di bawah ini :

Tabel 2.7 Nilai k

Jenis Pipa	Nilai k (mm)
Kaca	0,0015
Besi Dilapisi Aspal	0,06-0,24
Besi Tulang	0,18-0,90
Plester Semen	0,27-1,20
Beton	0,30-3,00
Baja	0,03-0,09
Baja Keling	0,90-9,00
Pasangan Batu	6

(Sumber : Selpan, 2002)

c. Kehilangan energi akibat belokan

$$h_e = k_b \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2.25)$$

Dengan nilai k_b dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut

Tabel 2.8 Nilai K_b

Sudut Belokan	20	40	60	80	90
Nilai K_b	0,05	0,14	0,36	0,74	0,98

(Sumber : Ariansyah, 2018)

5. Rumah Pembangkit (*Power House*)

Rumah pembangkit, sesuai posisinya, dapat diklasifikasikan kedalam tipe di atas tanah, semi bawah tanah, dan bawah tanah (Luthfi, 2016). Umumnya rumah pembangkit untuk PLTMH terletak di atas tanah. Untuk mendesain rumah pembangkit, perlu dipertimbangkan hal-hal berikut:

- a. Tata letak lantai rumah pembangkit perlu memperhatikan kenyamanan selama operasi, pengelolaan, serta perawatan dimana terjadi bongkar pasang komponen generator.

- b. Memiliki pencahayaan dan ventilasi yang cukup.
- c. Kenyamanan bagi operator yang bekerja didalam rumah pembangkit.

Jenis dan tipe turbin yang digunakan juga mempengaruhi konstruksi rumah pembangkit. Oleh karena itu berikut adalah beberapa pertimbangan desain rumah pembangkit berdasarkan jenis turbin yang digunakan:

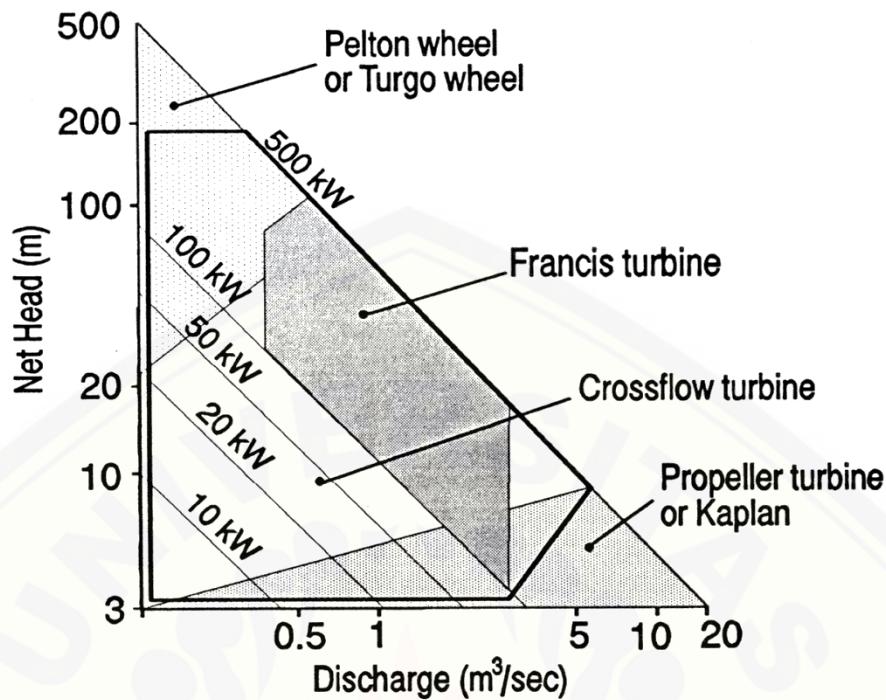
- a. Jenis Turbin “Impuls”

Desain konstruksi rumah pembangkit berdasarkan jenis turbin impuls (turbin pelton, turgo, atau crossflow) perlu memperhatikan jarak bebas antara dasar rumah pembangkit dengan elevasi permukaan air buang turbin (*afterbay*). Pada turbin ini, air yang dilepas oleh *runner* turbin secara langsung dikeluarkan melalui *tailrace*. Jarak bebas antara rumah pembangkit dengan permukaan air *afterbay* harus memiliki jarak minimal 30-50cm. Kemudian air di *afterbay* harus ditentukan dengan elevasi ketinggian dari pada estimasi elevasi air banjir.

- b. Jenis Turbin “Reaction”

Pada konstruksi rumah pembangkit dengan jenis turbin reaction (Turbin francis atau propeller) air dikeluarkan menuju *afterbay* melalui turbin. Tinggi jatuh (*head*) antara turbin dan level permukaan air dapat digunakan untuk sebagai sumber energi pembangkit. Oleh karena itu, pada desain rumah pembangkit ini, turbin boleh dipasang di bawah muka air banjir.

Pemilihan turbin yang akan digunakan pada PLTMH dapat dilakukan dengan melihat gambar di bawah :



Gambar 2.5 Diagram Penentuan Jenis Turbin (Sumber :Havianto, 2012)

6. Saluran Pembuang Akhir (*Tailrace*)

Saluran ini biasanya direncanakan berbentuk segiempat dengan material pasangan batu. Perhitungan dimensi *tailrace* dapat menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada saluran pembawa.

2.6 Perencanaan Daya Listrik

2.6.1 Tinggi Jatuh Efektif

Tinggi jatuh (head) adalah salah satu aspek penting dalam penentuan daya pada pembangkit listrik tenaga air, khususnya pada Pembangkit listrik skala mikro. Tinggi jatuh efektif dapat dihitung dengan cara mengurangi tinggi jatuh total (yang diukur dari permukaan air pada pengambilan/intake sampai permukaan air pada saluran terendah) dengan kehilangan tinggi pada saluran (Arismunandar, 2004). Pada buku “Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik Jilid I”, Arismunandar menyebutkan bahwa ada 2 hal yang mempengaruhi tinggi jatuh suatu pembangkit listrik tenaga air, yaitu :

1. Jenis Saluran Air

Bila pada saluran air diketahui tinggi permukaan air pada *intake* dan saluran bawah serta debit air, maka tinggi jatuh efektif dapat ditentukan, dengan pertimbangan ekonomis. Jika kehilangan tinggi jatuh dapat diminimalisir dengan dengan memperbesar ukuran penampang atau memperkecil derajat kemiringan, maka tinggi jatuh dapat digunakan secara efektif. Pada situasi ini biaya pembangunan akan membengkak sebaliknya, jika biaya pembangunan dikurangi, pada ukuran penampang atau derajat kemiringan, maka kehilangan tinggi jatuh akan memiliki nilai yang besar. Dengan demikian tinggi jatuh efektif ditentukan atas dasar biaya pembangunan yang paling ekonomis.

2. Jenis Waduk atau Waduk Pengatur

Untuk waduk, jika naik turunnya ketinggian permukaan air dapat diatur, maka tinggi jatuh terbesar dan terkecil dapat ditentukan, sesuai dengan keadaan permukaan air waduk. Namun apabila beda naik turun permukaan air bernilai besar, maka perlu diperhatikan hal-hal berikut:

a. Tinggi Jatuh Normal

Tinggi jatuh normal adalah tinggi jatuh efektif yang digunakan untuk dasar penentuan daya yang dihasilkan dari turbin secara efisien. Tinggi jatuh normal dipilih dengan metode *trial and error*, sehingga tenaga maksimum yang dihasilkan dalam setahun dapat dicari dengan memperkirakan lengkung operasi waduk.

b. Perubahan tinggi jatuh

Jika perubahan tinggi jatuh terlalu besar, maka karakteristik turbin akan tidak menguntungkan. Oleh karena itu, hal tersebut harus diperhatikan dalam menentukan naik turunnya ketinggian permukaan air waduk.

Perhitungan tinggi jatuh atau head yang digunakan dalam perencanaan adalah head efektif, yang dapat dihitung dengan persamaan 2.18 berikut :

$$H_n = E_{MAW} - TWL - h_l \quad (2.26)$$

Keterangan :

H_n = head netto/tinggi jatuh efektif (m)

EMAW = Elevasi muka air sungai (m)

TWL = Elevasi muka air pada Tailrace (m)

hl = Kehilangan energi total (m)

2.6.2 Perhitungan Daya

Pada pembangkit listrik tenaga air, umumnya daya dihasilkan dari perubahan tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi energi listrik melalui perputaran turbin dan generator. Menurut Arismunandar (2004), daya teoritis dari suatu pembangkit listrik tenaga air dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = \eta_t \cdot \eta_g \cdot g \cdot Q_d \cdot H_n \quad (2.27)$$

Keterangan :

P = Daya (Kw)

g = 9,8 (m/s²), konstanta gaya gravitasi

Q = Debit andalan (m³/s)

H_n = tinggi jatuh efektif

η_t = 0,925, Efisiensi generator

η_g = Efisiensi turbin

Dari rumus diatas dapat diketahui bahwa besarnya daya yang dihasilkan suatu pembangkit bergantung pada desain bangunan pembangkit yang memiliki tinggi jatuh dan debit yang besar. Pada perencanaan pembangkit listrik dengan menggunakan energi terbarukan, besar energi yang dihasilkan selama satu tahun dibandingkan dengan besar energi maksimum rencana, perbandingan ini disebut sebagai *Capacity Factor (CF)* (Kuiper, 1967). Secara matematis, rumus CF dapat ditulis sebagai berikut:

$$CF = \frac{\sum \text{Energi yang dihasilkan dalam 1 tahun (kWh/tahun)}}{\sum \text{Kapasitas terpasang (kW) x 8760 (jam/tahun)}} \quad (2.28)$$

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang akan digunakan sebagai objek penelitian ini adalah Anak Sungai Jompo (Sungai Poreng) pada sub-DAS Rawatamtu yang berada di Kabupaten Jember, Jawa Timur dengan koordinat garis lintang $-8,539167$ dan garis bujur $113,904167$



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber : Google Map, 2019)

3.2 Tahapan Perencanaan

Berikut adalah tahapan-tahapan perencanaan yang dibutuhkan dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH):

1. Studi Literatur

Tahapan pertama yang harus dilaksanakan pada suatu penelitian, adalah mempelajari literatur dan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan atau sejenis dengan topik pembahasan studi, sebagai dasar untuk pelaksanaan penelitian ini. Studi literatur juga bertujuan untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan yang dapat terjadi selama masa penelitian berlangsung.

2. Pengumpulan Data

Data-data yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu informasi yang dikumpulkan dari sumber yang telah ada, seperti catatan atau dokumentasi perusahaan, publikasi suatu instansi pemerintah, analisis industri oleh media, situs web, internet, dan seterusnya, dengan tujuan berbeda dari penggunaannya pada penelitian itu sendiri (Ellram and Tate, 2016). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan selama 10 tahun (2010-2019), data fisik dam, serta data geometrik sungai.

3. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh, selanjutnya diolah. Data debit dan data fisik DAM digunakan untuk menghitung debit maksimum dan minimum PLTMH, sedangkan data peta situasi dan potongan sungai merupakan data penunjang yang penting untuk perencanaan PLTMH ini.

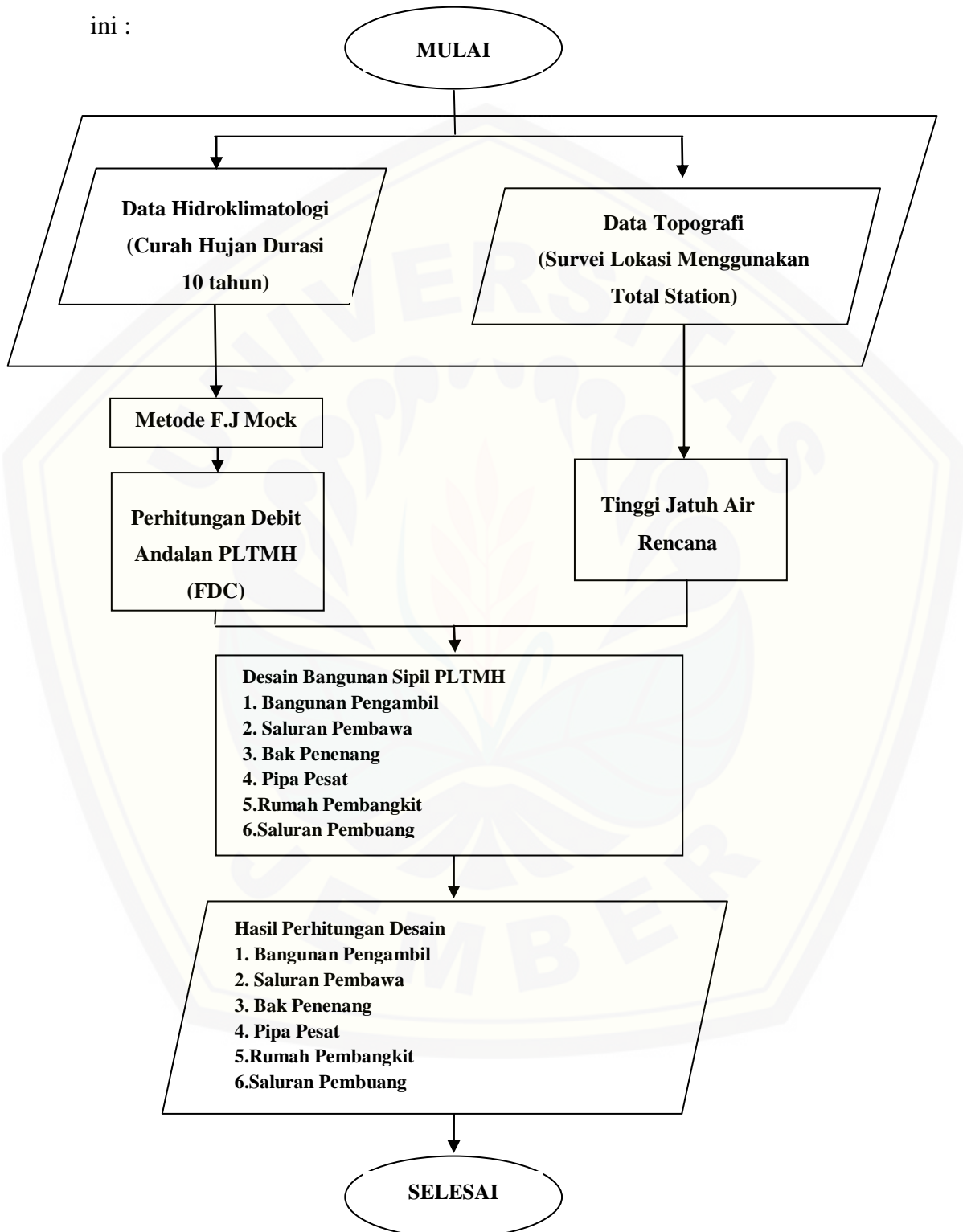
4. Perhitungan Komponen Bangunan Sipil Pada PLTMH

Komponen PLTMH yang akan direncanakan pada penelitian ini adalah komponen bangunan sipil, yang meliputi perhitungan dimensi bangunan intake, bak penenang, saluran pembawa, pipa pesat, rumah pembangkit, saluran pembuang dan bangunan pelengkap seperti *trashrack*.

5. Pembahasan

Tahap terakhir yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah pembahasan, dimana hasil seluruh perhitungan akan dibahas secara menyeluruh sehingga hasil penelitian dapat dipaparkan secara rinci

Berdasarkan uraian tahapan perencanaan diatas, maka alur penelitian ini dapat dijelaskan lebih rinci dengan menggunakan diagram alir pada Gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas terpasang pada PLTMH, berdasarkan debit aliran sebesar 0,897 m³/det, dengan debit desain sebesar 1,077 m³/det dan tinggi jatuh efektif 5,85m, adalah sebesar 39,26 kilowatt dan energi tahunan sebesar 343937,93 kWh per tahun.
2. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro pada Anak Sungai Jompo (Sungai Poreng) direncanakan meliputi bangunan pengambil (*intake*), saluran pembawa (*Water Conveyance*), Bak Penenang (*Forebay*), Pipa Pesat (*Penstock*), Rumah Pembangkit (*Power House*) dan Saluran Pembuang Akhir (*Tailrace*), dengan desain
 - Bangunan pengambil menggunakan pintu air sorong dengan lebar 1m dan tinggi bukaan maximum 2m.
 - Saluran pembawa direncanakan dengan menggunakan pasangan batu kali yang memiliki lebar saluran 1m dan panjang 210m.
 - Bak penenang dengan dimensi 8 x 3 x 3,5 meter.
 - Pipa pesat direncanakan menggunakan pipa dengan diameter 0,5m dan tebal 2,5 mm, serta panjang 8,38m.
 - Rumah pembangkit direncanakan memiliki dimensi 12 x 8 x 8 meter.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, untuk penelitian selanjutnya, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan perbaikan pada bendung yang sudah ada di lokasi penelitian.
2. Dapat dilakukan penelitian dari segi finansial serta kelayakan Pembangunan PLTMH di Anak Sungai Jompo (Sungai Poreng).
3. Perlu dilakukan penelitian pada lokasi dengan beda tinggi yang lebih besar untuk menghasilkan tenaga listrik yang lebih, guna mengatasi kebutuhan listrik yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Albas, J. and Permana, S. (2016) 'Kajian Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Tegak (Sluiceway) Terhadap Bilangan Froude', Jurnal Konstruksi, 14(Pengaruh tinggi air bukaan pintu air tegak), p. 1.
- Ariansyah, A. P. (2018) 'Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Pada Bendung Karet Jatimlerek Kecamatan Plandaan Kabupaten Jombang', p. 9.
- Arismunandar, A. (2004) 'Teknik Tenaga Listrik I'. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- BSN (2015) 'SNI 6738:2015 Perhitungan Debit Andalan Sungai Dengan Kurva Durasi Debit', Bsn, pp. 1–22. Available at: <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/10264>.
- Chow, V. T. (1959) 'Open Channel Hydraulics'. Mcgraw-Hill Company. Bandung: Erlangga.
- Damanik, A. K. *et al.* (2009) 'Pedoman Studi Kelayakan PLTMH'. 2nd edn.
- Damastuti, A. P. *et al.* (1997) 'Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro', WACANA, 7(8), pp. 11–12.
- Ellram, L. M. and Tate, W. L. (2016) 'The use of secondary data in purchasing and supply management (P/SM) research', Journal of Purchasing and Supply Management. Elsevier, 22(4), pp. 250–254. doi: 10.1016/j.pursup.2016.08.005.
- Erinofiardi *et al.* (2017) 'A Review on Micro Hydropower in Indonesia', Energy Procedia, 110, pp. 316–321. doi: 10.1016/j.egypro.2017.03.146.
- Havianto, J. (2012) 'Renovasi PLTA Skala Kecil Dengan Turbin Cross-Flow', Jonny Havianto : Review Energi Listrik.
- Hidayah, E. *et al.* (2017) 'Proposed Method to Determine The Potential Location of Hydropowerplant: Application at Rawatamtu Watershed, East Java', Procedia Engineering, 171, pp. 1495–1504. doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.480.

- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013) 'Standar Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01', p. 248.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2013) 'Standard Perencanaan Irigasi. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (Headworks) KP-02', p. 240.
- Kuiper, E. 1971. 'Water Resources Project Economics'. London : Butterworth & Co (Publisher) Ltd
- Kusdiana, D. et al. (2008) 'Pedoman Teknis Standardisasi Peralatan dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)'. Jakarta: IMIDAP.
- Laila, N. (2003) 'Penerapan Konsep Aliran Kritis', (1), pp. 6–8. doi: 10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004.
- Luthfi, M. (2016) 'Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro pada waduk sidodadi glenmore banyuwangi', 1.
- Mandiri, G. S. (2010) 'Uji Potensi Sumber Air Untuk Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Panduman Kecamatan Jelbuk Kabupaten Jember', 1.
- Mbaka, J. G. and Mwaniki, M. (2017) 'Small Hydro-power Plants in Kenya : A Review of Status , Challenges and Journal of Renewable', Journal of Renewable Energy and Environment, 3(September 2017), pp. 20–26.
- Morales, S. et al. (2015) 'An overview of small hydropower plants in Colombia: Status, potential, barriers and perspectives', Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, pp. 1650–1657. doi: 10.1016/j.rser.2015.06.026.
- Ossberger Hydro. (2014). Ossberger Cross Flow Turbines. <http://www.ossbergerhydro.com/cross-flow-turbines.html>. [Diakses pada 27 Juli 2020].
- Prabowo, Y. S. (2017) Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro desa sutopati kecamatan kajoran kabupaten magelang. Surabaya.
- Ramadhani, A. R., Limantara, L. M. and Rispiningtati (2007) 'Studi Penerapan Metode Flow Duration Curve Majemuk Untuk Perhitungan Energi

- Pembangkit Listrik Tenaga Air Tipe Run Off River Di Sungai Konang Kabupaten Trenggalek', pp. 96–99.
- RUPTL (2019) 'Rencana usaha penyediaan tenaga listrik', Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik, pp. 1–735.
- Searcy, J. K. (1959) 'Manual of Hydrology: Part 2. Low-Flow Techniques - Flow-Duration Curves', Methods and practices of the Geological Survey: Geological Survey Water-Supply Paper 1542-A, p. 33. doi: 10.1002/047147844X.sw321.
- Selpan, M. (2002) 'Aliran pada Saluran Tertutup (Pipa)', pp. 1–23.
- Soewarno (1995) Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Jilid 1. Bandung: NOVA.
- USBR (1949) Welded Steel Penstocks. Engineering Monograph No. 3. Washington: U.S Government Printing Office. Available at: http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/pubs/EM/EM03.pdf.
- Wiyono, A. *et al.* (2011) 'Perbandingan Gerusan Lokal yang Terjadi di Sekitar Abutment Dinding Vertikal Tanpa Sayap dan dengan Sayap pada Saluran Lurus, Tikungan 90°, dan 180° (Kajian Laboratorium)', *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), p. 41. doi: 10.5614/jts.2011.18.1.4

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2010-2019 pada DAM Sembah

Tahun	Stasiun DAM Sembah (dalam mm)											
	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
2010	636	642	321	455	409	139	10	0	256	71	295	269
2011	522	342	417	236	155	0	0	0	6	136	437	372
2012	324	122	172	20	70	0	20	0	0	98	171	309
2013	396	279	202	245	144	99	74	0	0	179	393	470
2014	409	480	170	286	94	74	3	0	0	0	297	696
2015	520	162	219	229	0	61	3	0	0	0	158	305
2016	231	322	217	259	147	164	87	91	265	281	643	462
2017	568	337	289	480	186	137	31	0	63	330	456	366
2018	687	415	114	144	0	31	0	0	85	0	237	418
2019	397	364	438	174	132	0	0	0	18	2	30	454
Rerata	469,00	346,50	255,90	252,80	133,70	70,50	22,80	9,10	69,30	109,70	311,70	412,10

**Lampiran 2. . Data Curah Hujan Bulanan Tahun 2010-2019
pada P.T. Kebun Kopi Kalianda**

Tahun	Stasiun Kebun Kopi Kalianda (dalam mm)											
	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
2010	634	502	412	421	253	144	104	82	205	307	16	29
2011	584	653	876	351	176	10	9	1	16	159	485	710
2012	637	461	375	271	96	29	47	0	2	136	303	532
2013	669	554	587	357	237	253	108	8	1	81	415	654
2014	526	495	307	395	169	49	88	1	0	41	379	968
2015	389	410	624	289	80	31	12	0	0	20	168	681
2016	365	658	405	108	172	159	131	70	206	423	504	767
2017	599	349	528	379	183	137	26	10	70	370	692	645
2018	799	884	379	85	46	48	0	32	1	2	507	461
2019	586	587	879	511	61	12	0	0	19	13	112	266
Rerata	578,80	555,30	537,20	316,70	147,30	87,20	52,50	20,40	52,00	155,20	358,10	571,30

Lampiran 3. Tabel Perhitungan Evapotranspirasi

No	Uraian	Satuan	KET	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Temperatur Udara	°C	Data	28,08	28,35	27,92	28,61	28,15	26,56	25,87	25,96	26,24	28,12	29,28	30,16
2	Ea (ea)	mbar	Tabel	37,97	38,61	37,64	39,20	38,15	34,78	33,36	33,53	34,10	38,08	40,75	42,80
3	w		Tabel	0,77	0,77	0,77	0,78	0,77	0,76	0,75	0,75	0,75	0,77	0,78	0,78
4	1-w		Tabel	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,24	0,25	0,25	0,25	0,23	0,22	0,22
5	f(t)		Tabel	16,32	16,37	16,28	16,42	16,33	16,01	15,87	15,89	15,95	16,32	16,56	16,75
6	Kelembaban Relatif (RH)	%	Data	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21	80,21
7	ed = ea x RH		Hitungan	30,46	30,97	30,19	31,44	30,60	27,89	26,76	26,90	27,35	30,54	32,69	34,33
8	$f(ed) = 0,34 - 0,044(ed^{0,5})$		Hitungan	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	0,08
9	Letak Lintang Daerah		Data	07°10'19.96" LS											
10	Ra	mm/hari	Tabel	16,18	16,15	15,50	14,35	13,02	12,29	12,62	13,65	14,87	15,83	16,05	16,05
11	Penyinaran Matahari (n/N)	%	Data	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26	41,26
12	$Rs = (0,25 + 0,54 n/N) Ra$		Hitungan	7,65	7,64	7,33	6,78	6,16	5,81	5,97	6,45	7,03	7,48	7,59	7,59
13	$Rns = (1-a) Rs, a=0,25$		Hitungan	5,74	5,73	5,50	5,09	4,62	4,36	4,48	4,84	5,27	5,61	5,69	5,69
14	$f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N$		Hitungan	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
15	Kecepatan Angin (u)	m/det	Data	2,06	2,11	1,81	1,70	1,84	1,70	1,71	1,74	1,53	1,74	1,63	1,35
16	$f(u) = 0,27 (1 + (u \times 0,864))$		Hitungan	0,75	0,76	0,69	0,67	0,70	0,67	0,67	0,68	0,63	0,68	0,65	0,59
17	$Rn1 = f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$		Hitungan	0,75	0,73	0,75	0,72	0,74	0,81	0,84	0,84	0,83	0,75	0,69	0,65
18	$Rn = Rns - Rn1$	mm/hari	Hitungan	4,99	4,99	4,74	4,37	3,87	3,55	3,63	4,00	4,45	4,87	5,00	5,04
19	Angka Koreksi (c)		Data	1,10	1,10	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10
20	Eto*	mm/hari	Hitungan	5,14	5,18	4,84	4,55	4,19	3,80	3,83	4,12	4,40	4,92	5,06	5,03
21	Eto = c x Eto*	mm/hari	Hitungan	5,66	5,70	4,84	4,09	3,77	3,42	3,45	4,12	4,84	5,41	5,56	5,53
22	jumlah hari dalam satu bulan	hari	Hari	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
23	Eto (1 bulan)	mm	mm	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42

Lampiran 4. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2010

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
I	Data Meteorologi														
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	1270	1144	733	876	662	283	114	82	461	378	311	298
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	21	19	12	18	14	4	1	0	13	5	12	15
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
II	Evaporasi Aktual														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
5	$E/Ep = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	-0,05	-0,02	0,09	0,00	0,06	0,21	0,26	0,27	0,08	0,20	0,09	0,05
6	$E = Ep \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	-7,89	-2,39	13,49	0,00	7,02	21,55	27,25	34,51	10,88	32,72	15,02	7,71
7	$Ea = Ep - E$	mm/bln	Hitung	183,22	161,98	136,44	122,73	109,99	81,08	79,62	93,32	134,19	135,06	151,87	163,70
III	Keseimbangan Air														
8	$AS = R - Ea$	mm/bln	Hitung	1086,78	982,02	596,56	753,27	552,01	201,92	34,38	-11,32	326,81	242,94	159,13	134,30
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	63,50	57,20	36,65	43,80	33,10	14,15	5,70	4,10	23,05	18,90	15,55	14,90
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	1023,28	924,82	559,91	709,47	518,91	187,77	28,68	-15,42	303,76	224,04	143,58	119,40
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		1094,67	984,42	583,06	753,27	544,99	180,36	7,13	0,00	315,93	210,22	144,11	126,58
IV	Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah														
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
15	Infiltrasi (i)			437,87	393,77	233,23	301,31	217,99	72,15	2,85	0,00	126,37	84,09	57,64	50,63
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			350,29	315,01	186,58	241,04	174,40	57,72	2,28	0,00	101,10	67,27	46,11	40,51
17	$L=k(Vn-1)$		$Vn-1 =0$	0,00	210,18	315,11	301,02	325,24	299,78	214,50	130,07	78,04	107,48	104,85	90,58
18	Volume Pinyimpanan (Vn)			350,29	525,19	501,69	542,06	499,63	357,50	216,78	130,07	179,14	174,75	150,97	131,09
			131,09	78,65	257,37	343,43	318,01	335,43	305,90	218,17	132,27	79,36	108,28	105,33	90,86
				428,94	572,38	530,01	559,05	509,83	363,61	220,45	132,27	180,46	175,55	151,44	131,37
			131,37	78,82	257,47	343,49	318,04	335,45	305,91	218,18	132,27	79,36	108,28	105,33	90,87
				429,12	572,48	530,07	559,09	509,85	363,63	220,46	132,27	180,46	175,55	151,44	131,37
19	$DVn-Vn-(Vn-1)$			297,74	143,37	-42,41	29,02	-49,24	-146,22	-143,17	-88,18	48,19	-4,91	-24,11	-20,07
20	Aliran Dasar (BF)	mm		140,12	250,40	275,64	272,29	267,23	218,37	146,02	88,18	78,18	89,00	81,75	70,70
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		720,30	647,85	386,49	495,76	360,09	122,37	9,98	4,10	212,61	145,03	102,01	90,85
22	Total Limpasan (Tro)	mm		860,42	898,25	662,13	768,05	627,33	340,74	156,00	92,28	290,79	234,03	183,76	161,55
23	Luas Daerah Tangkapan	km2		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33
24	Debit Bulanan	m3/det		27,01	31,22	20,78	24,91	19,69	11,05	4,90	2,90	9,43	7,35	5,96	5,07

Lampiran 5. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2011

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
I	Data Meteorologi														
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	1106	995	1293	587	331	10	9	1	22	295	922	1082
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	16	14	17	14	7	0	0	0	1	7	18	16
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
II	Evaporasi Aktual														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
5	$E/E_p = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	0,03	0,06	0,02	0,06	0,17	0,27	0,27	0,27	0,26	0,17	0,00	0,03
6	$E = E_p \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	5,26	9,57	2,25	7,36	19,31	27,71	28,86	34,51	36,99	27,68	0,00	5,14
7	$E_a = E_p - E$	mm/bln	Hitung	170,07	150,01	147,69	115,37	97,71	74,92	78,02	93,32	108,08	140,10	166,89	166,27
III	Keseimbangan Air														
8	$AS = R - E_a$	mm/bln	Hitung	935,93	844,99	1145,31	471,63	233,29	-64,92	-69,02	-92,32	-86,08	154,90	755,11	915,73
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	55,30	49,75	64,65	29,35	16,55	0,50	0,45	0,05	1,10	14,75	46,10	54,10
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	880,63	795,24	1080,66	442,28	216,74	-65,42	-69,47	-92,37	-87,18	140,15	709,01	861,63
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		930,67	835,42	1143,06	464,27	213,99	0,00	0,00	0,00	0,00	127,22	755,11	910,58
IV	Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah														
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
15	Infiltrasi (i)			372,27	334,17	457,23	185,71	85,59	0,00	0,00	0,00	0,00	50,89	302,04	364,23
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			297,81	267,33	365,78	148,56	68,48	0,00	0,00	0,00	0,00	40,71	241,63	291,39
17	$L=k(V_n-1)$		$V_n-1=0$	0,00	178,69	267,61	380,04	317,16	231,38	138,83	83,30	49,98	29,99	42,42	170,43
18	Volume Penyimpanan (V_n)			297,81	446,02	633,39	528,60	385,64	231,38	138,83	83,30	49,98	70,70	284,05	461,82
			461,82	277,09	344,94	367,37	439,89	353,07	252,93	151,76	91,05	54,63	32,78	44,09	171,44
				574,90	612,28	733,15	588,45	421,55	252,93	151,76	91,05	54,63	73,49	285,73	462,82
			462,82	277,69	345,30	367,58	440,02	353,15	252,98	151,79	91,07	54,64	32,79	44,10	171,44
				575,51	612,64	733,36	588,58	421,63	252,98	151,79	91,07	54,64	73,50	285,73	462,83
19	$DV_n - V_n - (V_n - 1)$			112,68	37,13	120,73	-144,78	-166,96	-168,65	-101,19	-60,71	-36,43	18,85	212,24	177,09
20	Aliran Dasar (BF)	mm		259,58	297,04	336,50	330,49	252,55	168,65	101,19	60,71	36,43	32,03	89,81	187,14
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		613,70	551,00	750,49	307,91	144,94	0,50	0,45	0,05	1,10	91,08	499,16	600,45
22	Total Limpasan (Tro)	mm		873,28	848,04	1086,99	638,40	397,49	169,15	101,64	60,76	37,53	123,12	588,97	787,59
23	Luas Daerah Tangkapan	km ²		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33
24	Debit Bulanan	m ³ /det		27,41	29,47	34,12	20,71	12,48	5,49	3,19	1,91	1,22	3,86	19,10	24,72

Lampiran 6. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2012

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
I Data Meteorologi																
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	961	583	547	291	166	29	67	0	2	234	474	841	
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	17	5	9	1	6	0	1	0	0	5	7	18	
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
II Evaporasi Aktual																
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42	
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
5	$E/Ep = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	0,02	0,20	0,14	0,26	0,18	0,27	0,26	0,27	0,27	0,27	0,20	0,17	
6	$E = Ep \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	2,63	31,12	20,24	31,30	21,06	27,71	27,25	34,51	39,17	32,72	27,54	0,00	
7	$Ea = Ep - E$	mm/bln	Hitung	172,70	128,46	129,70	91,44	95,95	74,92	79,62	93,32	105,90	135,06	139,36	171,42	
III Keseimbangan Air																
8	$AS = R - Ea$	mm/bln	Hitung	788,30	454,54	417,30	199,56	70,05	-45,92	-12,62	-93,32	-103,90	98,94	334,64	669,58	
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	48,05	29,15	27,35	14,55	8,30	1,45	3,35	0,00	0,10	11,70	23,70	42,05	
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	740,25	425,39	389,95	185,01	61,75	-47,37	-15,97	-93,32	-104,00	87,24	310,94	627,53	
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		785,67	423,42	397,06	168,27	48,99	0,00	0,00	0,00	0,00	66,22	307,11	669,58	
IV Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah																
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
15	Infiltrasi (i)			314,27	169,37	158,83	67,31	19,59	0,00	0,00	0,00	0,00	26,49	122,84	267,83	
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			251,41	135,49	127,06	53,84	15,68	0,00	0,00	0,00	0,00	21,19	98,27	214,27	
17	$L=k(Vn-1)$		$Vn-1=0$	0,00	150,85	171,80	179,32	139,90	93,34	56,01	33,60	20,16	12,10	19,97	70,95	
18	Volume Pinyimpanan (Vn)			251,41	286,34	298,87	233,16	155,57	93,34	56,01	33,60	20,16	33,29	118,25	285,21	
			285,21	171,13	253,53	233,41	216,28	162,08	106,65	63,99	38,39	23,04	13,82	21,01	71,57	
				422,54	389,02	360,47	270,13	177,75	106,65	63,99	38,39	23,04	35,01	119,28	285,84	
			285,84	171,50	253,75	233,55	216,36	162,12	106,68	64,01	38,40	23,04	13,83	21,01	71,57	
				422,91	389,24	360,61	270,21	177,80	106,68	64,01	38,40	23,04	35,02	119,28	285,84	
19	$DVn-Vn-(Vn-1)$			137,08	-33,67	-28,64	-90,40	-92,41	-71,12	-42,67	-25,60	-15,36	11,97	84,27	166,55	
20	Aliran Dasar (BF)	mm		177,19	203,04	187,46	157,70	112,00	71,12	42,67	25,60	15,36	14,51	38,57	101,28	
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		519,45	283,20	265,59	115,51	37,69	1,45	3,35	0,00	0,10	51,43	207,96	443,80	
22	Total Limpasan (Tro)	mm		696,64	486,24	453,05	273,21	149,69	72,57	46,02	25,60	15,46	65,95	246,54	545,08	
23	Luas Daerah Tangkapan	km2		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	
24	Debit Bulanan	m3/det		21,87	16,32	14,22	8,86	4,70	2,35	1,44	0,80	0,50	2,07	8,00	17,11	

Lampiran 7. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2013

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
I	Data Meteorologi														
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	1065	833	789	602	381	352	182	8	1	260	808	1124
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	17	13	11	8	5	5	7	0	0	6	13	16
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
II	Evaporasi Aktual														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
5	$E/Ep = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	0,02	0,08	0,11	0,15	0,20	0,20	0,17	0,27	0,27	0,18	0,08	0,03
6	$E = Ep \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	2,63	11,97	15,74	18,41	22,82	20,01	17,63	34,51	39,17	30,20	12,52	5,14
7	$Ea = Ep - E$	mm/bln	Hitung	172,70	147,61	134,19	104,32	94,20	82,62	89,24	93,32	105,90	137,58	154,38	166,27
III	Keseimbangan Air														
8	$AS = R - Ea$	mm/bln	Hitung	892,30	685,39	654,81	497,68	286,80	269,38	92,76	-85,32	-104,90	122,42	653,62	957,73
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	53,25	41,65	39,45	30,10	19,05	17,60	9,10	0,40	0,05	13,00	40,40	56,20
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	839,05	643,74	615,36	467,58	267,75	251,78	83,66	-85,72	-104,95	109,42	613,22	901,53
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		889,67	673,42	639,06	479,27	263,99	249,36	75,13	0,00	0,00	92,22	641,11	952,58
IV	Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah														
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
15	Infiltrasi (i)			355,87	269,37	255,63	191,71	105,59	99,75	30,05	0,00	0,00	36,89	256,44	381,03
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			284,69	215,49	204,50	153,36	84,48	79,80	24,04	0,00	0,00	29,51	205,15	304,83
17	$L=k(Vn-1)$		$Vn-1=0$	0,00	170,82	231,79	261,77	249,08	200,13	167,96	115,20	69,12	41,47	42,59	148,65
18	Volume Penyimpanan (Vn)			284,69	386,31	436,29	415,14	333,56	279,93	192,00	115,20	69,12	70,98	247,74	453,47
			453,472	272,08	334,07	329,74	320,54	284,34	221,29	180,65	122,82	73,69	44,21	44,23	149,63
				556,78	549,56	534,24	473,91	368,82	301,09	204,69	122,82	73,69	73,72	249,39	454,46
			454,459	272,68	334,42	329,95	320,67	284,42	221,34	180,68	122,83	73,70	44,22	44,24	149,63
				557,37	549,91	534,45	474,03	368,90	301,13	204,72	122,83	73,70	73,73	249,39	454,46
19	$DVn-Vn-(Vn-1)$			102,91	-7,45	-15,47	-60,41	-105,14	-67,76	-96,41	-81,89	-49,13	0,03	175,66	205,07
20	Aliran Dasar (BF)	mm		252,96	276,82	271,09	252,12	210,73	167,51	126,46	81,89	49,13	36,86	80,78	175,96
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		587,05	445,70	422,89	317,66	177,44	167,22	54,18	0,40	0,05	68,33	425,06	627,75
22	Total Limpasan (Tro)	mm		840,01	722,52	693,98	569,78	388,17	334,73	180,64	82,29	49,18	105,19	505,84	803,71
23	Luas Daerah Tangkapan	km2		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33
24	Debit Bulanan	m3/det		26,37	25,11	21,78	18,48	12,19	10,86	5,67	2,58	1,60	3,30	16,41	25,23

Lampiran 8. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2014

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan											
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
I	Data Meteorologi														
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	935	975	477	681	263	123	91	1	0	41	676	1664
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	15	16	7	13	5	5	1	0	0	0	16	24
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
II	Evaporasi Aktual														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
5	$E/E_p = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	0,05	0,03	0,17	0,08	0,20	0,20	0,26	0,27	0,27	0,27	0,03	-0,09
6	$E = E_p \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	7,89	4,79	24,74	9,21	22,82	20,01	27,25	34,51	39,17	45,30	5,01	-15,43
7	$E_a = E_p - E$	mm/bln	Hitung	167,44	154,80	125,20	113,53	94,20	82,62	79,62	93,32	105,90	122,48	161,89	186,84
III	Keseimbangan Air														
8	$AS = R - E_a$	mm/bln	Hitung	767,56	820,20	351,80	567,47	168,80	40,38	11,38	-92,32	-105,90	-81,48	514,11	1477,16
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	46,75	48,75	23,85	34,05	13,15	6,15	4,55	0,05	0,00	2,05	33,80	83,20
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	720,81	771,45	327,95	533,42	155,65	34,23	6,83	-92,37	-105,90	-83,53	480,31	1393,96
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		759,67	815,42	327,06	558,27	145,99	20,36	0,00	0,00	0,00	0,00	509,11	1492,58
IV	Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah														
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
15	Infiltrasi (i)			303,87	326,17	130,83	223,31	58,39	8,15	0,00	0,00	0,00	0,00	203,64	597,03
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			243,09	260,93	104,66	178,64	46,72	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00	162,91	477,63
17	$L=k(V_n-1)$		$V_n-1=0$	0,00	145,86	244,07	209,24	232,73	167,67	104,51	62,71	37,62	22,57	13,54	105,87
18	Volume Penyimpanan (V_n)			243,09	406,79	348,73	387,89	279,45	174,18	104,51	62,71	37,62	22,57	176,46	583,50
				583,50	350,10	355,92	370,11	284,86	278,10	194,89	120,85	72,51	43,50	26,10	107,15
				593,19	616,85	474,77	463,51	324,82	201,41	120,85	72,51	43,50	26,10	178,58	584,77
				584,77	350,86	356,37	370,38	285,03	278,20	194,95	120,88	72,53	43,52	26,11	107,15
				593,96	617,31	475,04	463,67	324,92	201,47	120,88	72,53	43,52	26,11	178,58	584,77
19	$DV_n - V_n - (V_n - 1)$			9,18	23,35	-142,26	-11,37	-138,75	-123,45	-80,59	-48,35	-29,01	-17,41	152,47	406,19
20	Aliran Dasar (BF)	mm		294,68	302,82	273,09	234,68	197,15	131,60	80,59	48,35	29,01	17,41	51,17	190,84
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		502,55	538,00	220,09	369,01	100,74	18,37	4,55	0,05	0,00	2,05	339,26	978,75
22	Total Limpasan (Tro)	mm		797,23	840,82	493,18	603,69	297,89	149,97	85,14	48,40	29,01	19,46	390,44	1169,59
23	Luas Daerah Tangkapan	km ²		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33
24	Debit Bulanan	m ³ /det		25,03	29,22	15,48	19,58	9,35	4,86	2,67	1,52	0,94	0,61	12,66	36,71

Lampiran 9. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2015

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
I Data Meteorologi																
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	909	572	843	518	80	92	15	0	0	20	326	986	
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	19	6	9	10	0	2	1	0	0	0	7	12	
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
II Evaporasi Aktual																
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42	
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
5	$E/E_p = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	-0,02	0,18	0,14	0,12	0,27	0,24	0,26	0,27	0,27	0,27	0,17	0,09	
6	$E = E_p \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	-2,63	28,72	20,24	14,73	31,59	24,63	27,25	34,51	39,17	45,30	27,54	15,43	
7	$E_a = E_p - E$	mm/bln	Hitung	177,96	130,86	129,70	108,01	85,42	78,00	79,62	93,32	105,90	122,48	139,36	155,99	
III Keseimbangan Air																
8	$AS = R - E_a$	mm/bln	Hitung	731,04	441,14	713,30	409,99	-5,42	14,00	-64,62	-93,32	-105,90	-102,48	186,64	830,01	
9	Limpanan Badai (PF x R)		PF = 5%	45,45	28,60	42,15	25,90	4,00	4,60	0,75	0,00	0,00	1,00	16,30	49,30	
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	685,59	412,54	671,15	384,09	-9,42	9,40	-65,37	-93,32	-105,90	-103,48	170,34	780,71	
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		733,67	412,42	693,06	395,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	159,11	814,58	
IV Limpanan dan Penyimpanan Air Tanah																
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
15	Infiltrasi (i)			293,47	164,97	277,23	158,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,64	325,83	
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			234,77	131,97	221,78	126,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,91	260,67	
17	$L=k(V_n-1)$		$V_n-1 = 0$	0,00	140,86	163,70	231,29	214,66	128,80	77,28	46,37	27,82	16,69	10,02	36,56	
18	Volume Penyimpanan (V_n)			234,77	272,84	385,48	357,77	214,66	128,80	77,28	46,37	27,82	16,69	60,93	297,22	
				297,22	178,33	247,86	227,90	269,81	237,78	142,67	85,60	51,36	30,82	18,49	11,09	
				413,11	379,84	449,68	396,29	237,78	142,67	85,60	51,36	30,82	18,49	62,01	297,87	
				297,87	178,72	248,10	228,04	269,89	237,83	142,70	85,62	51,37	30,82	18,49	11,10	
				413,50	380,07	449,82	396,38	237,83	142,70	85,62	51,37	30,82	18,49	62,01	297,87	
19	$DV_n - V_n - (V_n - 1)$			115,62	-33,42	69,75	-53,44	-158,55	-95,13	-57,08	-34,25	-20,55	-12,33	43,52	235,86	
20	Aliran Dasar (BF)	mm		177,84	198,39	207,47	211,55	158,55	95,13	57,08	34,25	20,55	12,33	20,13	89,97	
21	Limpanan Langsung (DR)	mm		485,65	276,05	457,99	263,06	4,00	4,60	0,75	0,00	0,00	1,00	111,76	538,05	
22	Total Limpanan (Tro)	mm		663,49	474,44	665,46	474,61	162,55	99,73	57,83	34,25	20,55	13,33	131,89	628,02	
23	Luas Daerah Tangkapan	km ²		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	
24	Debit Bulanan	m ³ /det		20,83	16,49	20,89	15,40	5,10	3,24	1,82	1,08	0,67	0,42	4,28	19,71	

Lampiran 10. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2016

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
I Data Meteorologi																
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	596	980	622	367	319	323	218	161	471	704	1147	1229	
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	10	15	6	10	7	5	4	3	9	11	15	16	
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	29	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
II Evaporasi Aktual																
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42	
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
5	E/Ep = (m/20) x (18-n)	%	Hitung	0,12	0,05	0,18	0,12	0,17	0,20	0,21	0,23	0,14	0,11	0,05	0,03	
6	E = Ep x (m/20) x (18-n)	mm/bln	Hitung	21,04	7,18	26,99	14,73	19,31	20,01	22,44	28,76	19,58	17,62	7,51	5,14	
7	Ea = Ep - E	mm/bln	Hitung	154,29	152,40	122,95	108,01	97,71	82,62	84,43	99,07	125,48	150,16	159,38	166,27	
III Keseimbangan Air																
8	AS = R - Ea	mm/bln	Hitung	441,71	827,60	499,05	258,99	221,29	240,38	133,57	61,93	345,52	553,84	987,62	1062,73	
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	29,80	49,00	31,10	18,35	15,95	16,15	10,90	8,05	23,55	35,20	57,35	61,45	
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	411,91	778,60	467,95	240,64	205,34	224,23	122,67	53,88	321,97	518,64	930,27	1001,28	
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		420,67	820,42	472,06	244,27	201,99	220,36	111,13	33,17	325,93	536,22	980,11	1057,58	
IV Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah																
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
15	Infiltrasi (i)			168,27	328,17	188,83	97,71	80,79	88,15	44,45	13,27	130,37	214,49	392,04	423,03	
16	Vol. Air Tanah (G=0,5(1+k)i)			134,61	262,53	151,06	78,16	64,64	70,52	35,56	10,61	104,30	171,59	313,63	338,43	
17	L=k(Vn-1)		Vn-1 =0	0,00	80,77	205,98	214,22	175,43	144,04	128,74	98,58	65,51	101,89	164,09	286,63	
18	Volume Pinyimpanan (Vn)			134,61	343,30	357,04	292,39	240,07	214,56	164,30	109,19	169,81	273,48	477,72	625,06	
				625,06	375,04	305,79	340,99	295,23	224,04	173,20	146,23	109,08	71,81	105,67	166,35	
				509,65	568,32	492,05	373,40	288,67	243,72	181,79	119,69	176,11	277,26	479,99	626,42	
				626,42	375,85	306,28	341,29	295,41	224,14	173,27	146,27	109,10	71,83	105,68	166,36	
				510,46	568,81	492,35	373,57	288,78	243,78	181,83	119,71	176,13	277,27	479,99	626,42	
19	DVn-Vn-(Vn-1)			-115,95	58,35	-76,46	-118,77	-84,79	-45,00	-61,95	-62,12	56,41	101,14	202,73	146,43	
20	Aliran Dasar (BF)	mm		284,22	269,82	265,29	216,48	165,59	133,14	106,40	75,39	73,96	113,35	189,31	276,60	
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		282,20	541,25	314,34	164,91	137,14	148,37	77,58	27,95	219,11	356,93	645,41	696,00	
22	Total Limpasan (Tro)	mm		566,42	811,07	579,63	381,39	302,73	281,51	183,98	103,34	293,07	470,28	834,73	972,60	
23	Luas Daerah Tangkapan	km2		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	
24	Debit Bulanan	m3/det		17,78	27,22	18,20	12,37	9,50	9,13	5,78	3,24	9,51	14,76	27,08	30,53	

Lampiran 11. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2017

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
I Data Meteorologi																
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	1167	686	817	859	369	274	57	10	133	700	1148	1011	
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	18	10	10	10	4	4	4	0	3	11	16	17	
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
II Evaporasi Aktual																
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42	
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
5	$E/Ep = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	0,00	0,12	0,12	0,12	0,21	0,21	0,21	0,27	0,23	0,11	0,03	0,02	
6	$E = Ep \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	0,00	19,15	17,99	14,73	24,57	21,55	22,44	34,51	32,64	17,62	5,01	2,57	
7	$Ea = Ep - E$	mm/bln	Hitung	175,33	140,43	131,94	108,01	92,44	81,08	84,43	93,32	112,43	150,16	161,89	168,85	
III Keseimbangan Air																
8	$AS = R - Ea$	mm/bln	Hitung	991,67	545,57	685,06	750,99	276,56	192,92	-27,43	-83,32	20,57	549,84	986,11	842,15	
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	58,35	34,30	40,85	42,95	18,45	13,70	2,85	0,50	6,65	35,00	57,40	50,55	
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	933,32	511,27	644,21	708,04	258,11	179,22	-30,28	-83,82	13,92	514,84	928,71	791,60	
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		991,67	526,42	667,06	736,27	251,99	171,36	0,00	0,00	0,00	532,22	981,11	839,58	
IV Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah																
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
15	Infiltrasi (i)			396,67	210,57	266,83	294,51	100,79	68,55	0,00	0,00	0,00	212,89	392,44	335,83	
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			317,33	168,45	213,46	235,60	80,64	54,84	0,00	0,00	0,00	170,31	313,95	268,67	
17	$L=k(Vn-1)$		Vn-1 =0	0,00	190,40	215,31	257,26	295,72	225,81	168,39	101,03	60,62	36,37	124,01	262,78	
18	Volume Pinyimpanan (Vn)			317,33	358,85	428,77	492,87	376,36	280,65	168,39	101,03	60,62	206,68	437,96	531,44	
			531,44	318,87	381,72	330,10	326,14	337,05	250,61	183,27	109,96	65,98	39,59	125,94	263,93	
				636,20	550,17	543,56	561,74	417,68	305,45	183,27	109,96	65,98	209,90	439,89	532,60	
			532,60	319,56	382,14	330,35	326,29	337,14	250,66	183,30	109,98	65,99	39,59	125,94	263,94	
				636,89	550,59	543,81	561,89	417,77	305,50	183,30	109,98	65,99	209,90	439,90	532,60	
19	$DVn-Vn-(Vn-1)$			104,29	-86,30	-6,78	18,08	-144,12	-112,27	-122,20	-73,32	-43,99	143,92	229,99	92,71	
20	Aliran Dasar (BF)	mm		292,37	296,87	273,60	276,43	244,92	180,82	122,20	73,32	43,99	68,97	162,45	243,12	
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		653,35	350,15	441,09	484,71	169,64	116,52	2,85	0,50	6,65	354,33	646,06	554,30	
22	Total Limpasan (Tro)	mm		945,72	647,02	714,69	761,14	414,56	297,34	125,05	73,82	50,64	423,30	808,51	797,42	
23	Luas Daerah Tangkapan	km2		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	
24	Debit Bulanan	m3/det		29,69	22,49	22,43	24,69	13,01	9,64	3,93	2,32	1,64	13,29	26,23	25,03	

Lampiran 12. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2018

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
I Data Meteorologi																
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	1486	1299	493	229	46	79	0	32	86	2	744	879	
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	25	18	9	8	0	3	0	0	2	0	14	17	
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
II Evaporasi Aktual																
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42	
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
5	$E/E_p = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	-0,11	0,00	0,14	0,15	0,27	0,23	0,27	0,27	0,24	0,27	0,06	0,02	
6	$E = E_p \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	-18,41	0,00	20,24	18,41	31,59	23,09	28,86	34,51	34,82	45,30	10,01	2,57	
7	$E_a = E_p - E$	mm/bln	Hitung	193,74	159,58	129,70	104,32	85,42	79,54	78,02	93,32	110,25	122,48	156,88	168,85	
III Keseimbangan Air																
8	$AS = R - E_a$	mm/bln	Hitung	1292,26	1139,42	363,30	124,68	-39,42	-0,54	-78,02	-61,32	-24,25	-120,48	587,12	710,15	
9	Limpasan Badai (PF x R)		PF = 5%	74,30	64,95	24,65	11,45	2,30	3,95	0,00	1,60	4,30	0,10	37,20	43,95	
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	1217,96	1074,47	338,65	113,23	-41,72	-4,49	-78,02	-62,92	-28,55	-120,58	549,92	666,20	
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		1310,67	1139,42	343,06	106,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	577,11	707,58	
IV Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah																
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
15	Infiltrasi (i)			524,27	455,77	137,23	42,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	230,84	283,03	
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			419,41	364,61	109,78	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	184,67	226,43	
17	$L=k(V_n-1)$		$V_n-1 = 0$	0,00	251,65	369,76	287,72	193,04	115,82	69,49	41,70	25,02	15,01	9,01	116,21	
18	Volume Pinyimpanan (V_n)			419,41	616,26	479,54	321,73	193,04	115,82	69,49	41,70	25,02	15,01	193,68	342,63	
			342,63	205,58	375,00	443,77	332,13	219,68	131,81	79,08	47,45	28,47	17,08	10,25	116,95	
				624,99	739,61	553,55	366,13	219,68	131,81	79,08	47,45	28,47	17,08	194,92	343,38	
			343,38	206,03	375,26	443,93	332,22	219,74	131,84	79,11	47,46	28,48	17,09	10,25	116,96	
				625,44	739,88	553,71	366,23	219,74	131,84	79,11	47,46	28,48	17,09	194,93	343,38	
19	$DV_n - V_n - (V_n - 1)$			282,06	114,44	-186,17	-187,48	-146,49	-87,89	-52,74	-31,64	-18,99	-11,39	177,84	148,46	
20	Aliran Dasar (BF)	mm		242,21	341,33	323,40	229,98	146,49	87,89	52,74	31,64	18,99	11,39	53,00	134,58	
21	Limpasan Langsung (DR)	mm		860,70	748,60	230,49	75,21	2,30	3,95	0,00	1,60	4,30	0,10	383,46	468,50	
22	Total Limpasan (Tro)	mm		1102,91	1089,93	553,88	305,19	148,79	91,84	52,74	33,24	23,29	11,49	436,47	603,08	
23	Luas Daerah Tangkapan	km ²		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	
24	Debit Bulanan	m ³ /det		34,62	37,88	17,39	9,90	4,67	2,98	1,66	1,04	0,76	0,36	14,16	18,93	

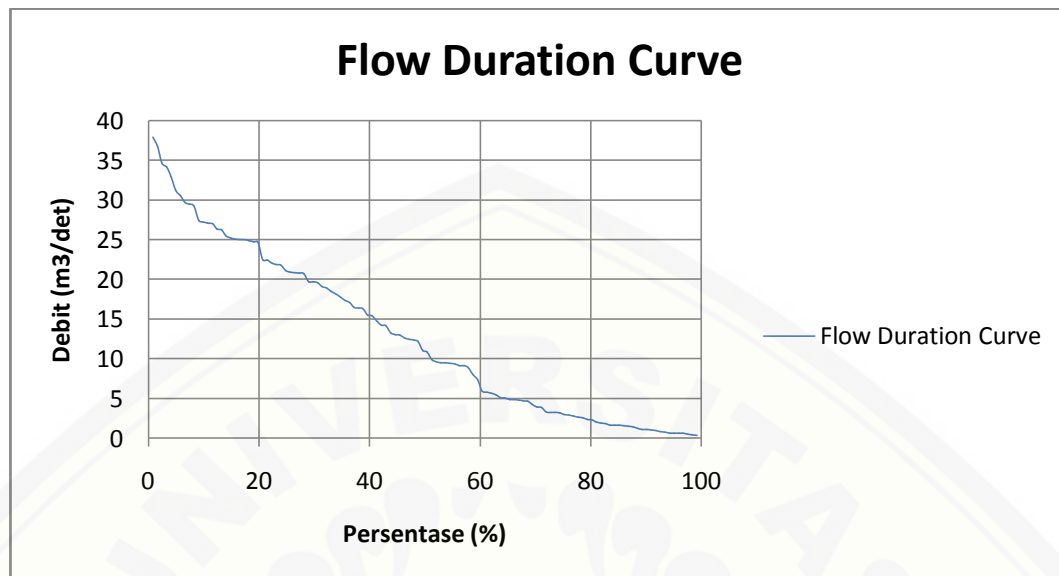
Lampiran 13. Tabel Perhitungan F.J Mock Tahun 2019

No	Uraian	Satuan	Keterangan	Bulan												
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
I Data Meteorologi																
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data	983	951	1317	685	193	12	0	0	37	15	142	720	
2	Hari Hujan (n)	hari	Data	21	18	19	11	6	0	0	0	1	1	4	18	
	Jumlah Hari Dalam 1 Bulan	hari		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
II Evaporasi Aktual																
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	mm/bln	Data	175,33	159,58	149,94	122,73	117,01	102,64	106,87	127,83	145,07	167,78	166,89	171,42	
4	Exposed Surface(m)	%	30%	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
5	$E/E_p = (m/20) \times (18-n)$	%	Hitung	-0,05	0,00	-0,02	0,11	0,18	0,27	0,27	0,27	0,26	0,26	0,21	0,00	
6	$E = E_p \times (m/20) \times (18-n)$	mm/bln	Hitung	-7,89	0,00	-2,25	12,89	21,06	27,71	28,86	34,51	36,99	42,78	35,05	0,00	
7	$E_a = E_p - E$	mm/bln	Hitung	183,22	159,58	152,19	109,85	95,95	74,92	78,02	93,32	108,08	125,00	131,85	171,42	
III Keseimbangan Air																
8	$AS = R - E_a$	mm/bln	Hitung	799,78	791,42	1164,81	575,15	97,05	-62,92	-78,02	-93,32	-71,08	-110,00	10,15	548,58	
9	Limasan Badai (PF x R)		PF = 5%	49,15	47,55	65,85	34,25	9,65	0,60	0,00	0,00	1,85	0,75	7,10	36,00	
10	Kandungan Air Tanah (SS)	mm/bln	Hitung	750,63	743,87	1098,96	540,90	87,40	-63,52	-78,02	-93,32	-72,93	-110,75	3,05	512,58	
11	Kapasitas Kelembapan Tanah (SMC)	mm/bln		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	
12	Kelebihan Air (Ws)	mm/bln		807,67	791,42	1167,06	562,27	75,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	548,58	
IV Limasan dan Penyimpanan Air Tanah																
13	Faktor i		0,4	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
14	Faktor k		0,6	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
15	Infiltrasi (i)			323,07	316,57	466,83	224,91	30,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	219,43	
16	Vol. Air Tanah ($G=0,5(1+k)i$)			258,45	253,25	373,46	179,92	24,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	175,55	
17	$L=k(V_n-1)$		$V_n-1=0$	0,00	155,07	245,00	371,07	330,60	212,95	127,77	76,66	46,00	27,60	16,56	9,94	
18	Volume Pinyimpanan (V_n)			258,45	408,33	618,46	551,00	354,91	212,95	127,77	76,66	46,00	27,60	16,56	185,48	
				185,48	111,29	221,85	285,06	395,11	345,02	221,60	132,96	79,78	47,87	28,72	17,23	
				185,89	111,53	221,99	285,15	395,16	345,05	221,62	132,97	79,78	47,87	28,72	17,23	
				369,98	475,24	658,61	575,09	369,37	221,62	132,97	79,78	47,87	28,72	17,23	185,89	
19	$DV_n - V_n - (V_n - 1)$			184,10	105,26	183,36	-83,52	-205,72	-147,75	-88,65	-53,19	-31,91	-19,15	-11,49	168,65	
20	Aliran Dasar (BF)	mm		138,97	211,31	283,46	308,42	236,11	147,75	88,65	53,19	31,91	19,15	11,49	50,78	
21	Limasan Langsung (DR)	mm		533,75	522,40	766,09	371,61	55,24	0,60	0,00	0,00	1,85	0,75	7,10	365,15	
22	Total Limasan (Tro)	mm		672,72	733,71	1049,55	680,03	291,36	148,35	88,65	53,19	33,76	19,90	18,59	415,93	
23	Luas Daerah Tangkapan	km ²		82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	82,33	
24	Debit Bulanan	m ³ /det		21,12	25,50	32,95	22,06	9,15	4,81	2,78	1,67	1,10	0,62	0,60	13,06	

Lampiran 14. Probabilitas Kejadian Debit

Q (m ³ /det)	Probabilitas (%)	Q (m ³ /det)	Probabilitas (%)
31,1837	5	9,3877	55
27,2022	10	6,5150	60
25,2115	15	4,9579	65
24,2487	20	4,0312	70
21,0603	25	3,0321	75
19,6593	30	2,3246	80
17,6428	35	1,6446	85
15,4468	40	1,0738	90
13,0371	45	0,6354	95
10,9551	50	0,3200	100

Lampiran 15. Kurva Debit Aliran



Lampiran 16. Perhitungan Kapasitas pada Berbagai Probabilitas Debit

Probabilitas (%)	Debit (m ³ /det)	Tinggi Jatuh (m)	Daya (kW)	Energi (kWh)	Capacity Factor
5%	31,184	5,851	1440,42	12618038,47	37,97
10%	27,202	5,851	1256,50	11006970,54	39,94
15%	25,212	5,851	1164,55	10201492,32	39,48
20%	24,249	5,851	1120,08	9811905,95	37,22
25%	21,060	5,851	972,80	8521755,55	38,64
30%	19,659	5,851	908,09	7954843,38	38,64
35%	17,643	5,851	814,94	7138895,00	36,13
40%	15,447	5,851	713,51	6250324,85	35,73
45%	13,037	5,851	602,20	5275263,15	36,23
50%	10,955	5,851	506,03	4432837,67	36,15
55%	9,388	5,851	433,63	3798610,85	35,24
60%	6,515	5,851	300,94	2636221,05	40,44
65%	4,958	5,851	229,01	2006163,52	44,56
70%	4,031	5,851	186,21	1631185,75	44,60
75%	3,032	5,851	140,05	1226876,37	44,60
80%	2,325	5,851	107,38	940625,14	49,79
85%	1,645	5,851	75,97	665467,02	55,53
90%	1,074	5,851	49,60	434512,33	62,72
91%	1,012	5,851	46,77	409693,47	62,57
92%	0,897	5,851	41,44	363000,21	65,93
93%	0,778	5,851	35,94	314831,36	71,10
94%	0,690	5,851	35,52	311116,62	75,56
95%	0,635	5,851	29,35	257092,47	77,59
96%	0,611	5,851	28,23	247255,04	76,02
97%	0,565	5,851	26,12	228799,20	75,68
98%	0,453	5,851	20,94	183432,01	84,28

Lampiran 17. Perhitungan *Capacity Factor* pada Probabilitas 50%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
50	10,96	0,925	0,87	5,85	506,03	506,03	4432837,67	4432837,67	
51	10,18	0,925	0,87	5,85	470,11		4118169,25	4432837,67	
52	9,67	0,925	0,87	5,85	446,45		3910888,10	4432837,67	
53	9,51	0,925	0,87	5,85	439,09		3846444,50	4432837,67	
54	9,48	0,925	0,87	5,85	437,85		3835563,70	4432837,67	
55	9,39	0,925	0,87	5,85	433,63		3798610,85	4432837,67	
56	9,20	0,925	0,87	5,85	424,74		3720700,55	4432837,67	
57	9,13	0,925	0,87	5,85	421,81		3695083,89	4432837,67	
58	8,71	0,925	0,87	5,85	402,17		3522977,36	4432837,67	
59	7,74	0,925	0,87	5,85	357,68		3133236,02	4432837,67	
60	6,52	0,925	0,87	5,85	300,94		2636221,05	4432837,67	
61	5,81	0,925	0,87	5,85	268,40		2351160,72	4432837,67	
62	5,67	0,925	0,87	5,85	261,76		2292998,42	4432837,67	
63	5,40	0,925	0,87	5,85	249,36		2184397,79	4432837,67	
64	5,09	0,925	0,87	5,85	235,06		2059134,75	4432837,67	
65	4,96	0,925	0,87	5,85	229,01		2006163,52	4432837,67	
66	4,87	0,925	0,87	5,85	224,91		1970182,32	4432837,67	
67	4,80	0,925	0,87	5,85	221,91		1943909,18	4432837,67	
68	4,69	0,925	0,87	5,85	216,69		1898192,49	4432837,67	
69	4,48	0,925	0,87	5,85	206,86		1812098,60	4432837,67	
70	4,03	0,925	0,87	5,85	186,21		1631185,75	4432837,67	
71	3,87	0,925	0,87	5,85	178,77		1566022,29	4432837,67	
72	3,30	0,925	0,87	5,85	152,20		1333280,48	4432837,67	
73	3,24	0,925	0,87	5,85	149,70		1311399,58	4432837,67	
74	3,21	0,925	0,87	5,85	148,32		1299291,72	4432837,67	
75	3,03	0,925	0,87	5,85	140,05		1226876,37	4432837,67	
76	2,90	0,925	0,87	5,85	133,96		1173497,66	4432837,67	
77	2,76	0,925	0,87	5,85	127,67		1118424,30	4432837,67	
78	2,64	0,925	0,87	5,85	121,88		1067656,33	4432837,67	
79	2,45	0,925	0,87	5,85	113,07		990520,80	4432837,67	
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38		940625,14	4432837,67	
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	4432837,67	
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	4432837,67	
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	4432837,67	
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	4432837,67	
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	4432837,67	
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	4432837,67	
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	4432837,67	
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	4432837,67	
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	4432837,67	
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	4432837,67	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	4432837,67	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	4432837,67	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	4432837,67	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	4432837,67	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	4432837,67	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	4432837,67	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	4432837,67	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	4432837,67	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	4432837,67	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	4432837,67	
Total								81722188,25	226074721,34

Lampiran 18. Perhitungan *Capacity Factor* pada Probabilitas 55%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)	
					Riil	Maks	Riil	Maks
55	9,39	0,925	0,87	5,85	433,63	433,63	3798610,85	3798610,85
56	9,20	0,925	0,87	5,85	424,74		3720700,55	3798610,85
57	9,13	0,925	0,87	5,85	421,81		3695083,89	3798610,85
58	8,71	0,925	0,87	5,85	402,17		3522977,36	3798610,85
59	7,74	0,925	0,87	5,85	357,68		3133236,02	3798610,85
60	6,52	0,925	0,87	5,85	300,94		2636221,05	3798610,85
61	5,81	0,925	0,87	5,85	268,40		2351160,72	3798610,85
62	5,67	0,925	0,87	5,85	261,76		2292998,42	3798610,85
63	5,40	0,925	0,87	5,85	249,36		2184397,79	3798610,85
64	5,09	0,925	0,87	5,85	235,06		2059134,75	3798610,85
65	4,96	0,925	0,87	5,85	229,01		2006163,52	3798610,85
66	4,87	0,925	0,87	5,85	224,91		1970182,32	3798610,85
67	4,80	0,925	0,87	5,85	221,91		1943909,18	3798610,85
68	4,69	0,925	0,87	5,85	216,69		1898192,49	3798610,85
69	4,48	0,925	0,87	5,85	206,86		1812098,60	3798610,85
70	4,03	0,925	0,87	5,85	186,21		1631185,75	3798610,85
71	3,87	0,925	0,87	5,85	178,77		1566022,29	3798610,85
72	3,30	0,925	0,87	5,85	152,20		1333280,48	3798610,85
73	3,24	0,925	0,87	5,85	149,70		1311399,58	3798610,85
74	3,21	0,925	0,87	5,85	148,32		1299291,72	3798610,85
75	3,03	0,925	0,87	5,85	140,05		1226876,37	3798610,85
76	2,90	0,925	0,87	5,85	133,96		1173497,66	3798610,85
77	2,76	0,925	0,87	5,85	127,67		1118424,30	3798610,85
78	2,64	0,925	0,87	5,85	121,88		1067656,33	3798610,85
79	2,45	0,925	0,87	5,85	113,07		990520,80	3798610,85
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38		940625,14	3798610,85
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	3798610,85
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	3798610,85
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	3798610,85
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	3798610,85
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	3798610,85
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	3798610,85
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	3798610,85
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	3798610,85
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	3798610,85
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	3798610,85
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	3798610,85
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	3798610,85
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	3798610,85
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	3798610,85
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	3798610,85
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	3798610,85
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	3798610,85
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	3798610,85
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	3798610,85
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	3798610,85
Total							61578285,02	174736099,29

Lampiran 19. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 60%

Probabilitas	Debit	Efisiensi Generator	Efisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
60	6,52	0,925	0,87	5,85	300,94	300,94	2636221,05	2636221,05	
61	5,81	0,925	0,87	5,85	268,40		2351160,72	2636221,05	
62	5,67	0,925	0,87	5,85	261,76		2292998,42	2636221,05	
63	5,40	0,925	0,87	5,85	249,36		2184397,79	2636221,05	
64	5,09	0,925	0,87	5,85	235,06		2059134,75	2636221,05	
65	4,96	0,925	0,87	5,85	229,01		2006163,52	2636221,05	
66	4,87	0,925	0,87	5,85	224,91		1970182,32	2636221,05	
67	4,80	0,925	0,87	5,85	221,91		1943909,18	2636221,05	
68	4,69	0,925	0,87	5,85	216,69		1898192,49	2636221,05	
69	4,48	0,925	0,87	5,85	206,86		1812098,60	2636221,05	
70	4,03	0,925	0,87	5,85	186,21		1631185,75	2636221,05	
71	3,87	0,925	0,87	5,85	178,77		1566022,29	2636221,05	
72	3,30	0,925	0,87	5,85	152,20		1333280,48	2636221,05	
73	3,24	0,925	0,87	5,85	149,70		1311399,58	2636221,05	
74	3,21	0,925	0,87	5,85	148,32		1299291,72	2636221,05	
75	3,03	0,925	0,87	5,85	140,05		1226876,37	2636221,05	
76	2,90	0,925	0,87	5,85	133,96		1173497,66	2636221,05	
77	2,76	0,925	0,87	5,85	127,67		1118424,30	2636221,05	
78	2,64	0,925	0,87	5,85	121,88		1067656,33	2636221,05	
79	2,45	0,925	0,87	5,85	113,07		990520,80	2636221,05	
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38		940625,14	2636221,05	
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	2636221,05	
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	2636221,05	
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	2636221,05	
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	2636221,05	
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	2636221,05	
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	2636221,05	
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	2636221,05	
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	2636221,05	
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	2636221,05	
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	2636221,05	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	2636221,05	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	2636221,05	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	2636221,05	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	2636221,05	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	2636221,05	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	2636221,05	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	2636221,05	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	2636221,05	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	2636221,05	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	2636221,05	
Total								43707676,35	108085063,14

Lampiran 20. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 65%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)	
					Riil	Maks	Riil	Maks
65	4,96	0,925	0,87	5,85	229,01	229,01	2006163,52	2006163,52
66	4,87	0,925	0,87	5,85	224,91		1970182,32	2006163,52
67	4,80	0,925	0,87	5,85	221,91		1943909,18	2006163,52
68	4,69	0,925	0,87	5,85	216,69		1898192,49	2006163,52
69	4,48	0,925	0,87	5,85	206,86		1812098,60	2006163,52
70	4,03	0,925	0,87	5,85	186,21		1631185,75	2006163,52
71	3,87	0,925	0,87	5,85	178,77		1566022,29	2006163,52
72	3,30	0,925	0,87	5,85	152,20		1333280,48	2006163,52
73	3,24	0,925	0,87	5,85	149,70		1311399,58	2006163,52
74	3,21	0,925	0,87	5,85	148,32		1299291,72	2006163,52
75	3,03	0,925	0,87	5,85	140,05		1226876,37	2006163,52
76	2,90	0,925	0,87	5,85	133,96		1173497,66	2006163,52
77	2,76	0,925	0,87	5,85	127,67		1118424,30	2006163,52
78	2,64	0,925	0,87	5,85	121,88		1067656,33	2006163,52
79	2,45	0,925	0,87	5,85	113,07		990520,80	2006163,52
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38		940625,14	2006163,52
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	2006163,52
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	2006163,52
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	2006163,52
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	2006163,52
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	2006163,52
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	2006163,52
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	2006163,52
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	2006163,52
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	2006163,52
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	2006163,52
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	2006163,52
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	2006163,52
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	2006163,52
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	2006163,52
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	2006163,52
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	2006163,52
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	2006163,52
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	2006163,52
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	2006163,52
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	2006163,52
Total							32183763,62	72221886,62

Lampiran 21. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 70%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)	
					Riil	Maks	Riil	Maks
70	4,03	0,925	0,87	5,85	186,21	186,21	1631185,75	1631185,75
71	3,87	0,925	0,87	5,85	178,77		1566022,29	1631185,75
72	3,30	0,925	0,87	5,85	152,20		1333280,48	1631185,75
73	3,24	0,925	0,87	5,85	149,70		1311399,58	1631185,75
74	3,21	0,925	0,87	5,85	148,32		1299291,72	1631185,75
75	3,03	0,925	0,87	5,85	140,05		1226876,37	1631185,75
76	2,90	0,925	0,87	5,85	133,96		1173497,66	1631185,75
77	2,76	0,925	0,87	5,85	127,67		1118424,30	1631185,75
78	2,64	0,925	0,87	5,85	121,88		1067656,33	1631185,75
79	2,45	0,925	0,87	5,85	113,07		990520,80	1631185,75
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38		940625,14	1631185,75
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	1631185,75
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	1631185,75
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	1631185,75
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	1631185,75
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	1631185,75
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	1631185,75
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	1631185,75
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	1631185,75
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	1631185,75
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	1631185,75
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	1631185,75
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	1631185,75
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	1631185,75
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	1631185,75
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	1631185,75
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	1631185,75
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	1631185,75
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	1631185,75
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	1631185,75
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	1631185,75
Total							22553217,52	50566758,22

Lampiran 22. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 75%

Probabilitas	Debit	Efisiensi Generator	Efisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
75	3,03	0,925	0,87	5,85	140,05	140,05	1226876,37	1226876,37	
76	2,90	0,925	0,87	5,85	133,96		1173497,66	1226876,37	
77	2,76	0,925	0,87	5,85	127,67		1118424,30	1226876,37	
78	2,64	0,925	0,87	5,85	121,88		1067656,33	1226876,37	
79	2,45	0,925	0,87	5,85	113,07		990520,80	1226876,37	
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38		940625,14	1226876,37	
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	1226876,37	
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	1226876,37	
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	1226876,37	
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	1226876,37	
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	1226876,37	
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	1226876,37	
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	1226876,37	
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	1226876,37	
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	1226876,37	
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	1226876,37	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	1226876,37	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	1226876,37	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	1226876,37	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	1226876,37	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	1226876,37	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	1226876,37	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	1226876,37	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	1226876,37	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	1226876,37	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	1226876,37	
Total								15412037,69	31898785,72

Lampiran 23. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 80%

Probabilitas	Debit	Efisiensi Generator	Efisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
80	2,32	0,925	0,87	5,85	107,38	107,38	940625,14	940625,14	
81	2,07	0,925	0,87	5,85	95,55		836986,74	940625,14	
82	1,89	0,925	0,87	5,85	87,17		763616,40	940625,14	
83	1,75	0,925	0,87	5,85	80,96		709193,28	940625,14	
84	1,66	0,925	0,87	5,85	76,70		671928,30	940625,14	
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97		665467,02	940625,14	
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	940625,14	
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	940625,14	
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	940625,14	
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	940625,14	
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	940625,14	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	940625,14	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	940625,14	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	940625,14	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	940625,14	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	940625,14	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	940625,14	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	940625,14	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	940625,14	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	940625,14	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	940625,14	
Total								9835062,23	19753127,95

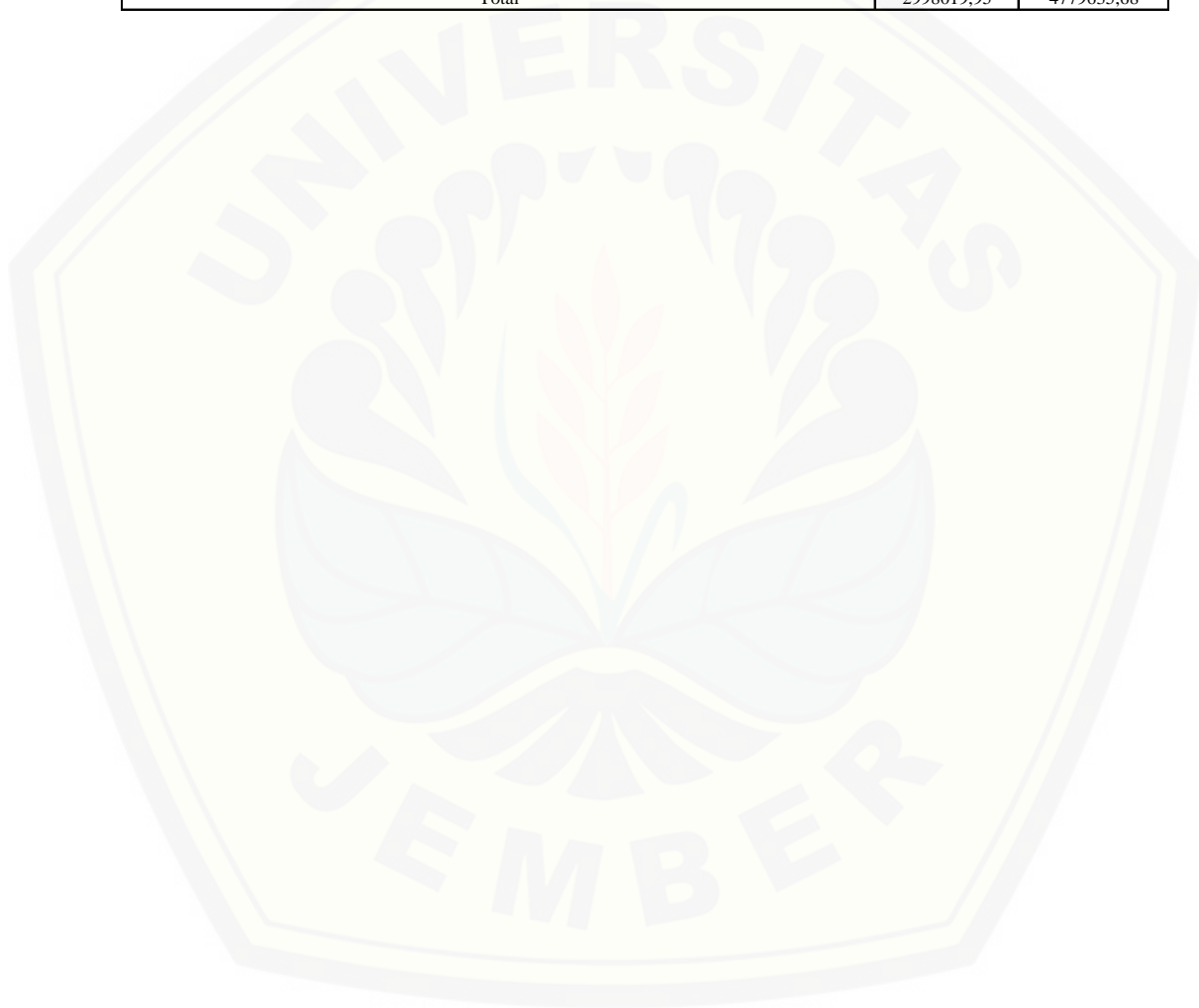
Lampiran 24. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 85%

Probabilitas	Debit	Efisiensi Generator	Efisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
85	1,64	0,925	0,87	5,85	75,97	75,97	665467,02	665467,02	
86	1,59	0,925	0,87	5,85	73,48		643700,38	665467,02	
87	1,50	0,925	0,87	5,85	69,25		606639,19	665467,02	
88	1,34	0,925	0,87	5,85	61,69		540410,65	665467,02	
89	1,13	0,925	0,87	5,85	52,34		458475,19	665467,02	
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60		434512,33	665467,02	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	665467,02	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	665467,02	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	665467,02	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	665467,02	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	665467,02	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	665467,02	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	665467,02	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	665467,02	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	665467,02	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	665467,02	
Total								5912712,36	10647472,25



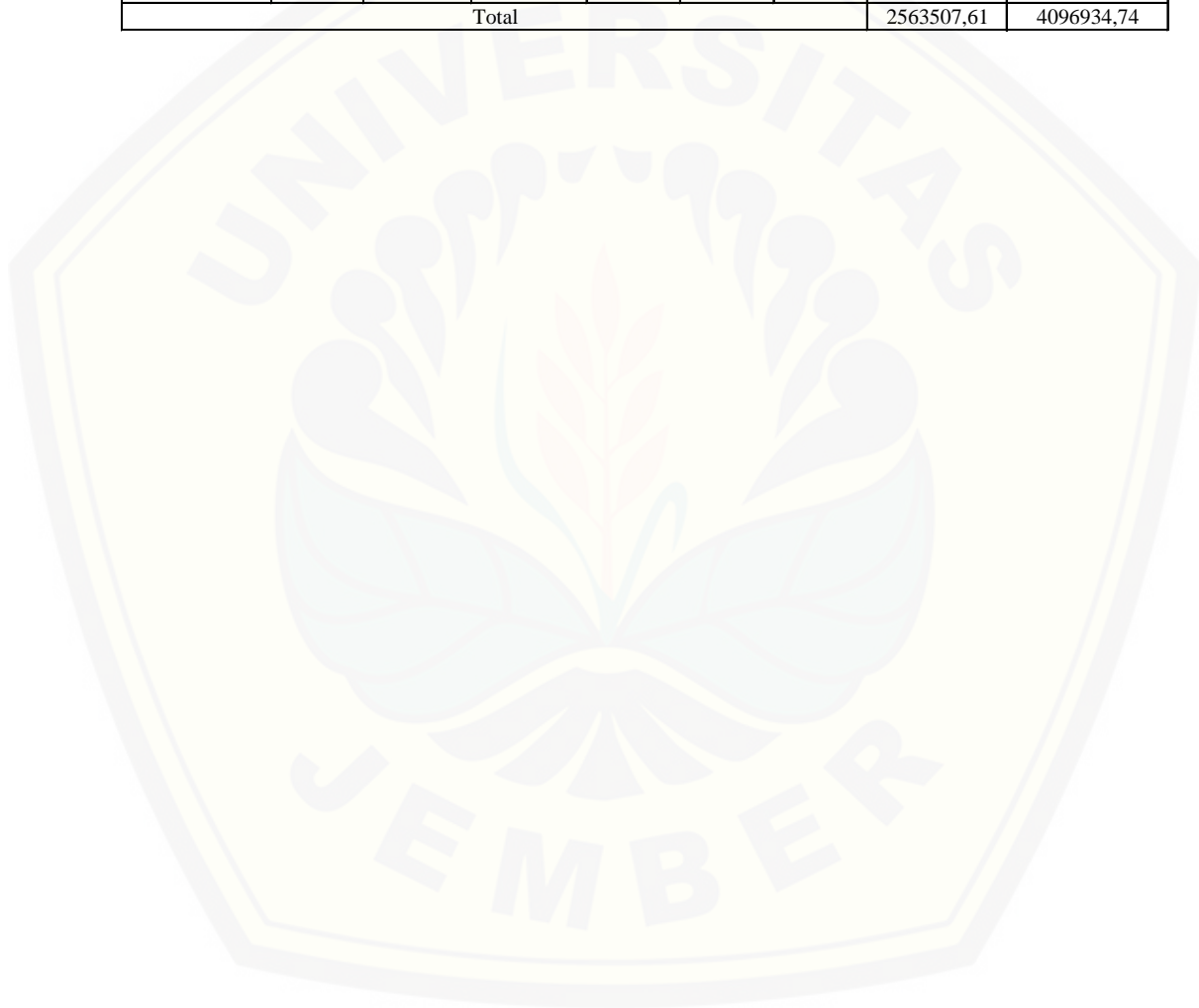
Lampiran 25. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 90%

Probabilitas	Debit	Efisiensi Generator	Efisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
90	1,07	0,925	0,87	5,85	49,60	49,60	434512,33	434512,33	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77		409693,47	434512,33	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	434512,33	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	434512,33	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	434512,33	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	434512,33	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	434512,33	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	434512,33	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	434512,33	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	434512,33	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	434512,33	
Total								2998019,95	4779635,68



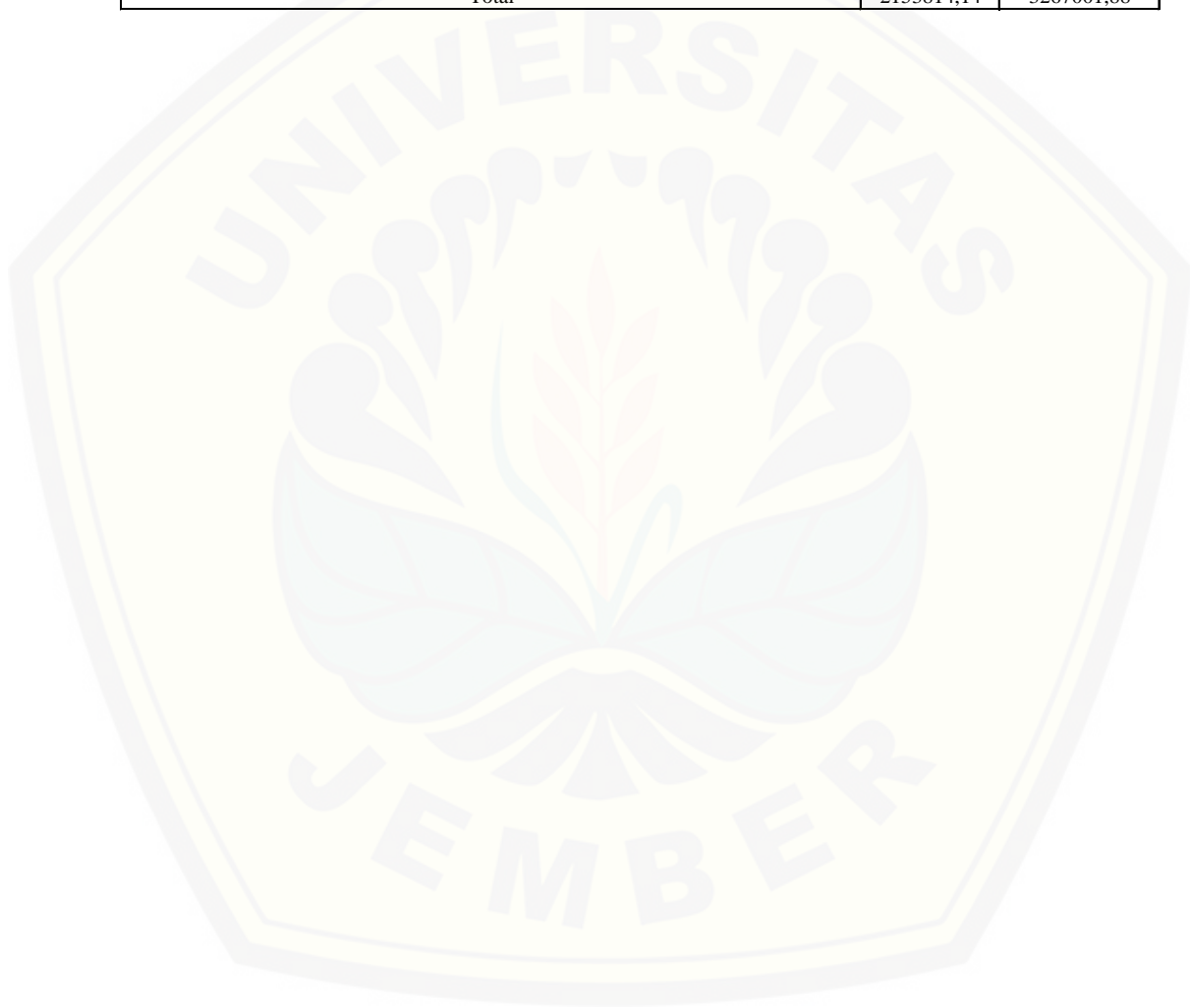
Lampiran 26. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 91%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
91	1,01	0,925	0,87	5,85	46,77	46,77	409693,47	409693,47	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44		363000,21	409693,47	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	409693,47	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	409693,47	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	409693,47	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	409693,47	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	409693,47	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	409693,47	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	409693,47	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	409693,47	
Total								2563507,61	4096934,74



Lampiran 27. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 92%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
92	0,90	0,925	0,87	5,85	41,44	41,44	363000,21	363000,21	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94		314831,36	363000,21	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	363000,21	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	363000,21	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	363000,21	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	363000,21	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	363000,21	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	363000,21	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	363000,21	
Total								2153814,14	3267001,88



Lampiran 28. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 93%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
93	0,78	0,925	0,87	5,85	35,94	35,94	314831,36	314831,36	
94	0,69	0,925	0,87	5,85	31,85		279042,74	314831,36	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35		257092,47	314831,36	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	314831,36	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	314831,36	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	314831,36	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	314831,36	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	314831,36	
Total								1790813,93	2518650,88



Lampiran 29. Perhitungan Capacity Factor pada Probabilitas 94%

Probabilitas	Debit	Effisiensi Generator	Effisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
94	0,69	0,925	0,97	5,85	35,52	35,52	311116,62	311116,62	
95	0,64	0,925	0,97	5,85	32,72		286643,33	311116,62	
96	0,61	0,925	0,97	5,85	31,47		275675,16	311116,62	
97	0,57	0,925	0,97	5,85	29,12		255097,96	311116,62	
98	0,45	0,925	0,97	5,85	23,35		204516,15	311116,62	
99	0,37	0,925	0,97	5,85	19,20		168202,66	311116,62	
100	0,32	0,925	0,97	5,85	16,48		144383,86	311116,62	
Total								1645635,74	2177816,32

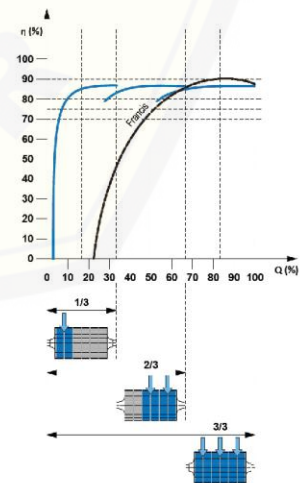
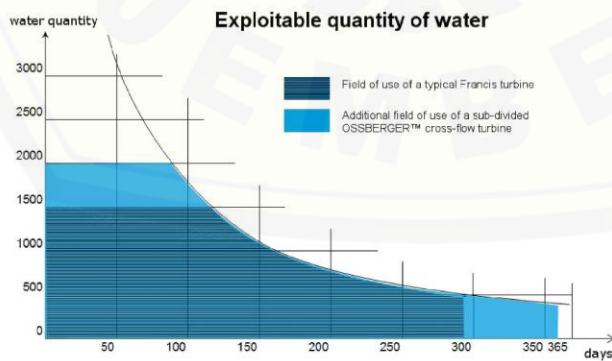
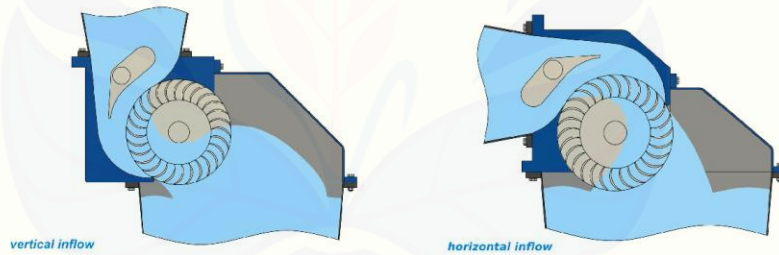
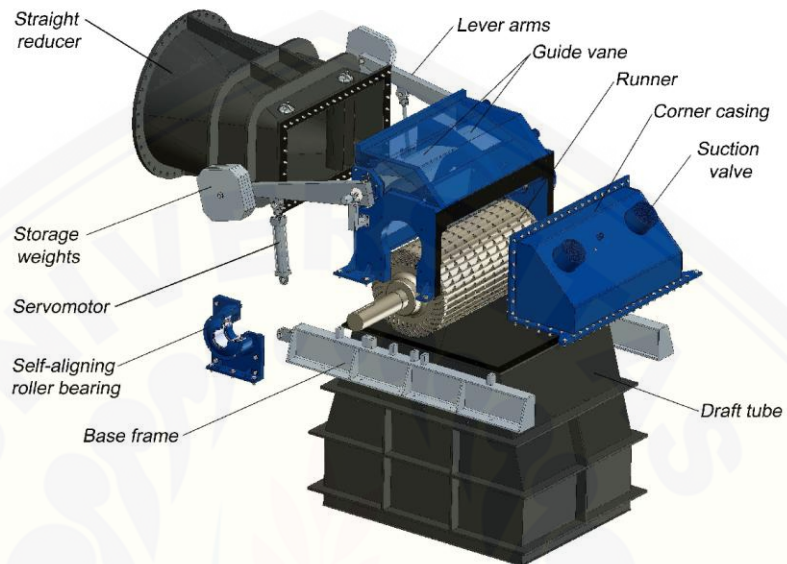


Lampiran 30. Perhitungan *Capacity Factor* pada Probabilitas 95%

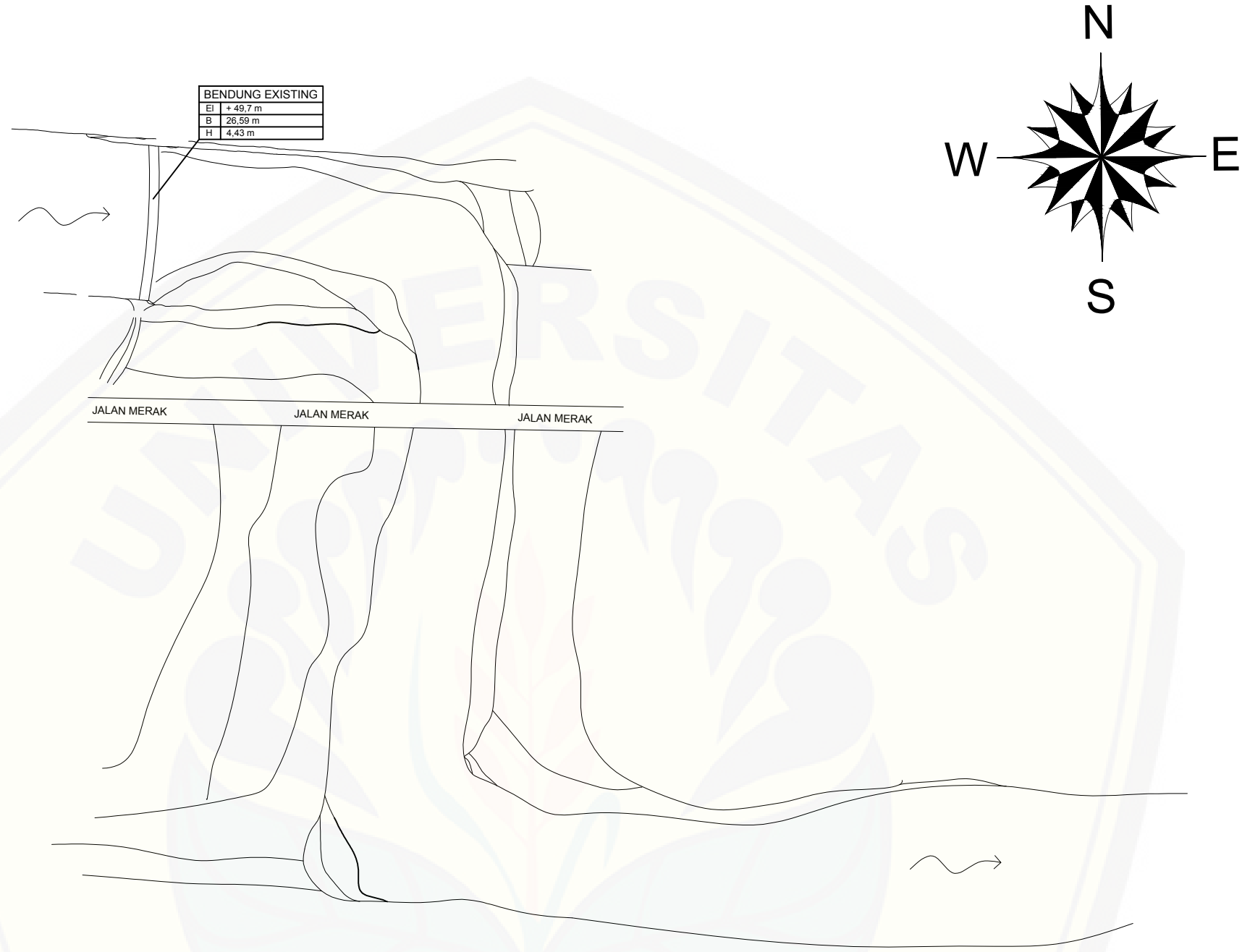
Probabilitas	Debit	Efisiensi Generator	Efisiensi Turbin	Head	Output (Kw)		Energi (Kwh)		
					Riil	Maks	Riil	Maks	
95	0,64	0,925	0,87	5,85	29,35	29,35	257092,47	257092,47	
96	0,61	0,925	0,87	5,85	28,23		247255,04	257092,47	
97	0,57	0,925	0,87	5,85	26,12		228799,20	257092,47	
98	0,45	0,925	0,87	5,85	20,94		183432,01	257092,47	
99	0,37	0,925	0,87	5,85	17,22		150862,18	257092,47	
100	0,32	0,925	0,87	5,85	14,78		129498,92	257092,47	
Total							1196939,83	1542554,84	




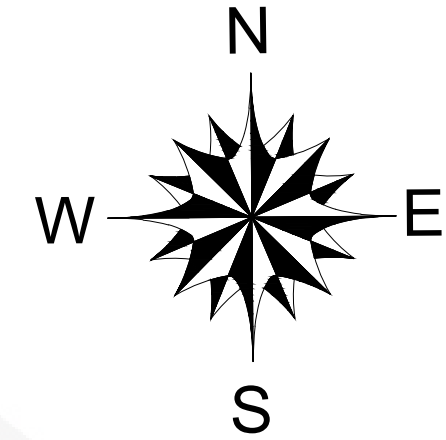
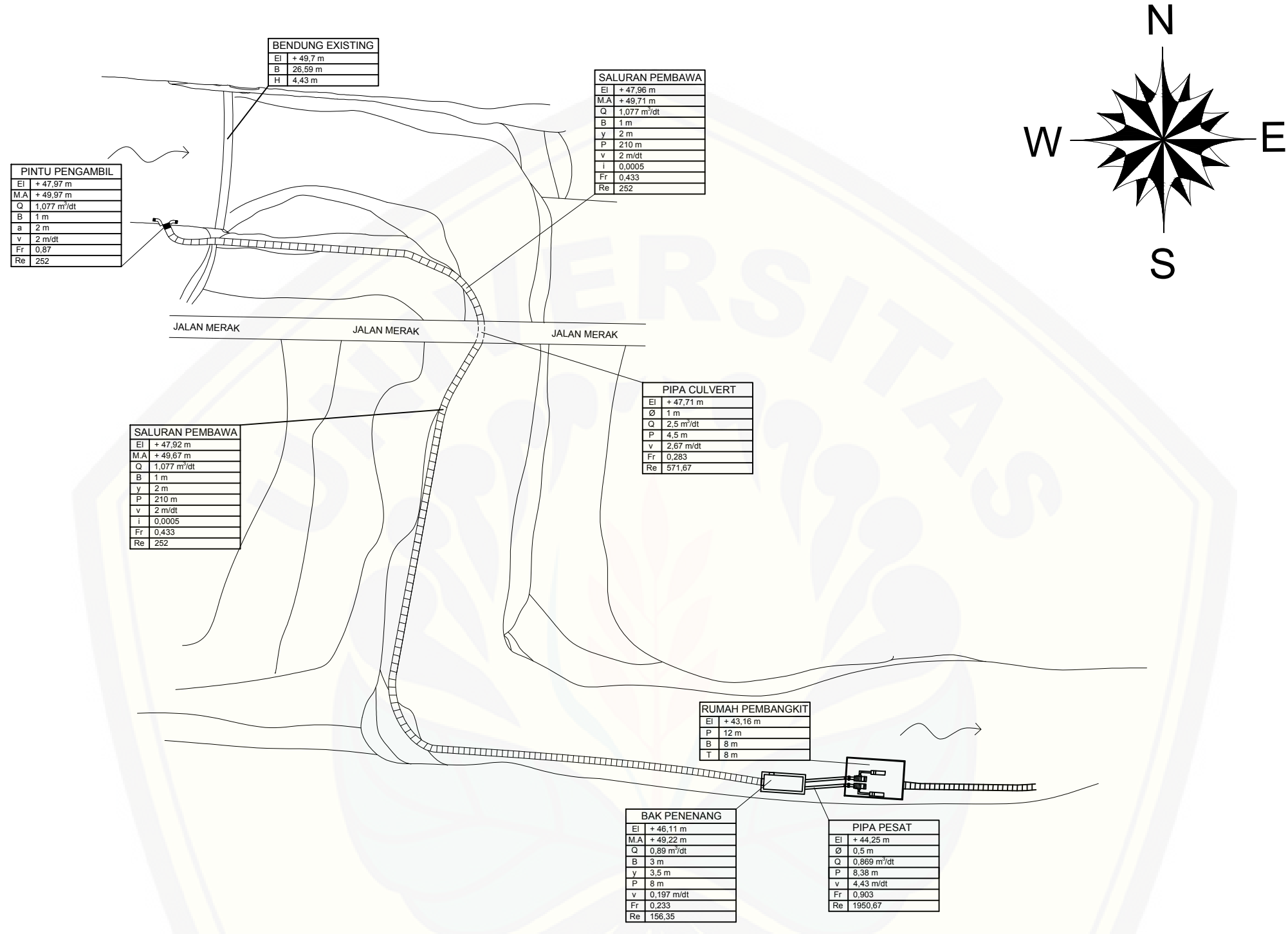
The original OSSBERGER™ cross-flow turbine




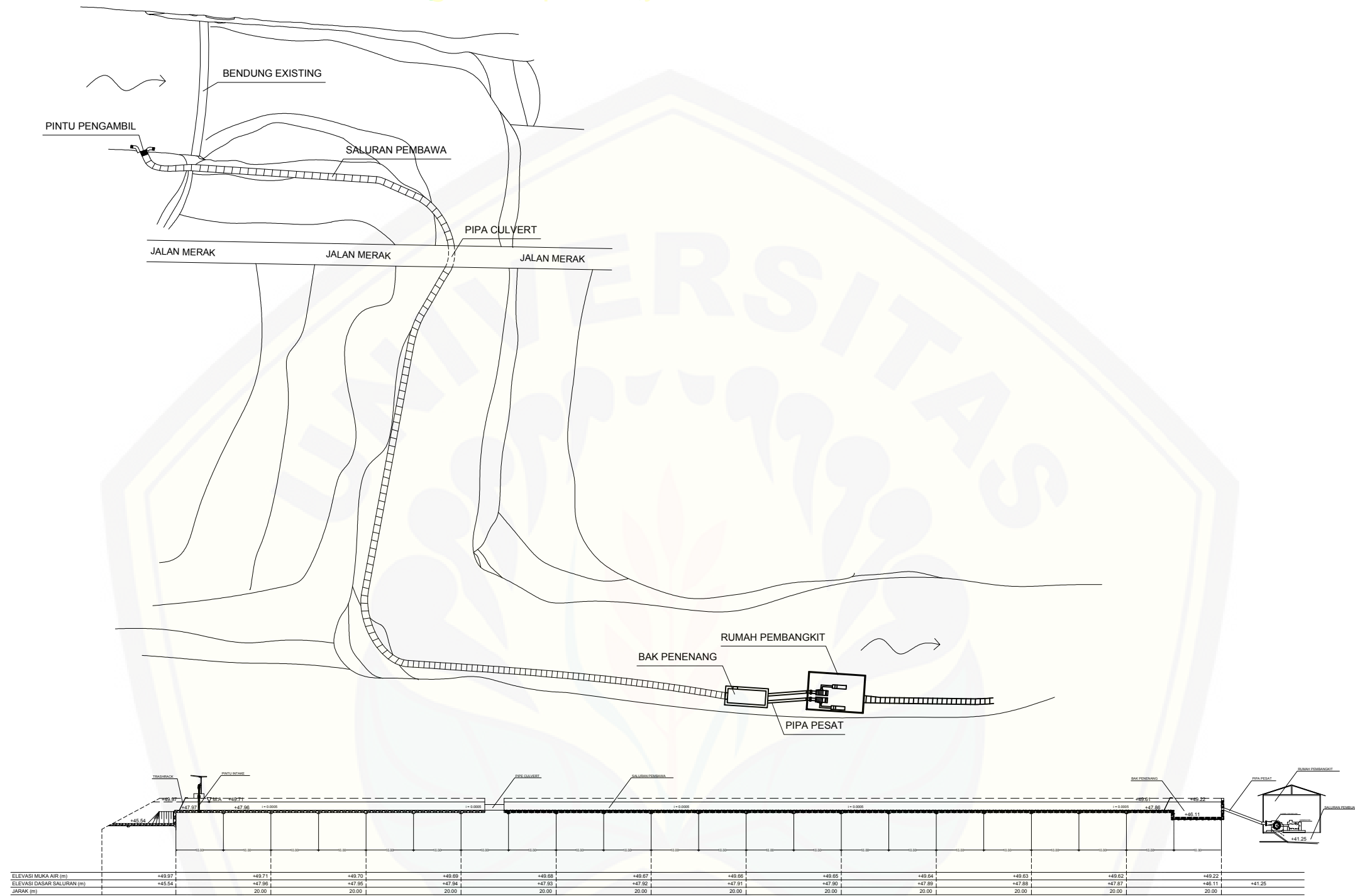
for further information, please visit www.ossberger.de



 <p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id</p>	TUGAS AKHIR		
	PERENCANAAN PLTMH		
<p>SITEPLAN EXISTING</p> <p>SKALA 1:500</p>	NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
	NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL
<p>(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001</p>	<p>(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219</p>	<p>01</p>	



 <p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id</p>	TUGAS AKHIR		
	PERENCANAAN PLTMH		
SITEPLAN RENCANA SKALA 1:500	NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
	NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	02	TANGGAL



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
 UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
 Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241
 web: www.unej.ac.id

TUGAS AKHIR

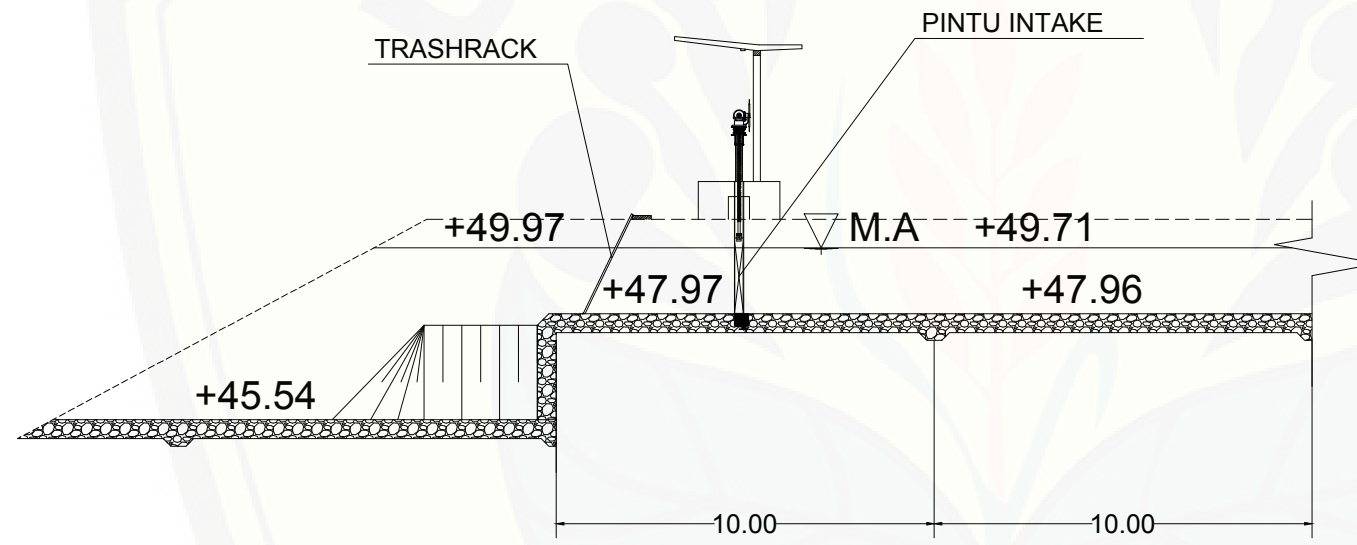
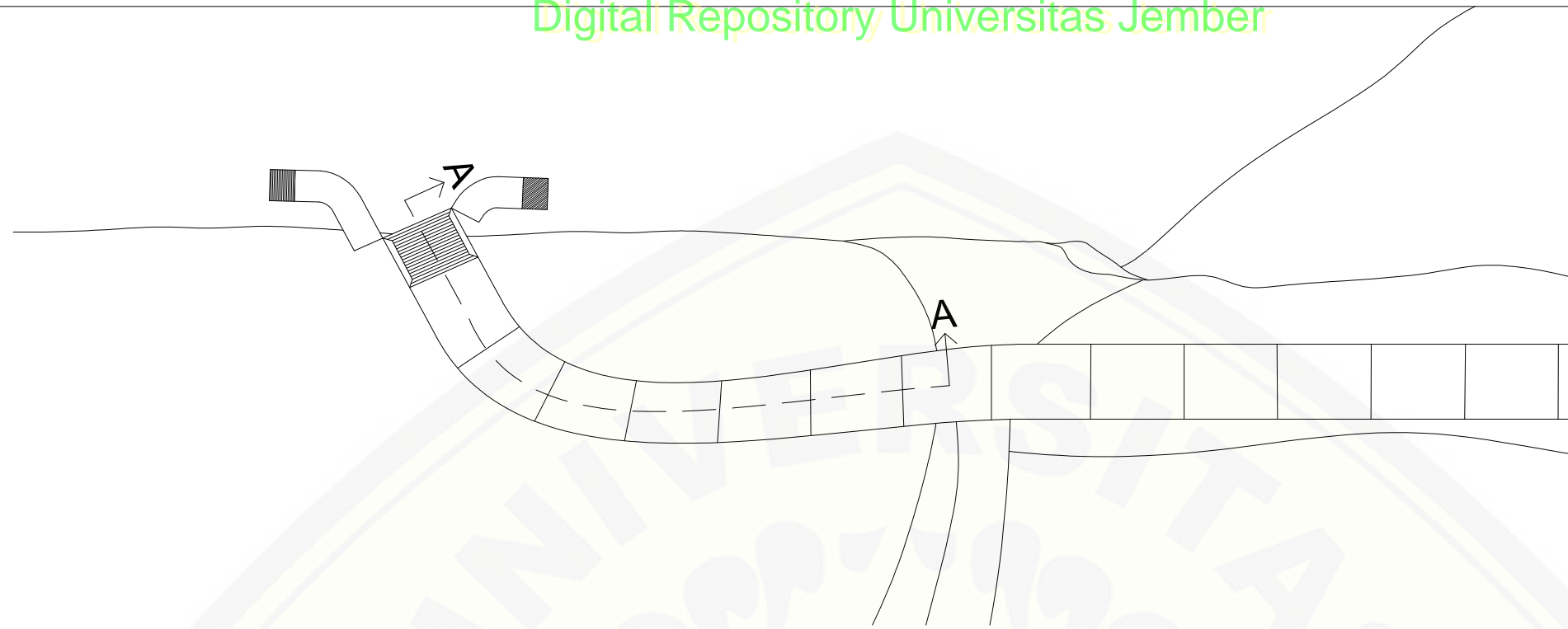
PERENCANAAN
 PLTMH

POTONGAN MEMANJANG SALURAN


SKALA 1:1000

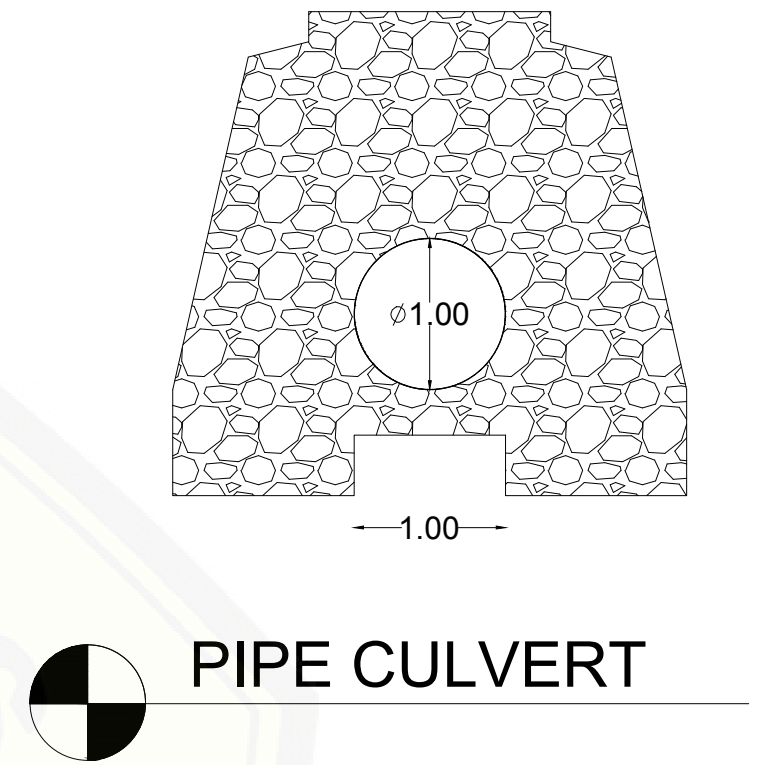
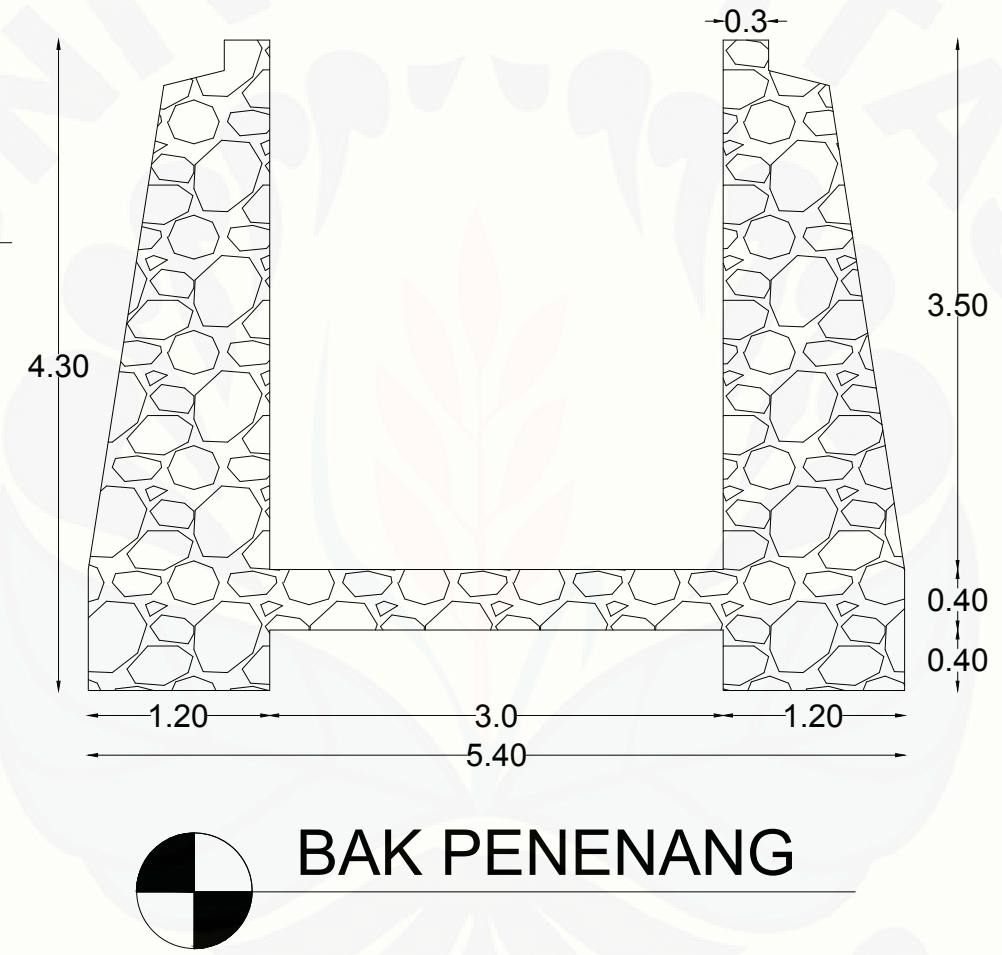
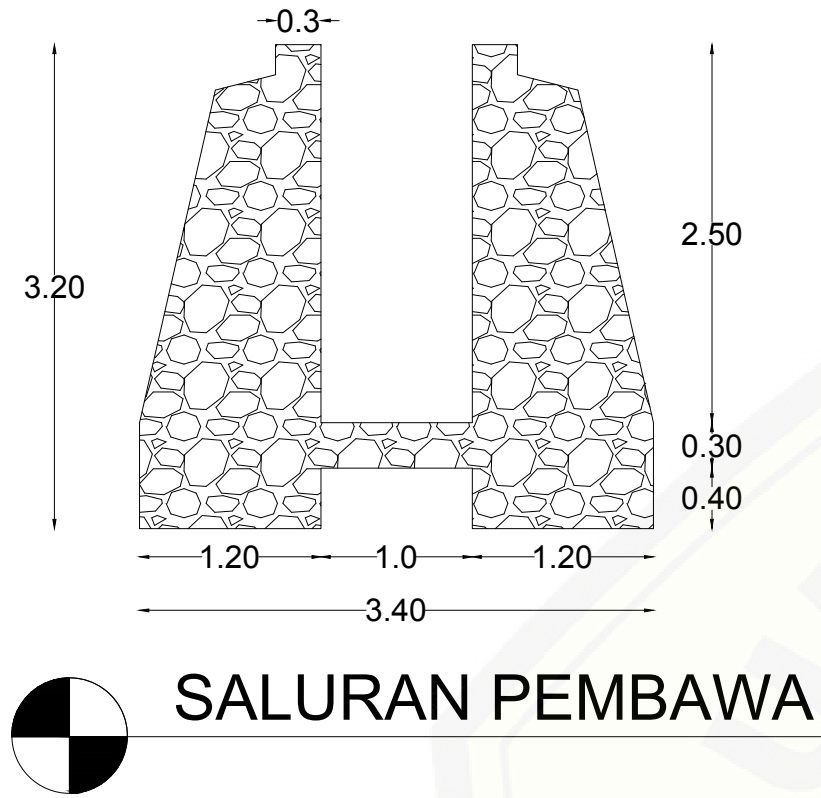
NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA
NIM	161910301104


DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	03	

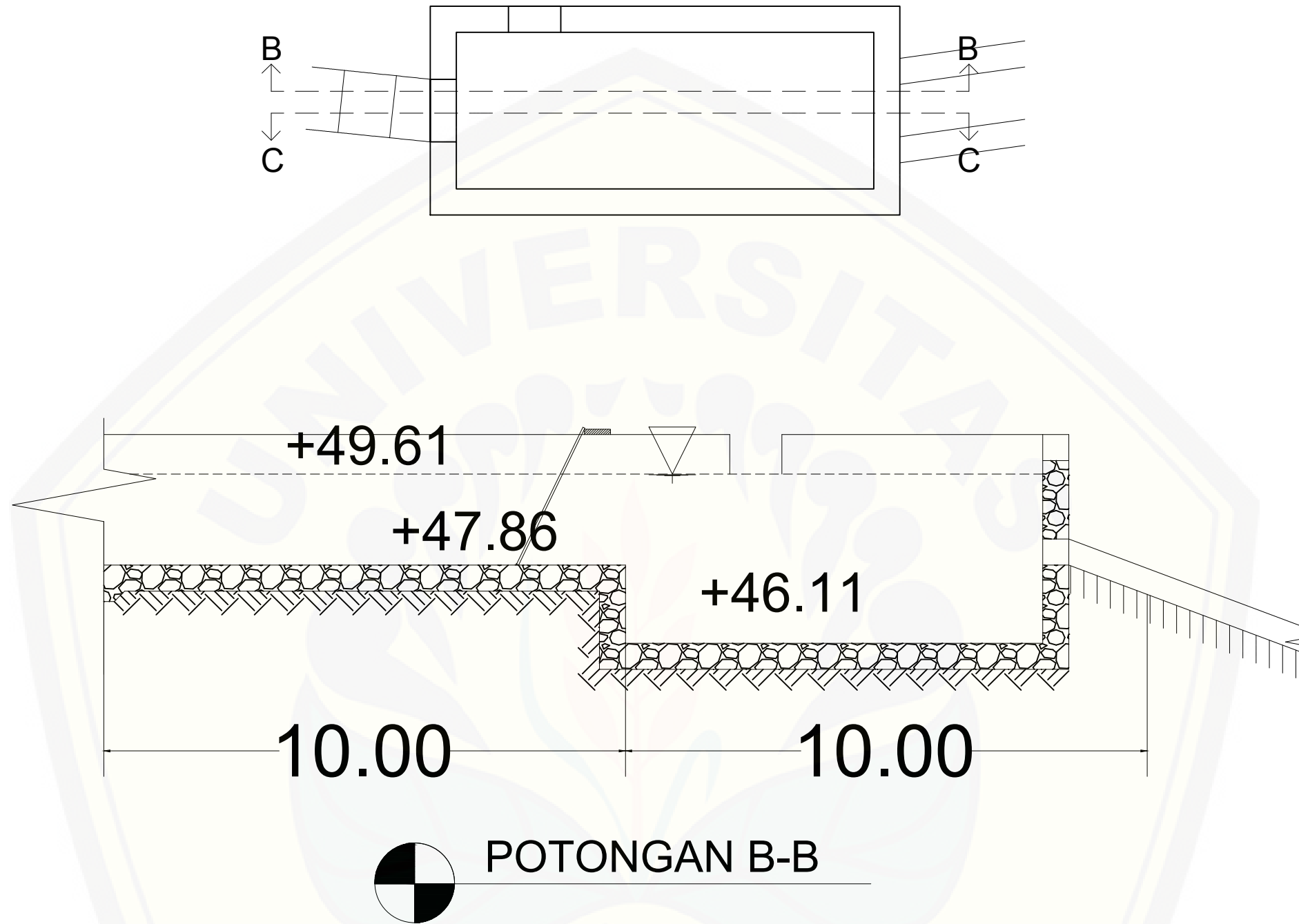



POTONGAN A -A

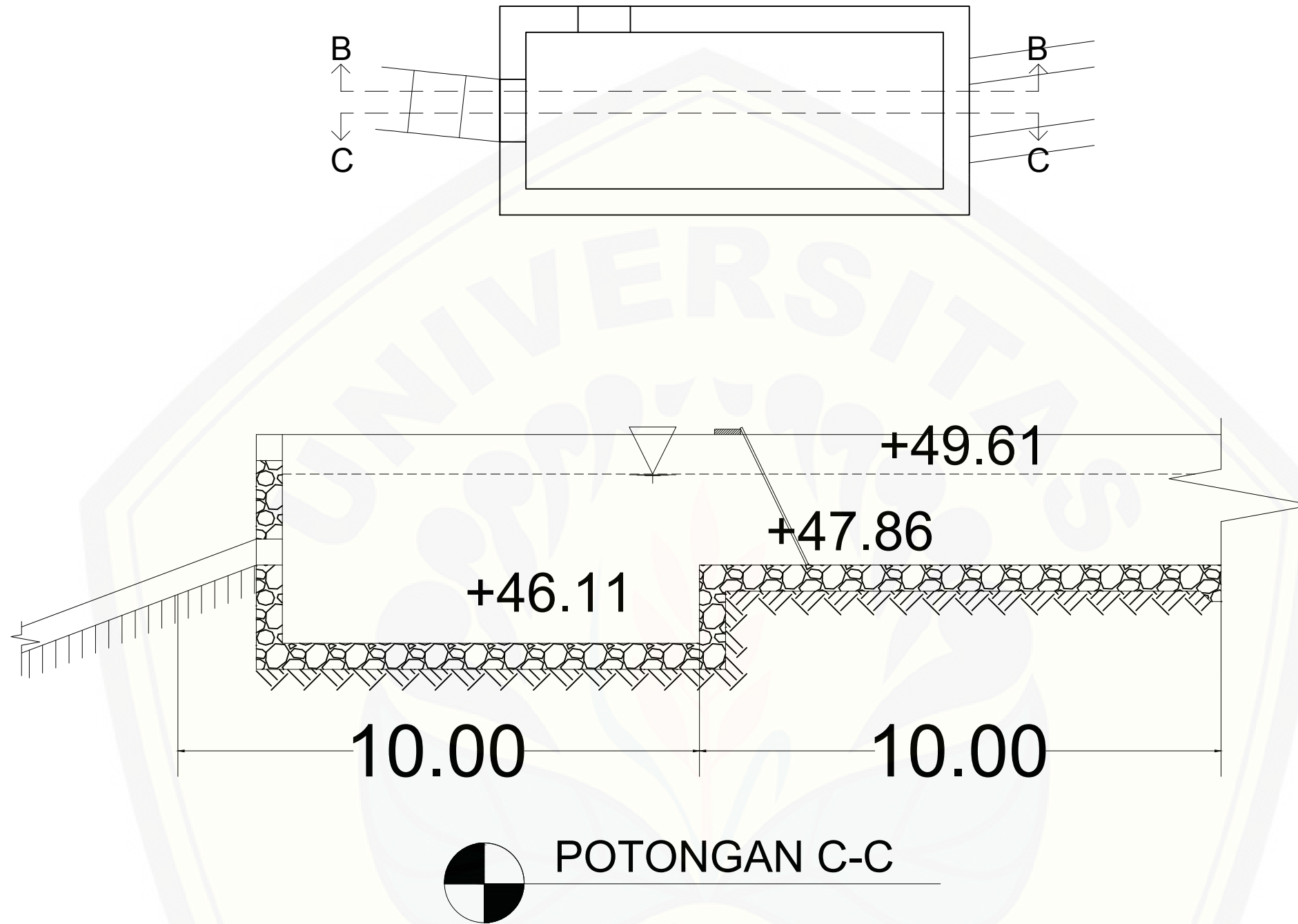
 <p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id</p>	TUGAS AKHIR		
	PERENCANAAN PLTMH		
DETAIL HULU SALURAN PEMBAWA SKALA 1:200	NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
	NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	04	




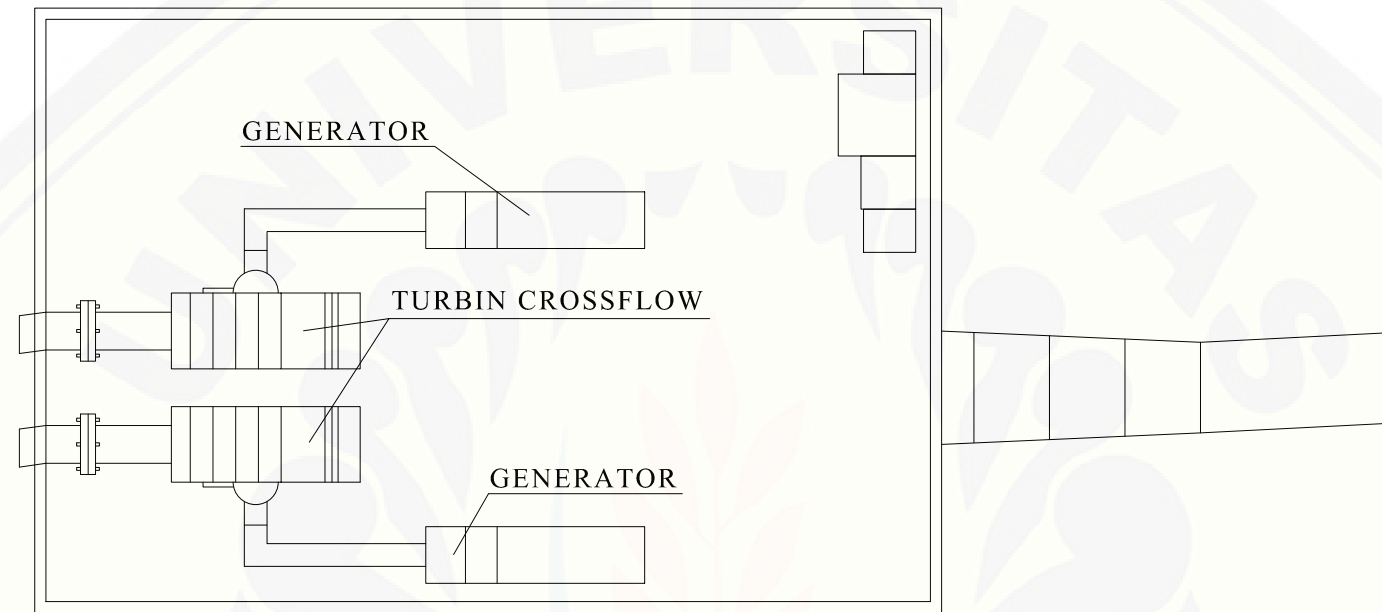
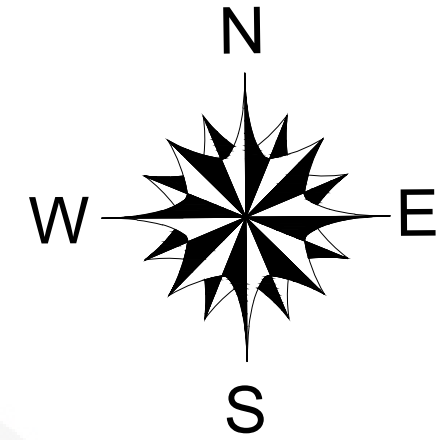
 <p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id</p>	TUGAS AKHIR		
	PERENCANAAN PLTMH		
POTONGAN MELINTANG SALURAN SKALA 1:1000	NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
	NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	05	




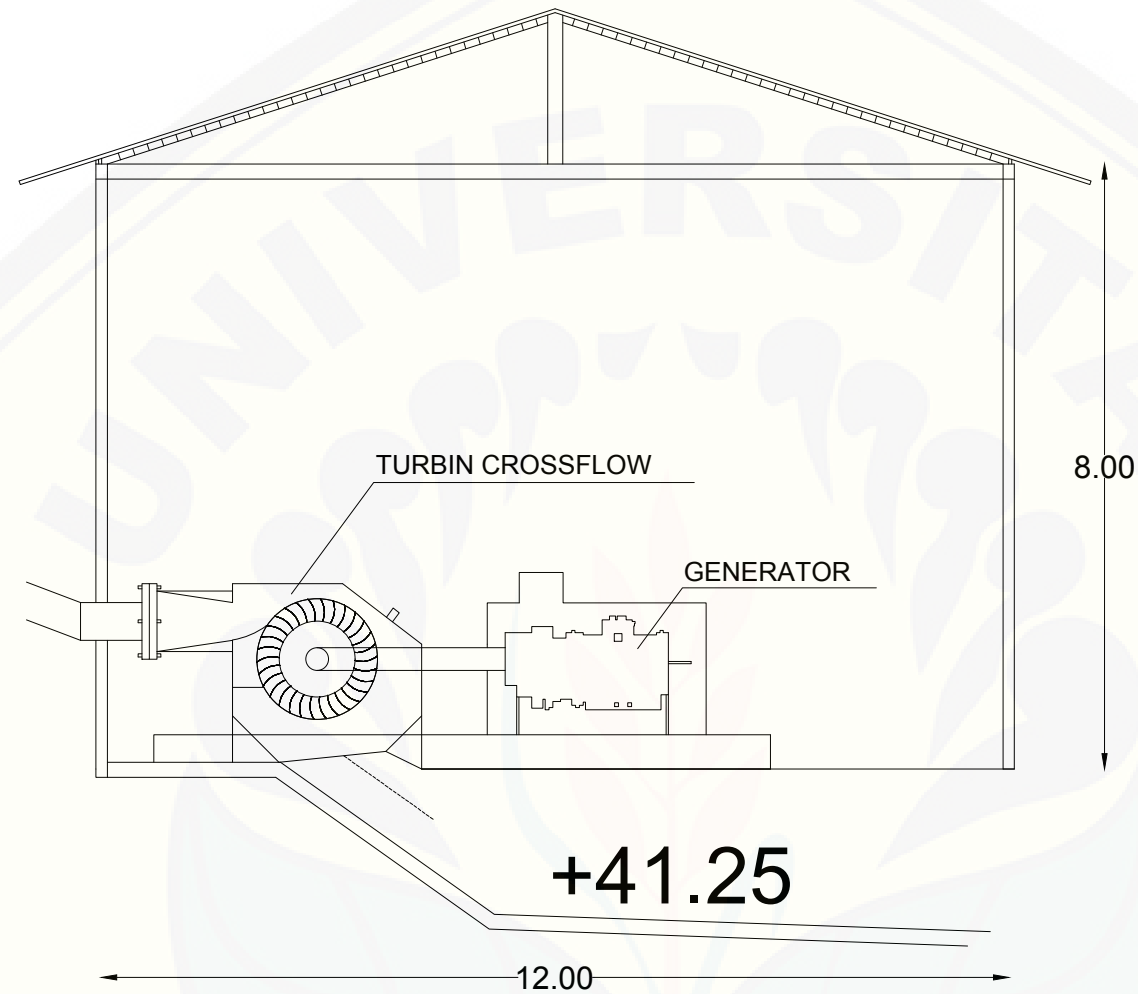
	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id		TUGAS AKHIR	
	DETAIL BAK PENENANG		PERENCANAAN PLTMH	
SKALA 1:100		NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
		NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL	
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	06		




	KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id		TUGAS AKHIR		
	DETAIL BAK PENENANG SKALA 1:100		PERENCANAAN PLTMH		
DOSEN PEMBIMBING UTAMA			DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA		
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001		(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219		NAMA ALDIO DHIVA PRATAMA	NIM 161910301104
				NOMOR 07	TANGGAL



 <p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id</p>	TUGAS AKHIR		
	PERENCANAAN PLTMH		
DENAH RUMAH PEMBANGKIT SKALA 1:100	NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
	NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	08	



 <p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL Jln Kalimantan No. 37, Jember 68121, Telp. / Fax. (0331) 484977, 410241 web: www.unej.ac.id</p>	TUGAS AKHIR		
	PERENCANAAN PLTMH		
POTONGAN MEMANJANG RUMAH PEMBANGKIT SKALA 1:200	NAMA	ALDIO DHIVA PRATAMA	
	NIM	161910301104	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA	DOSEN PEMBIMBING ANGGOTA	NOMOR	TANGGAL
(Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U. M.) NIP. 19661215 199503 2 001	(Retno Utami A. W., S.T., M.Eng., Ph.D.) NIP. 760017219	09	