

# **TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN *VOLTAGE BOOSTER* SEBAGAI KENDALI  
PENGISIAN BATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
ANGIN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD SYAHRIN  
1607220064**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disajikan oleh :

Nama : Muhammad Syahrin

NPM : 1607220064

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perancangan Voltage Booster Sebagai Kendali Pengisian  
Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin

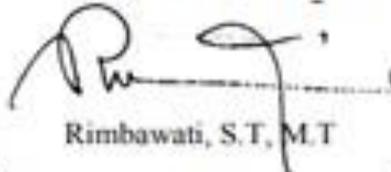
Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



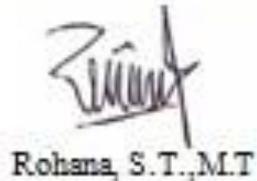
Rimbawati, S.T., M.T

Dosen Penguji I



Purnawan Harahap, ST., MT

Dosen Penguji II



Rohana, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Hasan Asaribu, S.T., M.T.

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muhammad Syahrin

Tempat /Tanggal Lahir : Binjai, 05 November 1996

NPM : 1607220064

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“Perancangan *Voltage Booster* Sebagai Kendali Pengisian Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin ”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Maret 2022  
Saya yang menyatakan



Muhammad Syahrin

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perancangan Voltage Booster Sebagai Kendali Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin”** dengan lancar. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tugas akhir ini tidak mungkin tersusun dengan baik dan benar tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dengan segala Rahmat serta karunianya yang memberikan kekuatan, pengetahuan, serta kesehatan pada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua penulis, yakni Ayahanda Zulkifli Chaniago dan Ibunda Erlina Dalimunthe yang sangat penulis cintai tanpa lelah mengasuh, mendidik, dan membimbing hingga saat ini belum dapat penulis bahagiakan.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., S.Pd., M.T, Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur S.T., M.T, Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Ibunda Rimbawati S.T.,M.T, Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Seluruh Staf Pengajar/Pegawai Program Studi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara..
8. Teman-teman seperjuangan penulis dari S-1 Fakultas Teknik Elektro UMSU stambuk 2016.
9. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 10 Januari 2022

Penulis,

**Muhammad Syahrin**

**1607220064**

## ABSTRAK

Energi alam terbarukan seperti energi angin sangat berlimpah di Indonesia dengan iklim tropis yang memiliki Kawasan luas dan laut yang mengelilinginya. Karena energi listrik kini telah menjadi kebutuhan primer, maka diharuskan bisa melayani beban secara kontinyu. *Voltag booster* merupakan perangkat yang umum digunakan pada sistem jaringan *hybrid* maupun *on grid*. Bukan tanpa maksud tujuan, penggunaan yang praktis, efisien, dan mudah sudah tentu menjadi nilai plus untuk dijadikan sistem penyuplai jaringan listrik. Sistem penaik tegangan semakin dewasa akan beragam jenis nya. Baik yang menggunakan sistem PWM (*Pulse Wave Modulation*) maupun PSW (*Pure Sine Wave*). Penggunaan gelombang PSW memerlukan banyak sekali perangkat untuk mengubah gelombang digital menjadi bentuk sinus murni. Oleh karena, jenis penaik tegangan dengan metode PSW memiliki kelebihan untuk terus dikembangkan baik dari segi ekonomi maupun efisiensi.

***Kata kunci: Penaik tegangan, tenaga angin, generator, turbin.***

## ***Abstract***

*Renewable natural energy such as wind energy is very abundant in Indonesia with a tropical climate that has a large area and the sea that surrounds it. Because electrical energy has now become a primary need, it is required to be able to serve the load continuously. Voltage booster is a device that is commonly used in hybrid and on grid network systems. Not without purpose, practical, efficient, and easy use is certainly a plus to be used as a power grid supply system. The voltage riser system as it matures will be of various types. Both use PWM (Pulse Wave Modulation) and PSW (Pure Sine Wave) systems. The use of PSW waves requires a large number of devices to convert digital waves into pure sine form. Therefore, the type of voltage riser using the PSW method has advantages to continue to be developed both in terms of economy and efficiency.*

***Keywords: Voltage booster, wind power, generator, turbine.***

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat .....	3
1.6. Sistematikan Penulisan .....	3
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b> .....	4
2.1. Tjauan Pustaka Relevan.....	4
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1. Wind Turbine .....	9
2.2.2. Converter DC-DC.....	10

2.2.3. Arduino .....	15
2.2.4. Mosfet .....	18
2.2.5. Pulse Drive Modulation (PWM) .....	20
2.2.6. Sensor Tegangan.....	20
2.2.7. Sensor Arus .....	21
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat .....	23
3.2.2 Bahan .....	24
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.4 Perancangan Program.....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISA .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>62</b>

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin.....	11
Gambar 2.2. Rangkaian Buck Konverter.....	13
Gambar 2.3. Boost Converter .....	14
Gambar 2.4. Arah Arus Saat Saklar Switch ON dan OFF.....	14
Gambar 2.5. Rangkaian Buck Boost Converter .....	15
Gambar 2.6 Rangkaian Cuk Converter.....	16
Gambar 2.7 Topogi Pensaklaran Converter Sepic .....	17
Gambar 2.8 Konfigurasi Arduino.....	18
Gambar 2.9 Driver Mosfet.....	21
Gambar 2.10 Konfigurasi Voltage Divider.....	23
Gambar 2.11 Sensor Arus.....	24
Gambar 3.1. Rangkaian Keseluruhan .....	28
Gambar 3.2 Perencanaan Rangkaian Voltage Booster dengan Software Proteus .....	31
Gambar 3.3 Perencanaan Rangkaian dengan mikrokontroller .....	32
Gambar 3.4 Perencanaan Program .....	32
Gambar 3.5 Verify Program .....	33
Gambar 3.6 Simulasi rangkaian menggunakan software Proteus .....	33
Gambar 3.7 Perencanaan PCB Layout Rangkaian Voltage Booster .....	34
Gambar 3.8 Proses marking dan penempatan .....	35

Gambar 3.9 Proses penyolderan komponen.....	36
Gambar 3.10 Pengujain rangkaian Arduino dengan LCD .....	37
Gambar 3.11 Proses pengujian rangkaian buck-boost.....	37
Gambar 3.12 Proses kalibrasi sensor tegangan .....	38
Gambar 3.13 Flowchart sistem voltage booster .....	39
Gambar 4.1 Besi Penghubung.....	41
Gambar 4.2 Dudukan Turbin .....	45
Gambar 4.3 Gambar Turbin Keseluruhan.....	46
Gambar 4.4 Konfigurasi Voltage Divider.....	46
Gambar 4.5 Sensor Arus.....	48
Gambar 4.6 Rangkaian Keseluruhan .....	48
Gambar 4.7 Perencanaan Rangkaian Voltage Booster dengan Software Proteus .....	50
Gambar 4.8 Perencanaan Rangkaian dengan mikrokontroller .....	50
Gambar 4.9 Perencanaan Program .....	52
Gambar 4.10 Verify Program.....	53
Gambar 4.11 Simulasi rangkaian menggunakan software Proteus .....	54
Gambar 4.12 Perencanaan PCB Layout Rangkaian Voltage Booster .....	55
Gambar 4.13 Proses marking dan penempatan .....	56
Gambar 4.14 Proses penyolderan komponen.....	57
Gambar 4.15 Pengujain rangkaian Arduino dengan LCD .....	58

Gambar 4.17 Proses pengujian rangkaian buck-boost.....	59
Gambar 4.18 Proses kalibrasi sensor tegangan .....	61
Boster.....	62

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Parameter perhitungan Voltage Booster .....	29
Tabel 4.1 Hasil pengukuran di bawah tegangan minimum.....	45
Tabel 4.2 Pengujian pada input 4,1 Volt .....	48
Tabel 4.3 Pengujian pada input 4,1 Volt.....	50
Tabel 4.4 Nilai parameter pengujian .....	52
Tabel 4.5 Nilai parameter pengujian .....	54
Tabel 4.6 Nilai parameter pengujian .....	56
Tabel 4.7 Nilai parameter pengujian .....	58
Tabel 4.8 Nilai parameter keseluruhan.....	60

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Tegangan Terhadap Arus .....	47
Grafik 4.2. Kecepatan Angin dan Daya Keluaran .....	48
Grafik 4.3 Daya dan Kecepatan Angin Buatan .....	50

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Angin merupakan salah satu energi yang tersedia di alam, tentunya hal tersebut menjadi alternatif dimanfaatkannya menjadi energi listrik. Potensi untuk dikembangkannya Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) di Indonesia sangatlah besar, karena merupakan sebuah negara kepulauan dimana 2/3 wilayahnya merupakan lautan dan dengan garis pantai terpanjang di dunia sepanjang  $\pm 80.791,42$  Km. Sehingga menjadikan Indonesia sebagai wilayah yang potensial untuk pemanfaatan pembangkit listrik tenaga angin (Esculenta, Hendry, and Rochman 2020).

Untuk dapat memanfaatkan hembusan angin menjadi listrik dibutuhkan suatu peralatan yang dapat mengubah energi mekanik berupa dorongan secara langsung menjadi tegangan listrik yang disebut dengan bilah. Bilah ini nantinya yang akan memutar rotor generator sehingga menghasilkan listrik (Saputro, Nugroho, and Utomo 2019). Akan tetapi, sistem bilah pada pembangkit listrik tenaga angin hanya dapat berputar apabila terdapat hembusan angin yang cukup untuk dapat memutar bilah tersebut. Sehingga, apabila hembusan angin terlalu kecil maka akan berdampak pada putaran bilah yang menyebabkan putaran rotor menjadi lambat. Karena tegangan yang dihasilkan oleh generator bergantung pada kuantitas dan kontinuitas putaran bilah, diperlukan peralatan yang dapat mengatur agar tegangan yang dihasilkan generator tetap konstan.

Namun dalam pengaplikasiannya, tegangan yang dihasilkan generator tidak dapat langsung dipakai oleh jaringan. Akan tetapi harus disimpan dalam bentuk

energi listrik terlebih dahulu dengan peralatan yang disebut baterai. Baterai berfungsi menyimpan energi listrik yang dihasilkan generator pada saat rotor berputar, untuk kemudian dipergunakan pada saat rotor diam karena tidak mendapatkan hembusan angin (Purba 2020).

Berdasarkan hal tersebut, maka pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian dengan judul Perancangan *Voltage Booster* Sebagai Pengatur Pengisian Baterai pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang *Voltage Booster* sebagai pengatur pengisian baterai pada pembangkit listrik tenaga angin?
2. Bagaimana menguji kinerja *Voltage Booster* dalam mengatur pengisian baterai?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Bagaimana merancang *Voltage Booster* sebagai pengatur pengisian baterai pada pembangkit listrik tenaga angin
2. Bagaimana menguji kinerja *Voltage Booster* dalam mengatur pengisian baterai

## **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui perancangan dari *Voltage Booster* sebagai alat pengisian baterai menggunakan pembangkit listrik tenaga angin.

2. Pengujian kinerja dari *Voltage Booster* sebagai pengatur pengisian baterai.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan penelitian yang diambil adapun manfaatt yang diadapat ialah sebagai berikut:

1. Untuk memperkenalkan kepada mahasiswa teknik elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara mengenai apa itu *Voltage Booster* sebagai kendali pengisian baterai.
2. Sebagai penambah wawasan dan pengalaman langsung tentang system pengisian baterai pada panel angin.
3. Sebagai pijakan dan refrensi pada penelitian berikutnya yang berubungan dengan *Voltage Booster* sebagai kendali pengisian baterai.

### **1.6 Metodeologi Penelitian**

Metode yang diterapkan pada tugas akhir ini ialah terdiri dari beberapa aspek:

1. Studi literatur, hal ini dilakukan untuk mempelajari teori dan menjadi refrensi penunjang dalam pelaksanaan yang berkaitan dengan penelitian.
2. Perancangan sistem, yaitu melakukan perancangan rangkaian *Voltage Booster* menggunakan arduino nano.
3. Pengujian dan analisis, yaitu pengujian merupakan metode untuk memperoleh sata dari system sehingga dapat diketahui dan diperoleh nilai-nilai yang dijalankan oleh sistem.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Berdasarkan teori atau penelitian yang berkaitan, didapatkan hasil yang berbeda-beda dari pemakaian *Voltage Booster* berdasarkan pengaplikasiannya. Hal ini terjadi karena metode-metode yang digunakan bervariasi, tentunya hal ini dapat mempengaruhi dalam proses pengisian baterai.

Pada penelitian (Tafticht, Agbossou, and Chériti 2006) didapatkan bahwa *Maximum Power Transfer* pada turbin diwujudkan oleh algoritma tanpa sensor yang diimplementasikan pada *Buck-Boost Converter* yang dimasukkan diantara output *rectifier* dan bus DC. Hal ini tentunya berpengaruh pada kecepatan generator dalam menghasilkan tegangan DC sehingga daya dari turbin angin menetap di titik maksimum. Dan hasil dari pengontrolan *Buck-Boost DC Converter* meningkatkan hasil energi rata-rata sebesar 24% (Tafticht, Agbossou, and Chériti 2006).

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Otong and Bajuri 2016) sistem *Buck-Boost* Konverter menggunakan metode *Peturb and Observe* (P&O) yang diimplementasikan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Untuk Perbandingan daya keluaran dari yang di hasilkan oleh turbin angin dengan menggunakan *Algoritma MPPT Peturb and Observe* (P&O) dapat menghasilkan daya keluaran yang lebih besar dibandingkan sistem turbin tanpa dilengkapi MPPT. Sedangkan pada hasil penelitian simulasi sistem turbin angin dalam pengisian baterai menggunakan *Buck-Boost* Konverter memiliki rata-rata efisiensi 90.15% dan 82.01% jika tidak dilengkapi dengan MPPT (Otong and Bajuri 2016).

Penelitian berbeda dengan metode *Incremental Conductance* yang dikendalikan dengan menggunakan PWM *Mikrokontroller Atmega 16*. Metode yang dilakukan dengan menggunakan MPPT dapat menghasilkan daya maksimum pada panel surya sebesar 4.42 watt dengan *Irradiasi* 1000 watt/m<sup>2</sup> serta *Temperature* sebesar 29 °C, sedangkan daya tanpa MPPT dengan Resistansi 50 ohm daya yang dihasilkan sebesar 4.17 watt, 33.3 ohm sebesar 2.88 watt, 25 ohm sebesar 2.37 watt dan 20 ohm sebesar 2.04 watt. Untuk menggunakan MPPT dengan *Irradiasi* 750 watt/m<sup>2</sup> dan *temperature* 29 °C dapat menghasilkan daya sebesar 3.01 watt, sedangkan tidak menggunakan MPPT pada resistansi 50 ohm hanya menghasilkan sebesar 2.53 watt, 33.3 ohm sebesar 1.84 watt, 25 ohm sebesar 1.48 watt dan 20 ohm sebesar 1.33 watt. Oleh karena itu dimana daya yang dihasilkan tidak terlalu besar ketika tidak menggunakan MPPT (Nathawibawa, Kumara, and Ariastina 2016).

Selanjutnya dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Feby Agung Pamuji dan Soedibyo 2015), pada kecepatan angin 12 m/s dan irradiance 800 watt/m<sup>2</sup> sistem hybrid dapat menghasilkan daya 625 watt pada kondisi daya jumlah maksimum sel surya dan turbin angin 894 watt. Sistem hybrid menggunakan multi input DC/DC yang dikontrol dengan menggunakan *Fuzzy Logic Controller* dapat menghasilkan daya pada kondisi maksimum dari daya maksimum sel surya dan turbin angin sehingga *losses* pada sel surya dan turbin angin dapat diperkecil (Feby Agung Pamuji dan Soedibyo 2015)

Pada pengujian *Buck-Boost Converter* yang lain dengan menggunakan *algoritma perturb dan observe* dengan memberikan tegangan masukan 2,3 Volt DC dengan nilai *duty cycle* 80%, maka didapatkan tegangan keluaran maksimal

sebesar 9.76 Volt dengan daya keluran sebesar 6,19 Watt, Serta nilai efisiensi pada *Buck-Boost Converter* sebesar 75.30%. Pada pengujian dua turbin angin tanpa MPPT dan dilengkapi MPPT pada kondisi nilai beban 10 Ohm dengan kecepatan angin 4 m/s, 4.2 m/s, 4.4 m/s, dan 5,4 m/s, didapatkan data rata-rata selisih tegangan, arus, dan dayanya sebesar 6,82 Volt 0,45 Ampere 5,22 Watt (Wicaksono, Ajisetyawan 2019).

Pada penelitian lain menggunakan metode PSO (*Particle Swarm Optimization*) menghasilkan pada saat kecepatan angin 4.5 m/s daya listrik keluaran yang dihasilkan sebesar 47.6 W, sedangkan saat kecepatan angin bernilai 11 m/s daya listrik keluaran yang dihasilkan sebesar 1596 W. Penggunaan MPPT dengan metode algoritma PSO pada sistem turbin angin menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibanding tidak menggunakan MPPT dengan metode algoritma PSO. Hasil implementasi MPPT dengan algoritma PSO pada sistem turbin angin menunjukkan kualitas yang baik. Terjadi peningkatan daya keluaran sebesar 27.73% saat kecepatan angin yang berubah-ubah. Nilai efisiensi meningkat 17% setelah melakukan optimasi menggunakan *algoritma* PSO pada MPPT sistem turbin angin (Arief and Musafa 2019).

Pada penelitian yang dilaksanakan (Alvita and Saodah 2013) Kecepatan angin berfluktuasi dengan kecepatan tak tentu, mempengaruhi putaran rotor generator, menghasilkan tegangan keluaran yang tidak stabil. Hal ini menyebabkan tegangan keluaran tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Konverter adalah rangkaian elektronika daya berfungsi mengubah nilai tegangan dc menjadi lebih kecil atau lebih besar. Chopper buck-boost merupakan konverter yang mampu meregulasi tegangan dengan daerah kerja yang lebih luas. Pada

penelitian ini akan dilakukan perancangan dan simulasi sebuah sistem pembangkit listrik tenaga angin dengan spesifikasi ketinggian tower 30 m, radius blade 6 m, dan densitas udara 1,23 kg/m<sup>3</sup>, menggunakan generator sinkron 3 fasa 8,5 kW. Tegangan line to line keluaran generator disearahkan dengan *rectifier bridge* 6 pulsa, kemudian tegangan dc diregulasi dengan chopper buck-boost sehingga menghasilkan tegangan konstan yang diinginkan. Rentang input konverter adalah 50 V-100V. Kecepatan angin nominal yang digunakan adalah 5,113 m/s. Pada kecepatan angin tersebut, tegangan line to line keluaran generator adalah 80 V, tegangan dc 132,4 V, *duty cycle buck* 78%, *duty cycle boost* 0%. Pada kondisi ini, konverter berfungsi sebagai *chopper buck*. Sedangkan keluaran *chopper buck boost* adalah 102,3 V dari tegangan konstan yang diinginkan 100 V (Alvita and Saodah 2013).

Berdasarkan penelitian berikutnya bahwasanya terdapat perbedaan pengaruh antara *variasi pitch angle* dan kecepatan turbin terhadap daya keluaran, karena *p-value* adalah 0,000176 yang artinya  $<0.05$  dan membuktikan bahwa  $H_0$  dinyatakan ditolak. Sedangkan pada analisa tegangan keluaran terdapat pengaruh antara *variasi pitch angel* dan kecepatan turbin terhdap tegangan *p-value* adalah 0.000176 yang artinya  $<0.05$  dan membuktikan bahwa  $H_0$  dinyatakan ditolak. Dengan *pitch angle* dan kecepatan angin yang sama, tegangan keluaran yang dihasilkan relatif stabil (Esculenta, Hendry, and Rochman 2020).

Pada penelitian yang dilakukan (Saputro, Nugroho, and Utomo 2019) bahwasannya Optimalisai Kincir Angin menggunakan MPPT yaitu sangat stabil. Dimana nilai stabil tegangan dan arus input MPPT dan output MPPT terjadi pada pengukuran jam 09.00–10.00, 12.00–13.00 dan 15.00–16.00. Sedangkan keluaran

PLTA tanpa menggunakan MPPT yaitu naik dan turun secara signifikan. Nilai tegangan yang dapat dihasilkan oleh kincir angin adalah sebesar 24 Volt dan terkecil 16 Volt. Pengujian dilakukan pada pukul 09.00-16.00 dengan selang waktu 1 jam selama 8 kali percobaan. Oleh karena itu daya tertinggi yang dapat dihasilkan oleh kincir pada saat tidak menggunakan MPPT ialah sebesar 78.24 watt yaitu pada pukul 11.00, sedangkan pada saat menggunakan MPPT ialah sebesar 112 watt pada pukul 12.00 (Saputro, Nugroho, and Utomo 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Wiguna, Katjong, and Azis 2021) pembangkit listrik tenaga bayu menghasilkan tegangan keluaran dengan rata-rata adalah 1.3 volt pada rata-rata kecepatan angin ialah 3.9 m/s. Serta pembangkit dapat menghasilkan tegangan keluaran di 19.08 volt ketika pada saat radiasi matahari rata-rata  $424 \text{ W/m}^2$ . Kondisi tersebut di seimbangkan dengan menggunakan *boost converter* dan *buck converter* kemudian diteruskan untuk mengisi baterai. Kondisi alam sangatlah berpengaruh terhadap hasil keluaran pada pembangkit, dimana ketika semakin besar kecepatan angin akan memutar turbin, serta radiasi sinar matahari yang semakin besar akan menghasilkan tegangan yang semakin besar pula (Wiguna, Katjong, and Azis 2021).

Pada penelitian ini, telah dilakukan mendemonstrasikan *prototipe* penguat DC-DC untuk memperkuat tegangan keluaran yang dihasilkan oleh pembangkit listrik termoelektrik. *Booster* memiliki tegangan DC menyala sekitar 100 mV. Untuk tegangan input tipikal 300 mV dari TEG, penguat tegangan DC-DC menghasilkan output 10 V/4 mA pada resistansi beban 2,7 kX. Prototipe penguat DC-DC ini memiliki efisiensi sekitar 50%. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa rancangan dan pengembangan penguat DC-DC yang diusulkan mampu

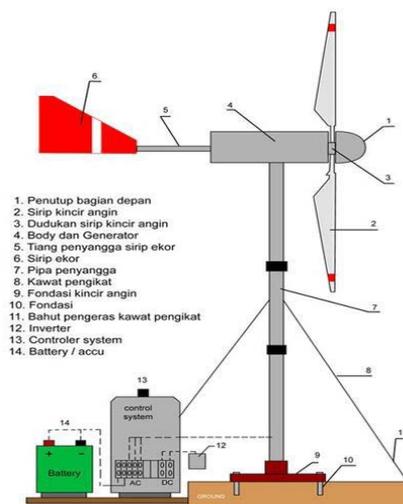
mengekstrak energi dari sumber tegangan ultra rendah dan menghasilkan tegangan keluaran yang diinginkan untuk menyalakan perangkat elektronik lainnya. Daya keluaran yang lebih tinggi lebih lanjut dapat diberikan dengan menggunakan beberapa tahap daya (dihubungkan secara paralel ke tahap osilator dan *driver*) dari rangkaian penguat tegangan konverter DC-DC. (Sahu et al. 2019)

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Wind Turbine

Turbin angin adalah mengubah energi kecepatan angin menjadi energi mekanik yang bisa dimanfaatkan untuk kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik (Wicaksono, Ajisetyawan 2019).

Prinsip kerja sederhana dari turbin angin adalah dengan menangkap angin yang datang menggunakan bilah (vertikal atau horizontal) dan kemudian memutar turbin yang sudah dikoneksikan dengan generator sehingga generator yang berputar dapat menghasilkan listrik yang diinginkan. Pada gambar dibawah ini merupakan spesifikasi dari berdirinya sebuah pembangkit listrik tenaga angin: (Wicaksono, Ajisetyawan 2019).



Gambar 2.1 Turbin Angin

Energi kinetik angin yang dapat masuk ke dalam area efektif turbin angin dapat dihitung berdasarkan persamaan 1.1 berikut :

$$P = \frac{mv^2}{2} = \frac{(\rho Av)v^2}{2} = \frac{\rho Av^3}{2} \quad (2.1)$$

dimana pada persamaan tersebut dapat kita lihat bahwa energi angin (P ; Watt) bergantung terhadap faktor-faktor seperti aliran massa angin (m ; kg/s), kecepatan angin (v ; m/s), densitas udara ( $\rho$  ; kg/m<sup>3</sup>), luas permukaan area efektif turbin (A ; m<sup>2</sup>). Di akhir persamaan, secara jelas dapat disimpulkan bahwa energi angin akan meningkat 8 kali lipat apabila kecepatan angin meningkat 2 kali lipatnya, atau dengan kata lain apabila kecepatan angin yang masuk ke dalam daerah efektif turbin memiliki perbedaan sebesar 10% maka energi kinetik angin akan meningkat sebesar 30%.

### 2.2.2 Converter DC-DC

DC-DC Konverter adalah rangkaian elektronika daya untuk mengkonversi level tegangan DC ke level tegangan DC yang berbeda. Model Switch DC-DC *converter* beroperasi dengan menyimpan energi input sementara kemudian melepaskannya dalam bentuk tegangan dan arus di dalam level yang tidak sama. Konverter ini dapat dibandingkan dengan transformer karena keduanya memiliki karakteristik yang mirip dalam merubah energi input dan menjadikannya berbeda dalam level impedansinya. Konverter ini biasanya ditemukan dalam peralatan elektronik seperti handphone atau notebook (Arief and Musafa 2019).

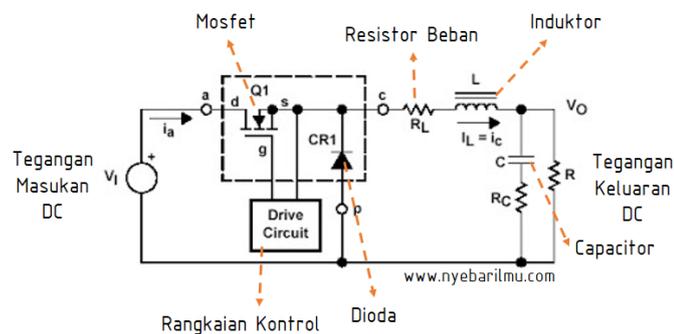
Beberapa jenis DC-DC Konverter diantara lain yaitu *Boost* Konverter, *Buck* Konverter, dan *Buck-Boost* Konverter, *cuk* Konverter, dan *Sepic* Konverter. Dalam pemilihan Konverter harus memiliki beberapa kriteria atau keuntungan

yaitu integritas konverter yang mudah, dapat mengurangi komponen yang tidak terlalu diperlukan, ripple arus keluaran yang rendah, dan terjaganya karakteristik DC-DC.

### 1. *Buck Converter*

*Buck Converter* merupakan rangkaian konversi tegangan DC, yang berfungsi sebagai menurunkan tegangan, dimana dapat merubah tegangan pada level tinggi menjadi ke level yang lebih rendah. *Buck Converter* berfungsi untuk meregulasi tegangan DC menjadi tegangan DC yang lebih rendah dan dengan polaritas yang sama. Dimana keunggulan dari *buck converter* memiliki *power loss* yang cukup kecil

## RANGKAIAN DC BUCK CONVERTER



Gambar 2.2 Rangkaian *Buck* Konverter

Sumber : <https://www.nyebarilmu.com/penjelasan-tentang-sistem-dc-buck-converter/>

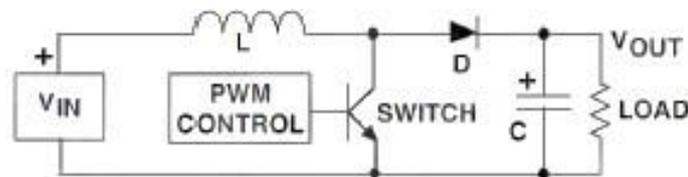
Fungsi dari komponen penyusun diatas :

- MOSFET digunakan sebagai pencacah arus sesuai dengan setting duty cycle sehingga keluaran DC Chopper sesuai dengan nilai yang setting
- Drive Circuit digunakan untuk mengendalikan MOSFET, sehingga timing untuk MOSFET bekerja dapat dikendalikan kapan harus ON atau OFF

- c. Induktor digunakan untuk menyimpan energi dalam bentuk arus. Energi tersebut disimpan dikala MOSFET on dan dilepas dikala MOSFET off
- d. Dioda Freewheeling digunakan untuk mengalirkan arus yang dihasilkan induktor dikala MOSFET off

## 2. Boost Converter

Sama halnya dengan *buck converter*, *boost converter* bekerja sebagai merregulasikan tegangan DC dari level yang rendah menjadi tegangan DC ke level yang tinggi dalam polaritas yang sama tentunya.



Gambar 2.3 Boost Converter

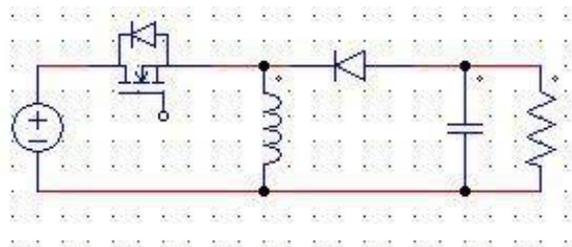


Gambar 2.4 Arah Arus Saat Saklar Switch ON dan OFF

Disaat *switch on* tegangan *input* masuk kedalam induktor dan menyebabkan kenaikan arus berdasarkan waktu. Pada kondisi *switching off* saat ujung induktor bernilai positif, *forward bias* dari diode akan memberikan jalur agar kapasitor dalam keadaan mengisi (*charge*) dengan tegangan yang lebih besar dari tegangan *input*, dalam waktu yang sama arus induktor akan mengalir pada kapasitor dan beban, dan disaat *switch on* lagi, tegangan dan arus hanya akan disuplai oleh kapasitor (Syafriyal 2016).

### 3. Buck-Boost Converter

*Buck Boost Converter* adalah suatu rangkaian elektronika yang dapat menaikkan dan menurunkan tegangan keluaran, nilai tegangan tersebut dapat diatur dengan merubah nilai *duty cycle*. Pada rangkaian *buck-boost converter* terdapat beberapa komponen pendukung yaitu induktor, kapasitor, mosfet dan resistor. Komponen utama pada rangkaian ini adalah sebuah induktor yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang akan disalurkan ke beban. Tegangan pada beban tersebut adalah hasil dari energi yang tersimpan pada induktor ditambah dengan tegangan input metoda *buck-boost* tidak lain adalah kombinasi antara *buck* dan *boost*, dimana tegangan keluaran dapat diatur menjadi lebih tinggi atau lebih rendah dari tegangan masukan, yang menarik untuk dicatat dari *buck boost converter* adalah bahwa tegangan keluaran memiliki tanda berlawanan dengan tegangan masukan. Oleh karena itu metoda ini pun ditemui pada aplikasi yang memerlukan pembalikan tegangan (*voltage inversion*) tanpa transformer (Wicaksono, Ajisetyawan 2019).



Gambar 2.5 Rangkaian *Buck Boost Converter*

### 4. Cuk Converter

*Cuk Converter* merupakan rangkaian yang dapat menaikkan atau menurunkan tegangan dari tegangan masukan. Rangkaian *Cuk Converter* terdiri dari 2 kapasitor (C1 dan C2) dan 2 buah inductor (L1 dan L2) (Wicaksono, Ajisetyawan 2019).

Ukuran induktor ditemukan dengan perubahan arus tidak lebih dari 5% dari arus inductor rata-rata. Untuk persamaan inductor L.

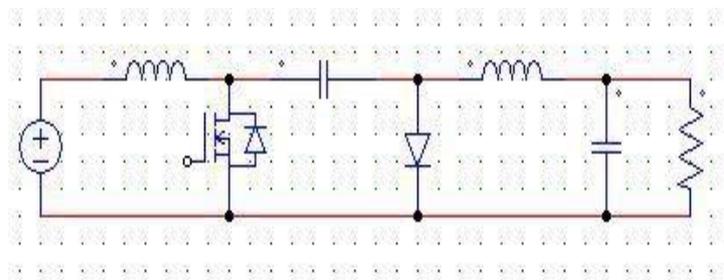
$$L = \frac{V_{in} \cdot D}{\Delta i_L \cdot f} \quad (2.2)$$

Untuk mendesain kapasitor dengan *ripple* tegangan lebih dari 5%. Tegangan rata-rata yang melewati kapasitor (C1):

$$V_{C1} = V_{in} + V_{out} \quad (2.3)$$

Untuk *ripple* tegangan maksimum :

$$\Delta V_{C1} = 5\% \times V_{C1} \quad (2.4)$$



Gambar 2.6 Rangkaian *Cuk Converter*

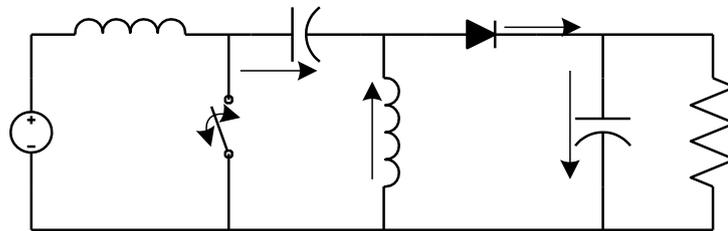
*Converter Cuk* merupakan converter Dc-Dc dengan besarnya tegangan luaran dari *converter* ini dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukan, tetapi tegangan luaran dari *converter* ini memiliki polaritas yang terbalik dari tegangan masukannya.

##### 5. *Converter Sepic*

Sama seperti *Cuk Converter*, tegangan luaran dari *converter Sepic* dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukannya, yang berbeda hanya polaritasnya dari *Converter Sepic* tidak terbalik. Topologi pensaklaran dari *Converter Sepic* ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Pada kondisi operasi dalam keadaan stabil, besarnya yang melewati inductor adalah nol, sehingga besarnya tegangan pada kapasitor C<sub>1</sub>,  $V_{C1} = V_S$  (Gozali 2013).

Pada kondisi saklar tertutup, kondisi diode terbuka, induktor  $L_1$  terisi dari sumber  $V_s$ , dan induktor  $L_2$  mengisi  $C_1$ . Selama kondisi ini, tidak ada energy yang disuplai ke beban. Besarnya tegangan yang melewati  $L_1$ ,  $(V_{L1})_{\text{terbuka}} = -V_o$ . Jika waktu saklar tertutup adalah  $DT$  dan waktu saklar terbuka adalah  $(1-D)T$  dan besarnya daya yang disuplai sama dengan daya yang diserap beban, maka  $V_s (DT) - V_o (1-D) T = 0$ . Besarnya tegangan luaran dari *converter Sepic* (Gozali 2013).

$$V_o = V_s \left( \frac{D}{1-D} \right) \quad (2.5)$$



Gambar 2.7 Topogi Pensaklaran *Converter Sepic*

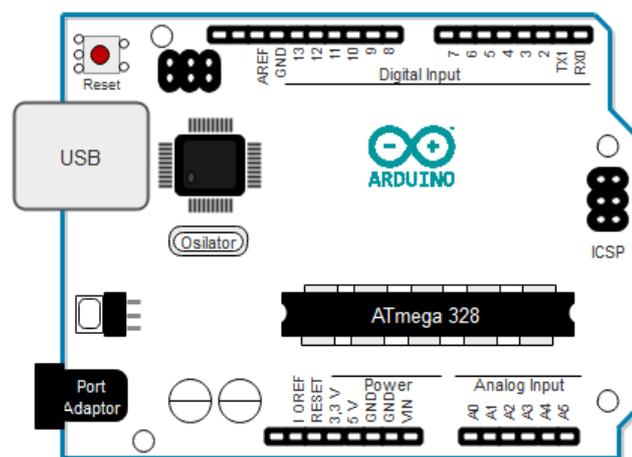
### 2.2.3 Arduino

Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, *hobbies* dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino sebagai sebuah *platform* komputasi fisik (*Physical Computing*) yang *open source* pada *board* input output sederhana, yang dimaksud dengan *platform* komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi (Rimbawati et al. 2019).

Adapun saat ini terdapat berbagai jenis-jenis Arduino. Mulai dari yang paling mudah dicari dan paling banyak digunakan, yaitu Arduino Uno. Hingga Arduino yang sudah menggunakan *ARM Cortex*, berbentuk *Mini PC*. Hingga saat

ini sudah ada ratusan ribu Arduino yang digunakan di dunia sejak tahun 2011. Arduino juga sudah dipakai oleh perusahaan-perusahaan besar, contohnya Google menggunakan Arduino untuk *Accessory Development Kit*, NASA memakai Arduino untuk *prototypin*, ada lagi *Large Hadron Colider* memakai Arduino dalam beberapa hal untuk pengumpulan data.

Arduino didefinisikan sebagai platform elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditunjukkan untuk seniman, desainer, *hobbies* dan setiap orang yang tertarik



Gambar 2.8 Konfigurasi Arduino

Keterangan-keterangan konfigurasi Pin dan sistem pada Arduino Uno dapat dilihat sebagai berikut :

a. 14 pin Input dan Output Digital (0-13 pin)

14 pin ini berfungsi sebagai input maupun output, hal ini dapat diatur didalam program sesuai keinginan. Adapun pada pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11, dapat juga berfungsi sebagai analog output yang tegangan dapat diatur. Nilai pada pin output analog dapat diprogram antara 0-255, hal ini mewakili nilai tegangan 0-5 V.

b. 6 Pin Input Analog (0-5)

Pin ini berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan sensor analog, contohnya pada sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin dari 0-1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0-5 V.

c. IC (Mikrokontroler Atmega328)

IC merupakan otak dari papan Arduino berupa microprosesor yang didalamnya terdapat CPU, ROM, RAM.

d. ICSP (*In-Circuit Serial Programming*)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram microcontroller secara langsung, tanpa melalui bootloader.

e. Kristal (*Quartz Crystal Oscillator*)

Kristal merupakan jantung pada Arduino karena menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada microcontroller agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

f. Sumber Daya Eksternal (Port Adaptor)

Port Adaptor ini digunakan untuk menyuplai tegangan pada Arduino berkisar antara 9-12 V.

g. USB

Fungsi dari papan USB dan kabel USB adalah sebagai penghubung komunikasi serial dari computer kedalam papan serta sebagai pemuat program dari komputer/*software* ke dalam papan Arduino.

#### h. *Reset Push Button*

Tombol Reset digunakan untuk me-reset sehingga program akan dimulai dari awal, hal ini biasanya dilakukan karena program yang sedang berjalan mengalami *error* atau gagal sistem.

Komponen utama didalam papan Arduino adalah *Microcontroller* 8 bit dengan merk ATmega yang berasal dari perusahaan *Atmel Corporation*. Adapun berbagai papan Arduino menggunakan jenis ATmega yang berbeda-beda, hal ini bergantung dengan spesifikasi Arduino yang digunakan. Spesifikasi Atmega pada Arduino Uno adalah jenis ATmega328. Berikut ini adalah Tabel data Teknik pada *Board* Arduino Uno :

Tabel 2.1 Data Sheet Arduino Uno

Parameter	Nilai
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7-12 V
Batas tegangan input	6-20 V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
Memory Flash	32 KB, sekitar 0,5 KB digunakan oleh Bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

#### 2.2.4 Mosfet

Transistor mosfet (*metal oxide semiconductor field effect transistor*) merupakan salah satu jenis transistor yang terbuat dari bahan semikonduktor (silikon) dengan tingkat kemurnian yang berbeda. Tingkat kemurnian dari mosfet

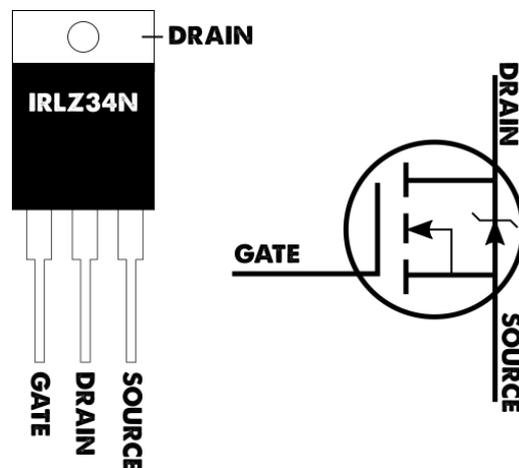
menentukan jenis nya, yaitu transistor mosfet tipe-N (NMOS) dan transistor mosfet tipe-P (PMOS) (Rifqi 2018)

### 1. NMOS (*Negatif Mosfet*)

Transistor NMOS tersebut terdiri atas substrat dasar tipe-p dengan daerah source dan drain berjenis  $n^+$  dan daerah kanal terbentuk pada permukaan tipe-n. Negatif mosfet merupakan salah satu jenis mosfet yang mengalirkan arus drain source menggunakan saluran yang terbuat dari bahan yang mudah menghantarkan elektron, sehingga ketika gate diberikan tegangan positif dengan jumlah besar pada substratnya sehingga nilainya melebihi tegangan ambangnya akan menyebabkan arus mengalir.

### 2. PMOS (*Positif Mosfet*)

Transistor jenis PMOS tersebut terdiri atas substrat dasar tipe-n dengan daerah source dan drain bertipe  $p^+$  sedangkan daerah kanal terbentuk pada permukaan tipe-p. positif mosfet mengalirkan arus drain source melalui saluran positif berupa lubang, kondisi tersebut dapat terjadi ketika gate bertegangan negatif dengan jumlah besar pada substratnya dan nilainya lebih besar dari tegangan ambangnya.



Gambar 2.9 Driver Mosfet

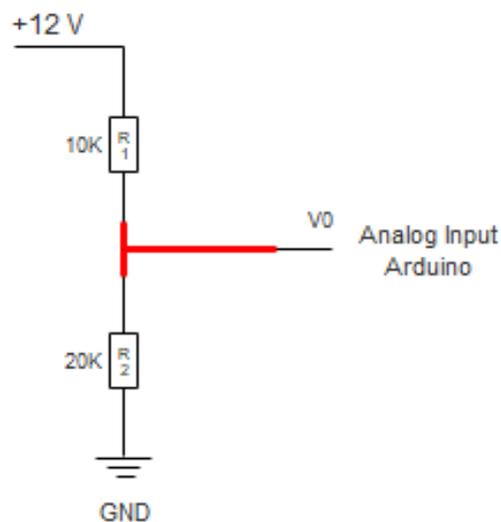
### 2.2.5 *Pulse Drive Modulation (PWM)*

Kontrol pemanfaat MOSFET pada *Boost Converter* adalah dengan memanfaatkan penyaklaran (*Switching*) frekuensi tinggi menggunakan teknik modulasi lebar pulsa (PWM) pada sumber tegangan DC yang dijaga konstan, kemudian diambil rata-rata dari bentuk gelombang keluaran untuk mendapatkan komponen fundamental tegangan yang diatur magnitudnya. Teknik PWM memberikan keuntungan dimana komponen harmonisa urutan komponen rendah berkurang sehingga akan mengurangi jumlah harmonisa dan menfilter harmonisa. Semakin tinggi rasio frekuensi *switching* terhadap frekuensi fundamental maka semakin berkurang komponen harmonisa yang muncul.

Sinyal PWM dapat dibangun dengan banyak cara, dapat menggunakan metode analog dengan menggunakan rangkaian OP-AMP atau dengan menggunakan metode digital. Dengan metode analog setiap perubahan PWM-nya sangat halus, sedangkan menggunakan metode digital setiap perubahan PWM tersebut memiliki resolusi 2 perangkat  $8=256$ , maksudnya nilai keluaran PWM ini memiliki 256 variasi, variasinya mulai dari 0-256 yang mewakili *duty cycle* 0-100% dari keluaran PWM tersebut, pada perancangan driver ini sinyal PWM akan diatur secara digital yang dibangkitkan oleh *mikrokontroller* (Syafrizal 2016).

### 2.2.6 **Sensor Tegangan**

Sensor Tegangan memiliki karakteristik yang beragam dalam pembacaannya, hal itu disesuaikan dengan objek yang ingin diukur sesuai dengan jenis Tegangan dan kapasitas Tegangan. Adapun dalam pembacaan tegangan pada perancangan *Voltage Booster* ini menggunakan metode *Voltage Divider* yang menggunakan prinsip pembagi tegangan.



Gambar 2.10 Konfigurasi *Voltage Divider*

Modul ini dapat mengurangi tegangan input hingga 5 kali dari tegangan asli. Tegangan analog input maksimum *mikrokontroler* yaitu 5 volt, sehingga modul tegangan dapat diberi masukkan tidak melebihi 5 x 5 Volt atau sebesar 25 Volt. Modul sensor tegangan akan dipasang secara paralel terhadap beban panel surya (Fachri, Sara, and Away 2015).

### 2.2.7 Sensor Arus

Sensor arus adalah suatu alat yang mengukur jumlah arus pada alat elektronik. Sensor arus biasanya terdiri dari rangkaian elektronik yang mengubah arus menjadi tegangan listrik (Siregar, R. R. A., Wardana, N. 2017). Sensor arus yang digunakan merupakan sensor dengan tipe ACS712 untuk mendeteksi besar arus yang mengalir melalui terminal blok panel surya. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan *negative* dengan kisaran -30 sampai dengan 30 A. sensor ini memerlukan suplay tegangan sebesar 5V. Untuk membaca nilai tengah (nol ampere) tegangan sensor di set pada 2.5 V (setengah kali tegangan sumber daya VCC = 5V).



Gambar 2.11 Sensor Arus

## **BAB III**

### **METODELOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Perancangan *Voltage Booster* Sebagai Kendali Pengisian Baterai Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin, dilaksanakan di Desa Bintang Asih, Kec. Tiga Juhar, Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara. Mulai 23 Agustus 2020 sampai selesai.

#### **3.2 Alat Dan Bahan**

Sebagai pendukung penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan yang di gunakan yaitu sebagai berikut:

##### **3.2.1 Alat**

Adaapun peralatan yang mendukung untuk pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. *Toolkit* Elektronika : Sebagai alat bantu perakitan sistem.
2. Perangkat Laptop : Sebagai alat bantu dalam perancangan sistem.
3. Software Proteus : Sebagai penampil simulasi dan alat rancangan awal pembuatan sistem
4. Software Arduino : Sebagai untuk pembuatan program pada rangkaian.
5. Solder : Untuk merekatkan komponen pada PCB
6. USB : Sebagai penghubung pengiriman data program dari software ke rangkaian.
7. Multimeter : Berfungsi sebagai alat ukur untuk mengecek kondisi rangkaian serta hasil dari rangkaian.
8. Gergaji Ukir : Untuk memotong papan PCB
9. Bor PCB : Berfungsi melubangi papan PCB

### 3.2.2 Bahan

Ada beberapa bahan-bahan yang diperlukan dalam perancangan *Voltage Booster* ini ialah sebagai berikut:

1. Arduino Nano : Berfungsi untuk pemberi input sinyal PWM.
2. LCD 16x2 : Sebagai penampil data yang di hasilkan oleh rangkaian.
3. Mosfet IRF954 : Digunakan sebagai saklar otomatis dan penguat gelombang pada rangkaian.
4. *Voltage Regulator* : Sebagai pengatur tegangan yang diterima dari *wind turbine*
5. *Heatsink* : Sebagai pendingin atau penyerap panas pada komponen.
6. Dioda 1N4007 : Sebagai pengatur arah arus listrik menjadi satu arah
7. PCB Board : Sebagai wadah untuk mengkonesikan sistem.
8. Resistor : Berfungsi sebagai pengatur masuknya arus listrik
9. Kapasitor : Sebagai filter gelombang pada rangkaian.
10. Induktor : Sebagai pembangkit induksi pada rangkaian.
11. *Voltage Divider* : Rangkaian sensor tegangan.
12. Terminal Block : Sebagai konektor pada rangkaian.
13. Kabel Jumper : Sebagai penghubung antara rangkaian dengan Mikrokontroler.
14. *Fuse DC* : Berfungsi sebagai pengaman antara *wind turbine* dengan rangkaian ketika terjadinya *short circuit*.
15. Baterai 12 VDC : Sebagai tempat penyimpanan electron-elektron

yang dihasilkan oleh pembangkit.

16. *Wind Turbine* : Berfungsi sebagai bahan yang dapat menghasilkan energi listrik

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan serangkaian proses-proses yang terjadi selama penelitian yang disusun secara urut dari tahap yang pertama sekali dilakukan sampai dengan tahap yang terakhir. Dengan prosedur penelitian, dapat ditentukan tujuan dan arah penelitian tugas akhir ini akan dilakukan.

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

#### 1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan langkah awal dalam memulai penelitian. Hal ini dilakukan agar rancangan yang diteliti tidak menyimpang terlalu jauh oleh teori yang digunakan. Adapun pengumpulan data diperoleh dari beberapa sumber seperti : jurnal, artikel, serta hasil observasi lapangan.

#### 2. Perancangan Sistem

Setelah hasil dari beberapa teori diperoleh, maka selanjutnya adalah merancang sistem. Didalam perancangan sistem dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Perancangan Simulasi (Proteus 7)
2. Perancangan Alat (*Hardware*)
3. Perancangan Program (*Software*/Arduino IDE)

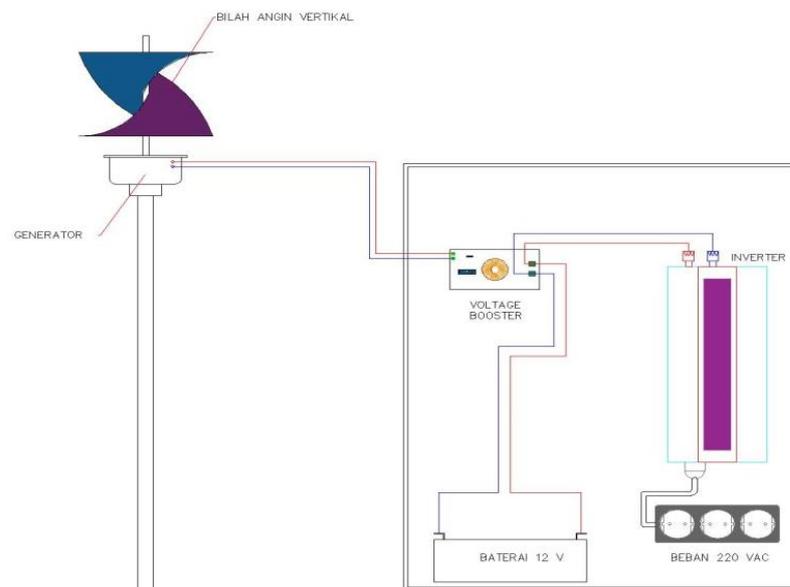
#### 3. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari kerja alat sesuai dengan teori, tujuan, serta keberlangsungan pemakaian alat yang diinginkan.

### 3.4 Perancangan Program

#### 3.4.1 Perancangan *Voltage Booster*

Adapun sistem yang nantinya diaplikasikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.1 Rangkaian Keseluruhan

Pada gambar diatas dapat dilihat letak *Voltage Booster* berada pada output dari generator yang berfungsi sebagai pengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Dikarenakan energi listrik yang dihasilkan generator tidak konstan sesuai dengan perputaran pada turbin yang ditentukan oleh kecepatan angin yang datang, maka *Voltage Booster* berfungsi sebagai pengatur tegangan yang masuk menjadi tegangan yang seimbang sesuai dengan yang diperlukan sehingga nantinya tegangan yang dialirkan ke baterai berupa tegangan tetap, sehingga tidak merusak baterai dan tentunya mempercepat pengisian baterai. Setelah tegangan stabil, kemudian tegangan juga dialirkan ke *inverter* untuk diubah menjadi tegangan AC

sehingga dapat digunakan pada beban beban seperti resistif, induktif, dan kapasitif.

### 3.4.2 Parameter Perhitungan *Voltage Booster*

Pada perancangan *voltage booster* dijelaskan mengenai perhitungan komponen *voltage booster* dan rangkaian *voltage booster* secara keseluruhan sesuai dengan tabel di bawah ini:

Tabel 3.1 Parameter perhitungan *Voltage Booster*

Parameter	Nilai	Satuan
P (daya)	40,2	Watt
$V_{input}$ (tegangan <i>input</i> minimal)	4,33	Volt
$V_{input}$ (tegangan <i>input</i> maksimal)	11,82	Volt
$V_{output}$ (tegangan <i>output</i> yang diinginkan)	13,4	Volt
<i>Ripple</i> Tegangan <i>Output</i>	2	%
<i>Ripple</i> Arus <i>Inductor</i>	5	%
$I_{output}$	3	A
Rbeban	22	$\Omega$
Frekuensi <i>Switching</i>	15	kHz

1. Menentukan nilai *duty cycle*

$$D = \frac{V_{out}}{\Delta V_{in}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana,  $V_{out}$  = Tegangan *Output* (V)

$\Delta V_{in}$  = Tegangan *Input* total (V)

$D$  = *Duty Cycle* (Hz)

2. Menentukan nilai *inductor*

$$L = \frac{V_i \times D}{\Delta I_L \times \Delta V_o \times f_{sw}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana,  $L$  = Induktansi (H)

$V_i$  = Tegangan *Input* (V)

$D = \text{Duty Cycle (Hz)}$

$\Delta IL = \text{Arus total (A)}$

$\Delta V_0 = \text{Riak tegangan output (V)}$

$f_{sw} = \text{Frekuensi Switching (Hz)}$

3. Menentukan nilai kapasitif (C)

$$C = \frac{V_o \times (1-D)}{L \times \Delta V_o \times f_{sw}^2} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana, C = Kapasitansi (F)

L = Induktansi (H)

$V_i = \text{Tegangan Input (V)}$

$D = \text{Duty Cycle (Hz)}$

$\Delta IL = \text{Arus total (A)}$

$\Delta V_0 = \text{Riak tegangan output (V)}$

$f_{sw} = \text{Frekuensi Switching (Hz)}$

4. Menentukan ukuran diameter kawat

$$IL = IR = \frac{V_o}{R} \dots\dots\dots (3.4)$$

5. Menentukan jumlah lilitan

$$n = 100\sqrt{\frac{L}{AL}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana, n = Lilitan

L = Induktansi (H)

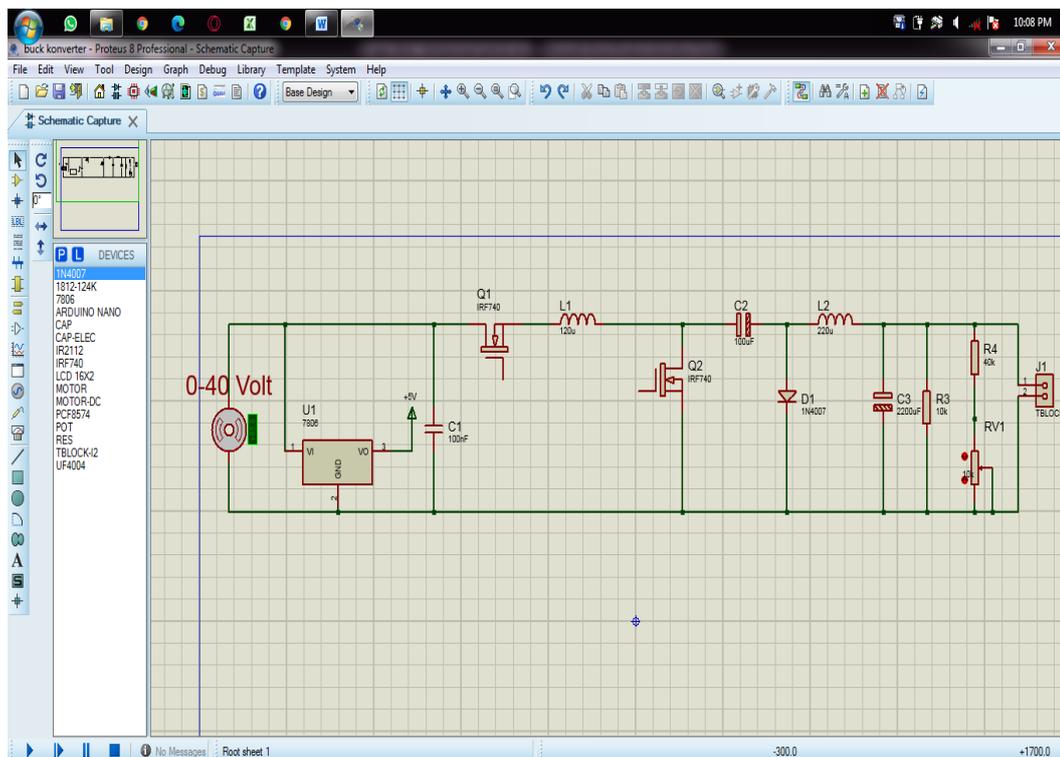
AL = Permeabilitas Inti Ferrite

### 3.4.3 Perancangan Simulasi *Voltage Booster*

Ditahapan ini ialah melakukan perencanaan rangkaian dengan cara menggunakan perangkat lunak (*Software*). Adapun perangkat yang digunakan ialah antara lain: *Arduino.ide* dan *Proteus 8*. Langkah pertama ialah melakukan penginstalan seluruh software pada perangkat komputer yang digunakan.

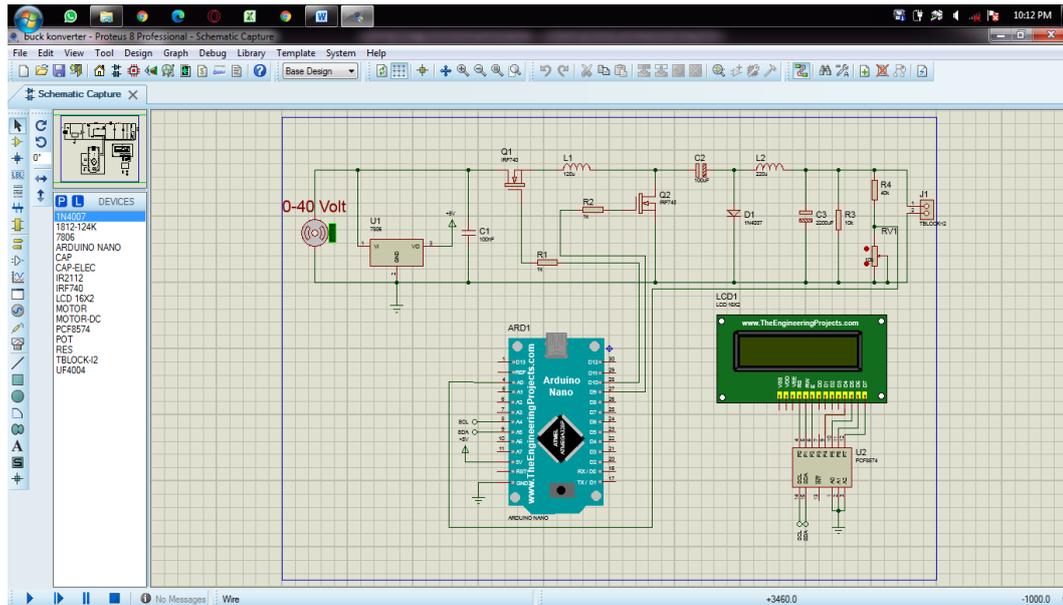
Berikut ialah tahapan-tahapan sismulasi *Voltage Booster* menggunakan *software* Proteus.

- a) Tahap pertama ialah membuat rancangan rangkaian *Boost Converter* atau *Voltage Booster* menggunakan *Proteus 8*.



Gambar 3.2 Perencanaan Rangkaian *Voltage Booster* dengan *Software* Proteus

- b) Tahapan selanjutnya ialah melakukan perencanaan rangkaian menggunakan *mikrokontroller* dan juga sensor-sensor.



Gambar 3.3 Perencanaan Rangkaian dengan *mikrokontroler*

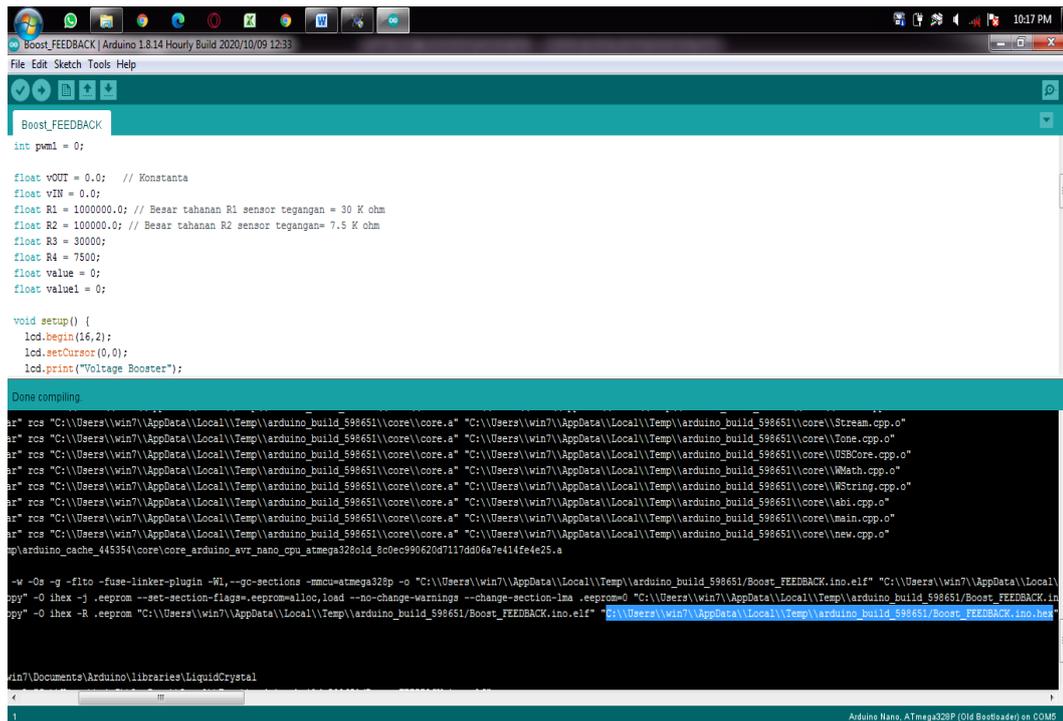
- c) Tahapan ketiga ialah proses *coding* menggunakan *software Arduino.ide* bertujuan agar dapat mensimulasikan rangkaian pada *software Proteus*.

```

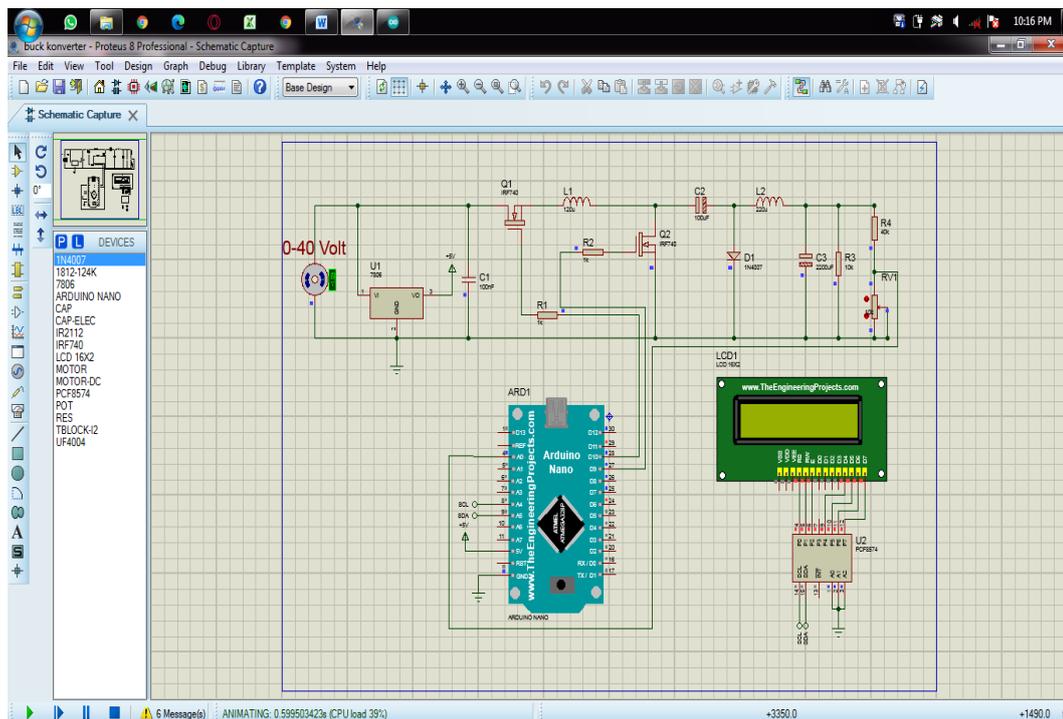
#include <TTY.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PWM.h>
#define BACKLIGHT_PIN 13
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 20, 4);
int32_t frequency1 = 15000;
int32_t frequency2 = 15000;
int pwm1; // buck pwm
int pwm2; // boost pwm
int cnt;
void setup()
{
  // Set off LCD module
  lcd.begin (); // 20 x 4 LCD module
  lcd.backlight(); // BL, BL_POL
  lcd.setBacklight(HIGH);
  //Mengatur Frekuensi PWM
  InitTimesafe();
  SetPinFrequencySafe(9, frequency1);
  SetPinFrequencySafe(10, frequency2);
  pinMode ( BACKLIGHT_PIN, OUTPUT );
  lcd.begin ();
  digitalWrite ( BACKLIGHT_PIN, HIGH );
  pwmWrite(9,pwm1);
  pwmWrite(10,pwm2);
  pwm1=250;//BUCK
  }
  
```

Gambar 3.4 Perencanaan Program

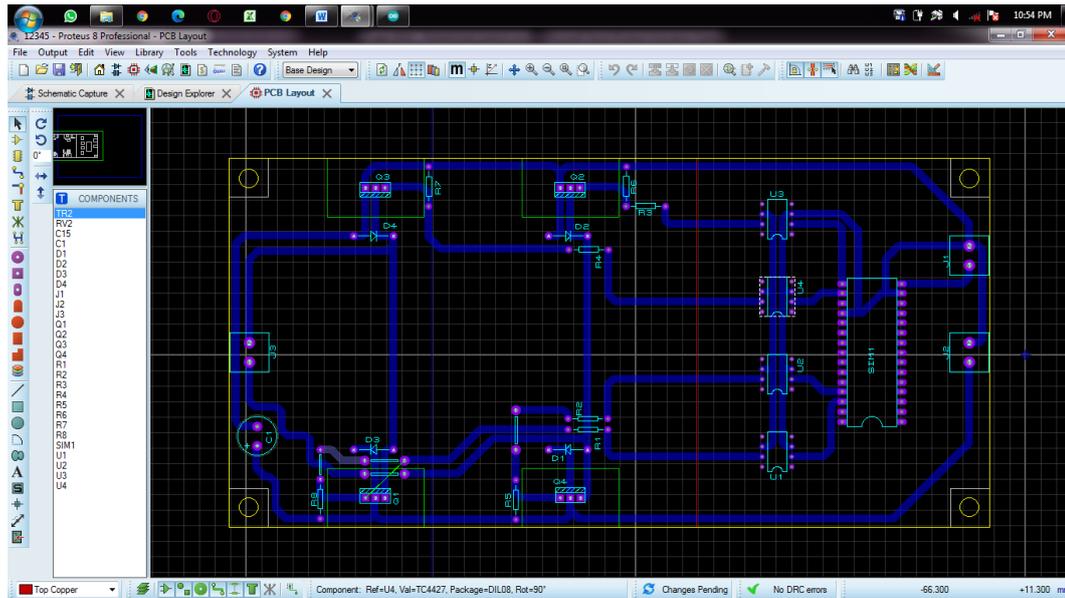
- d) Tahapan berikutnya ialah mensimulasikan rangkaian menggunakan *software*, apakah rangkaian berfungsi dengan baik dan sesuai.



Gambar 3.5 Verify Program

Gambar 3.6 Simulasi rangkaian menggunakan *software Proteus*.

- e) Langkah kelima adalah perencanaan rangkaian dengan cara mengekstrak rangkaian yang telah di desain ke papan PCB Layout.



Gambar 3.7 Perencanaan PCB Layout Rangkaian *Voltage Booster*

### 3.4.4 Perancangan Perangkat Rangkaian *Voltage Booster*

Perancangan ini ialah tahapan perencanaan keseluruhan rangkaian yang di gabung menjadi satu. Tahap ini bertujuan agar alat (*Voltage Booster*) yang dirancang dapat diterapkan. Pada langkah ini bahan-bahan yang digunakan harus sesuai dengan yang diperlukan, dimana hal tersebut agar tidak terjadi kesalahan di rangkaian.

#### 1. Menentukan Komponen-Komponen

Menentukan komponen agar alat yang di rangkaian dapat bekerja maksimal dan sesuai. Yang mana kompoen yang digunakan harus dicek dan sesuai.

#### 2. Penempatan Komponen-Komponen

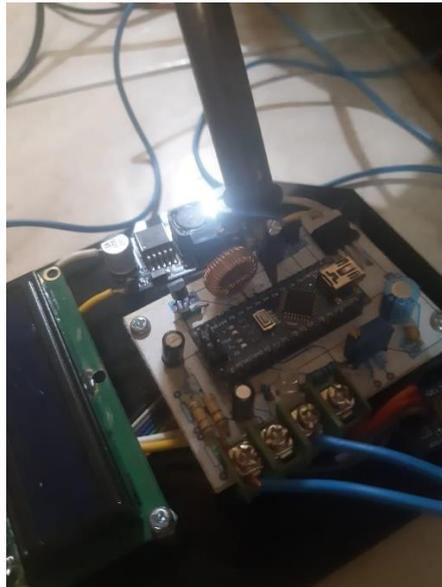
Penempatan komponen dilakukan agar desain dan bentuk pada alat sesuai dengan yang diinginkan dapat terstruktur dengan baik sehingga nantinya pada proses pengoneksian dapat terarah serta memberikan ruang untuk penempatan kabel. Penempatan komponen yang baik juga berfungsi untuk kemudahan

dalam melakukan pengoperasian pada alat jika terjadi *error* atau *crash* pada sistem.

### 3. Perakitan dan Pengoneksian Komponen

Pada tahapan ini ialah melakukan pengoneksian dan perakitan komponen dimana, tahapan awal yang dilakukan ialah meletakkan semua komponen pada jalur rangkian yang ada pada PCB sesuai dengan marking yang telah dibuat. Selanjutnya melebur timah dengan menggunakan solder dimana bertujuan agar komponen merekat pada jalur tembaga papan PCB.

Setelah semua komponen terpasang langkah selanjutnya melakukan pengecekan pada tiap lajur komponen apakah terjadi short atau tidak.



Gambar 3. 8 Proses penyolderan komponen

### 4. Uplod Program

Setelah semua jalur rangkaian dipastikan aman, berikutnya melakukan upload program yang telah dibuat menggunakan *software* Arduino IDE.

### 5. Pengujian Alat

### 3.5 Pengujian Alat

Tahapan pengujian alat dilakukan dengan beberapa tahap antara lain:

#### 3.5.1. Rangkaian Arduino dengan LCD

Pada pengujian ini melihat tampilan pada LCD apakah sudah sesuai dengan intruksi program yang telah dibuat yaitu menampilkan nilai input dan output.



Gambar 3. 9 Pengujian rangkaian Arduino dengan LCD

#### 3.5.2. Rangkaian *buck-boost* dengan Arduino

Rangkaian *buck-boost* terdiri dari beberapa komponen penyusun antara lain kapasitor, induktor, diode, serta transistor. Setiap komponen ini harus ada pada rangkaian *buck* maupun *boost* agar didapat fungsi yaitu untuk menurunkan tegangan maupun menaikkan tegangan. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur input dan output pada alat penelitian.



Gambar 3. 10 Proses pengujian rangkaian *buck-boost*

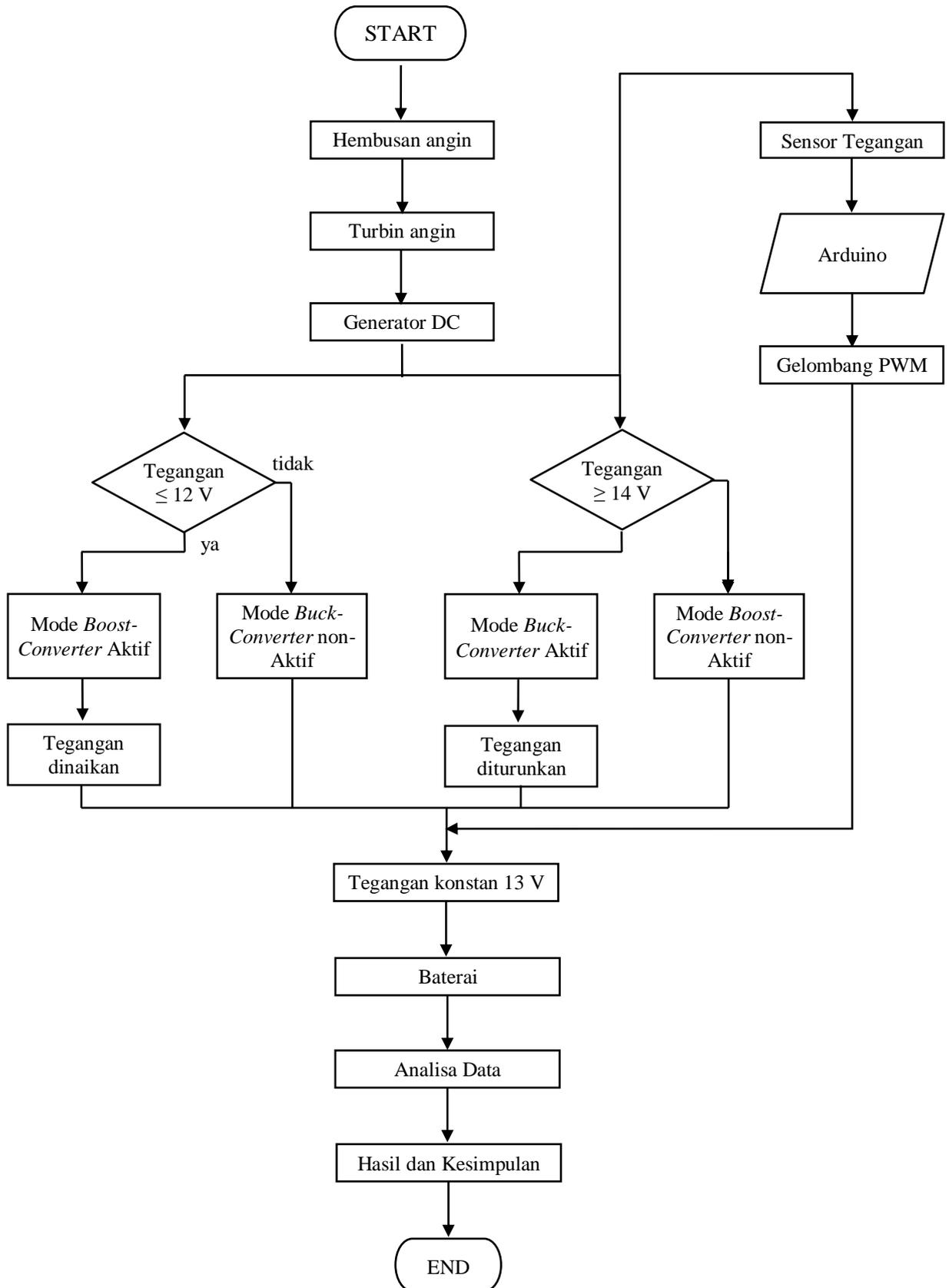
### 3.5.3. Rangkaian Arduino dengan sensor tegangan

Pada pengujian tahap ini, dilakukan dengan menggunakan multimeter sebagai alat ukur pengkalibrasinya. Pada gambar 3.9 ditunjukkan bahwa tegangan input dan output dapat terbaca oleh Arduino yang artinya rangkaian berjalan dengan normal.



Gambar 3. 11 Proses kalibrasi sensor tegangan

### 3.6 Flowchart Sistem Voltage Booster



Gambar 3. 12 Flowchart sistem *voltage booster*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN ANALISA**

Pada bab ini, akan dibahas mengenai hasil dari pengujian yang telah dilakukan. Hasil data dari pengujian akan dikalkulasikan berdasarkan kebutuhan dari penelitian. Setiap parameter yang muncul akan dicatat dan hitung sesuai dengan metode yang digunakan.

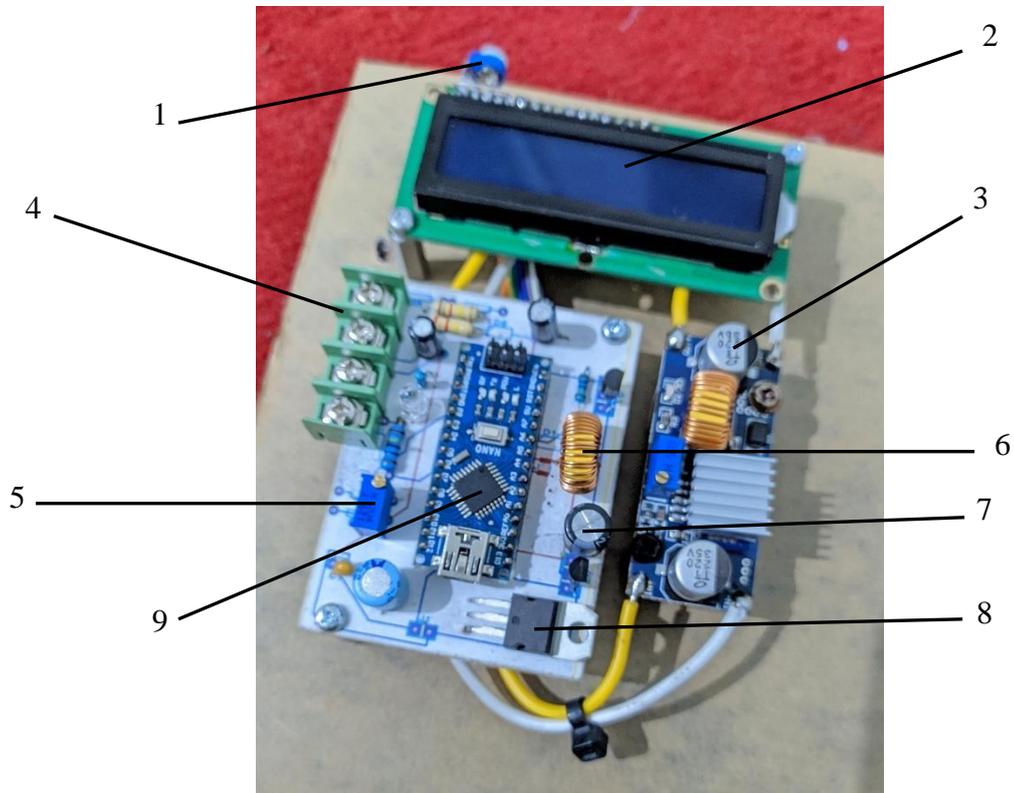
Adapun metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem yang telah dibuat. Hasil keluaran dari hasil pengujian dan pengamatan dapat berupa tabel dan gambar grafik.

#### **4.1. Hasil Perancangan Alat**

Adapun rancangan alat pada penelitian ini merupakan modifikasi dari sistem SCC (*Solar Charge Controller*) dimana menerapkan sistem gelombang PWM (*Pulse Wave Modulation*) sebagai pembangkit sistem *buck* maupun *boost* untuk dapat menurunkan dan menaikkan tegangannya.

Kekurangan sistem pembangkit menggunakan tenaga angin ialah pada putaran rotor nya yang tidak konstan, dengan artian karena hembusan angin setiap menit nya memiliki debit yang berbeda. Untuk daerah persawahan khususnya, debit hembusan angin juga bergantung pada kondisi cuaca yang ada. Pada kondisi hembusan angin tinggi maka putaran bilah juga otomatis akan semakin cepat berputar begitu juga dengan generator yang terhubung dengan as rotor bilah sehingga tegangan yang dapat dibangkitkan akan semakin besar. Namun permasalahan lain timbul ketika hembusan angin rendah, yang artinya putaran bilah juga semakin rendah menyebabkan tegangan yang dibangkitkan generator semakin kecil.

Berikut hasil dari perancangan alat *voltage booster* yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 1 Hasil rancangan *Voltage booster*

Adapun penjelasan dari tiap komponen dan fungsinya adalah sebagai berikut:

1. Trimpot, berfungsi sebagai pengatur kecerahan layer LCD.
2. LCD, berfungsi sebagai *interface* data analog yang terbaca oleh Arduino.
3. Konverter, berfungsi sebagai suplai tegangan untuk Arduino.
4. Terminal block, sebagai konektor antara rangkaian dengan input maupun output.
5. Potensiometer, untuk mengatur nilai tegangan keluaran yang akan dihasilkan oleh alat penelitian.
6. Induktor, sebagai komponen yang berfungsi membangkitkan induksi.
7. Kapasitor, untuk memfiltrasi hasil induksi tegangan dari inductor.

8. IC 7809, sebagai regulator tegangan 9 volt DC.
9. Arduino, berfungsi sebagai kontrol utama untuk membangkitkan gelombang PWM.

#### 4.2. Hasil Parameter Perhitungan

Dalam perancangan *Voltage booster* terdapat beberapa hal yang harus diperhitungkan agar didapat hasil sesuai dengan kebutuhan penelitian antara lain:

1. Hasil perhitungan nilai *duty cycle*

$$D = \frac{V_{out}}{\Delta V_{in}}$$

$$D = \frac{13,4}{(4,33 + 11,82)/2}$$

$$D = \frac{13,4}{8,1}$$

$$D = 1,65 \text{ Hz}$$

Maka, diperoleh nilai *duty cycle* sebesar 1,65 Hz.

2. Menentukan nilai inductor

$$L = \frac{1}{f_{sw}} \times (V_o - \Delta V_i) \times \frac{V_o}{\Delta V_i} \times \frac{1}{D}$$

$$L = \frac{1}{f_{sw}} \times (V_o - \Delta V_i) \times \frac{V_o}{\Delta V_i} \times \frac{1}{D}$$

$$L = \frac{1}{15000} \times (13,4 - 8,1) \times \frac{13,4}{8,1} \times \frac{1}{1,65}$$

$$L = 354 \mu\text{H}$$

Maka, diperoleh nilai induktansi sebesar 354 uH.

3. Menentukan nilai kapasitansi (C)

$$C = \frac{V_o \times (1 + D)}{L \times \Delta V_o \times f_{sw}^2}$$

$$\Delta V_o = r \times V_o = 2\% \times 13,4 = 0,26V$$

$$\Delta IL = 5\% \times 3 = 0,15A$$

$$C = \frac{13,4 \times (1 + 1,65)}{354 \times 0,26 \times 15000^2}$$

$$C = \frac{35,51}{2761200}$$

$$C = 35,4 \text{ uF}$$

Maka, besar nilai kapasitansi ialah 35,4 uF

4. Menentukan ukuran diameter kawat

$$IL = \frac{V_o}{R}$$

$$IL = \frac{13,4}{22 \Omega}$$

$$IL = 0.6A$$

Maka besar diameter kawat adalah 0,75 mm<sup>2</sup>.

5. Menentukan jumlah lilitan

$$n = 100\sqrt{\frac{L}{AL}}$$

$$n = 100\sqrt{\frac{354}{5,19}}$$

$$n = 100\sqrt{68,2}$$

$$n = 100 \times 8,25$$

$$n = 826 \text{ lilitan}$$

Maka, jumlah lilitan kawat ialah sebanyak 826 lilitan.

### 4.3. Hasil Pengujian Alat

Dari pengujian yang dilakukan pada langkah sebelumnya, didapatkan hasil sebagai berikut:

#### 4.3.1. Hasil pengujian tanpa menggunakan *voltage booster*

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kondisi antara pengujian tanpa menggunakan *voltage booster* maupun menggunakan *voltage booster*. Hal yang harus diperhatikan adalah Ketika generator dihubungkan langsung ke baterai maka kondisi ini akan menyebabkan baterai kehilangan kapasitas listrik nya oleh sebab karena tegangan pada baterai akan mengalir melalui coil generator.

Untuk itu, dipasang satu buah diode untuk dapat mengunci tegangan pada baterai agar tidak mengalir coil generator. Pengujian diawali dengan cara menghubungkan langsung generator dengan baterai, pada kabel konektor positif generator dan baterai disisipkan diode untuk mencegah adanya tegangan balik. Pada saat pengujian kondisi baterai berada pada tegangan 10 volt. Sehingga didapat hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil pengujian tanpa *voltage booster*

No.	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)
1	3 – 4	10.2
2	4 – 5	10.2
3	5 – 6	10.2
4	6 – 7	10.2
5	7 – 8	10.2
6	8 – 10	10.2

No.	Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)
7	10 - 11	10.8
8	11 - 12	11.4
9	12 - 13	12.7
10	13 - 14	13.5
11	14	13.8

Berdasarkan hasil pengujian diatas, penyebab tegangan input dibawah 10 volt tidak akan dapat mengisi baterai dengan tegangan 10 volt disebabkan karena arus hanya dapat mengalir apabila terdapat beda potensial atau dengan kata lain baterai hanya dapat terisi apabila tegangan pada baterai lebih rendah disbanding tegangan suplai. Maka, Ketika tegangan generator berada di bawah tegangan baterai maka tegangan generator tidak akan dapat mengisi baterai. Pada tegangan output yang tetap konstan 10 volt Ketika tegangan generator berada di bawah 10 volt terjadi karena adanya penambahan diode sebagai anti tegangan baliknya.

Selanjutnya, tegangan input dari generator perlahan meningkat sesuai dengan terisinya baterai.

#### **4.3.2. Hasil pengujian menggunakan *voltage booster***

Pada pengujian awal, dilakukan dengan menggunakan input tegangan dibawah batas minimum yaitu ketika putaran pada generator berada dikecepatan minimum diantara 120 rpm-150rpm. Tentunya hal tersebut bergantung juga terhadap intensitas kecepatan hembusan angin yang mendorong turbin untuk bergerak. Karena intensitas kecepatan angin yang sulit untuk berada pada kondisi konstan maka, sangat sulit dilakukan pengamatan secara berurut.

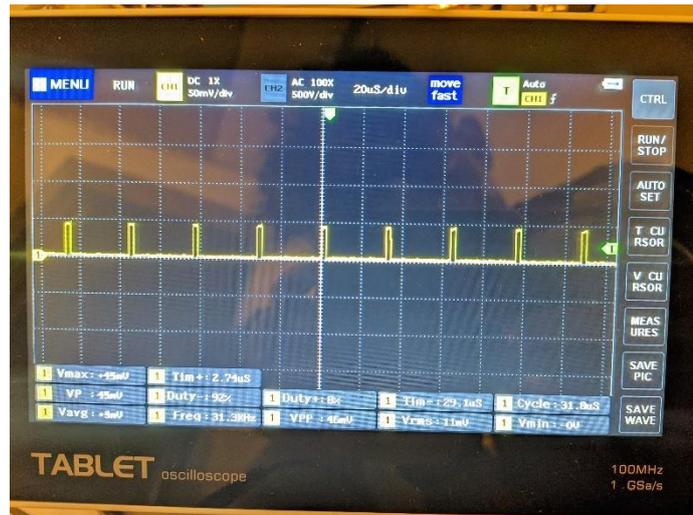
Pada penelitian ini, alat penelitian dipasang pada panel kontrol PLTB dimana berada pada dinding sebelah kanan mushola. Selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengujian pada alat penelitian dengan cara menghubungkan dengan turbin dan generator. Pada pengamatan ini sangat sulit dilakukan karena intensitas dari hembusan angin yang bervariasi. Oleh karena itu, dilakukan tahap demi tahap sehingga didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran di bawah tegangan minimum

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	2.2	V
Vout	2.3	V
V/div	50	mV
T/div	20	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	1.6	kotak



Gambar 4. 2 Hasil pengujian tegangan di bawahtegangan minimum



Gambar 4. 3 Hasil pengujian gelombang pwm dibawah tegangan minimum

Maka, hasilnya diperoleh:

1.  $V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

2.  $V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

3.  $V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. \quad T = \text{Panjang Gelombang} \times T/\text{div}$$

$$T = 1,6 \times 0,00002$$

$$T = 0,000032 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,000032$$

$$F = 31.250 \text{ Hz}$$

$$F = 31,25 \text{ kHz}$$

Berdasarkan pengujian di atas, frekuensi yang dihasilkan besar namun tegangan outputnya tidak dapat dinaikan. Karena tegangan inputnya terlalu kecil yaitu sebesar 2 volt, namun frekuensi yang timbul sangat rapat sebesar 31,25 kHz.

#### 4.3.3. Hasil Pengujian pada *range* tegangan kerja

Pada pengujian ini, dilakukan pada range tegangan kerja yaitu antara 4,1 volt hingga 10,2 volt. Pengujian awal pada tahap ini dilakukan dengan mengamati tegangan pada nilai 4,1 volt sebagai berikut:

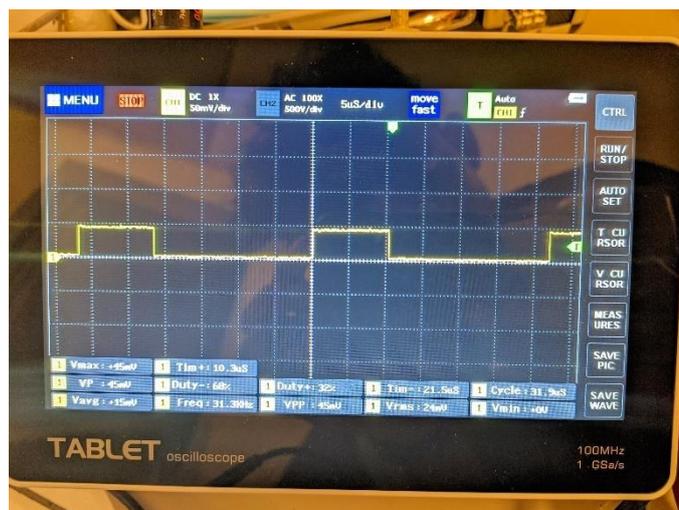
a) Tegangan input 4,1 Volt

Tabel 4. 3 Pengujian pada *input* 4,1 Volt

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	4,1	V
Vout	13,4	V
V/div	50	mV
T/div	5	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	6,5	kotak



Gambar 4. 4 Nilai tegangan input dan output pada tegangan kerja



Gambar 4. 5 Gelombang PWM pada osiloskop

Maka, hasilnya diperoleh:

$$1. V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

$$2. \quad V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

$$3. \quad V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. \quad T = \text{Panjang Gelombang} \times T/\text{div}$$

$$T = 6,5 \times 0,000005$$

$$T = 0,0000325 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,0000325$$

$$F = 30.769 \text{ Hz}$$

$$F = 30,8 \text{ kHz}$$

Ketika pengujian dilakukan pada range tegangan 4 volt, maka tegangan dapat dinaikan menjadi 13 volt dengan besar frekuensi yang semakin kecil sebesar 30,87 kHz akan tetapi dengan tegangan efisiensi yang sama besar.

b) Tegangan input 5,0 Volt

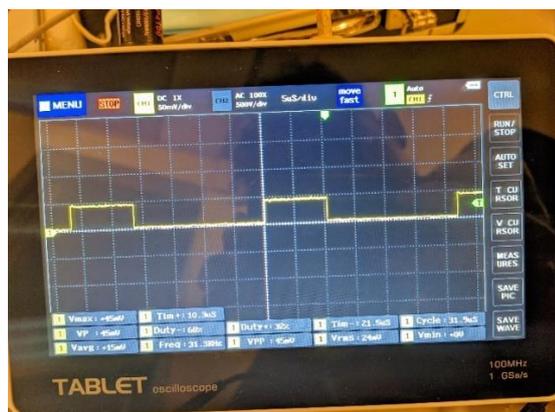
Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap alat penelitian dengan input tegangan sebesar 5,0 Volt. Dimana didapatkan nilai parameter seperti berikut ini:

Tabel 4. 4 Nilai Parameter tegangan

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	5	V
Vout	13.4	V
V/div	50	mV
T/div	5	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	6.7	kotak



Gambar 4. 6 Nilai tegangan input dan output



Gambar 4. 7 Gelombang PWM pada osciloscop

Maka, hasilnya diperoleh:

$$1. \quad V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

$$2. \quad V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

$$3. \quad V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. \quad T = \text{Panjang Gelombang} \times T/div$$

$$T = 6,7 \times 0,000005$$

$$T = 0,0000335 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,0000325$$

$$F = 29.850 \text{ Hz}$$

$$F = 29,85 \text{ kHz}$$

Pengujian pada range tegangan 5 volt mendapatkan hasil tegangan dapat dinaikan menjadi 13 volt dengan besar frekuensi yang semakin kecil sebesar

29,85 kHz berkurang 1 kHz akan tetapi dengan tegangan efisiensi yang sama besar.

c) Tegangan input 6 volt

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap alat penelitian dengan input tegangan sebesar 6 Volt. Dimana didapatkan nilai parameter seperti berikut ini:

Tabel 4. 5 Nilai parameter pengujian

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	6	V
Vout	13.4	V
V/div	50	mV
T/div	20	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	7.1	kotak



Gambar 4. 8 Nilai tegangan input dan output



Gambar 4. 9 Gelombang PWM pada osciloscop

Maka, hasilnya diperoleh:

$$1. V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

$$2. V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

$$3. V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. \quad T = \text{Panjang Gelombang} \times T/\text{div}$$

$$T = 7,1 \times 0,000005$$

$$T = 0,0000355 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,0000355$$

$$F = 28.169 \text{ Hz}$$

$$F = 28,17 \text{ kHz}$$

Ketika pengujian dilakukan pada range tegangan 6 volt, maka tegangan dapat dinaikan menjadi 13 volt dengan besar frekuensi yang semakin kecil sebesar 28,17 kHz akan tetapi dengan tegangan efisiensi yang sama besar.

d) Tegangan input 8 volt

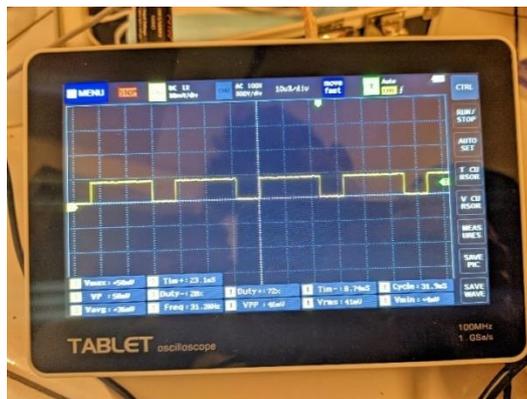
Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap alat penelitian dengan input tegangan sebesar 8 Volt. Dimana didapatkan nilai parameter seperti berikut ini:

Tabel 4. 6 Nilai parameter pengujian

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	8	V
Vout	13.4	V
V/div	50	mV
T/div	10	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	4.4	kotak



Gambar 4. 10 Nilai tegangan input dan output



Gambar 4. 11 Gelombang PWM pada osciloscop

Maka, hasilnya diperoleh:

$$1. V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

$$2. V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

$$3. \quad V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. \quad T = \text{Panjang Gelombang} \times T/\text{div}$$

$$T = 4,4 \times 0,00001$$

$$T = 0,000044 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,000044$$

$$F = 22.727 \text{ Hz}$$

$$F = 22,72 \text{ kHz}$$

Ketika pengujian dilakukan pada range tegangan 8 volt, maka tegangan dapat dinaikan menjadi 13 volt dengan besar frekuensi yang semakin kecil sebesar 22,72 kHz akan tetapi dengan tegangan efisiensi yang sama besar.

e) Tegangan input 10 volt

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap alat penelitian dengan input tegangan sebesar 10 Volt. Dimana didapatkan nilai parameter seperti berikut ini:

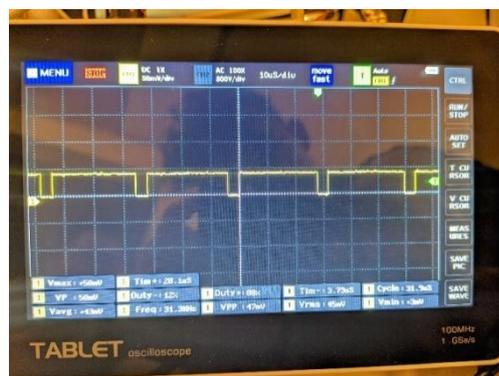
tabel 4. 7 Nilai parameter pengujian

tabel 4. 8 Nilai parameter pengujian

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	10.2	V
Vout	13.4	V
V/div	50	mV
T/div	10	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	5.8	kotak



Gambar 4. 12 Nilai tegangan input dan output



Gambar 4. 13 Gelombang PWM pada osciloscop

Maka, hasilnya diperoleh:

$$1. \quad V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

$$2. \quad V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

$$3. \quad V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. \quad T = \text{Panjang Gelombang} \times T/div$$

$$T = 5,8 \times 0,00001$$

$$T = 0,000058 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,000044$$

$$F = 17.241 \text{ Hz}$$

$$F = 17,24 \text{ kHz}$$

Ketika pengujian dilakukan pada range tegangan 10 volt, maka tegangan dapat dinaikan menjadi 13 volt dengan besar frekuensi yang semakin kecil sebesar 17,24 kHz akan tetapi dengan tegangan efisiensi yang sama besar.

f) Tegangan input 11 volt

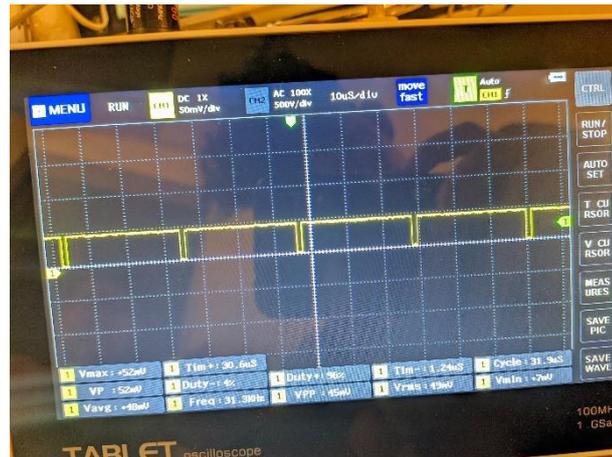
Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap alat penelitian dengan input tegangan sebesar 11 Volt. Dimana didapatkan nilai parameter seperti berikut ini:

Tabel 4. 9 Nilai parameter pengujian

Parameter	Nilai	Satuan
Vin	11	V
Vout	13.4	V
V/div	50	mV
T/div	10	uS
Tinggi gelombang	0.9	kotak
Panjang gelombang	6.9	kotak



Gambar 4. 14 Nilai tegangan input dan output



Gambar 4. 15 Gelombang PWM pada osciloscop

Maka, hasilnya diperoleh:

$$1. V_{pp} = \frac{V}{div} \times \text{tinggi gelombang}$$

$$V_{pp} = 0,05 \times 0,9$$

$$V_{pp} = 0,045 \text{ V}$$

$$2. V_{max} = 0,5 \times V_{pp}$$

$$V_{max} = 0,5 \times 0,045$$

$$V_{max} = 0,0225 \text{ V}$$

$$3. V_{eff} = V_{max} / \sqrt{2}$$

$$V_{eff} = \frac{0,0225}{1,41}$$

$$V_{eff} = 0,016 \text{ V}$$

$$4. T = \text{Panjang Gelombang} \times T/div$$

$$T = 6,9 \times 0,00001$$

$$T = 0,000069 \text{ S}$$

$$5. \quad F = 1/T$$

$$F = 1/0,000069$$

$$F = 14.492 \text{ Hz}$$

$$F = 14,5 \text{ kHz}$$

Ketika pengujian dilakukan pada range tegangan 11 volt, maka tegangan dapat dinaikan menjadi 13 volt dengan besar frekuensi yang semakin kecil sebesar 14,5 kHz akan tetapi dengan tegangan efisiensi yang sama besar.

#### 4.3.4. Hasil Pengujian keseluruhan

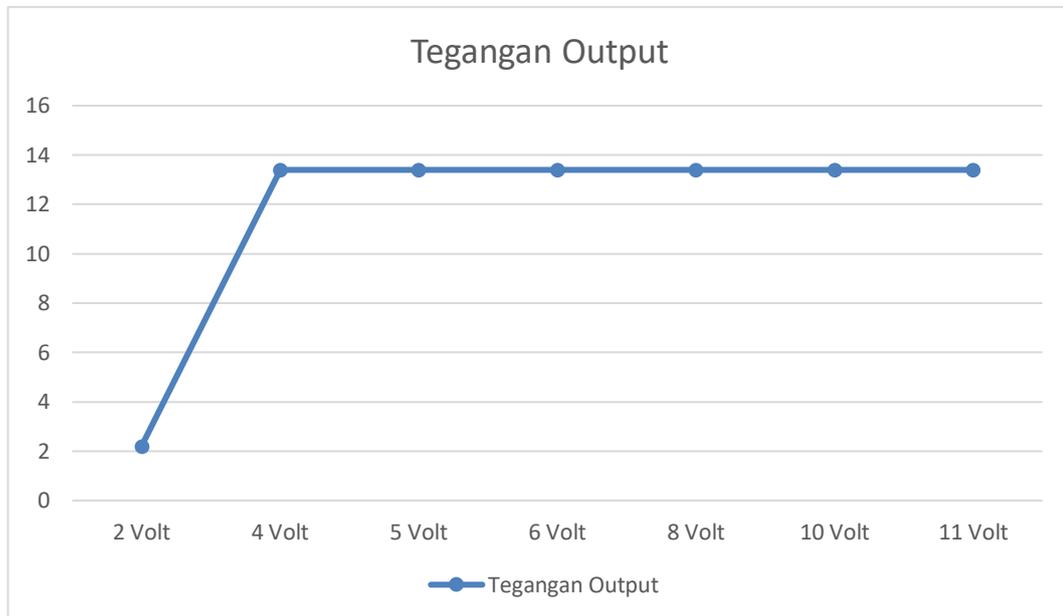
Tahap terakhir ialah merangkum keseluruhan nilai yang telah dilakukan pengujian, untuk kemudian dijadikan sebagai bahan pertimbangan agar mendapatkan kesimpulan yang diperlukan dalam proses penelitian. Semua keseluruhan nilai parameter yang muncul untuk kemudian dipilah menjadi beberapa bagian seperti *chart*, tabel, dan sebagainya. Berikut ialah nilai keseluruhan yang telah dilakukan pengujian:

Tabel 4. 10 Nilai parameter keseluruhan

No	Pengujian pada tegangan (V)	Tegangan (V)			Frekuensi (kHz)
		Input	Output	Effektif	
1	2	2,2	2,3	0,016	31,25
2	4	4,1	13,4	0,016	30,8
3	5	5,0	13,4	0,016	29,85
4	6	6,0	13,4	0,016	28,17
5	8	8,0	13,4	0,016	22,72
6	10	10,2	13,4	0,016	17,24
7	11	11,6	13,4	0,016	14,5

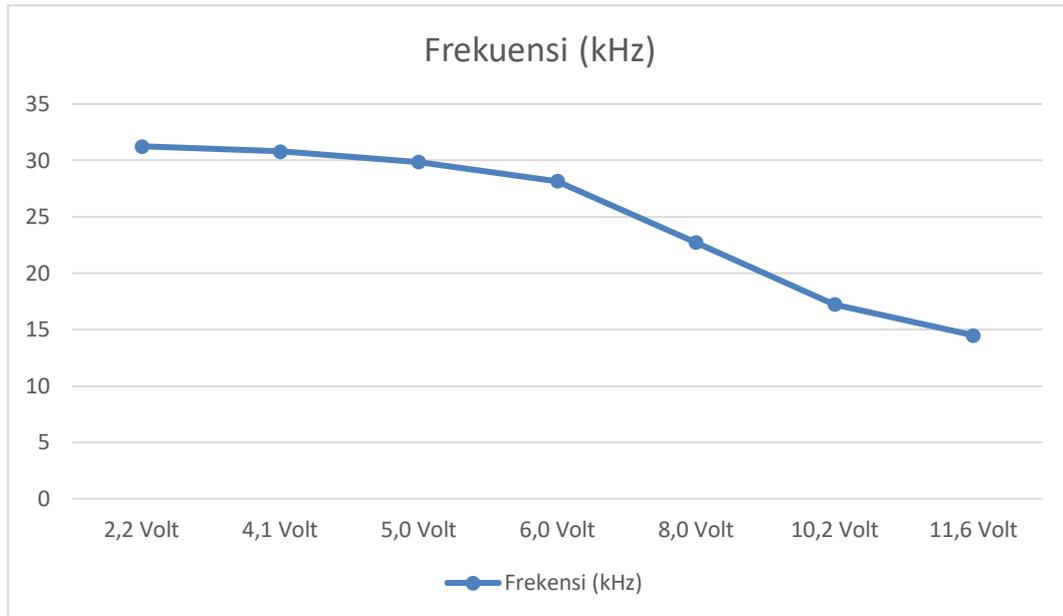
Setelah merangkum nilai parameter ke dalam satu tabel seperti di atas, langkah berikutnya menjadikan keseluruhan nilai menjadi grafik dengan tujuan

melihat kinerja sistem dalam penelitian. Adapun gambar grafik tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. 16 Grafik perbandingan antara tegangan input dan tegangan output

Pada gambar grafik di atas, dijelaskan perbandingan antara tegangan input dan tegangan output yang dihasilkan oleh *Voltage booster*, dimana pada tegangan input dibawah 4 volt, tegangan tidak dapat di naikan dikarenakan kemampuan dari sistem *boost* hanya mampu menaikkan tegangan 3 kali dari dari tegangan inputnya. Dengan kata lain jika menginginkan tegangan output sebesar 12 volt, maka tegangan nominal input nya ialah sebesar 4 volt.



Gambar 4. 17 Grafik perbandingan tegangan input terhadap frekuensi *Voltage Booster*

Berdasarkan gambar grafik di atas, terlihat bahwa semakin tinggi tegangan input yang diberikan maka semakin kecil nilai gelombang pwm yang dihasilkan oleh Arduino. Dengan kata lain, frekuensi berbanding terbalik dengan tegangan inputnya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

1. Dari hasil perhitungan perancangan *voltage booster* menggunakan duty cycle 1,65Hz, inductor 454uF, kapasitansi 35,4uF, diameter kawat 0,6A,dan lilitan 826 lilitan.
2. Berdasarkan hasil pengujian tanpa menggunakan *voltage booster* tenggan di bawah 10volt tidak dapat melakukan pengisian pada baterai, sedangkan pengujian menggunakan *voltage boster* pada tenggan dibawah 4volt tegangan tidak dapat dinaikan karena sitem boost hanya mampu menaikkan tegangan 3 kali dari tenggan inputnya.

#### **5.2. Saran**

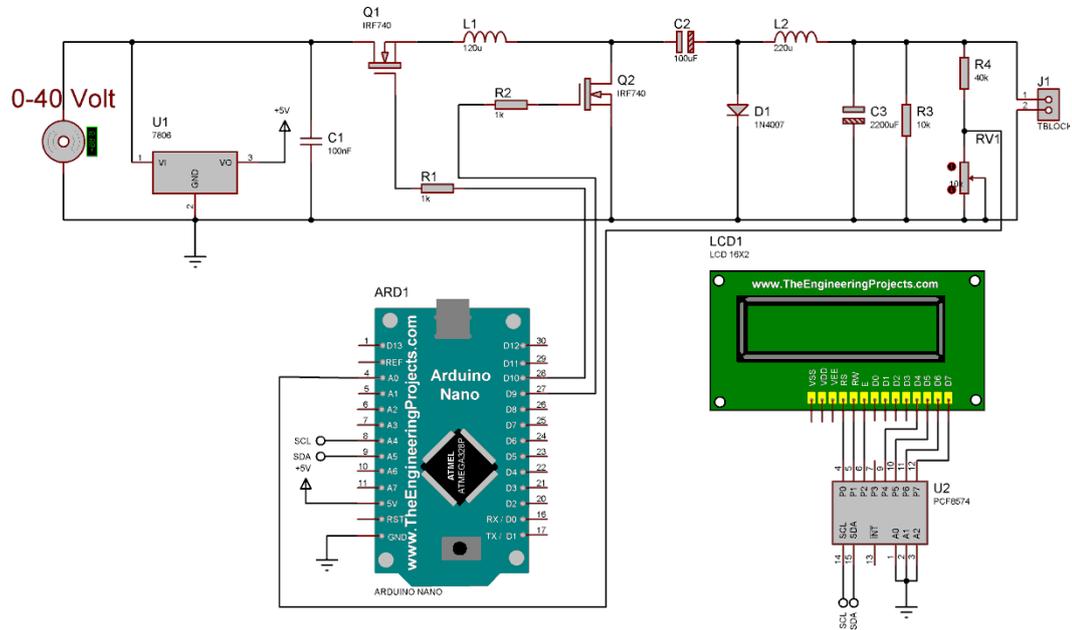
1. Sebaiknya digunakan alat ukur yang memiliki spesifikasi data logging dengan tujuan agar didapatkan data input, output, maupun frekuensi yang lebih bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvita, Musviratu, and Siti Saodah. 2013. "Perancangan Dan Simulasi Chopper Buck Boost Pada Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin." *Jurnal Reka Elkomika* 1(3): 245–56.
- Arief, Muhammad Fadli, and Akhmad Musafa. 2019. "Perancangan Sistem Mppt Untuk Dua Turbin Angin Kapasitas 300 Watt Pada Kondisi Kecepatan Angin Rendah Menggunakan Metode Perturb & Observe (P&O)." *Jurnal Maestro* 2(2): 447–54.
- Esculenta, Mira, Eko Hendry, and Arif Rochman. 2020. "Analisis Stabilitas Tegangan Pengisian Baterai Terhadap Putaran Kincir Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin." 10(1): 57–61.
- Fachri, Muhammad Rizal, Ira Devi Sara, and Yuwaldi Away. 2015. "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino Secara Real Time." *Jurnal Rekayasa Elektrika* 11(4): 123.
- Feby Agung Pamuji dan Soediby. 2015. "Desain Kontrol Multi – Input DC–DC Converter Sistem Hibrid Turbin Angin Dan Sel Surya Menggunakan Kontrol Fuzzy Logic Untuk Tegangan Rendah." *Jurnal Nasional Teknik Elektro* 4(2): 220–26.
- Gozali, Muhammad Syafei. 2013. "Perbandingan Konverter CUK Dan SEPIC Untuk Pelacakan Titik Daya Maksimum Berbasis Panel Surya." *Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Batam* 5(1): 15–19.
- Nathawibawa, A. A. Ngurah Bagus Budi, I Nyoman Satya Kumara, and Wayan Gede Ariastina. 2016. "Analisis Produksi Energi Dari Inverter Pada Grid-Connected PLTS 1 MWp Di Desa Kayubihi Kabupaten Bangli." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 16(1): 131.
- Otong, Muhamad, and Rifai Mardanie Bajuri. 2016. "Maximum Power Point Tracking ( MPPT ) Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Buck-Boost Converter." *Teknik Elektro* 5(2): 8.
- Purba, Ilham Pranata. 2020. "Rancang Bangun Sistem Pengecasan Baterai Bertenaga Surya Metode Pwm 5a Berbasis Mikrokontroller Atmega328." *Skripsi*: 4–16.
- Rifqi, Bagus. 2018. "Rancang Bangun Inverter Full Bridge Satu Fasa." *Repository.Unej.Ac.Id*.
- Rimbawati, Hutasuhut, A. A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481–485.

- Rimbawati, Heri Setiadi, Ridho Ananda, and Muhammad Ardiansyah. 2019. "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran." *Journal of Electrical Technology* 4(2): 2502–3624.
- Rimbawati, Siregar, Z., Yusri, M., & Qamari, M. Al. (2021). *Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek. 4*, 145–151.
- Sahu, S.K. et al. 2019. "Design and Development of DC to DC Voltage Booster to Integrate with PbTe/TAGS-85 Based Thermoelectric Power Generators." *Materials Science for Energy Technologies* 2(3): 429–33.
- Saputro, Dian, Dedi Nugroho, and Budi Utomo. 2019. "Analisa Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Menggunakan Maximum Power Point Tracking ( MPPT )." : 302–10.
- Siregar, R. R. A., Wardana, N., and Luqman. 2017. "Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta." *JETri Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 14(2): 81–100.
- Syafrizal, Ilham. 2016. "Rancang Bangun Konverter Buck-Boost Dengan Kontrol Logika Fuzzy." *Skripsi*.
- Tafticht, T., K. Agbossou, and A. Chérity. 2006. "DC Bus Control of Variable Speed Wind Turbine Using a Buck-Boost Converter." *2006 IEEE Power Engineering Society General Meeting, PES*: 1–5.
- Wicaksono, Ajisetyawan, Istiyo Winarno dan Daeng Rahmatullah. 2019. "Rancang Bangun Perbandingan Buck Boost Converter Dan Cuk Converter Untuk Penstabil Tegangan Pada Sistem Wind Turbine Dengan Monitoring Iot (Internet Of Things)." *Prosiding SNST ke 10 Tahun 2019 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*: 66–71.
- Wiguna, Muh Kivlan, St Musdalifah Katjong, and Fatmawati Azis. 2021. "Teknologi Hybrid Energi Angin Dan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Listrik." *Journal Of Electrical Engginering (Joule)* 2(2): 100–106.

## LAMPIRAN



Lampiran.1 Gambar rangkain proteus



Lampiran.2 Multitester

### Lampiran.3 Bentuk Program Arduino

```
//#include <LiquidCrystal.h>

//LiquidCrystal lcd(6, 7, 8, 9, 11, 12); // RS, E, D4, D5, D6, D7

#include <LCD_I2C.h>

LCD_I2C lcd(0x27);

#include<Wire.h>

int vin = A0;

int vout = A1;

int PWM = 4;

int pwm = 0;

#define spwm 3

int pwm1 = 0;

float vOUT = 0.0;           // Konstanta

float vIN = 0.0;

float R1 = 1000000.0;       // Besar tahanan R1 sensor tegangan = 30 K ohm

float R2 = 100000.0;        // Besar tahanan R2 sensor tegangan= 7.5 K ohm

float R3 = 30000;

float R4 = 7500;

float value = 0;

float value1 = 0;
```

```
void setup() {  
  // lcd.begin(16,2);  
  lcd.begin(false);  
  Wire.begin();  
  lcd.backlight();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Voltage Booster");  
  delay(500);  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Muhammad Syahrin");  
  delay(500);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Muhammad Syahrin");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("1607220064");  
  delay(500);  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("1607220064");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Teknik Elektro");  
  delay(500);  
  pinMode(vin, INPUT);
```

```

pinMode(vout, INPUT);

pinMode(PWM, OUTPUT);

pinMode(spwm, OUTPUT);

TCCR2B = TCCR2B & B11111000 | B00000001;    // pin 3 and 11 PWM
frequency of 31372.55 Hz
}

```

```

void loop() {

    float voltage = analogRead(vin);

    float output = analogRead(vout);

    value = analogRead(vin);                // Membaca nilai analog pada PIN A0
    vOUT = (value * 5.0) / 1023.0;          // Konversi nilai analog ke digital
    vIN = vOUT / (R2/(R1+R2));

    value1 = output * 5.0 / 1023.0;

    float Vout = value1/(R4/ (R3+R4));

    int Vout2 = vIN ;

    int spwm2 = map(Vout2,1,12,225,1);

    analogWrite(spwm,spwm2);

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("Vin: ");

    lcd.print(vIN,1);

    lcd.print("V");
}

```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
lcd.print("Vout: ");
```

```
lcd.print(Vout,1);
```

```
lcd.print("V");
```

```
if (voltage > output)
```

```
{
```

```
  pwm = pwm-1;
```

```
  pwm = constrain(pwm, 1, 254);
```

```
}
```

```
if (voltage < output)
```

```
{
```

```
  pwm = pwm+1;
```

```
  pwm = constrain(pwm, 1, 254);
```

```
}
```

```
analogWrite(PWM,pwm);
```

```
delay(500);
```

```
}
```