

ENERGI, SAINS DAN TEKNOLOGI REKAYASA

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PRODUK TERAPAN**



**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI DAYA MAKSIMUM
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN STAND ALONE
BERBASIS OPTIMUM TORQUE CONTROL**

PENGUSUL

Dr. Muldi Yuhendri, S.Pd., MT. NIDN. 0013128103

Drs. Aslimeri, MT. NIDN. 0001055608

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI DAYA MAKSIMUM
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN STAND ALONE
BERBASIS OPTIMUM TORQUE CONTROL

Pendiri/Pelaksana

Dr. Mubli Yohanda, S.Pd, MT

Nama Lengkap

Universitas Negeri Padang

Pengantar Tinggi

301128101

NIDN

Lubuk

Jabatan Pengantar

FT - Jurusan Teknik Elektro

Unit

081332008021

Alamat HP

mubliyahanda@gmail.com

Alamat surel (e-mail)

Anggota Peneliti

NO	Nama	NIDN	Jabatan
1	Drs. Aslimes, MT	0001053608	Anggota Pengantar 1

Anggota Peneliti Mahasiswa

NO	Nama	NIM/UM	Praktik
1	ARI DARUL HIKMAH	141300242014	Teknik Elektro Industri
2	FRANSISKA WULANDARI	141500512014	Teknik Elektro Industri

Tahun Pelaksanaan

Tahun ke 2 dari rencana 2 tahun

Biaya Tahun Berjalan

Rp 42.500.000,00

Biaya Keseluruhan

Rp 98.500.000,00



Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

[Signature]

Dr. Fidiyus Rizal, M.Pd, MT
NIP/NIK 195912041955031004

Padang, 20 September 2018
Ketua

[Signature]

Dr. Mubli Yohanda, S.Pd, MT
NIP/NIK 198112132006041003



Mengesahkan,
Ketua L2M UNP

[Signature]
Prof. Dr. Basdinal, M.Pd
NIP/NIK 196303201988031002

RINGKASAN

Seiring semakin berkurangnya sumber energi fosil yang menjadi sumber energi utama untuk pembangkit tenaga listrik, pemanfaatan sumber energi terbarukan menjadi isu nasional untuk digalakan. Pemanfaatan sumber energi terbarukan ini menjadi program pemerintah dan menjadi salah satu bidang unggulan dalam renstra penelitian Universitas Negeri Padang tahun 2017-2021. Penelitian ini dilakukan untuk mendukung pencapaian renstra penelitian Universitas Negeri Padang, khususnya pada topik rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) dari sumber energi terbarukan yang terdapat dalam bidang energy, sains dan teknologi rekayasa.

Penelitian ini difokuskan untuk meningkatkan performansi pembangkit listrik tenaga angin stand alone yang berorientasi kepada peningkatan efisiensi pembangkit membuat sistem kendali daya maksimum atau disebut juga dengan *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) dengan metode *Optimum Torque Control* (OTC) menggunakan boost converter dan boost inverter satu fasa sebagai penyalur daya dari pembangkit ke beban. Sistem kendali MPPT diimplementasikan untuk pembangkit listrik tenaga angin stand alone yang menggunakan turbin angin horizontal dan generator magnet permanen sebagai konverter energinya. Sistem kendali MPPT dan boost inverter diimplementasikan menggunakan arduino sebagai prosesor utamanya.

Pelaksanaan penelitian direncanakan selama 2 tahun. Pada tahun kedua ini dilakukan pembuatan hardware sistem kendali MPPT dan boost inverter yang prosesnya telah mencapai tahapan validasi rangkaian sistem kendali MPPT dan finishing rangkaian boost inverter. Selain itu, juga telah dilakukan validasi model sistem kendali MPPT untuk pembangkit listrik tenaga angin stand alone yang menggunakan boost converter dan boost inverter yang hasilnya dipublikasikan dalam seminar internasional.

Hardware sistem kendali MPPT yang dibuat diuji dengan kecepatan angin yang bervariasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya output yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga angin yang menggunakan sistem kendali MPPT lebih besar dari daya output pembangkit yang tidak menggunakan sistem kendali MPPT. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali MPPT yang dibuat telah mampu meningkatkan efisiensi pembangkit listrik tenaga angin

PRAKATA

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmatNya penulis bisa melaksanakan tahapan Penelitian Produk Terapan (PPT) pada tahun kedua ini dengan Judul “**Rancang Bangun Sistem Kendali Daya Maksimum Pembangkit Listrik Tenaga Angin Stand Alone Berbasis Optimum Torque Control**” yang telah diamanahkan oleh LP2M Universitas Negeri Padang. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberi kesempatan, membantu dan memberikan bantuan dana kepada penulis, sehingga terlaksananya penelitian ini.

Semoga penelitian dapat berlanjut dan dapat memberikan manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama pengembangan pembangkit listrik tenaga angin di Indonesia.

Padang, Nopember 2018

PENELITI

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	27
BAB 4 METODE PENELITIAN	28
BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	42
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Sistem konversi energi angin	5
Gambar 2	Aliran angin yang mengenai bidang rotor turbin angin	6
Gambar 3	Kurva koefisien daya berdasarkan TSR	7
Gambar 4	Bentuk sudu turbin angin berdasarkan nilai TSR	8
Gambar 5	Turbin angin putaran rendah dan putaran tinggi	10
Gambar 6	Struktur turbin angin dengan gearbox dan tanpa gearbox	10
Gambar 7	Karakteristik daya mekanik dan torsi mekanik turbin angin	10
Gambar 8	Struktur rotor PMSG	13
Gambar 9	Generator magnet permanen 400 watt	13
Gambar 10	Skema sistem kendali MPPT dengan metode OTC	16
Gambar 11	Rangkaian boost konverter	17
Gambar 12	Rangkaian Ekuivalen operasi boost converter	17
Gambar 13	Karakteristik arus dan tegangan boost converter	18
Gambar 14	Boost inverter	19
Gambar 15	Penyederhanaan rangkaian boost inverter	21
Gambar 16	Aliran arus pada setiap status sakelar boost converter	21
Gambar 17	Board Arduino	22
Gambar 18	Sensor kecepatan angin	24
Gambar 19	Rangkaian sensor untuk piringan	25
Gambar 20	Rotary encoder photoelectric LM 393	26
Gambar 21	Sensor Arus kode ACS712	26
Gambar 22	Sensor tegangan	27
Gambar 23	Pembangkit listrik tenaga angin	28
Gambar 24	Skema sistem kendali MPPT berbasis OTC	29
Gambar 25	Model sistem kendali MPPT dalam simulink Matlab	30
Gambar 26	Blok diagram sistem kendali MPPT	31
Gambar 27	Skema boost converter	32
Gambar 28	Rangkaian gate drive MOSFET	32
Gambar 29	Rangkaian sensor untuk sistem kendali MPPT	33

Gambar 30	Layout PCB	33
Gambar 31	Rangkaian sistem kendali MPPT pada PCB	35
Gambar 32	Rangkaian <i>boost inverter</i>	36
Gambar 33	Skema kontroler PID	37
Gambar 34	Sensor tegangan ZMPT101.....	37
Gambar 35	Rangkaian driver MOSFET boost inverter.....	38
Gambar 36	Rangkaian catu daya	38
Gambar 37	Rangkaian boost inverter	39
Gambar 38	Diagram alir tahapan penelitian tahun 2	40
Gambar 39	Kecepatan angin	43
Gambar 40	Respon PMSG.....	43
Gambar 41	Performansi sistem kendali MPPT	44
Gambar 42	Tegangan bus DC	45
Gambar 43	Performansi boost inverter.....	46
Gambar 44	Pengujian catu daya	47
Gambar 45	Hasil pengujian catu daya	48
Gambar 46	Hasil pengujian gate drive	49
Gambar 47	Pengujian sensor tegangan	49
Gambar 48	Pengujian boost converter	50
Gambar 49	Hasil pengujian boost converter	50
Gambar 50	Pengujian sistem kendali MPPT	51
Gambar 51	Perbandingan hasil pengujian	53
Gambar 52	Hasil pengujian boost inverter	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Koefisien daya berbagai macam turbin angin.....	9
Tabel 2	Parameter simulasi	42
Tabel 3	Hasil Pengujian tanpa sistem kendali MPPT	52
Tabel 4	Hasil Pengujian dengan sistem kendali MPPT	52