

PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO (PLTM) PALUMBUNGAN, PURBALINGGA

Design of Mini Hydro Power Plant at Palumbungan, Purbalingga

Oleh:

Andi Prasetyanto, Nizar Mahrus, Sri Sangkawati, Robert J. Kodoatie

ABSTRAK

Daerah Kabupaten Purbalingga yang berpotensi untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro, merupakan alasan mendasar untuk memberdayakan Sungai Klawing Kecamatan Bobotsari Kabupaten Purbalingga menjadi sumber Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro.

Dalam perencanaan PLTM ini meliputi perhitungan debit andalan, perhitungan daya yang bisa dihasilkan dan membuat desain bangunan tenaga air.

Metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana yaitu Metode Rasional, Perhitungan debit andalan menggunakan Metode Weibull. Debit andalan untuk PLTM adalah sebesar 1,8 m³/detik dan daya yang dihasilkan sebesar 641 kW.

Kata kunci : Debit banjir, Debit andalan, Daya, Desain bangunan tenaga air

ABSTRACT

Conditions Purbalingga areas potential for the development of Mini Hydro Power Plant, is the fundamental reason for empowering Klawing River District Bobotsari Purbalingga became a source of Mini Hydro Power Plant.

The objective of mini hydro power plant planning is to calculation of dependable flow, the calculation of the electricity which can be produced and made design of hydropower building.

The method that apply for flood discharge plan calculation is Rational Method, Dependable flow analyzed by using Weibull Method. Dependable flow for mini hydro power plants amounted to 1.8 m³/s and the power produced is 641 kW.

Keywords : Flow Discharge, Dependable Flow, Design of Hydropower Building.

1. PENDAHULUAN.

Listrik merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting untuk meningkatkan kualitas kehidupan bangsa Indonesia yang

berpenduduk kurang lebih 241 juta jiwa terbentang sepanjang 5100 km di daerah Khatulistiwa Asia Tenggara (Setyowati, 2012). Listrik menjadi sesuatu yang krusial saat ini. Karena keterbatasan

pasokan yang ada. Di Purbalingga, dari 150.415 Kepala Keluarga hanya 108.030 Kepala Keluarga yang telah mendapatkan pelayanan listrik dari PLN. Dapat dikatakan bahwa rasio elektrifikasi Kabupaten Purbalingga sebesar 71,82% (Setyowati, 2012).

Untuk memenuhi kebutuhan listriknya, Kabupaten Purbalingga masih tergantung pada sumber pembangkit listrik dari luar daerah melalui jaringan interkoneksi Jawa Bali. Jaringan listrik interkoneksi tersebut, sampai saat ini masih mengandalkan sumber energi fosil (minyak, gas bumi dan batu bara) sebagai bahan bakar pembangkit listrik (Setyowati, 2012).

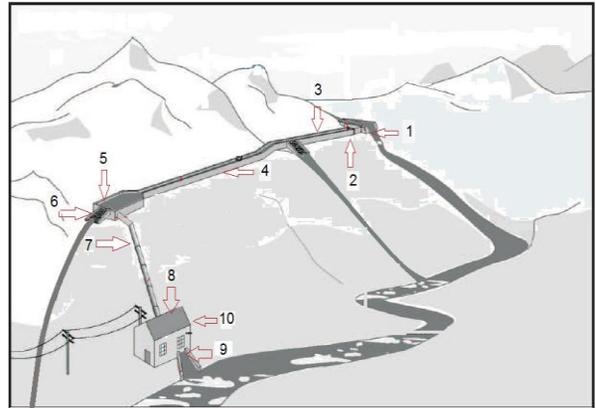
Eksplorasi sumber energi fosil untuk pembangkit listrik dari tahun ke tahun semakin meningkat, seiring dengan meningkatnya konsumsi listrik. Di sisi lain, energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui, sehingga kemungkinan Indonesia tidak akan dapat memenuhi kebutuhan listrik untuk tahun-tahun yang akan datang apabila tetap mengandalkan energi fosil. Oleh karena itu, sumber energi alternatif (biomassa, angin, gelombang laut, surya dan air) perlu dimanfaatkan secara optimal (Setyowati, 2012).

Kabupaten Purbalingga memiliki topografi dengan kemiringan yang sangat signifikan, dan juga memiliki sungai-sungai yang mengalir dari daerah tinggi di bagian utara Kabupaten Purbalingga menuju wilayah selatan yang relatif lebih rendah. Ketersediaan sungai yang cukup banyak dan adanya perbedaan ketinggian pada jalur sungai

tersebut membuat Kabupaten Purbalingga memiliki banyak potensi untuk pengembangan PLTM dimana syarat untuk bisa dikembangkan PLTM adalah adanya debit air yang cukup dan adanya beda ketinggian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Secara teoritis aliran sumber energi (air) pada bangunan PLTM adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Proses Aliran Air Pada PLTM

Secara umum lay-out system PLTM merupakan pembangkit yang memanfaatkan aliran air permukaan sungai (*run off river*). Komponen-komponen system PLTM terdiri dari:

1. Bendung dan Intake (*Weir and Intake*)

Bendung berfungsi untuk menaikkan muka air sungai dan menambah tinggi terjun sehingga air dapat dialirkan menuju intake.

2. Kantong Lumpur (*Sand Trap*)

Kantong Lumpur digunakan untuk memindahkan partikel-partikel pasir dari air. Fungsi bak pengendap sangat penting untuk melindungi komponen-komponen berikutnya dari dampak pasir.

3. Saluran Pembawa (*Headrace*)

Saluran pembawa mengikuti kontur dari sisi bukit untuk menjaga elevasi dari air yang disalurkan.

4. Bak penenang (*Headtank*)

Bak penenang berfungsi untuk mengatur perbedaan keluaran air antara pipa pesat dan saluran pembawa, dan untuk pemisahan akhir kotoran dalam air, seperti pasir dan kayu-kayuan.

5. Pipa Pesat (*Penstock*)

Penstock dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air (turbin).

6. Rumah Pembangkit (*Power house*)

Adalah bangunan yang berisikan turbin, generator, dan mesin-mesin lain yang dioperasikan oleh operator.

7. Turbin dan Generator (*Turbine and Generator*)

Turbin dan generator berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik untuk menghasilkan listrik.

8. Saluran Pembuangan (*tail race*)

Saluran pembuangan mengalirkan air yang telah digunakan memutar turbin kembali ke sungai.

Adapun persyaratan pembangunan PLTM antara lain adalah:

1. Ketersediaan aliran air yang konstan atau tetap dalam ukuran debit tertentu. Ukuran debit air

akan menentukan besarnya energi yang mampu dihasilkan. Setiap ukuran turbin membutuhkan debit air tertentu.

2. Adanya turbin untuk memutar kumparan dinamo listrik. Ada berbagai macam jenis turbin yang sekarang dikembangkan oleh beberapa lembaga di Indonesia guna menyesuaikan dengan kebutuhan dan potensi alam yang beragam.
3. Dinamo, untuk mengubah energi yang dihasilkan oleh putaran turbin menjadi listrik.
4. Jaringan listrik dari rumah turbin ke pengguna.

3. ANALISA HIDROLOGI

Data debit 10 tahun diperoleh dari PT. Purbalingga Energi. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung :

1. Debit banjir rencana Q_{100} tahun yang akan digunakan untuk acuan mendimensi bendung. Dari hasil perhitungan didapatkan Q_{100} tahun sebesar $241 \text{ m}^3/\text{s}$. Cara perhitungannya dengan bantuan software Ms. Excel (analisa frekuensi).
2. Debit andalan (Q_{design}) yang akan digunakan untuk menggerakkan Turbin. Debit andalan adalah debit dengan prosentase ketersediaan air 80% kering. Dari hasil perhitungan prosentase ketersediaan air 80% kering adalah sebesar $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga besar debit andalan (Q_{design}) adalah $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.

4. PERENCANAAN BANGUNAN PLTM

Struktur bangunan PLTM Palumbungan antara lain :

1. Bendung

- Tipe bendung mercu Ogee
- Tinggi mercu 2,5 meter
- Kemiringan permukaan hilir 1:0,3
- Elevasi mercu bendung +228.65 m
- Elevasi muka air banjir diatas mercu +231,29 m

2. Bangunan pengambilan (*intake*)

- Panjang saluran 20 m
- Tinggi bukaan pintu 1,5 m
- Lebar bukaan 0,8 m
- Kehilangan energi 0,08 m

3. Penangkap sedimen (*sand trap*)

- Panjang saluran 21 m
- Tinggi saluran 1 m
- Lebar saluran 6 m

4. Saluran hantar (*head race*)

- Panjang saluran 574 m
- Tinggi saluran 1,5 m
- Lebar saluran 1,8 m

5. Kolam penenang (*head tank*)

- Panjang saluran 26 m
- Tinggi saluran 1 m
- Lebar saluran 6 m

6. Bangunan pelimpas (*spillway*)

- Panjang saluran 8,8 m
- Elevasi awal saluran +228,30
- Elevasi akhir saluran +228,00

7. Pipa pesat (*penstock*)

- Material pipa menggunakan plat baja
- Panjang pipa 750 m
- Diameter ekonomis pipa pesat 1 m
- Tinggi terjun bruto 43 m
- Total kehilangan energi 2,62 m
- Tinggi jatuh netto 40 m
- Tebal pipa 1cm

8. Turbin

- Daya terbangkit 641 kW
- Turbin digunakan tipe francis

9. Saluran Pembuangan (*tail race*)

- Jenis saluran segi empat
- Lebar saluran 1,8 m
- Tinggi saluran 1,0 m

9. Rumah pembangkit (*power house*)

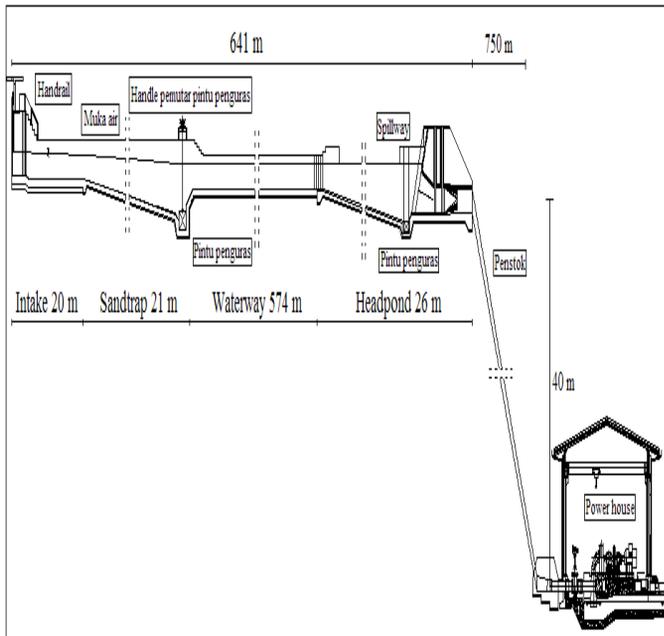
- Luas 8,5 x20 m
- Elevasi lantai pondasi +185.90
- Elevasi lantai panel control +186.50
- Elevasi tail race +184.90

5. Gambar Perencanaan

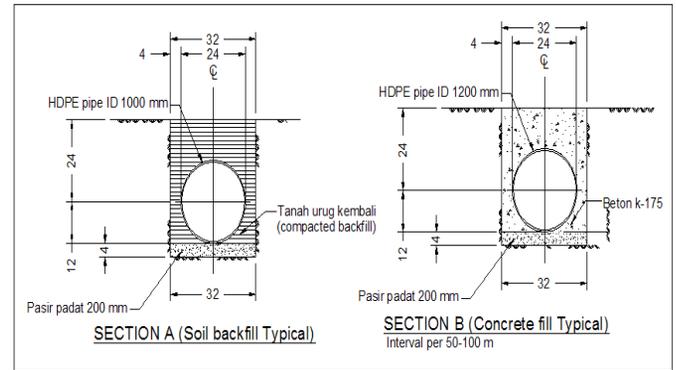
Untuk membantu proses pelaksanaan pekerjaan bendung tersebut perlu dibantu dengan gambar desain konstruksi yang benar dan jelas. Proses ini tergantung dari perhitungan/perencanaan konstruksi yang telah dicek keamanannya terhadap beberapa gaya maupun dari konstruksi itu sendiri.



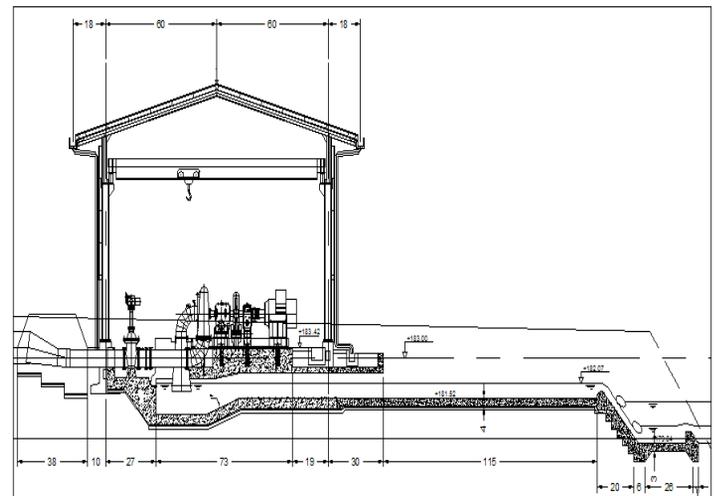
Gambar 5.1 Layout PLTM Palumbungan



Gambar 5.2 Potongan memanjang PLTM Palumbungan



Gambar 5.3 Potongan Melintang Pipa Penstock



6. Biaya Proyek

Perkiraan biaya pembangunan PLTM Palumbungan adalah sebesar Rp. 15.443.000.000. Perincian biaya proyek adalah sebagai berikut :

No	Pekerjaan	Biaya (juta IDR)
1	Bendung	776
2	Saluran Pengambilan&Kolam Sedimen	513
3	Saluran hantar	735
4	Kolam Penenang	447
5	Pipa pesat	370
6	Rumah sentral	1,084
7	Peralatan mekanikal dan elektrikal	5,208
8	Pekerjaan sipil lain-lain	791
9	Jalan akses	214
10	Jalur transmisi	521
11	Substation	112
12	Pembebasan tanah	595
Total biaya langsung		11,366
13	Engineering dan administrasi (10%)	1,366
14	PPN (10%)	1,291
15	Kontingensi (10%)	1,420
Total biaya proyek		15,443

DAFTAR PUSTAKA

- Braja, M.Das.1998. *Mekanika Tanah*. Jakarta: Erlangga
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 01*. Jakarta : Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 02*. Jakarta : Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 03*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 04*. Jakarta : Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Hardihardjaja, J. dan Sangkawati, S. 2009. *Buku Ajar Bangunan Tenaga Air*. Semarang : Jurusan Teknik Sipil Undip
- Hinds, Creager, Justin. 1961. *Engineering for Dams*. London: John Wiley & Sons. Inc.
- Kodoatie. Robert J. dan Sugiyanto, 2001. *Banjir*. Semarang: Pustaka Pelajar,
- Kodoatie. Robert J. 2002. *Hidrolika Terapan Aliran pada Saluran Terbuka dan Pipa*. Yogyakarta : Andi.
- Loebis Joesron. Ir. M.Eng, 1987. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Mawardi, E. dan Memed, M. 2002. *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Bandung : Alfabeta.
- Nugroho, Hari Cipto. 2009. *Feasibility Study of Palumbungan Hydro Power Plant..* Purbalingga: Purbalingga Energy
- Soedibyo. 1993. *Perencanaan Bendung tetap*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Soemarto.CD. Ir.B.E.I. Dipl H, 1995. *Hidrologi Teknik*, Jakarta :Usaha Nasional.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono. dan Ir, Takeda Kensaku, 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suripin. 2004. *Buku Ajar Hidrolika*. Semarang : Jurusan Teknik Sipil Undip.
- Tim Dosen Teknik Sipil Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta se-Indonesia, 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Jakarta : Gunadarma.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Beta Offset.