

**RANCANG BANGUN KONTROLER TEGANGAN
OUTPUT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN
DAN SURYA BERBASIS *ARDUINO UNO***

Diajukan untuk memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

RESTU NUGRAHADI PRIYATNA

1021211047

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2018**

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN KONTROLER TEGANGAN *OUTPUT*
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA BERBASIS
*ARDUINO UNO***

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**RESTU NUGRAHADI PRIYATNA
1021211047**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal 10 Januari 2018

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping

Asmar, S.T.,M.Eng
NP. 307608018

Wahri Sunanda, S.T.,M.Eng.
NIP. 198508102012121001



Penguji,

Penguji,

Ghiri Basuki Putra, S.T.,M.T.
NIP. 198107202012121003

Fardhan Arkan, S.T.,M.T.
NP. 307406003

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN KONTROLER TEGANGAN *OUTPUT*
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA
BERBASIS *ARDUINO UNO***

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**RESTU NUGRAHADI PRIYATNA
1021211047**

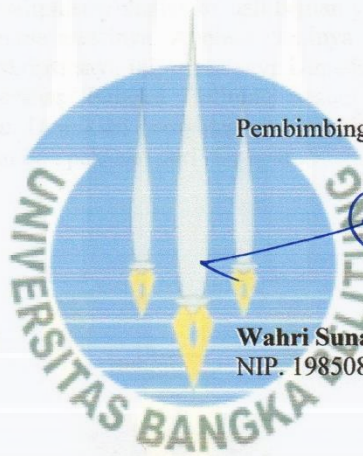
Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
Tanggal 10 Januari 2018

Pembimbing Utama,

Asmar, S.T.,M.Eng
NP. 307608018

Pembimbing Pendamping

Wahri Sunanda, S.T.,M.Eng.
NIP. 198508102012121001



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Irwan Dinata, S.T.,M.T
NIP. 198503102014041001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RESTU NUGRAHADI PRIYATNA

NIM : 1021211047

Judul : RANCANG BANGUN KONTROLER TEGANGAN *OUTPUT*
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA
BERBASIS *ARDUINO UNO*

Menyatakan dengan ini, bahwa skripsi/tugas akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang dalam pengerjaannya didampingi oleh dosen pendamping dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Balunujuk,



RESTU NUGRAHADI PRIYATNA
NIM 1021211047

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : RESTU NUGRAHADI PRIYATNA
NIM : 1021211047
Jurusan : TEKNIK ELEKTRO
Fakultas : TEKNIK

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalti-Free Right)** atas tugas akhir saya yang berjudul :
“RANCANG BANGUN KONTROLERTEGANGAN OUTPUT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA BERBASIS ARDUINO UNO”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :Balunjuk
Pada tanggal :10 Januari 2018
Yang menyatakan,



RESTU NUGRAHADI PRIYATNA

INTISARI

Di dunia ini, sangat banyak sumber energi terbarukan, salah satunya adalah tenaga matahari dan tenaga angin. Banyak orang membuat berbagai jenis pembangkit energi terbarukan dengan spesifikasi yang beragam, dan tegangan *output* yang beragam pula. Tegangan yang tidak menentu harus dikontrol terlebih dahulu agar mendapatkan tegangan yang diinginkan. Tegangan *output* dapat diturunkan menggunakan MOSFET IRF9540 bekerja berdasarkan lebar sinyal PWM. Sinyal PWM dihasilkan oleh *Arduino UNO* dan diperkuat oleh IC LM324, lebar sinyal PWM ditentukan oleh tegangan *output* dari rangkaian *Buck Converter* yang dibaca oleh sensor tegangan. Saat tegangan berada di atas *range* yang ditentukan, PWM akan turun, saat tegangan berada di bawah *range* yang ditentukan, PWM akan naik. Diharapkan dengan adanya kontroler ini, mempermudah orang untuk mengkombinasikan berbagai jenis pembangkit yang diinginkan. Penelitian ini menggunakan Panel Surya 20WP dan PLTB yang memiliki 8x2 lilitan disisi *stator*, 8 buah magnet permanen di sisi *rotor* dan 8 bilah baling-baling sebagai pembangkit. Pada penelitian ini dihasilkan alat pengendali untuk beberapa pembangkit yang dapat mengendalikan *output* tegangan yang berkisar antara 13-14 Volt yang bisa dilakukan untuk mencharger baterai 12Volt dan akan berhenti apabila baterai sudah terisi penuh.

Kata Kunci: PLTS, PLTB, *Arduino UNO*, LM324, IRF9540.

ABSTRACT

In this world, very many sources of renewable energy, one of which is solar and wind power. Many people make different types of renewable energy generation with diverse specifications, and varying output voltages as well. Uncertain voltage must be controlled first in order to get the desired voltage. The output voltage can be derived using an IRF9540 MOSFET working based on the width of the PWM signal. The PWM signal is generated by the Arduino UNO and amplified by the LM324 IC, the width of the PWM signal is determined by the output voltage of the Buck Converter circuit read by the voltage sensor. When the voltage is above the specified range, PWM will fall, when the voltage is below the specified range, the PWM will rise. It is hoped that with this controller, it makes it easier for people to combine the different types of plants they want. This research uses 20WP solar panels and PLTB which has 8x2 windings on the stator side, 8 pieces of permanent magnets on the rotor side and 8 blades as a generator. In this research produced a control device for several plants that can control the output voltage between 13- 14 Volt that can be done to mencharger 12Volt battery and will stop when the battery is fully charged.

Keyword: PLTS, PLTB, Arduino UNO, LM324, IRF9540.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Asmar, S.T.,M.Eng. selaku pembimbing utama dan Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Elektro
2. Bapak Wahri Sunanda, S.T.,M.Eng., selaku pembimbing pendamping dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
3. Bapak Irwan Dinata,S.T.,M.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Rudy Kurniawan, S.T.,M.T selaku sekretaris Jurusan dan Bang Biran Beng sebagai Staf jurusan dan teman penulis.
5. Orang Tua penulis, Ayahanda Iwan Priyatna,S.Pd. Ibunda Rita Efiana,S.Pd. dan saudara saya, Renny, Resti, Resta, dan si bungsu Fitri atas dukungan dan motivasinya.
6. Sahabat dan teman-teman angkatan 2012 baik yang sudah lulus duluan, yang lulus sama-sama, dan yg belum lulus tetap semangat. Beserta teman-teman sejurusan teknik elektro.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul :

“RANCANG BANGUN KONTROLER TEGANGAN *OUTPUT* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DAN SURYA BERBASIS *ARDUINO UNO*”

Didalam penelitian ini, terdapat banyak sekali ilmu-ilmu dasar tentang Elektronika Daya, terutama tentang *Buck Converter* dan penguatan PWM yang sangat banyak kegunaan dan pengaplikasian dalam kehidupan sehari-hari.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam pembuatan alat ini sangat banyak kekurangan, tetapi penulis berjanji, akan mengembangkan alat ini agar dapat menutupi berbagai kekurangannya dan dapat bermanfaat, terutama bagi penulis sendiri. Selain itu, penulis juga berencana terus mempelajari lebih banyak pengetahuan tentang Elektronika Daya dan pengaplikasian pada kehidupan sehari-hari demi mempermudah kehidupan orang-orang terdekat. Tentu saja penulis menerima masukan dan kritikan dari siapa saja, karena masukan akan membuat kita menjadi lebih baik, dan kritikan akan membuat kita menjadi lebih tangguh. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih banyak.

Balunijuk, 10 Januari 2018

Penulis

Restu Nugrahadi P

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
INTISARI	
ABSTRACT	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR ISTILAH	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LatarBelakang	1
1.2 PerumusanMasalah	2
1.3 BatasanMasalah	2
1.4 TujuanPenelitian	3
1.5 ManfaatPenelitian	3
1.6 KeaslianPenelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Energi Matahari	6
2.2.1.1 Pengertian Energi Matahari	6
2.2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	7
2.2.1.3 Karakteristik Sel Surya	10
2.2.2 Energi Angin	11

2.2.2.1	Pengertian Energi Angin.....	11
2.2.2.2	Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	12
2.2.2.2.1	<i>Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT)</i>	14
2.2.2.2.2	<i>Vertical Axis Wind Turbine (VAWT)</i>	15
2.2.3	Accu Atau Baterai.....	16
2.2.4	Arduino.....	18
2.2.4.1	Pengertian <i>arduino UNO</i>	18
2.2.4.2	<i>Input dan output</i>	20
2.2.4.3	Programing.....	20
2.2.4.4	Modul <i>arduino</i>	21
2.2.5	<i>Buck Converter</i>	23
2.2.6	<i>Efisiensi</i>	25
2.3	Hipotesis	26
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Tempat/Lokasi Dan Waktu Penelitian	27
3.2	Bahan Dan Alat Penelitian.....	27
3.2.1	Bahan	27
3.2.1.1	Panel Surya	27
3.2.1.2	PLTB.....	28
3.2.1.3	Aki	29
3.2.1.4	<i>Arduino Uno</i>	29
3.2.1.5	Sensor Tegangan DC	30
3.2.1.6	Modul Relay	31
3.2.1.7	Layar LCD (20x4 I2C)	32
3.2.1.8	MOSFET IRF9540	32
3.2.1.9	IC Op-Amp LM324	33
3.2.1.10	Filter LC.....	33
3.2.2	Alat	34
3.2.2.1	Perkakas Set.....	33
3.2.2.2	Alat Gulung Kumparan.....	33
3.2.2.3	Alat Ukur	34

3.3	Diagram Alur Penelitian	37
3.4	Teknik Pengambilan Data.....	38
3.4.1	Pengujian PLTAngin	38
3.4.1.1	Perhitungan Energi Kinetik Baling-Baling.....	38
3.4.1.2	Pengukuran Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap RPM.....	38
3.4.1.3	Pengujian Tanpa Beban	39
3.4.2	Pengujian PLTS.....	39
3.4.2.1	Pengukuran Potensi Energi Surya.....	39
3.4.3	Pengujian Alat dan program	40
3.4.3.1	Penyearah.....	41
3.4.3.2	Sensor Tegangan.....	42
3.4.3.3	Modul Relay	42
3.4.3.4	LCD Display	43
3.4.3.5	<i>Buck Converter</i>	43
3.4.3.6	Program PWM	44
3.4.4	Pengujian Rangkaian Keseluruhan Sistem Pembangkit.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Pengujian PLTB.....	46
4.2	Pengujian PLTS	52
4.3	Pengujian Rangkaian Sistem.....	55
4.3.1	Sensor Tegangan	55
4.3.2	Modul Relay	57
4.3.3	<i>Buck Converter</i>	57
4.3.4	Penghasil sinyal PWM	58
4.3.5	Pengujian Efisiensi konverter.....	60
4.3.6	Keseluruhan Alat	64
BAB V PENUTUP.....		71
KESIMPULAN		71
SARAN.....		71

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN.....



DAFTAR TABEL

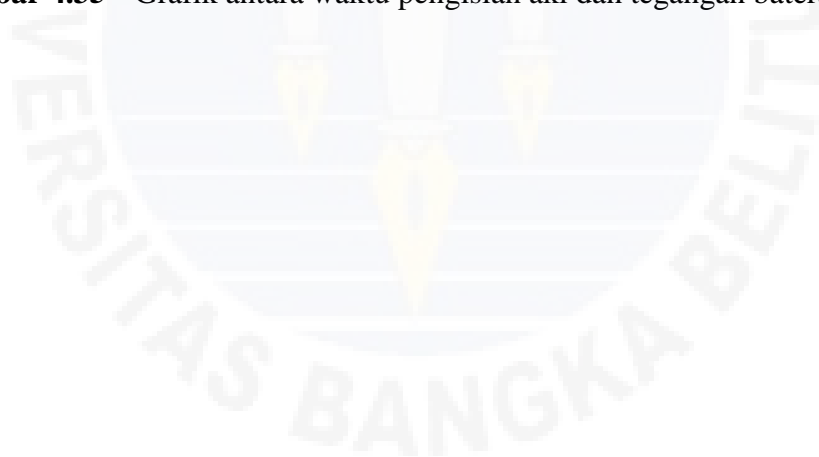
Tabel 2.8	Spesifikasi <i>Arduino UNO</i>	19
Tabel 3.18	Tabel skala <i>Beaufort</i> terhadap kecepatan angin (km/jam).....	39
Tabel 4.1	Hasil pengujian tegangan	46
Tabel 4.3	Data hasil pengujian PLTB	47
Tabel 4.6	Pengukuran tegangan PLTB dengan beban 10W.....	50
Tabel 4.10	Data hasil pengujian PLTS	55
Tabel 4.12	Pengukuran efisiensi PLTS dengan beban 30W	54
Tabel 4.15	Data perbandingan hasil pembacaan sensor dan multimeter .	56
Tabel 4.16	Data pengukuran <i>Duty</i> dengan arus beban tetap	57
Tabel 4.18	Data penguatan sinyal PWM.....	59
Tabel 4.19	Pengukuran Efisiensi Arus Beban 0,5 Ampere.....	60
Tabel 4.21	Pengukuran Efisiensi Arus Beban 1 Ampere.....	61
Tabel 4.23	Pengukuran Efisiensi Arus Beban 1,5 Ampere.....	62
Tabel 4.25	Pengukuran Efisiensi Arus Beban 2 Ampere.....	63
Tabel 4.29	Pengukuran Keseluruhan Alat.....	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bumi Menerima Radiasi Surya Matahari.....	6
Gambar 2.2	Panel Surya 20WP	10
Gambar 2.3	Rangkaian Ekuivalen Sel Surya	10
Gambar 2.4	Macam-macam desain turbin angin HAWT	15
Gambar 2.5	Macam-macam desain kincir angin VAWT	16
Gambar 2.6	Aki yang terdiri atas sel-sel yang dihubungkan seri	17
Gambar 2.7	Board <i>Arduino Uno</i>	19
Gambar 2.9	Tampilan <i>Framework Arduino Uno</i>	20
Gambar 2.10	Modul <i>Relay</i> 8 channel 5V 10 A.....	21
Gambar 2.11	a. Modul <i>voltage sensor</i> tampak bawah.....	22
Gambar 2.11	b. Modul <i>voltage sensor</i> tampak atas	22
Gambar 2.11	c. <i>Datasheet</i> Modul <i>voltage sensor</i>	22
Gambar 2.12	Modul LCD	23
Gambar 2.13	Skema rangkaian <i>Buck Converter</i> secara umum.....	23
Gambar 2.14	Kaki pada <i>mosfet</i>	24
Gambar 3.1	Panel Surya 20WP	27
Gambar 3.2	PLTB	28
Gambar 3.3	Bilah PLTB	28
Gambar 3.4	Kumparan Stator	29
Gambar 3.5	Stator dan Rotor	29
Gambar 3.6	Aki Panasonic	29
Gambar 3.7	<i>Board Arduino UNO</i>	30
Gambar 3.8	Rangkaian pembagi tegangan	30
Gambar 3.9	Rangkaian Modul <i>Relay</i> dan kontroler	32
Gambar 3.10	Modul LCD	32
Gambar 3.11	MOSFET IRF9540.....	33
Gambar 3.12	IC LM324.....	33
Gambar 3.13	Filter LC	33
Gambar 3.14	Tang Ampere.....	34
Gambar 3.15	Tachometer.....	35
Gambar 3.16	<i>Solar Power Meter</i>	35
Gambar 3.17	Anemometer	36
Gambar 3.19	Skema rangkaian sistem secara keseluruhan.....	40
Gambar 3.20	Gambar Konverter secara keseluruhan	41
Gambar 3.21	Skema rangkaian penyearah gelombang penuh dengan <i>filter</i>	42
Gambar 3.22	Rangkaian Sensor Tegangan	42
Gambar 3.23	Rangkaian modul <i>relay</i>	42
Gambar 3.24	LCD <i>Display</i>	43
Gambar 3.25	Skema rangkaian <i>Buck Converter</i> secara umum.....	44
Gambar 3.26	Rangkaian Penguat PWM	45
Gambar 4.2	Grafik Hubungan RPM dan Tegangan.....	47
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Kecepatan Angin dan RPM kincir	48
Gambar 4.5	Grafik Hubungan RPM dan Tegangan Tanpa Beban	49

Gambar 4.7	Grafik hubungan antara daya masuk dan daya keluar	50
Gambar 4.8	Grafik hubungan kecepatan angin dan energi kinetik baling-baling	51
Gambar 4.9	Grafik hubungan kecepatan angin dan efisiensi PLTB.....	51
Gambar 4.11	Data hasil pengujian PLTB tanpa beban.....	53
Gambar 4.13	Grafik hubungan antara daya masuk dan daya keluar	54
Gambar 4.14	Grafik hubungan antara daya masuk dan Efisiensi	55
Gambar 4.16	Data pengukuran <i>Duty</i> dengan arus beban tetap	57
Gambar 4.17	Grafik hubungan antara tegangan <i>input</i> dan <i>Duty Cycle</i>	58
Gambar 4.20	Grafik hubungan efisiensi dan tegangan masuk.....	60
Gambar 4.22	Grafik hubungan efisiensi dan tegangan masuk.....	61
Gambar 4.24	Grafik hubungan efisiensi dan tegangan masuk.....	62
Gambar 4.26	Grafik hubungan efisiensi dan tegangan masuk.....	63
Gambar 4.27	Hasil pembacaan osiloskop perbandingan tegangan sebelum diturunkan dan tegangan setelah diturunkan	64
Gambar 4.28	Hasil pembacaan osiloskop	64
Gambar 4.30	Pembangkit hibrida dan konverter beserta baterai pada saat percobaan pengambilan data	66
Gambar 4.31	Grafik hubungan antara tegangan <i>output</i> dan PWM PLTB...	67
Gambar 4.32	Grafik hubungan antara tegangan <i>output</i> dan Arus PLTB.....	68
Gambar 4.33	Grafik hubungan antara tegangan <i>output</i> dan PWM PLTS ...	68
Gambar 4.34	Grafik hubungan antara tegangan <i>output</i> dan Arus PLTS	69
Gambar 4.35	Grafik antara waktu pengisian aki dan tegangan baterai	70



DAFTAR ISTILAH

Output	=	Keluaran/ hasil
PLTS	=	Pembangkit listrik tenaga surya
PLTB	=	Pembangkit listrik tenaga angin
<i>Buck Converter</i>	=	Rangkaian penurun tegangan
Ampere	=	Satuan Arus
Volt	=	Satuan Tegangan
<i>Gate</i>	=	Pin untuk memasukan sinyal PWM
PWM	=	<i>Pulse Width Modulator</i>
<i>Charger Controler</i>	=	Alat untuk mencharger
Arduino Uno	=	Mikrokontroler
OP-AMP	=	Rangkaian Penguat
<i>Relay</i>	=	Alat untuk menyambung/memutuskan aliran listrik menggunakan coil
<i>Switch</i>	=	Saklar
KHz	=	Kilo Hertz (Satuan Frekuensi)
PLN	=	Perusahaan Listrik Negara
<i>Solar Cell</i>	=	Panel Surya
Wind Turbine	=	PLTA
BBM	=	Bahan Bakar Minyak
<i>Duty Cycle</i>	=	Lebar Pulsa
Fotosintesis	=	Proses menghasilkan oksigen oleh tanaman
AC	=	Alternating Current / Arus bolak-balik
DC	=	Direct Current / Arus searah
Rotor	=	Bagian yang bergerak pada generator
Stator	=	Bagian yang diam pada generator
<i>Blade/bilah</i>	=	Bagian pada PLTB yang berputar apabila terkena angin
<i>Charging</i>	=	Mengisi baterai
<i>Discharging</i>	=	Mengosongkan baterai
Isolator	=	Penyekat
<i>Losses</i>	=	Proses menghilangnya energi