

**STUDI PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* PLTS
DENGAN *PUMP STORAGE* MEMANFAATKAN AIR SEBAGAI
PENGANTI BATERAI PADA TEKNOLOGI PEMBANGKIT
KONVENSIONAL**

Tugas Akhir

Disusun guna Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:
Rikky Alif Sembada Jannatathinerda
20170120064

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN

Nama : Rikky Alif Sembada Jannatathinerda
NIM : 20170120064
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas Akhir yang berjudul “**STUDI PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* PLTS DENGAN *PUMP STORAGE* MEMANFAATKAN AIR SEBAGAI PENGGANTI BATERAI PADA TEKNOLOGI PEMBANGKIT KONVENSIONAL**” adalah karya saya yang tidak memiliki kesamaan dengan Tugas Akhir lain, maupun penelitian dan/atau jurnal lain terkecuali seperti yang telah ditulis pada naskah dan daftar Pustaka.

Yogyakarta, 1 Juli 2024

Penulis



Rikky Alif Sembada Jannatathinerda

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas berkah dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menuntaskan Tugas Akhir ini. Semoga dengan pencapaian ini saya dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah diajarkan kepada lingkungan pekerjaan dan masyarakat, sehingga impian saya dapat terwujud.

Saya persembahkan karya tulis ini kepada orangtua sebagai rasa terimakasih atas semua dukungan, doa dan kasih sayang yang sangat luar biasa. Kepada kedua orang tua yang sudah membantu dan memberi banyak masukan, saran serta berbagi pengalaman. Kepada seluruh keluarga besar yang senantiasa mendukung dan memberi semangat. Semoga dengan karya ini, saya bisa membanggakan kedua orang tua saya serta seluruh keluarga.

Kepada Dosen pembimbing saya Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D., izinkan saya mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya karena telah bersedia dengan sabar dan tulus membimbing saya selama proses penulisan Tugas Akhir ini. Semoga ilmu dan kesabaran yang sudah dicurahkan menjadi buah baik untuk Bapak kelak. Teman-teman semasa hidup saya yang sudah banyak membantu pengerjaan Tugas Akhir ini. Saya persembahkan karya ini untuk mengingat satu proses kehidupan yang begitu indah dan luar biasa.

MOTTO

"Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui." (QS Al-Baqarah: 216)

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan." (QS Al-Insyirah: 5-6)

"Jika kamu mencoba dan kalah maka itu bukan salahmu. Namun, jika kamu tidak mencoba dan kalah maka itu semua salahmu." - Orson Scott

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala karena dengan berkat rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“STUDI PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* PLTS DENGAN *PUMP STORAGE* MEMANFAATKAN AIR SEBAGAI PENGGANTI BATERAI PADA TEKNOLOGI PEMBANGKIT KONVENSIONAL”**. Penulisan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu Tugas Akhir ini diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca maupun peneliti.

Penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak berjalan lancar namun juga melewati beberapa hambatan dalam berbagai hal, namun peran dari orang dan lingkungan sekitar yang membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan nikmat iman, islam, sehat, kekuatan, dan kemudahan yang tidak terhitung jumlahnya.
2. Orang tua saya Bapak Ekalana Okada dan Ibu Erni Ferawati, kedua kakak saya Olivin Mariamitha Gusthinerda dan Ghea Rizky Annisa Yuliathinerda, serta adik saya Petandra Geosandy Jannathinerda yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa terbaik tanpa henti.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji pada saat sidang pendadaran dan yang telah memberikan saya kesempatan serta pengalaman yang luar biasa selama perkuliahan.
6. Seluruh dosen, staff laboratorium, dan teman-teman Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (KMTE) UMY.
7. Teman terbaik saya yaitu Wendi, Farid, Rosa, Rinata, Anna, Tya, Andi, Irul, Arizal, Mahda, Andhika, Wahyu, Poppy dan lain-lain yang membantu saya berproses dan berjuang selama saya kuliah.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu selama ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna karena terbatasnya pengalaman dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis dengan senang menerima saran dan kritik dari semua pihak. Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penulisan, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dalam dunia ilmu pengetahuan dan pembaca.

Yogyakarta, 01 Juli 2024

Penulis



Rikky Alif Sembada Jannatathinerda

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENDADARAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR PERSAMAAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
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 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7

2.1.	Tinjauan Pustaka	7
2.2.	Landasan Teori.....	9
2.2.1.	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	9
2.2.1.1.	Jenis-Jenis PLTS	10
2.2.1.1.1.	PLTS On-Grid.....	10
2.2.1.1.2.	PLTS Off-Grid	11
2.2.1.2.	Komponen PLTS.....	12
2.2.1.2.1.	Panel Surya	12
2.2.1.2.2.	Solar Charge Controller (SCC).....	13
2.2.1.2.3.	Baterai	14
2.2.1.2.4.	Inverter	15
2.2.2.	Pembangkit Listrik Tenaga AIR	15
2.2.2.1.	Komponen PLTA	16
2.2.2.1.1.	Waduk (<i>Reservoir</i>).....	16
2.2.2.1.2.	Pipa <i>Penstock</i>	17
2.2.2.1.3.	Turbin.....	18
2.2.2.1.4.	Pompa.....	19
BAB III		20
METODOLOGI PENELITIAN.....		20
3.1.	Metode Penelitian.....	20
3.2.	Diagram Penelitian.....	20

3.3.	Sumber Data.....	24
BAB IV		25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		25
4.1.	Data	25
4.1.1.	Lokasi.....	25
4.1.2.	Data Iradiasi Matahari.....	26
4.1.3.	Data Suhu Lokasi	27
4.1.4.	Perhitungan Beban Energi Listrik.....	29
4.2.	Pengolahan Data.....	29
4.2.1.	Desain Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	29
4.2.2.	Konfigurasi Nilai Beban	30
4.2.3.	Menentukan <i>Equal Sun Hours (EQH)</i>	32
4.2.4.	Parameter Solar Panel	33
4.2.5.	Parameter Inverter.....	34
4.3.	Simulasi dan Konfigurasi Pembangkit Listrik.....	36
4.3.1.	Simulasi Sistem PLTS pada <i>Software</i> HOMER	36
4.3.2.	Hasil Simulasi Sistem	36
4.3.2.1.	Analisis Hasil Produksi Konfigurasi dari <i>Grid</i>	37
4.3.2.2.	Analisis Hasil Produksi Konfigurasi dari PLTS <i>On-Grid</i> ...	37
4.3.2.3.	Emisi	40
4.3.3.	Rancangan Sistem <i>Pump Storage</i>	41

4.3.3.1. <i>Upper Reservoir</i> dan <i>Lower Reservoir</i>	42
4.3.3.2. Parameter Pompa	42
4.3.3.3. Parameter Turbin.....	43
4.3.3.4. Analisis Perhitungan <i>Pump Storage</i>	43
BAB V.....	46
PENUTUP.....	46
5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	10
Gambar 2.2. PLTS <i>On-Grid</i>	11
Gambar 2.3. PLTS <i>Off-Grid</i>	12
Gambar 2.4. Panel Surya.....	13
Gambar 2.5. <i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	14
Gambar 2.6. Baterai	14
Gambar 2.7. Inverter	15
Gambar 2.8. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	16
Gambar 2.9. Waduk (<i>Reservoir</i>)	17
Gambar 2.10. Pipa <i>Penstock</i>	17
Gambar 2.11. Turbin.....	18
Gambar 2.12. Pompa.....	19
Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian	21
Gambar 3.2. Diagram Alir Desain Sistem	23
Gambar 4.1. Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 4.2. Grafik Rata-Rata Data Iradiasi Matahari Bulanan	26
Gambar 4.3. Data Iradiaasi Matahari dan <i>Clearness Index</i>	27
Gambar 4.4. Grafik Rata-Rata Data Suhu Bulanan	28
Gambar 4.5. Desain Skematik Sistem PLTS	30
Gambar 4.6. Konfigurasi Nilai Beban Pada 1 Buah Pompa	30
Gambar 4.7. Kurva Profil Beban.....	31
Gambar 4.8. Inverter dalam <i>Software HOMER</i>	35
Gambar 4.9. Skematik Rancangan Sistem PLTS	36
Gambar 4.10. Hasil Simulasi Konfigurasi Sistem PLTS Terbaik.....	37

Gambar 4.11. Hasil Data <i>Electrical</i> pada <i>Grid</i>	37
Gambar 4.12. Hasil Data <i>Electrical</i> pada Sistem PLTS	38
Gambar 4.13. Hasil Data Panel Surya pada Sistem PLTS	38
Gambar 4.14. Hasil Data Inverter pada Sistem PLTS	38
Gambar 4.15. Rancangan Sistem Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i> dengan <i>Pump Storage</i>	41
Gambar 4.16. <i>Upper Reservoir</i>	42
Gambar 4.17 Turbin <i>Cross-flow</i>	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sumber Data Penelitian.....	24
Tabel 4.1. Data Temperatur Lokasi Penelitian.....	27
Tabel 4.2. Klasifikasi Kelas Iradiasi Berdasarkan SNI 04-6394-2000	32
Tabel 4.3. Tabel Perbandingan Spesifikasi Panel Surya.....	33
Tabel 4.4. Tabel Spesifikasi Inverter	35
Tabel 4.5. Data Sistem PLTS	40
Tabel 4.6. Emisi yang Dihasilkan oleh Sistem Grid dalam 1 Tahun	40
Tabel 4.7. Emisi yang Dihasilkan oleh Sistem PLTS dalam 1 Tahun	41
Tabel 4.8. Spesifikasi Pompa	42

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	13
Persamaan 2.2	17
Persamaan 2.3	18
Persamaan 2.4	18
Persamaan 2.5	19
Persamaan 4.1	29
Persamaan 4.2	32
Persamaan 4.3	44
Persamaan 4.4	44
Persamaan 4.5	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Suhu	50
Lampiran 2. Data <i>Clearness Index</i>	51