



**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
DI DESA JATIRONO KECAMATAN KALIBARU
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI

Oleh

**Risca Dwi Novianti
NIM 101910201036**

**PROGAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**



**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
DI DESA JATIRONO KECAMATAN KALIBARU
KABUPATEN BANYUWANGI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Risca Dwi Novianti
NIM 101910201036**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini, banyak sekali pihak-pihak yang berperan langsung maupun secara tidak langsung membantu dalam pengerjaannya. Untuk itu tidak berlebihan jika skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibuku, Hendri Sarwoko dan M. Sulastri yang telah membesarkan, merawat dan menyekolahkanku dengan penuh kasih sayang. Terimakasih karena telah memberikan kasih sayang, nafas kehidupan dan pelajaran hidup yang sangat berharga.
2. Kakakku Yossy Puspita H dan terimakasih karena telah memberi banyak inspirasi dan untuk kakak iparku Rusli Idrus yang telah membuatku termotivasi, dan untuk adikku Nanda Bagus T yang telah membuatku menjadi pribadi yang lebih sabar, serta kakek nenekku.
3. Guru-guru dan dosen sejak taman kanak-kanak sampai dengan Perguruan Tinggi yang senantiasa membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan. Terimakasih atas bimbingan, motivasi yang membuat kami bangkit.
4. Pembimbing yang ada di PTPN XII desa Jatirono, Pak Cucuk dan Pak Tono. Terimakasih atas waktu dan kesediaannya dalam membimbing dan mengajariku.
5. Untuk teman-teman kontrakan, tyok, galang, anam dan syafik, yang telah memberi banyak kenangan, kebahagiaan, dan tawa yang tulus. Semoga kalian tetap dalam kerukunan dan kekompakan.
6. Para sahabat yang ada sejak awal perjalanan kuliah, Sella, dan Widi terimakasih untuk perjalanan kuliah yang berkesan selama ini, kebersamaan yang tak akan pernah terganti. Semoga kita dapat menjadi *engineer* yang sukses.

7. Teman-teman seperjuangan dalam penyelesaian tugas akhir, Parma dan Gifri terimakasih untuk semua bantuan dan bimbingannya selama ini. Singgih Adhiyatma, Husni, Ifa, dan Icam yang bersama bekerja dan belajar dalam perjuangan menyelesaikan tugas akhir. Terimakasih karena telah menyemangatiku dan mendorongku untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman elektro angkatan 2010 'Patek UJ', terimakasih untuk kenangan, kebersamaan, suka duka yang dilewati selama 4 tahun terakhir.
9. Teman-teman KKN kelompok 92 desa Karang Kedawung Mumbulsari, meskipun kebersamaan yang sebentar, namun akan selalu terkenang. Terimakasih atas semua nasehat, pelajaran, kritikan yang membangun. Semoga kita semua menjadi pribadi yang bijak.
10. Vemby Fahmi Ival Dhianta. Terkhusus untuknya yang selalu ada kapanpun dan dimanapun aku butuh. Yang selalu memberikan waktu dan tenaganya untukku. Terimakasih untuk setiap waktu dan kesempatan yang kau luangkan untukku. Terimakasih atas semua pengorbanan yang kau lalukan untukku.

MOTO

“Kita tidak dapat memecahkan suatu permasalahan dengan pemikiran yang sama.
Kita menggunakan pemikiran yang baru untuk memecahkan hal-hal baru.” –
Albert Einstein

Karena jika,

“Barang siapa tidak berani mengambil resiko maka ia tidak akan pernah mencapai
apapun dalam hidupnya.” – Muhammad Ali

Namun,

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan
kesanggupannya.” – Q.S. Al-Baqarah: 286

Jadi,

“Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah pula bersedih hati, padahal
kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya, jika kamu orang-orang yang
beriman.” - Q.S. Al-Imran: 139

Oleh karena itu,

“Jangan pernah menyerah saat anda gagal, tapi bersiap-siaplah untuk gagal saat
anda menyerah.” - Risk

Dan

“Jangan pernah menyalahkan orang lain dalam kehidupanmu, orang baik
membuatmu bahagia, orang jahat membuatmu belajar dan orang yang terbaik
membuatmu mengingatnya” - Ziad K. Abdelnour

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

nama : Risca Dwi Novianti

NIM : 101910201036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 sebenar-benarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan tersebut tidak benar.

Jember, 26 September 2014
Yang menyatakan,

(Risca Dwi Novianti)
NIM 101910201036

SKRIPSI

**ANALISIS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
KAPASITAS 60 KVA DI DESA JATIRONO KECAMATAN KALIBARU
KABUPATEN BANYUWANGI**

Oleh

Risca Dwi Novianti

NIM 101910201036

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Azmi Saleh S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Andi Setiawan S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi*” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Jumat, 26 September 2014

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Azmi Saleh S.T.,M.T.
NIP 197106141997021001

Andi Setiawan, S.T., M.T.
NIP 196910101997021001

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197008261997021001

H. Samsul Bachri M, S.T., M.MT.
NIP 196403171998021001

Mengesahkan,
Dekan

Ir. Widyono Hadi M.T.
NIP 196104141989021001

Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi

Risca Dwi Novianti

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro merupakan pembangkit listrik berskala kecil dibawah 100 kW yang memanfaatkan tenaga hidro atau air untuk konversi energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang optimal dan untuk mengetahui harga listrik per kWh dari kapasitas tersebut. Analisis dilakukan dengan mengoptimasi debit air sesuai dengan daya output dan energi total dalam satu tahun. Pada penelitian ini langkah optimasi dilakukan dengan cara mensimulasikannya pada software Matlab dengan membagi debit menjadi 8 *range* debit. Kapasitas turbin yang digunakan sebesar 40 kVA dan generator sebesar 60 kVA, dengan tinggi terjunan 4 m, dan efisiensi sistem 50%. Dari hasil simulasi didapatkan total energi terbesar 93,70 MWh dengan waktu operasi 279 hari, daya output maksimum 22,56 kW dan daya output rata-rata sebesar 17,1 kW pada *range* debit 0,65-1,15 m³/dt. Harga listrik per kWh dari kapasitas yang ada diperoleh sebesar Rp. 0,062. Sedangkan harga listrik dari hasil simulasi dengan periode pengembalian (PP) nol dan harga per kWh Rp. 0,29 pada *range* debit 1,65-2,15 m³/dt. *Range* debit ini memiliki total energi yang dijual ke PLN paling tinggi yaitu sebesar 46.032 kWh per tahun. Dari data tersebut didapatkan bahwa *range* debit 1,65-2,15 m³/dt adalah yang paling optimum dari segi penjualan daya. Sedangkan *range* debit 0,65-1,15 m³/dt adalah yang paling optimum dari segi total energi yang dihasilkan.

Kata Kunci: Mikrohidro, Debit air, Energi, Daya, kWh listrik

*Analysis of Micro Hydro Power Plant in the Jatirono Village District of
Banyuwangi Kalibaru Regency*

Risca Dwi Novianti

*Electrical of Technology Departement, Technology of Faculty, Universitas
Jember*

ABSTRACT

Micro hydro power plant is a small-scale power plants below 100 kW which uses hydro or water to convert electrical energy. This study aims to analyze the micro hydro power plant capacity and to determine the optimal price per kWh of electricity. The analysis is done by optimizing water flow according to the power output and the total energy in a year. In this study the optimization step is done by simulating the Matlab software by dividing the discharge into 8 flow range. The Turbine capacity is 40 kVA and 60 kVA for generator, with 4 m high waterfall, and 50% system efficiency. From the simulation results the highest energy obtained 93,70 MWh with 279 day operation, the maximum power output 22,56 kW and average power output 17,1 kW at flow range 0.65-1,15 m³/s. The price of electricity per kWh of existing capacity obtained is Rp. 0,062. While the price of electricity from the simulation results with the payback period (PP) zero and the price per kWh Rp. 0,29, in the range 1,65-2,15 m³/s. Flow range which has the highest total energy sold to PLN is 46.032 kWh per year. From these data found that flow range 1.65-2.15 m³/s is the most optimal in terms of power sales. While the flow range 0.65-1.15 m³/s is the most optimal in terms of the total energy produced.

Keywords: *Micro-hydro, water flow, Energy, Power, kWh of electricity*

RINGKASAN

Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi; Risca Dwi Novianti; 101910201036; 2014:88 Halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pembangkit Hidro skala kecil atau mikrohidro menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang tidak memiliki dampak lingkungan yang buruk dan tidak membutuhkan biaya yang mahal serta perawatan yang rumit. Pengembangan mikrohidro yang masih kurang karena merupakan sistem pembangkit air yang berskala kecil, menyebabkan energi ini hanya terbatas untuk kalangan tertentu dan terlebih sering merupakan produk hasil penelitian. Kebanyakan sistem yang ada hanya dimanfaatkan untuk konsumsi suatu daerah kecil atau dalam satu kawasan perkebunan, seperti yang ada di PTPN XII Kebun Jatirono. Mengacu pada permasalahan yang terjadi diatas, maka pada penelitian ini dianalisis pengoptimalan kerja sistem mikrohidro yang ada di PTPN XII Kebun Jatirono dengan kapasitas 60kVA sebagai sumber energi listrik yang dapat dimanfaatkan secara luas dan stabil dengan memaksimalkan potensi yang sudah ada sesuai dengan biaya produksi, daya output yang dihasilkan agar dapat disalurkan secara maksimal. Sekaligus mencari tahu berapa harga listrik per kWhnya.

Untuk menganalisis kapasitas pembangkit dilakukan dengan perhitungan terhadap data yang diperoleh dan mensimulasikannya menggunakan software matlab. Dengan membandingkan konversi dari air hingga menjadi energi listrik untuk kemudian didapatkan kapasitas optimum. Dalam penelitian ini, keoptimalan kapasitas pembangkit didasarkan pada pemilihan debit air, sehingga dalam pensimulasiannya akan dibagi kedalam beberapa *range* debit dan jumlah energi yang dihasilkan sesuai dari jumlah debit yang tersedia. Sedangkan untuk

menetapkan harga per kWh yang dapat dijual, perlu diketahui jumlah beban terpasang (dilayani), daya output yang dihasilkan dengan biaya produksi yang dibutuhkan.

Dari 8 *range* debit yang disimulasikan, didapatkan total energi terbesar 93,70 MWh dengan waktu operasi 279 hari, daya output maksimum 22,56 kW dan daya output rata-rata sebesar 17,1 kW pada *range* debit 0,65-1,15 m³/dt. Sedangkan total energi terkecil ada pada *range* debit 3,65-4,2 m³/dt dengan total energi 0,46 MWh dengan waktu operasi 10 hari, daya output maksimum 82,4 kW dan daya output rata-rata 78 kW. Untuk harga listrik per kWh dari kapasitas yang ada diperoleh sebesar Rp. 0,062. Sedangkan harga listrik dari hasil simulasi dengan periode pengembalian (PP) nol dan harga per kWh Rp. 0,29 pada *range* debit 1,65-2,15 m³/dt. *Range* debit ini memiliki total energi yang dijual ke PLN paling tinggi yaitu sebesar 46.032 kWh per tahun.

Dari hasil simulasi tersebut didapatkan bahwa semakin besar debit air yang digunakan maka akan semakin besar daya outputnya namun, waktu operasinya akan semakin pendek yang akan menyebabkan energinya rendah. Sedangkan kapasitas optimum pada *range* debit 1,65-2,15 m³/dt dari segi penjualan daya. Sedangkan *range* debit 0,65-1,15 m³/dt adalah yang paling optimum dari segi total energi yang dihasilkan.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan ridho-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi”. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan, baik dari teknik penulisan maupun materi. Penyelesaian skripsi ini penulis mendapatkan bantuan, bimbingan, saran, keterangan dan masukan baik secara tertulis maupun secara lisan, maka pada kesempatan ini juga penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dr. Azmi Saleh S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU).
4. Andi Setiawan S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA).
5. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku dosen Penguji I.
6. H. Samsul Bachri M, S.T., M.MT. selaku dosen penguji II .
7. Keluargaku, Bapak dan Ibuku, Hendri Sarwoko dan M. Sulastri, Kakakku Yossy Puspita H, Rusli Idrus serta untuk adikku Nanda Bagus T.
8. Pembimbing yang ada di PTPN XII desa Jatirono, Pak Cucuk dan Pak Tono.
9. Teman-teman seperjuangan dalam penyelesaian tugas akhir, Fahmi Ival, Tyok, Parma, Gifri, Singgih Adhiyatma, Husni, Ifa, Rhama dan Icam.
10. Teman-teman elektro angkatan 2010 ‘Patek UJ’.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	v
HALAMAN PERNYATAAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	viii
ABSTRAK	ix
RINGKASAN	xi
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
1.5. Manfaat.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sejarah Perkembangan Mikrohidro.....	6
2.2. Desain Mikrohidro	7
2.2.1. Prinsip kerja Pembangkit Mikrohidro	7
2.2.2. Komponen-Komponen Pembangkit Mikrohidro.....	8
2.3. Variabel Hidro	10
2.3.1. Potensi Daya Pada Mikrohidro.....	11
2.3.2. Turbin Air	13

2.4. Menghitung Harga Listrik per kWh	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2. Prosedur Penelitian	18
3.3. Jadwal Perencanaan Penelitian.....	19
3.4. Sumber Daya Penelitian.....	19
3.5. Parameter Penentuan Kapasitas Optimal.....	20
3.6. Flowchart Penelitian.....	22
3.7. Flowchart Sistem	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Desa Jatirono.....	24
4.2. Pengukuran dan Perhitungan Variabel Hidro	27
4.3. Membuat Persamaan Matematis	32
4.4. Membuat Script Program Simulasi pada Matlab	35
4.5. Analisis Hasil Simulasi Optimasi Debit dengan Matlab	39
4.5.1. Analisis Hasil Simulasi Daya Output	39
4.5.2. Analisis Hasil Simulasi Energi Listrik dan Waktu Operasi ..	41
4.6. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Kapasitas Pembangkit ..	45
4.7. Perhitungan dan Analisis Harga Listrik per kWh	49
BAB 5. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR TABEL

2.1. Klasifikasi Turbin.....	15
3.1. Penjadwalan Penelitian	19
4.1. Spesifikasi Turbin dan Generator.....	24
4.2. Data Curah Hujan Rata-Rata Mingguan dan Debit air	28
4.3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Debit Minimum dan Maksimum	29
4.4. Daerah Kerja Pembangkit pada Nominal Daya 32 kW	45
4.5. Tabel Daerah Kerja Pembangkit Hasil Optimasi untuk Range Debit 0,65-1,15 m ³ /dt.....	47
4.6. Rekapitulasi Biaya Operasional Tahunan Pembangkit	49
4.7. Siklus Operasi Pembangkit	50
4.8. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Biaya dan Harga Jual Listrik pada Daya 32 kW	51
4.9. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kelebihan Daya dan Energi yang Dijual ke PLN untuk setiap Range Debit.....	53
4.10. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Biaya Pembangkitan, Harga per kWh Listrik serta Lama Periode Pengembalian	54

DAFTAR GAMBAR

2.1. Daerah kerja Turbin	14
2.2. Turbin Crossflow	16
2.3. Turbin Francis	16
3.1. Diagram Alur Optimasi Pembangkit Mikrohidro	20
3.2. Diagram Alur Contoh Pengoptimalan Pembangkit Mikrohidro	21
3.3. Diagram Alur Perhitungan kWh Listrik.....	21
4.1. Diagram Alur Pemakaian Energi Listrik.....	26
4.2. Grafik Debit Air, Qmax dan Qmin Rata-rata tiap Bulan.....	30
4.3. Grafik Daya Ouput maksimum dan Daya Rata-rata Tiap Range Debit.....	39
4.4. Grafik Energi Listrik Total dalam kWh Tiap Range Debit.....	41
4.5. Grafik Waktu Operasi Pembangkit Tiap Range Debit.....	42
4.6. Jam Operasi Generator Diesel.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

A.1. Data Prakiraan Musim Hujan 2013/2014 Jawa Timur.....	62
A.2. Data Rata-Rata Curah Hujan Dasarian Tahun 1981-2010 (Milimeter)	63
B. Data Daerah Aliran Sungai Kabupaten Banyuwangi	64
C. Data Perhitungan Debit Air Minggu ke-4 Bulan Januari-Desember.....	65
D.1. Data Hasil Simulasi Pemilihan Debit Air Pembangkit Mikrohidro pada Matlab.....	66
D.2. Script Program Simulasi untuk Kapasitas Pembangkit dan Data Hasil Simulasi.....	79
E. Perhitungan Biaya Pembangkit, Harga Listrik per kWh dan Periode Pengembalian	82
F. Dokumentasi Penelitian yang Dilakukan pada Pembangkit Mikrohidro di Desa Jatirono.....	86