

**STUDI POTENSI DAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN
PLTMH BAYU KIDUL UNIT 4 BANYUWANGI**

SKRIPSI

KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

DERRY PUTRANUGRAHA

NIM. 115060301111022 – 63

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
TINGGI**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2015

**STUDI POTENSI DAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH BAYU
KIDUL UNIT 4 BANYUWANGI**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

DERRY PUTRANUGRAHA
NIM. 115060301111022 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Utomo, MT.
NIP. 19650913 199103 1 003

Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc
NIP. 19680122 199512 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI POTENSI DAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTMH BAYU
KIDUL UNIT 4 BANYUWANGI**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:
DERRY PUTRANUGRAHA
NIM. 115060301111022 - 63

Majelis Penguji:

Ir. Wijono, M.T, Ph.D.
NIP. 19621111 198903 1 003

Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.
NIP. 19600701 199002 1 001

Ir. Mahfudz Shidiq, M.T.
NIP. 19580609 198703 1 003

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001

PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan berkat rahmat, barokah dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik yang berjudul ” **Studi Potensi dan Perencanaan Pembangunan PLTMH Bayu Kidul Unit 4 Banyuwangi**”. Skripsi tersebut disusun dalam rangka untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik, di Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulisan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ibunda Tercinta Dyah Asri Saraswati dan Ayahanda Ir. Kamal Nugraha yang dengan penuh kasih sayang dan kesabaran telah mengasuh, membesarkan, mendidik, memberikan pelajaran hidup yang tak akan ternilai harganya.

Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc selaku KKDK konsentrasi Teknik energi elektrik Teknik Elektro.
5. Bapak Ir. Teguh Utomo, M.T dan Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran dan memberi pengarahan penulis dalam penelitian ini.
6. Bapak Sucipto yang telah banyak membantu, mengajari , serta memberi ijin dalam pengambilan data dan survei lapangan di lokasi penelitian.
7. Bapak Wo selaku Kepala Dusun Lider yang telah banyak membantu dan memberikan izin dalam pengambilan data di lokasi penelitian.

8. Adik-adik, Radhitya Putranugraha dan Rafa Aliyya Nugradianti yang selalu memberikan dukungan kepada penulis
9. Indah Permata Sari Safti, S.T yang selalu memberi perhatian, doa, semangat, dan dengan setia mendampingi.
10. Teman-teman seperjuangan. Angga, Icang Dimas, Aziz, Bani, Pak Ilwan, Idhus, Firman, Andre, Faishal, Romadhon, Lalu, Indra, Fahmy, Farhan, Suyono yang saling membantu menyelesaikan studi
11. Rekan-rekan di Laboratorium Mesin Elektrik, Rafdi, Harfin, Eka, Suharti, Zulfikar, Arizkun, Satrio, Donna, Indri, Agus, Salim, Rizky, Victor yang telah menjadi rekan kerja yang baik di laboratorium
12. Rekan-rekan Inverter 2011, khususnya rekan-rekan mahasiswa konsentrasi (A) Teknik Energi Elektrik.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan penelitian ini. Oleh karena itu saran dan kritik mengenai penelitian ini diharapkan oleh penulis agar penelitian ini dapat menjadi karya tulis yang lebih baik dan berguna. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, November 2015

Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	viii
SUMMARY	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sumber Energi	5
2.2 Pembangkit Listrik	5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Air	6
2.4 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air	7
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	7
2.6 Keuntungan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	9
2.7 Metode Pengukuran Debit Air	9
2.8 Metode Menentukan Tinggi Jatuh Air	12
2.9 Perhitungan Daya PLTMH	14
2.10 Bendung dan Intake	15
2.11 Saluran Pembawa	15
2.12 Bak Penenang (<i>Forebay</i>)	16
2.13 Pipa Pesat	19
2.14 Turbin Air	25
2.15 Karakteristik dan Dimensi Turbin	31
2.16 Transmisi Mekanik	34

2.17 Generator Sinkron 3 Fasa	36
2.18 Sistem Pengaturan Beban	37
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
3.1 Tempat dan waktu.....	40
3.2 Studi Literatur	41
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	41
3.4 Penarikan Kesimpulan	43
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Lokasi PLTMH	44
4.2 Perencanaan PLTMH.....	44
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN	66

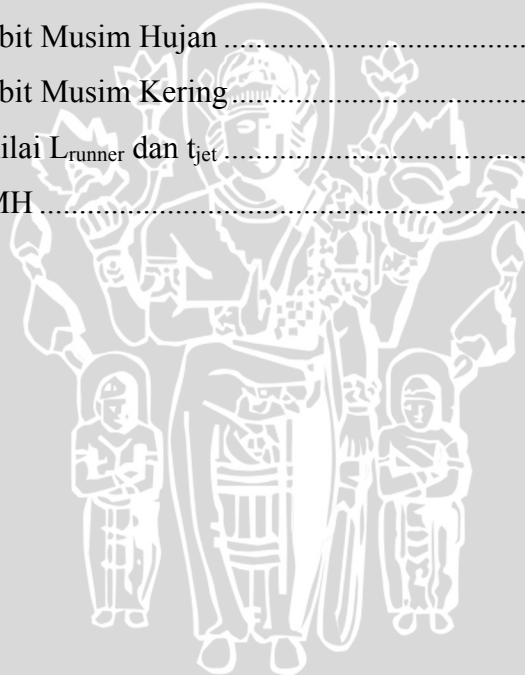


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Konversi Energi Air	8
Gambar 2.2 Pengukuran Luas Penampang Melintang Sungai	10
Gambar 2.3 Metode Pengukuran <i>Water-Filled Tube</i> 1	13
Gambar 2.4 Metode Pengukuran <i>Water-Filled Tube</i> 2	13
Gambar 2.5 Metode Pengukuran <i>Water-Filled Tube</i> 3	14
Gambar 2.6 Bendung	15
Gambar 2.7 Saluran Pembawa	16
Gambar 2.8 Bak Penenang (<i>Forebay</i>) Tampak Samping	18
Gambar 2.9 Bak Penenang (<i>Forebay</i>) Tampak Atas	18
Gambar 2.10 bak Penenang (<i>Forebay</i>)	18
Gambar 2.11 Pipa Pesat	19
Gambar 2.12 Turbin Francis	26
Gambar 2.13 Turbin Kaplan	27
Gambar 2.14 Prinsip Kerja Turbin <i>Crossflow</i>	28
Gambar 2.15 Model Rakitan Turbin <i>Crossflow</i>	28
Gambar 2.16 Grafik Pemilihan Turbin	30
Gambar 2.17 Sistem Transmisi Puli dan Sabuk (<i>Belt</i>)	35
Gambar 2.18 Skema ELC	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1 Pengukuran Luas dan kedalaman sungai	44
Gambar 4.2 Perbandingan Kurva Efisiensi Turbin	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Koefisien kekasaran Manning	20
Tabel 2.2 Nilai-nilai K_L akibat penyempitan mendadak	23
Tabel 2.3 Nilai-nilai K_L Akibat Belokan	24
Tabel 2.4 Nilai-nilai K_L Akibat Katup dan Sambungan	24
Tabel 2.5 Profil Kisi Saringan	25
Tabel 2.6 Klasifikasi Turbin Berdasarkan Tinggi Tekan	25
Tabel 2.7 Tabel Efisiensi Turbin Air	30
Tabel 2.8 Kisaran Putaran Spesifik Turbin Air	31
Tabel 2.9 Efisiensi Generator Sinkron 3 Fasa	37
Tabel 4.1 Pengukuran Debit Musim Hujan	45
Tabel 4.2 Pengukuran Debit Musim Kering	46
Tabel 4.3 Perbandingan nilai L_{runner} dan t_{jet}	54
Tabel 4 Spesifikasi PLTMH	59



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : GAMBAR LAYOUT PLTMH EKSISTING	67
LAMPIRAN 2 : GAMBAR LAYOUT PLTMH EKSISTING DAN RANCANGAN	68
LAMPIRAN 3 : GAMBAR LAYOUT PLTMH RANCANGAN	68
LAMPIRAN 4 : BENDUNG TAMPAK ATAS.....	69
LAMPIRAN 5 : BENDUNG TAMPAK SAMPING DAN INTAKE	70
LAMPIRAN 6 : BENDUNG TAMPAK SAMPING DAN INTAKE	71
LAMPIRAN 7 : BENDUNG DAN SALURAN PEMBAWA TAMPAK DEPAN....	72
LAMPIRAN 8 : BAK PENENANG TAMPAK SAMPING.....	73
LAMPIRAN 9 : BAK PENENANG TAMPAK SAMPING.....	74
LAMPIRAN 10 : PIPA PESAT.....	75
LAMPIRAN 11 : TAMPAK ATAS DAN POTONGAN RUMAH PEMBANGKIT .	76
LAMPIRAN 12 : DOKUMENTASI PENELITIAN.....	77



ABSTRAK

Derry Putranugraha (115060301111022), Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Teknik Energi Elektrik, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang, September 2015, ***Studi Potensi dan Perencanaan Pembangunan PLTMH Bayu Kidul Unit 4 Banyuwangi***. Dosen Pembimbing : **Ir. Teguh Utomo, M.T. dan Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc**

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Bayu Kidul unit 4 berlandaskan pada besarnya potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan energi listrik masyarakat dusun Lider dan Bejong. Rencana lokasi PLTMH ini terletak di Bayu Kidul Desa Sumberarum, Kecamatan Songgon Kabupaten Banyuwangi dengan memanfaatkan aliran sungai Kalistail. Pada penelitian ini, pengukuran debit air menggunakan metode apung dan pengukuran tinggi jatuh air menggunakan metode *water filled tube*. Data pengukuran debit air dan tinggi jatuh air tersebut, digunakan untuk menentukan desain PLTMH unit 4 yang meliputi dimensi pipa pesat, jenis turbin air, dimensi turbin air, dan kapasitas generator sinkron 3 fasa yang sesuai. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa potensi daya yang dapat dibangkitkan pada PLTMH Bayu Kidul 4 secara teori adalah sebesar 155.903 kW dengan debit air yang digunakan sebesar $2.0728 \text{ m}^3/\text{s}$ dan ketinggian jatuh air efektif (*head nett*) 12.17 meter. Dari debit air dan tinggi jatuh air tersebut didapatkan desain pipa pesat dengan panjang 228 meter dan berdiameter 1.2 meter serta dua buah turbin *crossflow* yang mempunyai dimensi berdiameter 0.5 m dengan panjang poros masing masing 1 m. Dari perhitungan daya terbangkitkan sebesar 155.903 kW maka kapasitas generator sinkron 3 fasa yang digunakan sebesar 240 kVA yang terdiri dari dua buah generator berkapasitas 120 kVA dengan sistem kontrol beban menggunakan ELC berkapasitas 200 kW.

Kata Kunci : PLTMH Bayu Kidul 4, potensi daya, turbin *crossflow*, generator

SUMMARY

Derry Putranugraha (115060301111022), Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, September 2015, *Feasibility Study and Development Design of PLTMH Bayu Kidul Unit 4 Banyuwangi* Academic Supervisor : **Ir. Teguh Utomo, M.T. dan Dr. Rini Nur Hasanah, ST., M.Sc**

The Planning to build PLTMH Bayu Kidul unit 4 is based on maximizing the resource on the village to be used for electricity needs for the villagers of Lider and bejog. This PLTMH is planned to be located at Bayu Kidul, Sumberarum vilagge, songgon, Banyuwangi by using the Kalistail river flow. In this study the measurement of the river discharge is measure by floatable method and the measurement of Head are by water filled tube method. The result of the measurement then used for determining PLTMH unit 4 design which are the penstock design and dimension, the turbine and its dimension, and the capacity of 3 phase synchronous generator. From the calculation result, it shows that the Potention of power that can be generate at PLTMH Bayu Kidul Unit 4 is 155.903 kW with the 2.0728 m^3/s designed water discharge and nett head 12.17 meter. From the water discharge and nett the design of the penstock is 228 meter with diameter 1.2 meter, 2 crossflow turbine with 0.5 meter diameter with 1 m pivot length. And from the calculation result, the generated power is 155.903 kW, so with this design, the capacity of the 3 phase synchronous generator used is 240kVA consisting of 2synchronous generator with 120 kVA each and Electrical load control with the capacity of 200 kW

Keywords : PLTMH Bayu Kidul 4, generated power potention, *crossflow* turbine, generator