

**ANALISIS POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID
UNTUK PENERANGAN JALAN UMUM DI JALAN DAENDELS
PURWOREJO**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

MUHAMMAD ADIB KURNIAWAN

20160120143

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

YOGYAKARTA

2021

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : **Muhammad Adib Kurniawan**
NIM : **20160120143**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Universitas : **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, 25 Januari 2021

Yang menyatakan,



Muhammad Adib Kurniawan

MOTTO

“There’ll always be serendipity involved in discovery.”

(Jeff Bezos)

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak.”

(Ralph Waldo Emerson)

“Hanya ada dua pilihan untuk memenangkan kehidupan: keberanian atau keikhlasan. Jika tidak berani, ikhlaslah menerimanya, jika tidak ikhlas, beranilah mengubahnya.”

(Lenang Menggala)

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia, sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah.”

(Imam bin Al Qayim)

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid untuk Penerangan Jalan Umum di Jalan Daendels Purworejo”.

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, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan yang membangun dari berbagai pihak, mulai dari persiapan hingga skripsi ini selesai dikerjakan. Maka dari itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

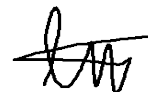
1. Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyo, M.P.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D.
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
4. Dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, pikiran, dan tenaganya dalam membantu penulisan tugas akhir saya. Ucapan terimakasih dan penghormatan saya tujukan kepada Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. dan Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng.
5. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng selaku dosen penguji tugas akhir yang telah memberi masukan dan saran.
6. Segenap Dosen dan Staff Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya selama masa menempuh Pendidikan.
7. Staff Administrasi dan Tata Usaha Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

8. Bapak Harno selaku Kepala Dinas Perhubungan Kabupaten Purworejo yang telah memberikan data penerangan jalan di lokasi penelitian.
9. Pejabat Pembuat Komitmen (PPK) 26 Jawa Tengah yang telah memberikan data spesifikasi jalan.
10. Heru Wibowo dan Ibnu Seto Aji selaku partner yang telah memberikan banyak bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
11. Mas Firmansyah Harahap dan Mas Sofyan Inawan yang telah memberikan banyak arahan, nasehat, dan bantuan moril.
12. Teman-teman TE 2016 D dan KKN 114 yang telah menemani dan menghibur selama masa kuliah.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Untuk itu, saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan dan peningkatan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 25 Januari 2021



Muhammad Adib Kurniawan

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 saya tercinta, Bapak Edy Mintaryanto dan Ibu Sri Intyaswati.
3. Kakak dan adik saya yang selalu setia menemani dan menghibur, Yudhistira Harul Amin, Ratri Kusumatyaswati, Maharani Nur Azizah, dan Muhammad Athayaa Rasyid.
4. Dosen-dosen yang telah memberikan banyak ilmu di kampus.
5. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan kebersamaan, semangat, dan bantuan.
6. Almameter Universitas Muhammadiyah Yogyakarta khususnya Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTH)	7
2.2.1.1 Konfigurasi PLTH.....	7
2.2.1.2 Prinsip Kerja PLTH.....	9
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	10
2.2.2.1 Konfigurasi PLTS.....	11
2.2.2.2 Tipe PLTS	13
2.2.2.3 Komponen PLTS	16

2.2.2.4	Prinsip Kerja PLTS	20
2.2.3	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)	20
2.2.3.1	Komponen PLTB	21
2.2.3.2	Tipe PLTB	23
2.2.3.3	Prinsip Kerja PLTB	26
2.2.4	Penerangan Jalan Umum.....	27
2.2.4.1	Jenis Jalan.....	27
2.2.4.2	Fungsi Penerangan Jalan Umum	28
2.2.4.3	Dasar Perencanaan Penerangan Jalan.....	28
2.2.4.4	Jenis Lampu Penerangan Jalan.....	29
2.2.4.5	Tiang Lampu Penerangan.....	30
2.2.4.6	Dasar Pencahayaan.....	31
2.2.4.7	Standar Kualitas Pencahayaan pada Ruas Jalan.....	33
2.2.4.8	Jumlah Titik Lampu Penerangan Jalan	34
2.2.5	<i>HOMER</i>	35
BAB III.....		37
METODE PENELITIAN		37
3.1	Metode Penelitian.....	37
3.2	Tools.....	38
3.3	Waktu dan Tempat Pengambilan Data	38
3.4	Flowchart Metode Penelitian.....	41
3.4.1	Identifikasi Masalah	42
3.4.2	Studi Literatur	42
3.4.3	Pengambilan Data	42
3.4.4	Analisis Perencanaan PJU & Konsumsi Energi.....	42
3.4.5	Pengolahan Data.....	43
3.4.6	Pemilihan Komponen Sistem PLTH.....	43
3.4.7	Simulasi & Konfigurasi Sistem.....	43
3.4.8	Analisis Biaya dan Sistem.....	43
3.4.9	Pengambilan Kesimpulan dan Saran.....	44
BAB IV.....		45
PEMBAHASAN		45
4.1	Data	45
4.1.1	Lokasi.....	45

4.1.2	Analisis Data Laju Angin.....	46
4.1.3	Analisis Data Suhu.....	47
4.1.4	Analisis Data Iradiasi Matahari.....	48
4.1.5	Profil Beban	50
4.2	Analisis Perencanaan PJU	55
4.2.1	Pemilihan Jenis Lampu Penerangan.....	55
4.2.2	Perhitungan Pencahayaan pada Ruas Jalan.....	55
4.2.3	Jumlah Titik Lampu Penerangan Jalan	57
4.2.4	Biaya Investasi	57
4.3	Konsumsi Energi Listrik	58
4.4	Pengolahan Data.....	60
4.4.1	Konfigurasi Ekonomi	60
4.4.2	Konfigurasi Laju Angin	61
4.4.3	Konfigurasi Suhu	62
4.4.4	Konfigurasi Nilai Iradiasi Matahari	63
4.4.5	Konfigurasi Beban	64
4.5	Pemilihan Komponen	65
4.5.1	Pemilihan Turbin Angin.....	65
4.5.2	Pemilihan Panel Surya	69
4.5.3	Pemilihan <i>Inverter</i>	71
4.5.4	Pemilihan Baterai	74
4.5.5	Pemilihan <i>Grid</i>	76
4.6	Simulasi dan Konfigurasi Sistem PLTH	77
4.6.1	Simulasi Sistem PLTH.....	77
4.6.2	Konfigurasi Sistem PLTH Optimal.....	80
4.7	Analisis Biaya Sistem PLTH.....	83
4.7.1	Berdasarkan Komponen	83
4.7.2	Berdasarkan Tipe Pembiayaan.....	84
4.8	Analisis Hasil Sistem PLTH.....	84
BAB V.....		90
KESIMPULAN.....		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN.....		95

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Lampu Penerangan Jalan.....	29
Tabel 2. 2 Standar Pencahayaan.....	33
Tabel 2. 3 Jarak Antar Tiang Lampu.....	35
Tabel 4. 1 Data Suhu 2019	48
Tabel 4. 2 Data Indeks Kejelasan 2019	50
Tabel 4. 3 Data Perbandingan Lampu	55
Tabel 4. 4 Data Pengadaan PJU	58
Tabel 4. 5 Data Konsumsi Listrik Per Hari	59
Tabel 4. 6 Data Rata-rata Konsumsi Listrik Per Jam	59
Tabel 4. 7 Data Perbandingan spesifikasi Turbin Angin 6 kW.....	66
Tabel 4. 8 Data Perbandingan Spesifikasi Panel Surya.....	69
Tabel 4. 9 Data Perbandingan Spesifikasi <i>Inverter</i>	72
Tabel 4. 10 Data Perbandingan Spesifikasi Baterai	74
Tabel 4. 11 Data Konfigurasi PLTH Optimal	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid (PLTS-PLTB)	8
Gambar 2. 2 Skema DC <i>Coupling</i>	12
Gambar 2. 3 Skema AC <i>Coupling</i>	13
Gambar 2. 4 Skema PLTS <i>Off-Grid</i>	14
Gambar 2. 5 Skema PLTS <i>On-Grid</i>	15
Gambar 2. 6 Skema PLTS <i>Hybrid</i>	15
Gambar 2. 7 Sel Surya.....	17
Gambar 2. 8 Sel Surya Polikristal	17
Gambar 2. 9 Sel Surya Monokristal	18
Gambar 2. 10 <i>Solar Charge Controller</i>	19
Gambar 2. 11 <i>Inverter</i>	19
Gambar 2. 12 Baterai VRLA & <i>Li-Ion</i>	20
Gambar 2. 13 Komponen Turbin Angin.....	23
Gambar 2. 14 Tipe Turbin Angin	24
Gambar 2. 15 Turbin Angin Horizontal	25
Gambar 2. 16 Turbin Angin Vertikal	26
Gambar 2. 17 Sudut Kemiringan Lengan Tiang.....	31
Gambar 2. 18 <i>Interface HOMER</i>	36
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	39
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian untuk Data Beban.....	39
Gambar 3. 3 Peta Kabupaten Purworejo	40
Gambar 3. 4 Peta Kecamatan Grabag.....	40
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	45
Gambar 4. 2 Grafik Laju Angin Tahun 2020	46
Gambar 4. 3 Grafik Suhu Tahun 2020	47
Gambar 4. 4 Grafik Iradiasi Matahari Horizontal 2020	49
Gambar 4. 5 Lampu Induksi 120 Watt	51
Gambar 4. 6 PJU Lampu Induksi Terpasang.....	52

Gambar 4. 7 Lampu HPL	52
Gambar 4. 8 PJU Lampu HPL di tiang PLN	53
Gambar 4. 9 Lampu LED 120 Watt	54
Gambar 4. 10 PJU Lampu LED di Jembatan Mawar	54
Gambar 4. 11 Grafik Konsumsi Energu Listrik Per Jam.....	60
Gambar 4. 12 Tampilan Ekonomi	61
Gambar 4. 13 Tampilan Laju Angin.....	62
Gambar 4. 14 Tampilan Suhu.....	63
Gambar 4. 15 Tampilan Iradiasi Matahari.....	63
Gambar 4. 16 Tampilan Beban 202 PJU	64
Gambar 4. 17 Grafik Nilai Beban Tahunan 202 PJU	65
Gambar 4. 18 Turbin Angin <i>Bergey excel 6-R</i>	68
Gambar 4. 19 Pemilihan Turbin Angin	68
Gambar 4. 20 <i>Peimar SG 310 MBF</i>	70
Gambar 4. 21 Pemilihan Panel Surya.....	71
Gambar 4. 22 <i>Sungrow SG 30 KU 30 kW</i>	73
Gambar 4. 23 Pemilihan <i>Inverter</i>	74
Gambar 4. 24 <i>BAE PVS 26 4940</i>	75
Gambar 4. 25 Pemilihan Baterai	76
Gambar 4. 26 Skema PLTH	77
Gambar 4. 27 Hasil Simulasi PLTH.....	78
Gambar 4. 28 Detail Hasil Simulasi PLTH.....	79
Gambar 4. 29 Simulasi Konfigurasi PLTH Optimal	80
Gambar 4. 30 Detail Konfigurasi PLTH Optimal	81
Gambar 4. 31 Analisis Biaya Berdasarkan Komponen	83
Gambar 4. 32 Analisis Biaya Berdasarkan Tipe.....	84
Gambar 4. 33 Analisis Hasil Sistem PLTH.....	85
Gambar 4. 34 Analisis Hasil Turbin Angin.....	86
Gambar 4. 35 Analisis Hasil Panel Surya	87
Gambar 4. 36 Analisis Baterai.....	88
Gambar 4. 37 Analisis <i>Inverter</i>	89