

**ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA BAYU DAN SURYA SERTA
PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRIDA (PLTH)
BERBASIS APLIKASI HOMER DI PANTAI KLAYAR, PACITAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
FIRMANSYAH HARAHAH
20150120067**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2019

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : **Firmansyah Harahap**

NIM : **20150120067**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa:

Semua yang ditulis dalam naskah tugas akhir ini merupakan hasil karya tulis saya dan bukan menjiplak hasil karya orang lain, kecuali dasar teori yang berasal dari buku maupun referensi dari berbagai jurnal yang telah saya cantumkan pada daftar pustaka yang bertujuan untuk melengkapi karya tulis ini. Apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 12 September 2019



Yang menyatakan,

Firmansyah Harahap

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

“Sesungguhnya rezeki itu mengejar kalian seperti maut mengejar kalian”

(Nabi Muhammad SAW)

“Ingat! Tidak ada anak yang bodoh. Semua manusia ketika lahir diberikan peluang dan potensi yang sama, tinggal bagaimana kita memaksimalkannya”

(Ust. Adi Hidayat)

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat-Nya sehingga dapat selesainya tugas akhir yang berjudul “Analisis Potensi Sumber Daya Bayu dan Surya serta Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) Berbasis Aplikasi HOMER di Pantai Klayar, Pacitan”.

Penyusunan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi kewajiban sebagai mahasiswa program sarjana Strata-1 dan juga sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. dan Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng. yang selalu membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga amal baik Bapak dan Ibu dalam memberi masukan, pertanyaan, dan dorongan semangat diridhoi oleh Allah Subhanahu Wa Ta’ala.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan yang perlu diperbaiki dan disempurnakan. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran sehingga pada akhirnya tugas akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 12 September 2019

Firmansyah Harahap

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala takdir dan skenario dalam perjalanan hidup saya.
2. Kedua orang tua tercinta, Bapak Syamsul Harahap dan Ibu Nurbaity Sitorus.
3. Kakak-kakakku yang selalu memberikan dukungan, Lisna Sari Harahap, Nursa'diah Harahap, dan Almen Mauli Harahap.
4. Dosen-dosen yang telah memberikan banyak ilmu di Perguruan Tinggi.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan kebersamaan, semangat dan bantuan.
6. Almamater Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro.



UCAPAN TERIMA KASIH

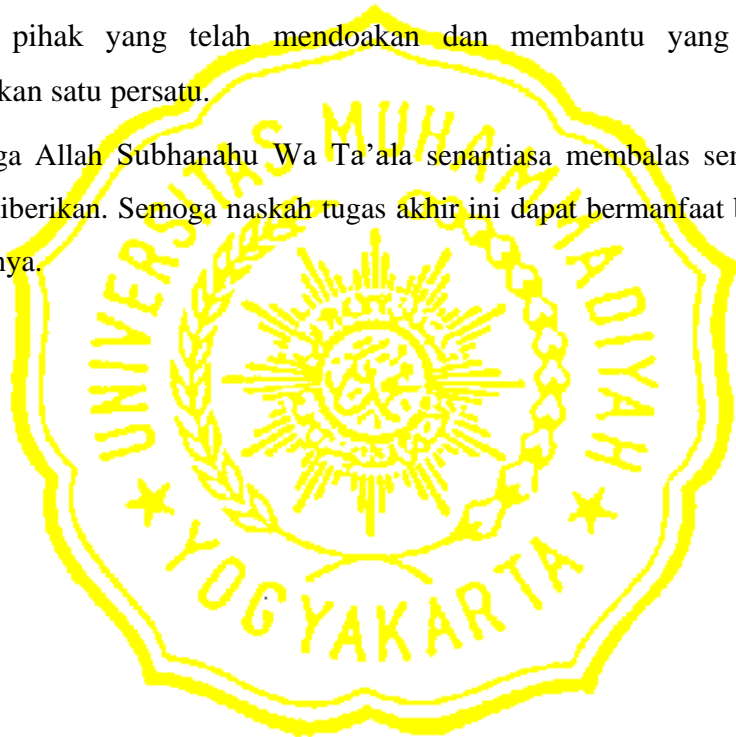
Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proses penyusunan tugas akhir ini tidak akan berjalan dengan baik dan lancar tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, diucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
4. Dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, pikiran dan tenaganya dalam membantu penulisan tugas akhir saya. Ucapan terima kasih dan penghormatan saya tujukan kepada Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. dan Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng serta Dosen penguji tugas akhir, Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng.
5. Segenap Dosen dan *Staff* Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya selama masa studi.
6. *Staff* administrasi dan tata usaha Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Pemerintahan Desa Sendang, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur, khususnya Kepala Dusun Kendal yang telah mengizinkan penulis atas dipilihnya lokasi Pantai Klayar sebagai objek penelitian.
8. Segenap warga Dusun Kendal, Desa Sendang, Kecamatan Donorojo, Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur, yang telah membantu dalam pengumpulan data.
9. Yuki Adilah selaku rekan seperjuangan yang telah memberikan semangat dan meluangkan waktu serta memberikan dukungan melalui diskusi terkait

pembahasan tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah tugas akhir ini dengan baik.

10. Teman-teman TE 2015 khususnya kelas B yang telah menemani dan menghibur selama masa kuliah.
11. Teman-teman grup *Whatsapp* “Akimilakuo” yang selalu mendukung dalam pembuatan tugas akhir ini.
12. Semua pihak yang telah mendoakan dan membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Semoga naskah tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Energi Alternatif dan Terbarukan	9
2.2.2 Pengaruh Angin dan Matahari	10
2.2.2.1 Angin Muson	10
2.2.2.2 Angin Darat dan Angin Laut	11
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH)	11

2.2.3.1	Konfigurasi PLTH	12
2.2.3.2	Prinsip Kerja PLTH	14
2.2.4	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	14
2.2.4.1	Konfigurasi PLTS	15
2.2.4.2	Sistem <i>Off-Grid</i> , <i>On-Grid</i> , dan <i>Hybrid</i>	17
2.2.4.3	Komponen PLTS	19
2.2.4.4	Prinsip Kerja PLTS	22
2.2.4.5	Produk Panel Surya	23
2.2.5	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	23
2.2.5.1	Prinsip Kerja PLTB	25
2.2.5.2	Konfigurasi PLTB	25
2.2.5.3	Produk Turbin Angin	26
2.2.6	<i>Software Hybrid Optimization Model for Electric Renewable (HOMER)</i>	27
2.2.6.1	Prinsip Kerja <i>Software HOMER</i>	29
2.2.6.2	Implementasi Fisik Menggunakan <i>Software HOMER</i>	31
2.2.6.3	Komponen-Komponen Utama Sistem Pembangkit	34
2.2.6.4	Sistematisasi Energi	35
2.2.7	<i>Software National Aeronautics and Space Administration Prediction of Worldwide Energy Resource (NASA POWER)</i>	36
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1	Metode Penelitian	37
3.1.1	Lokasi Pengambilan Data	38
3.1.2	Metode Pengumpulan Data	39
3.1.3	Sumber Data	40
3.1.4	Alat yang Digunakan	40
3.2	Langkah Penulisan Tugas Akhir	41
3.2.1	Diagram Alir Penelitian	41
3.2.2	Langkah Penelitian	42
3.2.3	Jadwal Kegiatan Penelitian	43

BAB IV PEMBAHASAN	44
4.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH)	44
4.2 Pengumpulan Data	46
4.2.1 Objek Penelitian	46
4.2.2 Data Laju Angin	47
4.2.3 Data Penyinaran Matahari Global Horizontal	48
4.2.4 Profil Beban	50
4.2.5 Konsumsi Beban Energi Listrik	51
4.2.6 Konsumsi Beban Energi Listrik Per Jam	52
4.3 Pengolahan Data	60
4.3.1 Desain Teknis Sistem Pembangkit	60
4.3.2 Konfigurasi Nilai Laju Angin	62
4.3.3 Konfigurasi Nilai Penyinaran Matahari Global Horizontal	63
4.3.4 Konfigurasi Nilai Beban	64
4.3.5 Desain Sistem Turbin Angin	66
4.3.6 Desain Sistem Panel Surya	70
4.3.7 Desain Sistem Baterai	73
4.3.8 Desain Sistem Inverter	76
4.4 Simulasi dan Konfigurasi Sistem Pembangkit Listrik	78
4.4.1 Simulasi Sistem Pembangkit <i>HOMER</i>	78
4.4.2 Konfigurasi Sistem Pembangkit Terbaik	80
4.5 Analisis Keuangan Sistem Pembangkit	83
4.6 Analisis Hasil Energi Sistem Pembangkit	86
BAB V PENUTUP	93
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Potensi Laju Angin Wilayah Indonesia	24
Tabel 3.1 Jenis Data dan Sumber Data	40
Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian	43
Tabel 4.1 Data Jumlah Rumah Penduduk dan Warung Kuliner	50
Tabel 4.2 Beban Energi Listrik Rumah Penduduk Harian	51
Tabel 4.3 Beban Energi Listrik Warung Kuliner Harian	52
Tabel 4.4 Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 1 Rumah Penduduk	52
Tabel 4.5 Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 140 Rumah Penduduk	54
Tabel 4.6 Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 1 Warung Kuliner	56
Tabel 4.7 Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 75 Warung Kuliner	57
Tabel 4.8 Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 140 Rumah Penduduk dan 75 Warung Kuliner	59
Tabel 4.9 Perbandingan Spesifikasi Turbin Angin	67
Tabel 4.10 Perbandingan Spesifikasi Panel Surya	70
Tabel 4.11 Perbandingan Spesifikasi Baterai	74
Tabel 4.12 Perbandingan Spesifikasi Inverter	76
Tabel 4.13 Data Konfigurasi Optimal	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH)	12
Gambar 2.2 <i>DC Coupling</i>	16
Gambar 2.3 <i>AC Coupling</i>	16
Gambar 2.4 Skema Sistem <i>Off-Grid</i>	17
Gambar 2.5 Skema Sistem <i>On-Grid</i>	18
Gambar 2.6 Skema Sistem <i>Hybrid</i>	19
Gambar 2.7 Panel Surya	20
Gambar 2.8 <i>Solar Charge Controller</i>	21
Gambar 2.9 Inverter	21
Gambar 2.10 Baterai <i>VRLA</i> dan <i>Lithium-Ion</i>	22
Gambar 2.11 Tampilan Awal <i>Software HOMER</i>	28
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Pacitan, Jawa Timur	38
Gambar 3.2 Koordinat Pantai Klayar, Pacitan, Jawa Timur	39
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1 Blok Diagram PLTH Tenaga Bayu dan Tenaga Surya	44
Gambar 4.2 Pantai Klayar	46
Gambar 4.3 Grafik Data Laju Angin Rata-Rata di Pantai Klayar tahun 2018	47
Gambar 4.4 Grafik Data Penyinaran Matahari Global Horizontal di Pantai Klayar	49
Gambar 4.5 Grafik Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 1 Rumah Penduduk	53
Gambar 4.6 Grafik Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 140 Rumah Penduduk	55
Gambar 4.7 Grafik Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 1 Warung Kuliner	56
Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 75 Warung Kuliner	58
Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata Konsumsi Energi Listrik Per Jam 140 Rumah Penduduk dan 75 Warung Kuliner	59

Gambar 4.10 Skema Sistem PLTH Pada <i>Software HOMER</i>	61
Gambar 4.11 Konfigurasi Ekonomis	61
Gambar 4.12 Tampilan <i>Wind Resource</i>	62
Gambar 4.13 Tampilan <i>Solar GHI Resource</i>	63
Gambar 4.14 Tampilan <i>Electric Load</i> untuk 140 Rumah Penduduk dan 75 Warung Kuliner	64
Gambar 4.15 Grafik Profil Beban <i>AC Primary Load</i> Keseluruhan Beban	65
Gambar 4.16 Turbin Angin <i>Enair 200L</i>	69
Gambar 4.17 Tampilan Konfigurasi Desain Turbin Angin <i>Enair 200L</i>	69
Gambar 4.18 Panel Surya <i>Peimar SG300M (FB)</i>	72
Gambar 4.19 Tampilan Konfigurasi Desain Panel Surya <i>Peimar SG300M (FB)</i>	72
Gambar 4.20 Baterai <i>BAE 26 PVS 4940</i>	74
Gambar 4.21 Tampilan Konfigurasi Desain Baterai <i>BAE 26 PVS 4940</i>	75
Gambar 4.22 Inverter <i>Seasun TP-200 kW</i>	77
Gambar 4.23 Tampilan Konfigurasi Desain Inverter <i>Seasun TP-200kW</i>	77
Gambar 4.24 Data Beban dan Pemilihan Komponen	78
Gambar 4.25 Hasil Simulasi Konfigurasi <i>HOMER</i>	79
Gambar 4.26 Simulasi Konfigurasi Optimal	81
Gambar 4.27 Analisis Keuangan Berdasarkan Komponen	84
Gambar 4.28 Analisis Keuangan Berdasarkan Jenis Pembiayaan	85
Gambar 4.29 Analisis Hasil Kelistrikan Sistem Pembangkit Optimal	86
Gambar 4.30 Analisis Energi Turbin Angin <i>Enair 200L</i>	87
Gambar 4.31 Analisis Energi Fotovoltaik <i>Peimar SG300M (FB)</i>	88
Gambar 4.32 Analisis Energi Baterai <i>BAE 26 PVS 4940</i>	89
Gambar 4.33 Analisis Energi Inverter <i>Seasun TP-200 kW</i>	91