

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID*
PORTABLE BERBASIS *PHOTOVOLTAIC* DAN MIKROHIDRO**

TUGAS AKHIR

Disusun Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program S-1 Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Yudha Agung Subarkah

20180120010

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya,

Nama : Yudha Agung Subarkah
NIM : 20180120010
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah tugas akhir dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid Portable* Berbasis *Photovoltaic* dan Mikrohidro” merupakan asli hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Perguruan Tinggi serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 Juli 2022

Penulis



Yudha Agung Subarkah

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan segala puji bagi Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya, akhirnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu dengan rasa bangga saya

memperssembahkan Tugas Akhir ini kepada:

Kedua orang tua saya tercinta Bapak Sutijo dan Ibu Tumini

Adik saya Fiqi Muhammad Fariza

Adik saya Arafah Aisyah Putri

Keluarga besar saya

Teman dan sahabat saya

Kamu, pasangan hidup saya entah siapa

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid Portable* Berbasis *Photovoltaic* dan Mikrohidro”. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Sallallahu ‘Alaihi Wassalam yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah menuju jaman yang terang benderang.

Segala usaha dan upaya telah penulis lakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis memohon maaf apabila dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan, baik susunan kata, kalimat maupun sistematika pembahasannya. Penulis berharap tugas akhir ini mampu memberikan manfaat baik bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya.

Penyelesaian tugas akhir ini tentu tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dukungan serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Bapak Sutijo, S.Pd. dan Ibu Tumini tercinta serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Kaprodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir yang dengan tulus membagi waktu, ilmu, pengalaman serta pemikirannya untuk membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang dengan tulus membagi waktu, ilmu, pengalaman serta pemikirannya untuk membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam Tugas Akhir ini.
8. Seluruh dosen serta staf Program Studi Teknik Elektro UMY yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
9. Sahabat-sahabat yang penulis sangat banggakan (Ramadhan, Oji, Indra, Arif, Sukma, Malay, Aweng, Rafi, Tasya) yang telah menemani penulis selama di bangku perkuliahan. Terimakasih atas dukungan, dan kebersamaan yang telah diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro 2018 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat kemampuan dan pengalaman penulis dalam penelitian penyusunan tugas akhir ini yang sangat terbatas. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik serta saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Akhir kata, semoga penelitian yang telah dilakukan bisa bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan serta memberikan tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi, Aamiin.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh.

Yogyakarta, 16 Juli 2022


Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	i
HALAMAN PENGESAHAN II	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i>	11
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	12
2.2.3 Konfigurasi Sistem PLTS	13
2.2.4 Struktur Modul <i>Photovoltaic</i>	16
2.2.5 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Sistem PLTS.....	17
2.2.6 Cara Kerja Sel Surya.....	18
2.2.7 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	19
2.2.8 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).....	26
2.2.9 Prinsip Kerja Mikrohidro	27
2.2.10 Komponen-komponen pada PLTMH.....	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Metode Penelitian	37
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.3 Pengukuran Kecepatan Air	40
3.4 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari.....	41
3.5 Analisis dan Identifikasi Kebutuhan	41
3.6 Perancangan Alat	42
3.6.1 Desain Alat.....	42
3.6.2 Desain Rangkaian.....	44
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Data Pengamatan Aliran Air.....	46
4.2 Perhitungan Daya Air dan Debit Air	60
4.3 Data Pengamatan Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator	64
4.4 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari.....	83
4.5 Pengukuran Tegangan Keluaran <i>Photovoltaic</i>	97
4.6 Data Keluaran PLTMH Selama Enam Hari.....	109
4.7 Daya Rata-rata Keluaran PLTMH Selama Enam Hari	119
4.8 Data Tegangan Keluaran <i>Photovoltaic</i> Selama Enam Hari	123
4.9 Tegangan Rata-rata Keluaran <i>Photovoltaic</i> Selama Enam Hari.....	126
BAB V PENUTUP.....	129
5.1 Kesimpulan	129
5.2 Saran	130
DAFTAR PUSTAKA	131
LAMPIRAN.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Potensi Energi Terbarukan di Indonesia	1
Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem PLTH.....	12
Gambar 2.2 Konfigurasi Sistem AC-Coupling	14
Gambar 2.3 Konfigurasi Sistem DC-Couplin	14
Gambar 2.4 Skema Dasar Sistem PLTS <i>On Grid</i>	15
Gambar 2.5 Skema Dasar Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	16
Gambar 2.6 Struktur Modul <i>Photovoltaic</i>	16
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sel Surya.....	18
Gambar 2.8 Sel Surya.....	20
Gambar 2.9 Panel Surya <i>Monocrystalline</i>	21
Gambar 2.10 Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	21
Gambar 2.11 Panel Surya <i>Thin Film</i>	22
Gambar 2.12 <i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	23
Gambar 2.13 Contoh <i>Skema Solar Charge Controller (SCC)</i>	23
Gambar 2.14 Baterai	24
Gambar 2.15 Contoh Skema Baterai	24
Gambar 2.16 Inverter.....	25
Gambar 2.17 Contoh Skema Inverter	26
Gambar 2.18 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)	27
Gambar 2.19 Aliran Air	28
Gambar 2.20 Turbin Pelton	31
Gambar 2.21 Turbin Turgo.....	31
Gambar 2.22 Turbin Crossflow	32
Gambar 2.23 Turbin Francis.....	33
Gambar 2.24 Turbin Kapler/Propeller.....	33
Gambar 2.25 Generator	34
Gambar 2.26 Bantalan	35
Gambar 2.27 Poros	35
Gambar 2.28 Sabuk dan <i>Pulley</i>	36
Gambar 2.29 <i>Hollow Galvalnis</i>	36
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	37
Gambar 3.2 Lokasi dan Titik Penelitian.....	40
Gambar 3.3 Rancangan Alat Tampak Depan	43
Gambar 3.4 Rancangan Alat Tampak Belakang	43
Gambar 3.5 Rancangan Alat Tampak Atas	44
Gambar 3.6 Rancangan Alat Tampak Samping	44
Gambar 3.7 Konfigurasi Rangkaian Sisrem <i>Hybrid</i>	45
Gambar 3.8 Blok Diagram Sistem PLTH.....	45
Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Data	46
Gambar 4.2 Alat Berada di Tempat Pengujian.....	47
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Pertama.....	49
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Kedua	51
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Ketiga	53

Gambar 4.6	Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Keempat	55
Gambar 4.7	Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Kelima	57
Gambar 4.8	Grafik Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Keenam	59
Gambar 4.9	Perancangan <i>Pulley</i>	65
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Tegangan Generator Hari Pertama.....	67
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Arus Generator Hari Pertama.....	68
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Tegangan Generator Hari Kedua.....	70
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Arus Generator Hari Kedua.....	71
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Tegangan Generator Hari Ketiga	73
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan Arus Generator Hari Ketiga	74
Gambar 4.16	Grafik Perbandingan Tegangan Generator Hari Keempat.....	76
Gambar 4.17	Grafik Perbandingan Arus Generator Hari Keempat.....	77
Gambar 4.18	Grafik Perbandingan Tegangan Generator Hari Kelima	79
Gambar 4.19	Grafik Perbandingan Arus Generator Hari Kelima	80
Gambar 4.20	Grafik Perbandingan Tegangan Generator Hari Keenam.....	82
Gambar 4.21	Grafik Perbandingan Arus Generator Hari Keenam.....	83
Gambar 4.22	Grafik Intensitas Cahaya Matahari Hari Pertama.....	85
Gambar 4.23	Grafik Intensitas Cahaya Matahari Hari Kedua.....	88
Gambar 4.24	Grafik Intensitas Cahaya Matahari Hari Ketiga	90
Gambar 4.25	Grafik Intensitas Cahaya Matahari Hari Keempat.....	92
Gambar 4.26	Grafik Intensitas Cahaya Matahari Hari Kelima	94
Gambar 4.27	Grafik Intensitas Cahaya Matahari Hari Keenam.....	96
Gambar 4.28	Grafik Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Pertama	99
Gambar 4.29	Grafik Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Kedua	101
Gambar 4.30	Grafik Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Ketiga.....	103
Gambar 4.31	Grafik Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Keempat	105
Gambar 4.32	Grafik Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Kelima.....	107
Gambar 4.33	Grafik Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Keenam	109
Gambar 4.34	Grafik Tegangan <i>Pulley</i> 100 mm PLTMH Selama 6 Hari	113
Gambar 4.35	Grafik Tegangan <i>Pulley</i> 45 mm PLTMH Selama 6 Hari	114
Gambar 4.36	Grafik Arus <i>Pulley</i> 100 mm PLTMH Selama 6 Hari	115
Gambar 4.37	Grafik Arus <i>Pulley</i> 45 mm PLTMH Selama 6 Hari	116
Gambar 4.38	Grafik Daya <i>Pulley</i> 100 mm PLTMH Selama 6 Hari.....	117
Gambar 4.39	Grafik Daya <i>Pulley</i> 45 mm PLTMH Selama 6 Hari.....	118
Gambar 4.40	Grafik Rata-rata Daya PLTMH <i>Pulley</i> Generator 100 mm.....	120
Gambar 4.41	Grafik Rata-rata Daya PLTMH <i>Pulley</i> Generator 45 mm.....	122
Gambar 4.42	Grafik Tegangan <i>Photovoltaic</i> Selama 6 Hari.....	125
Gambar 4.43	Grafik Rata-rata Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>)	128

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	7
Tabel 2.2 Efisiensi Panel Surya Berdasarkan Jenis	18
Tabel 4.1 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Pertama	48
Tabel 4.2 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Kedua	50
Tabel 4.3 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Ketiga	52
Tabel 4.4 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Keempat	54
Tabel 4.5 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Kelima	56
Tabel 4.6 Pengukuran Kecepatan Aliran Air Hari Keenam	58
Tabel 4.7 Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator Hari Pertama	66
Tabel 4.8 Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator Hari Kedua	69
Tabel 4.9 Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator Hari Ketiga	72
Tabel 4.10 Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator Hari Keempat	75
Tabel 4.11 Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator Hari Kelima	78
Tabel 4.12 Perbandingan Antara 2 <i>Pulley</i> Generator Hari Keenam	81
Tabel 4.13 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Hari Pertama	84
Tabel 4.14 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Hari Kedua	86
Tabel 4.15 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Hari Ketiga	89
Tabel 4.16 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Hari Keempat	91
Tabel 4.17 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Hari Kelima	93
Tabel 4.18 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Hari Keenam	95
Tabel 4.19 Pengukuran Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Pertama	98
Tabel 4.20 Pengukuran Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Kedua	100
Tabel 4.21 Pengukuran Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Ketiga	102
Tabel 4.22 Pengukuran Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Keempat ..	104
Tabel 4.23 Pengukuran Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Kelima	106
Tabel 4.24 Pengukuran Tegangan Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>) Hari Keenam ...	108
Tabel 4.25 Data Keluaran PLTMH Selama 6 Hari Pengujian	110
Tabel 4.26 Daya Rata-rata PLTMH <i>Pulley</i> Generator 100 mm	119
Tabel 4.27 Daya Rata-rata PLTMH <i>Pulley</i> Generator 45 mm	121
Tabel 4.28 Data Keluaran <i>Photovoltaic</i> Selama 6 Hari Pengujian	123
Tabel 4.29 Tegangan Rata-rata Keluaran Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>)	127

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Panel Surya 100 Wp <i>Polycrystalline</i>	133
Lampiran 2 Pembuatan Alat.....	133
Lampiran 3 Pengecatan Alat	135
Lampiran 4 Perakitan Alat	136
Lampiran 5 Pengangkutan Alat Menuju Lokasi Penelitian.....	137
Lampiran 6 Pengujian Alat.....	138
Lampiran 7 Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari.....	139
Lampiran 8 Pengukuran Kecepatan Aliran Air.....	140