

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO

DI SUNGAI LOGAWA, KABUPATEN BANYUMAS,

Apriadi Ali Ramadhan, Arie Al Asyari

Suharyanto, Abdul Kadir

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239,

Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan mendasar bagi manusia. Aktivitas manusia akan terganggu jika ketersediaan energi listrik juga terganggu. Kondisi ini pula yang saat ini tengah dialami oleh bangsa Indonesia. Telah terjadi krisis listrik di beberapa daerah di Indonesia, khususnya di daerah Jawa – Bali dimana di daerah tersebut merupakan pusat kegiatan di Indonesia. Hal ini diindikasikan dengan sering terjadinya pemadaman secara bergiliran seperti di sebagian kota di Indonesia. Krisis yang terjadi disebabkan ketidakseimbangan antara ketersediaan (*supply*) dan permintaan (*demand*).

Sementara itu kemampuan pemerintah, dalam hal ini PLN dalam memenuhi kebutuhan energi listrik sangat terbatas. Untuk itu, pemerintah sangat mendorong pihak swasta / masyarakat untuk ikut berperan serta dalam usaha-usaha pengadaan energi alternatif, salah satu diantaranya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH).

Daerah Kabupaten Banyumas memiliki sungai yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai PLTMH. Perencanaan pembangkit listrik tenaga mini hidro ini akan memanfaatkan aliran air dari Sungai Logawa. Energi listrik yang dihasilkan nantinya akan masuk dalam jaringan interkoneksi Jawa – Bali sehingga diharapkan menambah pasokan listrik Jawa – Bali yang kebutuhannya terus meningkat.

Dalam tugas akhir ini, PLTMH Logawa direncanakan untuk membangkitkan daya sebesar 616 kWh yang mana dapat melayani kurang lebih 600 rumah dengan asumsi satu rumah memakai daya sebesar 900 Watt dan membutuhkan dana investasi untuk pekerjaan sipil sebesar Rp. 25.265.787.700,-

ABSTRACT

Electricity is a basic human need. Human activity will be disrupted if the availability of electrical energy is also affected. This condition is also currently being experienced by the people of Indonesia. There has been an energy crisis in some regions of Indonesia, particularly in Java - Bali where the area is the center of activity in Indonesia. This is indicated by the frequent occurrence of blackouts in rotation as in most cities in Indonesia. The crisis caused by an imbalance between supply and demand of electricity usage.

Meanwhile, the ability of the government, in this case the PLN in providing the electricity needs is very limited. Therefore, the government is encouraging private sectors and communities to participate in the production of alternative energy, one of which is the Mini Hydro Power Plant.

Banyumas Regency has a potential river to build as Mini Hydro Power Plant. This mini hydro power plant will utilize the waterflow from the rivers. The electrical energy produced will be supplied to the Java – Bali interconnection network so that electricity supply can increase the Java – Bali capacity.

In this PLTMH Logawa is planned to generate 616 kWh of power which can serve approximately 600 homes with the assumption that the usage of the power is about 900 watts per hours. It requires investment funds for the construction works amounting to Rp.25,265,787,700,-

PENDAHULUAN

Permintaan energi listrik (*demands*) di Indonesia khususnya untuk pulau Jawa dan Bali sangatlah tinggi. Itu dikarenakan pusat pemerintahan Indonesia terletak di pulau Jawa. Sehingga banyak mengundang masyarakat untuk melakukan aktifitas disekitar pusat pemerintahan. Berdasarkan harian KOMPAS, untuk pulau Jawa dan Bali telah banyak dibangun pembangkit - pembangkit listrik yang mampu mensupply hingga 28.070 MW guna untuk memenuhi permintaan masyarakat akan listrik. dengan nilai sebesar itu memang energi listrik yang ada masih mampu untuk mencukupi kebutuhan masyarakat di mana beban puncak terbesar yang dicapai sebesar 20.343 MW. akan tetapi *reserve margin* yang ada hanyalah tinggal 27%, dimana nilai tersebut masihlah termasuk angka yang kritis. Sebaiknya nilai *persentase* untuk *reserve margin* yang ada haruslah menembus angka 35%. Apa bila hanya

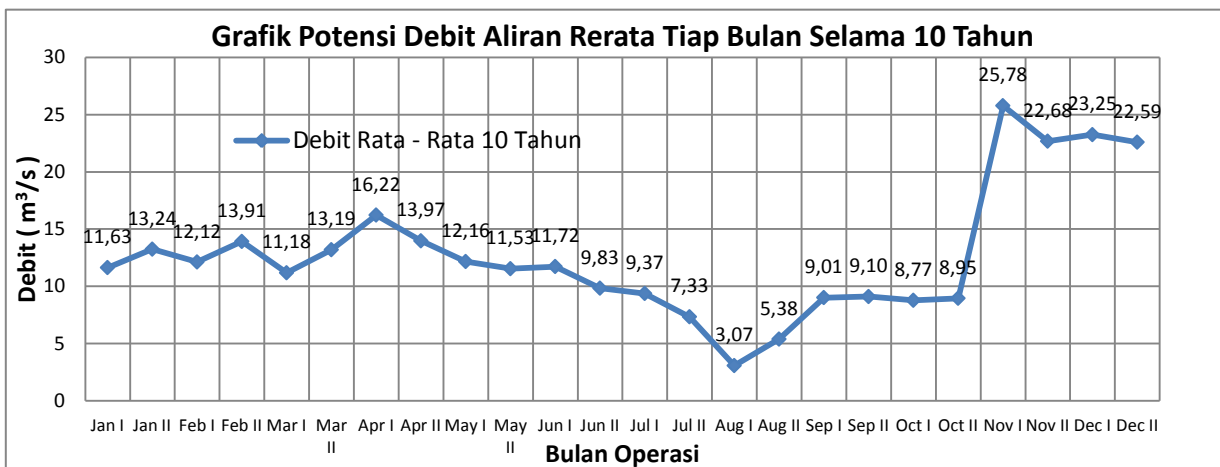
27% ditakutkan bila terjadi masalah pada salah satu pembangkit yang ada akan menyebabkan ketidak mampuan supply yang ada untuk memenuhi permintaan. Dan diramalkan bahwa permintaan akan kebutuhan listrik akan meningkat setiap tahunnya. Dipastikan kita akan mengalami krisis energi listrik untuk kedepannya apa bila tidak ada penyelesaiannya.

Salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan listrik adalah dengan merencanakan pembuatan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dengan skala yang kecil atau biasa disebut Pembangkit Listrik Tenaga Air Mini Hidro (PLTMH).

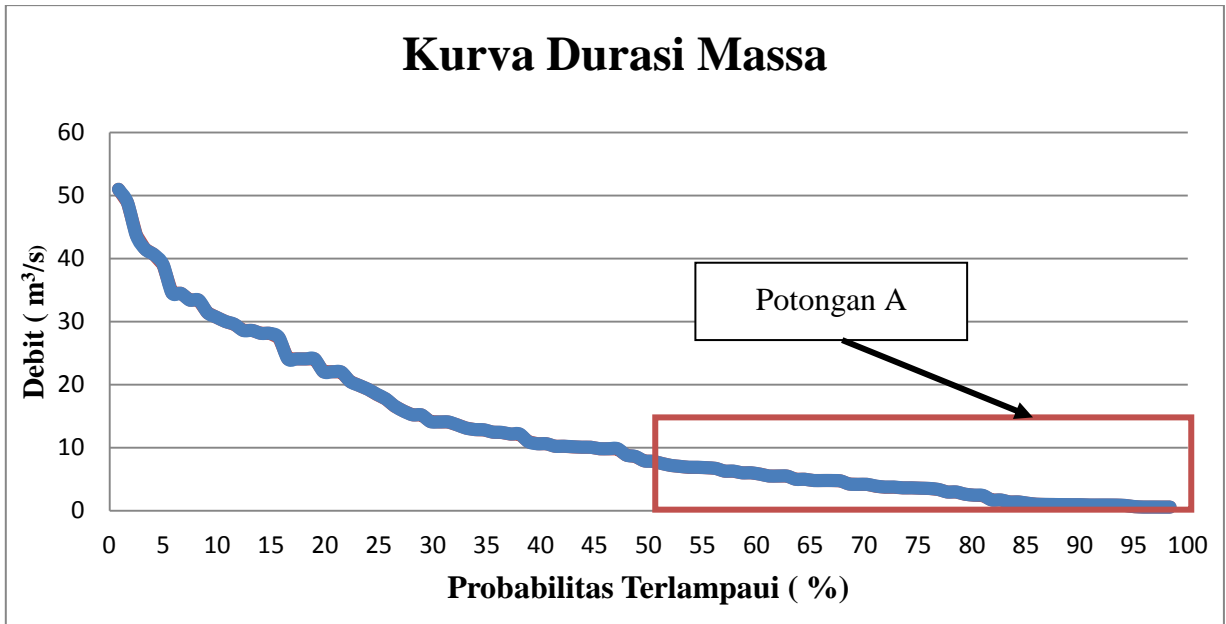
Sungai Logawa, di Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Mempunyai potensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air dengan sekala Mini Hidro. Sungai Logawa ini mempunyai debit air yang cukup banyak, aliran air yang deras dan mempunyai daerah terjunan yang dapat dimaanfaatkan sebagai terjunan air guna untuk memutar turbin. Sehingga Sungai Logawa ini dapat digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air.

ANALISIS HIDROLOGI

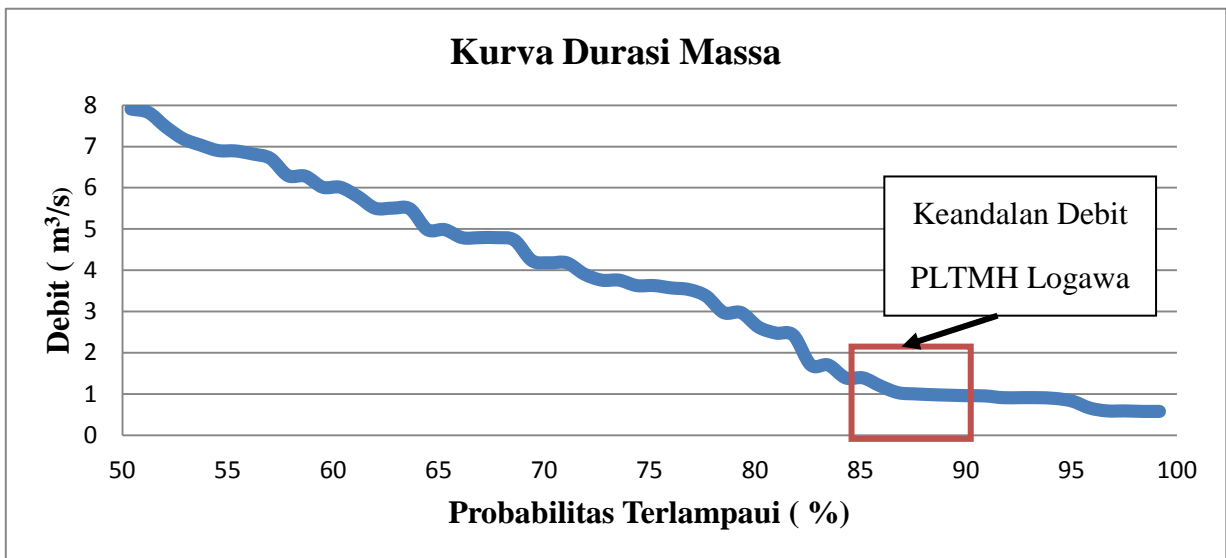
Dalam mencari debit andalan yang merupakan debit yang digunakan dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro logawa ini digunakan debit aliran Sungai Logawa dengan kurun waktu 10 tahun terakhir . Data debit aliran Sungai Logawa didapat dari Balai Pengembangan Sumber Daya Air Serayu – Citandui. Dibawah ini merupakan potensi debit aliran rata – rata tiap bulan di Sungai Logawa.



Grafik Potensi Debit Aliran Rerata Tiap Bulan Selama 10 Tahun



Grafik Kurva Durasi Massa Debit Sungai Logawa

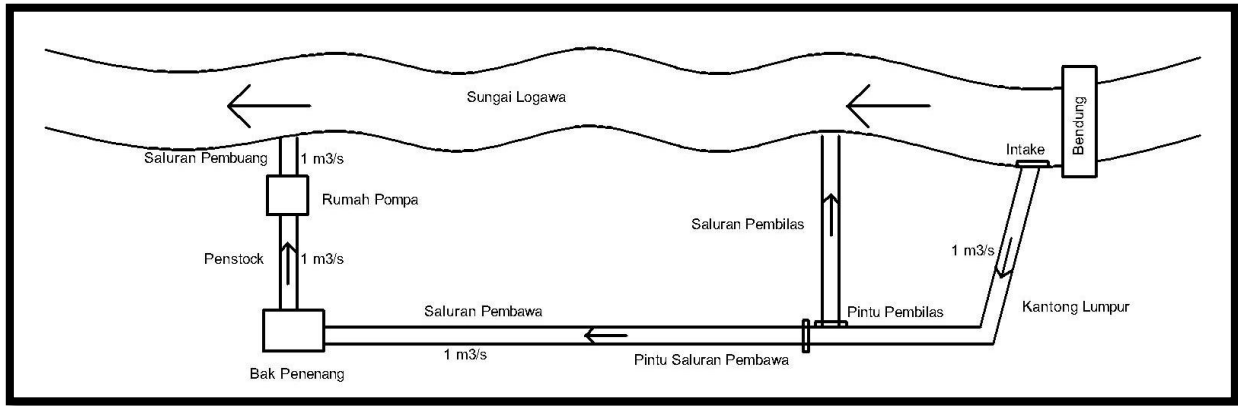


Potongan A dari Grafik Kurva Durasi Massa Debit Sungai Logawa

Pengambilan debit andalan menggunakan kurva massa debit dengan mengambil nilai debit yang mempunyai probabilitas 85% - 90 %, yang dimana kurva tersebut merupakan urutan debit Sungai Logawa selama dari yang terbesar hingga yang terkecil. Perhitungan debit andalan dimaksudkan untuk mencari nilai kuantitatif debit yang tersedia sepanjang tahun, baik pada musim penghujan maupun musim kemarau. Ketersediaan air yang biasa didefinisikan sebagai debit andalan, jika tidak tersedia data debit yang memadai, maka dihitung dengan cara mentransformasikan data hujan menjadi data debit. Dari grafik diatas debit yang mempunyai

keandalan diantara 85 % - 90 % adalah debit $1,39 \text{ m}^3/\text{s}$ hingga $0,953 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk PLTMH Logawa ini kami mengambil debit sebesar $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

PERENCANAAN TEKNIS DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)



Skema PLTMH Logawa

1. Perencanaan Bendung

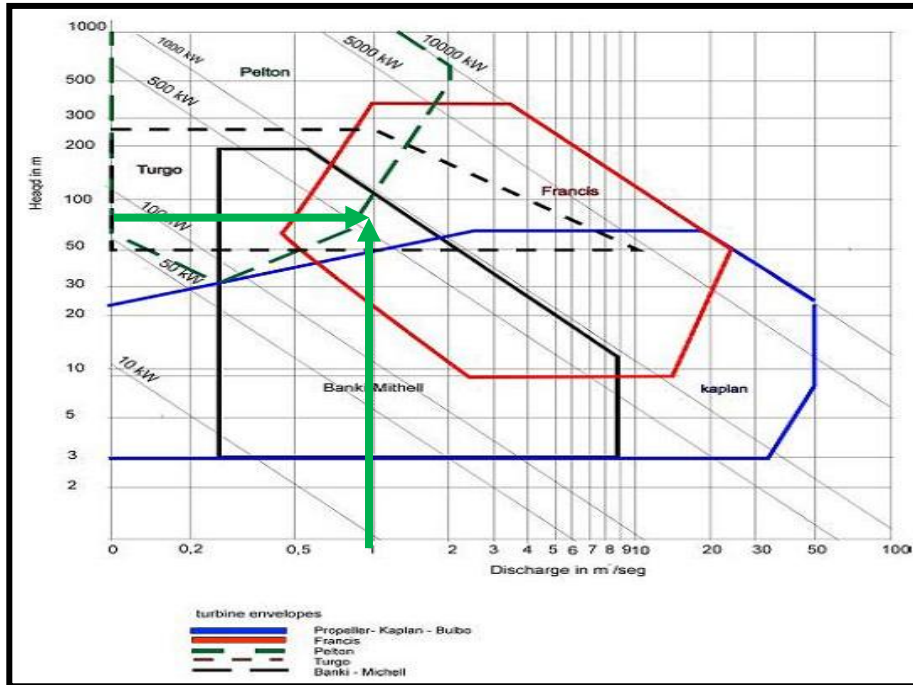
1. Bendung didesain dengan mercu bulat dengan jari-jari mercu 2,5 m. Tinggi mercu bendung = 3 m. Elevasi puncak bendung = +427 m. Lebar bendung = 13,736 m. Lebar efektif bendung = 14,83 m. Kolam olak tipe USBR IV.
2. Dinding penahan tanah bagian hulu bendung dengan tinggi 13,61 m sepanjang 76,05 m serta dinding penahan tanah di bagian hilir bendung dengan tinggi 13,61 m sepanjang 15,35 m.

2. Perencanaan Bangunan Sistem PLTMH

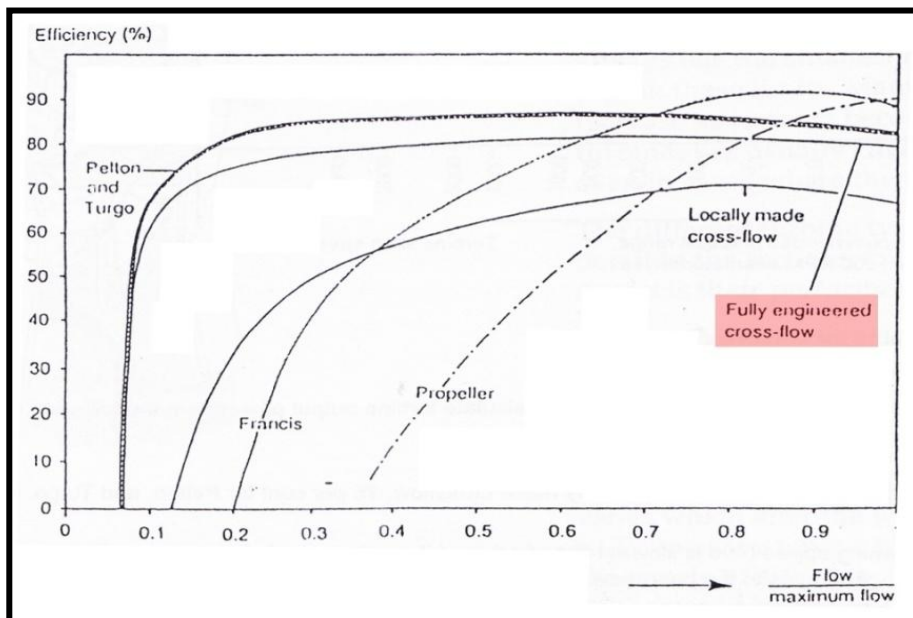
Bendung bangunan pelengkap, yaitu:

1. Kantong lumpur dengan panjang 180 m, dengan kedalaman endapan 3,4 m pada bagian hilir kantong lumpur.
2. Saluran pembilas kantong lumpur dengan panjang 107 m, bangunan pembilas kantong lumpur direncanakan dengan lebar 1,3 m, dengan satu pintu. Tinggi pintu pembilas kantong lumpur 4 m.
3. Pintu pembilas dengan rencana lebar bangunan pembilas bendung adalah 1,25 m, tinggi pintu pembilas 2,1 m
4. Bangunan pengambilan (*intake*) direncanakan dengan lebar 0,8 m, tinggi pintu 1,2 m dengan lebar 0,8 m.

5. Bak penenang dengan dimensi 8 x 10 m dengan kedalaman 2,4 m.
6. Pipa penstock dengan diameter 0,8 m dan tebal 0,9 cm sepanjang 195 m.
7. Turbin Crossflow T – 15 – 400 Bo 400 dengan nilai head sebesar 83, 773 m dengan debit yang digunakan 1 m³/detik .



Grafik pemilihan turbin



Grafik efisiensi turbin

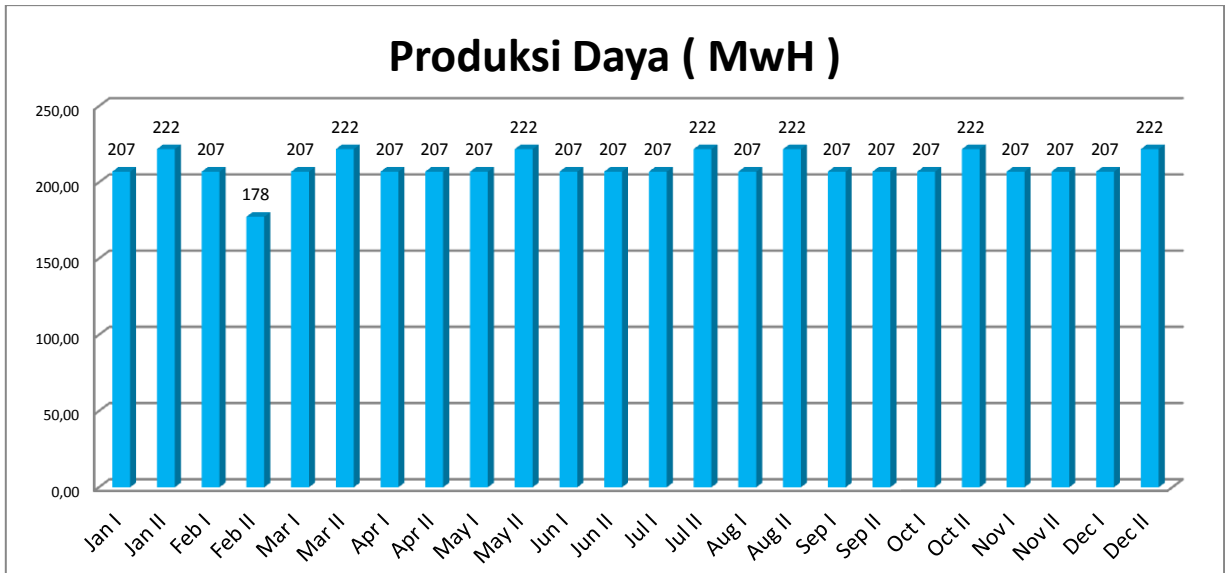
8. Besarnya daya listrik yang dapat di produksi oleh PLTMH Logawa adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{turbin}} &= \rho * Q * g * H_{\text{net}} * \eta_{\text{turbin}} \\
 P_{\text{turbin}} &= \text{Daya turbin (Kw)} \\
 \rho &= \text{Massa jenis air} &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\
 Q &= \text{Debit air} &= 1 \text{ m}^3/\text{s} \\
 g &= \text{Percepatan grafitasi} &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 H_{\text{net}} &= \text{Tinggi jatuh air} &= 83,773 \text{ m} \\
 \eta_{\text{turbin}} &= \text{Efisiensi turbin} &= 0,75 \\
 P_{\text{turbin}} &= 1000 * 1 * 9,81 * 83,773 * 0,75 \\
 &= 616.359,847 \text{ watt} \\
 &= 616,359 \text{ Kw}
 \end{aligned}$$

Apabila dicari nilai energi setiap setengah bulan maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Perhitungan Energi PLTMH

Bulan	Debit	Terjun	Efisiensi Turbin	Massa Jenis Air	Percepatan Grafitasi	Daya		Durasi		Energi Terbangkit
	Q	H	η	ρ	g	P = Q * H * η * ρ * g		t		E = (P * t) / 1000
	m ³ /s	m		kg/m ³	m/s ²	Watt	Kw	Hari	Jam	MwH
Jan I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Jan II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89
Feb I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Feb II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	12	288	177,51
Mar I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Mar II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89
Apr I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Apr II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
May I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
May II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89
Jun I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Jun II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Jul I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Jul II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89
Aug I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Aug II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89
Sep I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Sep II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Oct I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Oct II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89
Nov I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Nov II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Dec I	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	14	336	207,10
Dec II	1	83,773	0,75	1000	9,81	616359,85	616,36	15	360	221,89



Grafik Produksi daya

9. Saluran pembuang dengan panjang 67 m.
 10. Dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro Logawa ini daya listrik yang dihasilkan akan didistribusikan kedalam jaringan PLN sehingga PLN yang akan menyalurkan kepada penduduk setempat.
3. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya untuk desain Bendung Lanang adalah sebagai berikut:

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 758.912.698,08
2	KONSTRUKSI BENDUNG	Rp 7.144.006.285,30
3	PEKERJAAN PINTU PEMBILAS BENDUNG	Rp 36.885.542,28
4	KONSTRUKSI INTAKE	Rp 133.757.204,90
5	KONSTRUKSI KANTONG LUMPUR	Rp 2.116.183.899,61
6	KONSTRUKSI BANGUNAN PINTU PEMBILAS	Rp 114.231.475,60
7	KONSTRUKSI SALURAN PEMBILAS	Rp 549.144.591,05
8	KONSTRUKSI PINTU SALURAN PEMBAWA	Rp 84.709.509,67
9	KONSTRUKSI SALURAN PEMBAWA	Rp 7.085.838.165,89
10	KONSTRUKSI BAK PENENANG	Rp 662.913.302,48
11	KONSTRUKSI PENSTOCK	Rp 2.936.532.646,63
12	KONSTRUKSI POWER HOUSE	Rp 900.000.000,00
13	KONSTRUKSI SALURAN PEMBUANG	Rp 376.782.536,68
14	PEKERJAAN LAIN - LAIN	Rp 69.000.000,00
TOTAL KONSTRUKSI		Rp 22.968.897.858,16
Ppn 10%		Rp 2.296.889.785,82
TOTAL		Rp 25.265.787.643,98
Dibulatkan		Rp 25.265.787.700,00
Terbilang	Dua Puluh Lima Milyar Dua Ratus Enam Puluh Lima Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Tujuh Ratus Rupiah	

Dengan nilai investasi sebesar **Dua Puluh Lima Milyar Dua Ratus Enam Puluh Lima Juta Tujuh Ratus Delapan Puluh Tujuh Ribu Tujuh Ratus Rupiah** pada proyek Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro ini diasumsikan PLTMH Logawa ini dapat menghasilkan daya sebesar 5044 Mwatt/tahun dan biaya untuk setiap Kwatt dihargai Rp 1000. Sehingga dalam setahun PLTMH Logawa dihasilkan pendapatan brutonya sebesar Rp 5.044.000.000,00- dan dalam 6 tahun nilai investasi dapat kembali lagi.

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisis hidrologi didapat debit rencana rencana sebesar 323,93 m³/detik dengan periode ulang 100 tahun dan debit kebutuhan untuk pengaliran sebesar 1 m³/detik.
2. Tinggi bendung yang didapat adalah 3 m dan lebar efektif bendung adalah 14,83 m dengan lebar sungai 16,3 m.
3. Turbin yang digunakan adalah Turbin Crossflow T – 15 – 400 Bo 400 dengan nilai head sebesar 83, 773 m diharapkan turbin dapat menghasilkan daya sebesar 6161 kW.
4. Biaya pelaksanaan Bendung Lanang adalah sebesar Rp. 25.265.787.700,00 dengan waktu pelaksanaan 128 minggu.
5. Dalam perencanaan bangunan air untuk menghitung analisa hidrologi diperlukan data curah hujan dan data klimatologi yang lengkap, dan semakin lama periode data tersebut maka semakin akurat analisa hidrologi yang didapatkan.
6. Dalam membuat hitungan hidrolis, struktur, dan stabilitas disarankan menggunakan *software* komputer untuk mempermudah perhitungan (Microsoft Excel, AutoCAD 2007, AutoCAD Land Development 2007, ArcGIS).

DAFTAR PUSTAKA

- 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-02*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-03*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-04*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- 2009. *Intregated Microhydro Development and Application Program (IMIDAP), Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi (2A)*. Jakarta: Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Harto, Sri B.R. 1993. *Hydrologi Terapan*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press University.
- Loebis, Joesron. 1992. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Soemarto, C.D. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data)*. Bandung: Nova.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Ofseet
- Masrevaniah, Aniek and Prastumi. 2008. *Bangunan Air*. Surabaya: Srikandi
- Hadihardaja, Joetta and Sangkawati, Sri. Diktat Kuliah Bangunan Tenaga Air. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Harvey, Adam. 1993. *Micro – Hiydro Design Manual : A guide to small – scale water power schemes*. London : Intermediate Technology, 1993.