

Rancang Bangun Trainer Konverter berbasis Arduino Mega 2560 sebagai Sarana Praktikum di Laboratorium Listrik Politeknik Penerbangan Surabaya

Oleh :
Rikza KS
Rifdian IS

Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I No. 73 Surabaya

ABSTRAK

Salah satu mata kuliah Program Studi Diploma III Teknik Listrik Bandar Udara yaitu elektronika daya. Dalam mata kuliah tersebut terdapat materi tentang penyearah tegangan, *buck* konverter, *boost* konverter dan inverter yang biasa disebut sebagai konverter daya atau pengkonversian daya dari *ac* ke *dc*, *ac* ke *ac*, *dc* ke *dc* maupun *dc* ke *ac* yang sangat berguna sekali bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari.

Pada pengkonversian daya perlu kita ketahui pula bentuk gelombang dari *input* dan *output* dari suatu rangkaian konverter agar dapat kita ketahui perbedaan dari kedua gelombangnya agar tidak salah memilih rangkaian konverter mana yang tepat untuk menyuplai suatu beban. Sehingga tidak merusak komponen-komponen dari rangkaian konverter maupun beban yang akan disuplai.

Pada konverter terdapat berbagai macam komponen – komponen elektronika yang memiliki sifat – sifat dan fungsi tertentu yang terintegrasi untuk menghasilkan konversi yang dibutuhkan. Sehingga pemahaman tentang komponen pada konverter perlu dimiliki dengan kontrol dan monitor berbasis mikrokontroler melalui *Personal Computer*.

Kata kunci : Penyearah tegangan, Buck dan Boost Konverter, Inverter, Konverter daya, Mikrokontroler

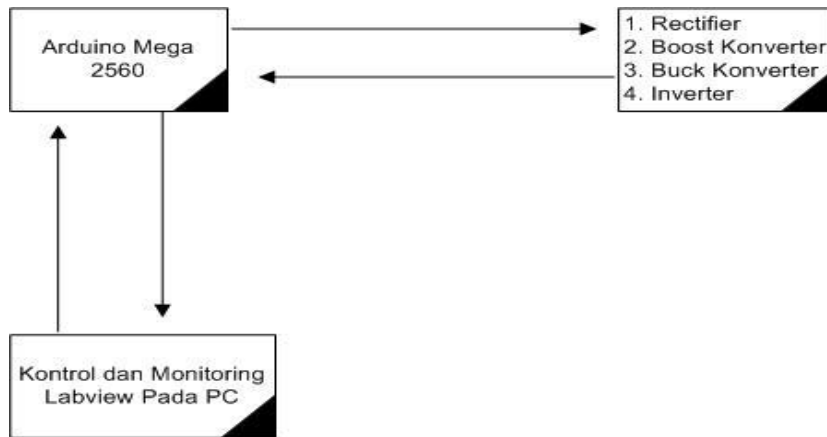
PENDAHULUAN

Pada laboratorium Listrik terdapat berbagai macam alat peraga kelistrikan di dalamnya, sebagai contoh: *Relay*, *Lampu*, *Power Supply* dan berbagai alat ukur, sehingga taruna dapat melakukan banyak eksperimen, pembelajaran, praktikum, terdapat pula konverter yang digunakan untuk bidang industri maupun rumah tangga. Sebagai contoh yaitu *rectifier*, *inverter* dan sebagainya.

Konverter merupakan peralatan listrik yang digunakan untuk mengkonversi *power supply* untuk dirubah *output*nya sesuai peralatan yang akan di suplai, sehingga sangat perlu bagi Taruna DIII Teknik Listrik Bandara mengetahui prinsip kerja maupun berbagai komponen yang ada pada alat tersebut. Dan juga perlu rancangan khusus agar taruna dapat melihat bagian-bagian dari alat mulai dari *input* sampai *output* pada konverter yang digunakan dalam laboratoriu muntuk pembelajaran.

METODOLOGI PENELITIAN

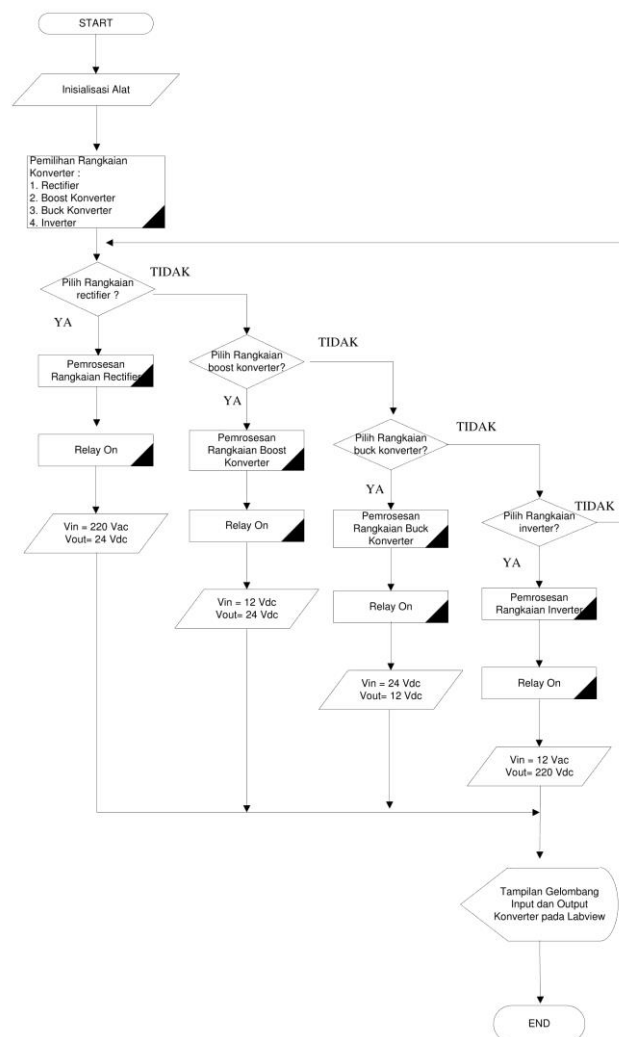
Konsep dasar rancangan konverter ini yaitu mengontrol dan memonitor bentuk grafik gelombang arus & tegangan *input* dan *output trainer* konverter menggunakan *software* labview yang di instal pada *personal computer*. Untuk itu penyelesaian masalah yang dilakukan oleh penulis dengan membagi setiap bagian kedalam suatu blok diagram sesuai dengan fungsinya masing-masing. Dibawah ini merupakan gambar blok diagram rancang bangun *trainer* konverter berbasis arduino mega 2560 :



Gambar 1. Blok Diagram Rancang Bangun *Trainer* Konverter Berbasis Arduino

Berdasarkan gambar 1. penulis akan membuat perencanaan dan pembuatan perangkat pada sebagai berikut :

- Perencanaan pembuatan rangkaian *monitoring rectifier*, *boost* konverter, *buck* konverter dan *inverter* pada program *software labview*
- Perencanaan pembuatan kontrol untuk *trainer* dengan program *software labview*



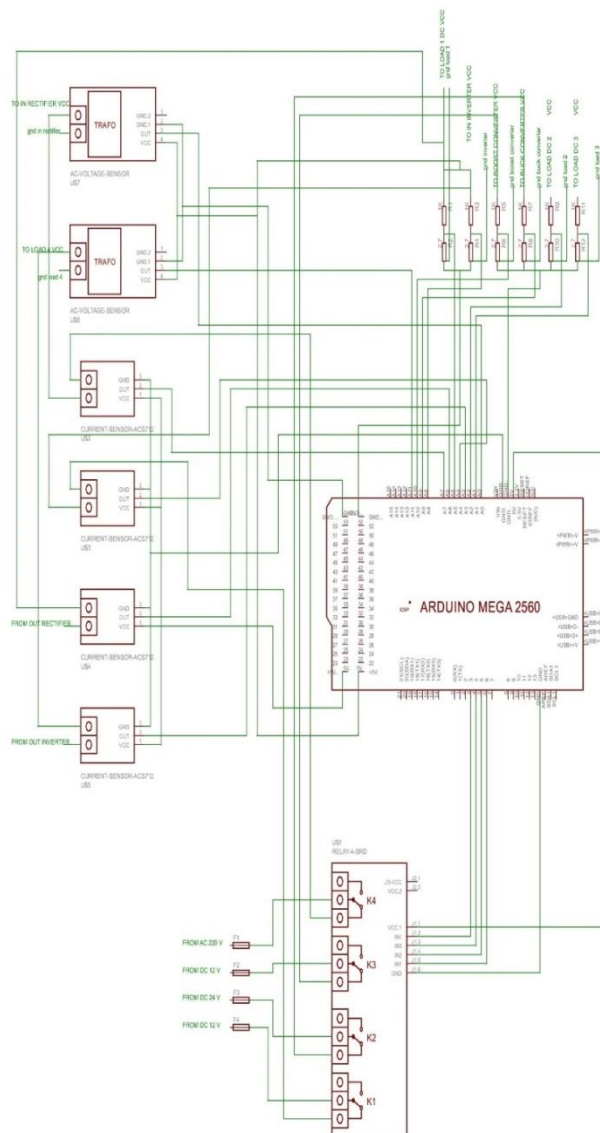
Gambar 2. Flowchart Rancang Bangun *Trainer* Konverter Berbasis Arduino

Dari gambar 2 diatas dijelaskan bahwa prinsip kerja dari rancangan ini adalah mengontrol dan memonitor grafik gelombang arus & tegangan dari konverter yang dipilih oleh *user*. Awal mulanya keempat konverter posisi *off*, kemudian ketika aplikasi labview di operasikan oleh *user* untuk memilih konverter mana yang ingin dimonitor sesuai dengan program yang sudah dibuat pada Arduino Mega 2560 maka relay konverter yang dikontrol oleh *user* akan *energized* dan muncul bentuk grafik arus dan tegangan *input* dan *output* pada *interface* labviewpersonal computer.

Perancangan dan Pembuatan Alat

Perangkat Keras

Perencanaan perangkat keras yang akan penulis buat terdiri dari rangkaian *buck* konverter, rangkaian *boost* konverter, rangkaian *rectifier* dan rangkaian *inverter* yang nantinya akan diberi fuse sebagai proteksi apabila ada gangguan untuk melindungi konverter agar tidak rusak, sensor tegangan untuk membaca tegangan *input* dan *output* konverter, sensor arus untuk membaca arus *input* dan *output* konverter, serta module relay untuk mengontrol konverter untuk *on/off*. Dibawah ini adalah skema rancangan yang ingin penulis buat.



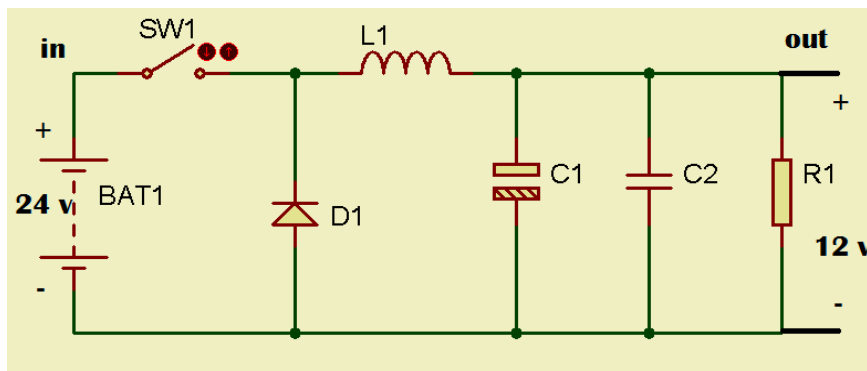
Gambar 3. Skema Rancangan Alat

Perencanaan Pembuatan *Buck* Konverter

Tabel 1. Parameter Pembuatan Rangkaian *Buck* Konverter

Parameter	Simbol	Nilai
Tegangan Masukan	V_{in}	24 V
Tegangan Keluaran	V_{out}	12 V
Arus Keluaran	I_{sc}	0.1 A
Ripple Arus	ΔI	5 %
Ripple Tegangan	ΔV	5 %
Frekuensi	F	20KHz
Duty Cycle	D	0.5
Nilai Induktor	L	0.718 mH
Nilai Kapasitor	C	1.04 μ F

Rangkaian *buck* konverter dibangun oleh komponen Mosfet IRFp460, dioda MUR1560, induktor dan kapasitor. Penggunaan mosfet dan dioda ini terdiri dari masing-masing empat buah yang dirangkai secara paralel sehingga didapatkan rangkaian yang memiliki kapasitas hantar arus yang besar. Rumus *duty cycle* *buck* konverter adalah $D=V_o/V_{in}$. Dengan nilai-nilai dari parameter di atas maka penulis dapat merencanakan pembuatan rangkaian *Buck* konverter seperti gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Rangkaian *Buck* Konverter

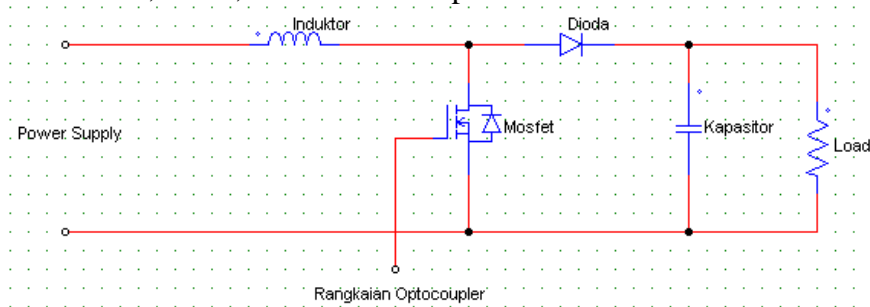
Perencanaan Pembuatan *Boost* Konverter

Berikut ini tabel parameter yang harus ditentukan dalam perancangan *boost* konverter agar dapat menentukan besaran komponen yang digunakan.

Tabel 2. Spesifikasi *Boost* Konverter

Paramater	Silmbol	Nilai
Tegangan Input	V_{in}	12 Vdc
Tegagan Output	V_o	24 Vdc
Arus Output	I_o	0.12A
Frekuensi Switching	F_s	3 KHz
Ripple Tegangan	-	2 %
Arus total	ΔI	30 %
<i>Duty Cycle</i>	D	0.5

Perancangan rangkaian *boost* konverter akan menghitung besar komponen yang dipakai dan menentukan parameter yang dibutuhkan dalam perancangan *boost* konverter. Rumus *duty cycle* dari *Boost* konverter adalah $V_o = V_{in} / (1 - D)$. Gambar 5 merupakan perancangan *boost* konverter dengan komponen utama MOSFET, dioda, induktor dan kapasitor.



Gambar 5. Rangkaian Rancangan *Boost* Konverter

Menentukan nilai induktor :

$$V_o = V_{in} / (1 - k)$$

$$k = 1 - V_{in} / V_o = 1 - 21,6 / 48 = 0,55$$

$$I_L = I_o / (1 - k) = 3 / (1 - 0,55) = 6,6 \text{ A}$$

$$\Delta I = 30 \% \times 6,6 = 1,99 \text{ A}$$

$$\Delta I = V_s (V_o - V_s) / f L V_o$$

$$L = V_s (V_o - V_s) / f \times \Delta I \times V_o = 21,6 (48 - 21,6) / 3000 \times 1,99 \times 48 = 1,989 \text{ mH} = 2 \text{ mH}$$

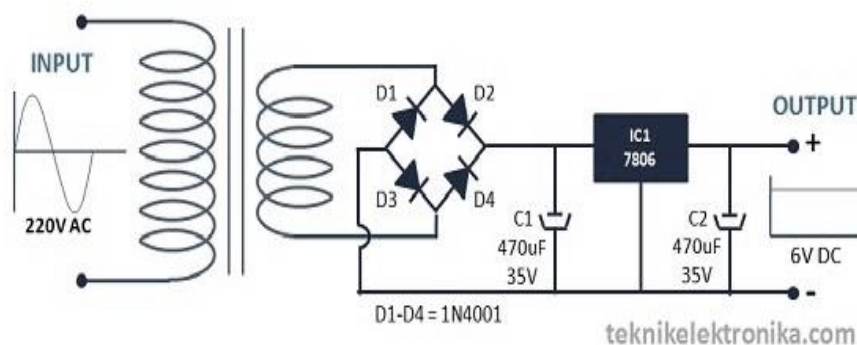
Menentukan nilai kapasitor *Ripple* tegangan : 2 %

$$\Delta V_c = 2 \% \times 48 = 0,96$$

$$\Delta V_c = I_o (V_o - V_{in}) / V_o \times f \times C$$

$$C = I_o (V_o - V_{in}) / V_o \times f \times \Delta V_c = 3 (48 - 21,6) / 48 \times 3000 \times 0,96 = 572,9 \mu\text{F}$$

Perencanaan Pembuatan *Rectifier*



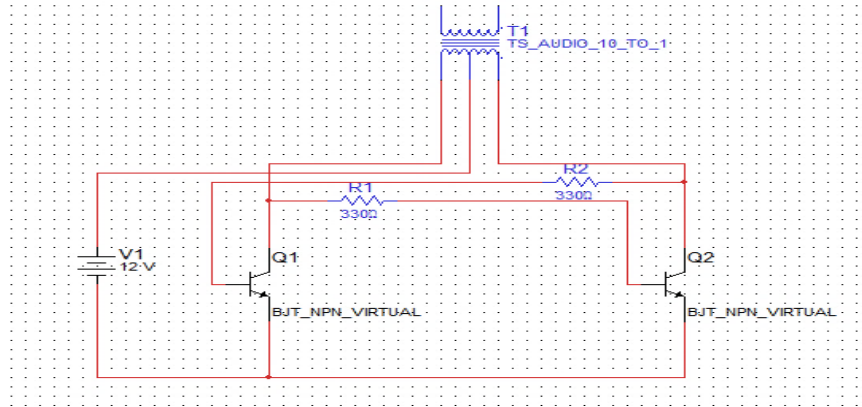
Gambar 6. Rangkaian *Rectifier* Dengan 4 Dioda

Pembuatan *Rectifier* ini dibutuhkan bahan-bahan sebagai berikut :

1. Transformer jenis *step-down* 12 Vdc
2. Dioda *bridge* untuk *rectifier*
3. Kapasitor elektrolit atau *ELCO* (*Electrolyte Capacitor*)
4. *Voltage regulator*/pengatur tegangan (IC 7806)

Ketika setengah periode pertama (polaritas +), dioda D2 dan D3 ON sedangkan dioda D1 dan D4 OFF sehingga arus i_1 mengalir melalui D2, RL, dan D3. Selanjutnya, setengah periode kedua (polaritas-), dioda D1 dan D4 ON sedangkan dioda D2 dan D3 OFF sehingga arus i_2 mengalir melalui D1, RL, dan D4. Dengan demikian, arus yang mengalir ke beban merupakan penjumlahan dari dua arus i_1 dan i_2 . Besarnya arus rata-rata pada beban adalah sama seperti penyearah gelombang penuh dengan trafo CT, yaitu : $I_{dc} = 2 I_m / \Delta = 0.636 I_m$ dan PIV masing-masing dioda adalah : $PIV = V_m$.

Perencanaan Pembuatan Inverter



Gambar 7. Rangkaian inverter

Daftar Komponen

- a. Transistor Q1,Q2 : 2N3055
- b. Resistor R1,R2 : 330 ohm, 2 watt
- c. Trafo T1 : Trafo *step-down*, Primer AC 230V – Sekunder 12V (CT 12V)
- d. Baterai B1 : Aki 12 Vdc

Proses kerja dari rangkaian inverter diatas adalah dari tegangan Baterai 12 Vdc kemudian melewati resistor 330 ohm sebagai driver untuk memicu transistor bekerja yang kemudian 2 transistor 2N3055 membangkitkan tegangan *ac* 220 V pada trafo.

Perangkat Lunak

Perencanaan Pemrograman Arduino Mega 2560& Labview

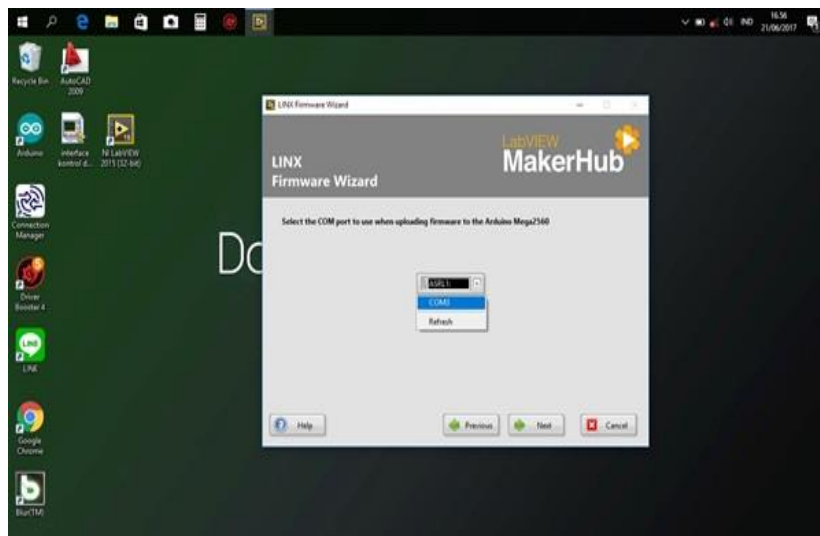
Dalam perencanaan pembuatan program pada Arduino Mega 2560 yang dikomunikasikan dengan labview diperlukan 3 tahapan, yaitu :

a. Mengupload Tipe Arduino yang Akan Digunakan

Tipe arduino yang di pake oleh penulis adalah arduino mega 2560 karena memerlukan lebih banyak port analog input untuk digunakan. Proses *uploading* arduino cukup mudah yaitu dengan cara memilih menu tool maker hub linx linx firmware wizard. Lalu akan muncul tampilan seperti gambar dibawah ini.



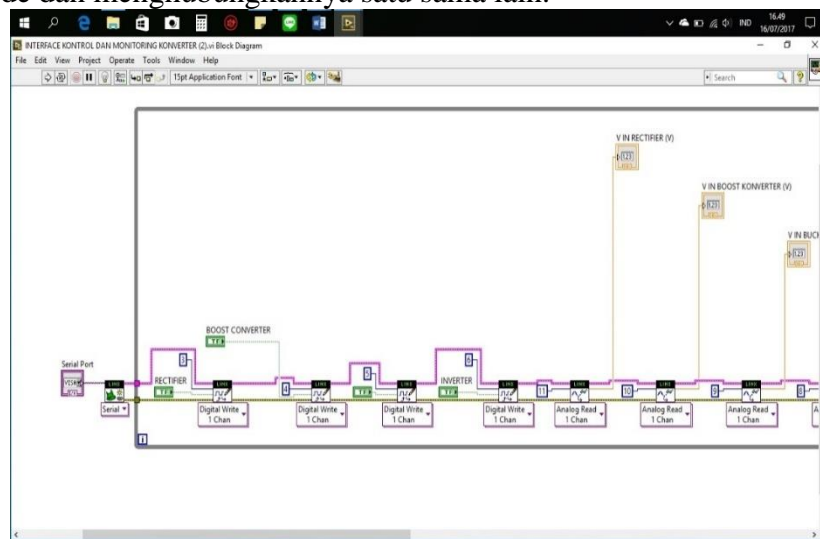
Gambar 8. Pemilihan Tipe Arduino Yang Akan Di Gunakan



Gambar 9. Pemilihan Com Arduino

b. Membuat Wiring Program pada Block Diagram Labview

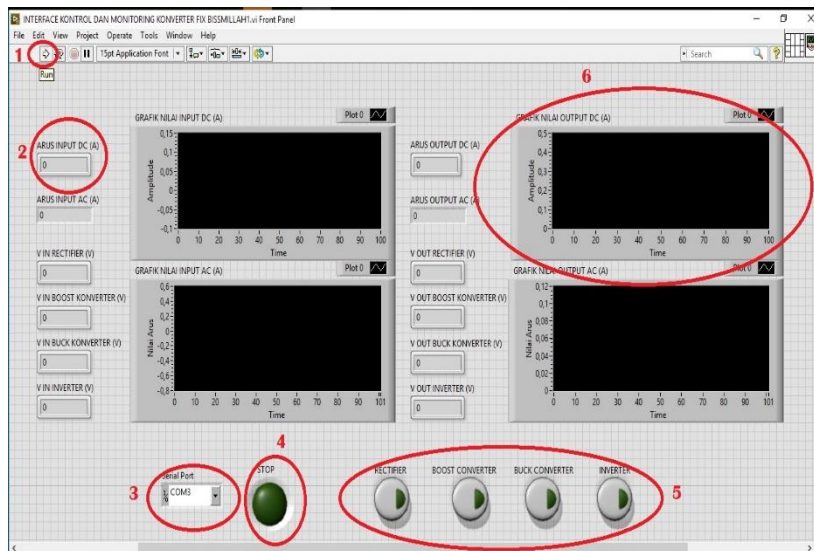
Block Diagram adalah tempat pembuatan program. Jendela tidak akan terlihat oleh pengguna saat program dijalankan. Pembuatan program disini dilakukan dengan cara menempatkan beberapa node dan menghubungkannya satu sama lain.



Gambar 10. Blok Diagram Labview

c. Membuat Tampilan Program pada Front Panel

Front panel adalah tampilan program. Objek-objek pada jendela ini akan terlihat oleh pengguna saat program dijalankan. Objek-objek pada front panel ini, akan secara otomatis memiliki representasi ikonnya di block diagram, khususnya untuk objek-objek yang membawa data, baik data yang masuk dari pengguna ke program, maupun data yang keluar dari program ke pengguna.



Gambar 11. Front Panel Labview

Fitur-fitur pada tampilan front panel diatas meliputi :

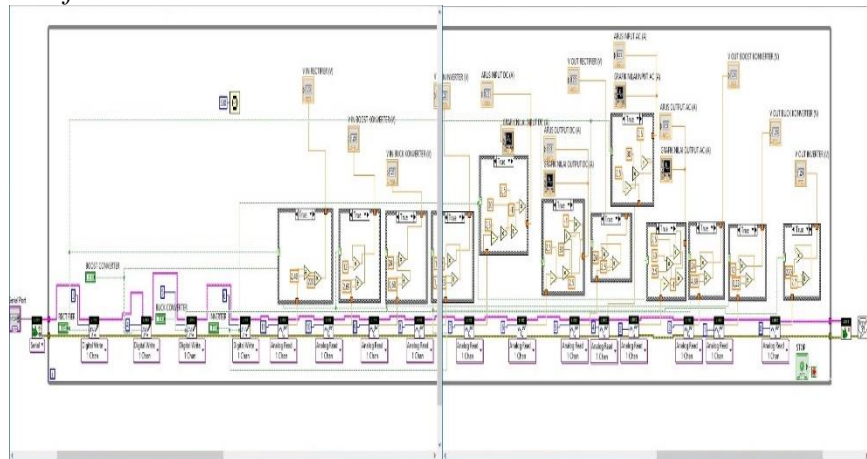
1. **Run** : untuk menjalankan program yang telah dibuat pada blok diagram.
2. **Indicator** : untuk memunculkan hasil pembacaan arus maupun tegangan yang di baca sensor.
3. **Serial port** : untuk memasukkan COM yang sesuai dengan arduino agar dapat dikomunikasikan antara labview dengan arduino.
4. **Stop** : untuk menghentikan program yang sedang berjalan.
5. **Button** : untuk mengontrol konverter mana yang akan di on/off kan.
6. **Waveform Chart** : menampilkan bentuk grafik arus dari rangkaian konverter.

HASIL PENELITIAN

Perangkat Lunak dan Aplikasi

Program Perangkat Lunak Arduino dan Labview

Program perangkat lunak yaitu arduino dengan labview. Program Labview digunakan oleh penulis untuk menampilkan kontrol dan *monitoring* arus dan tegangan dari konverter. Sedangkan arduino digunakan untuk memproses *input* dari labview, sensor arus dan sensor tegangan untuk ditampilkan nilainya ke *interface* utama.

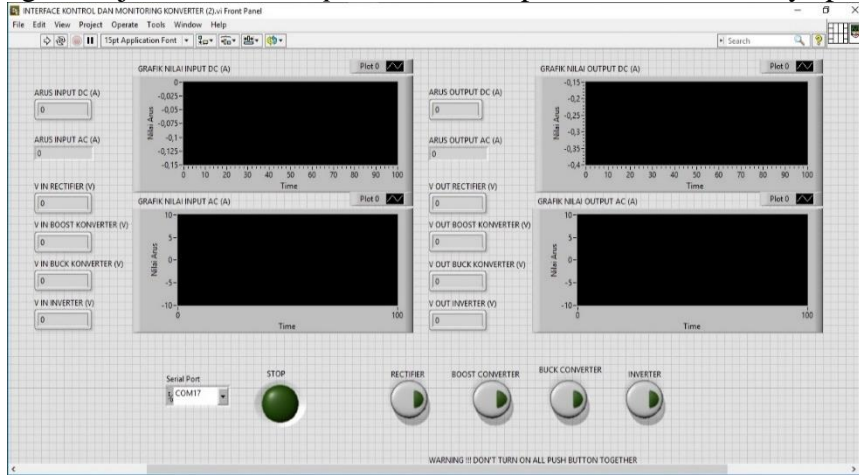


Gambar 12. Blok Diagram Labview

Blok diagram adalah tempat pada labview yang digunakan oleh penulis mengkalibrasi sensor arus maupun tegangan dan kontrol untuk mengaktifkan konverter daya.

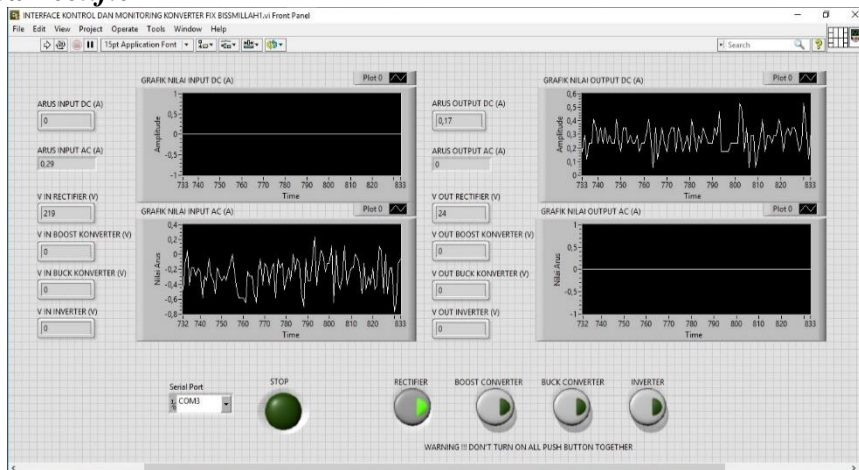
Interface Labview

Interface atau *front panel* pada labview adalah tampilan utama yang akan terlihat oleh pengguna saat program dijalankan. *Front panel* adalah representasi dari ikonnya pada blok diagram.



Gambar 13. Interface Utama

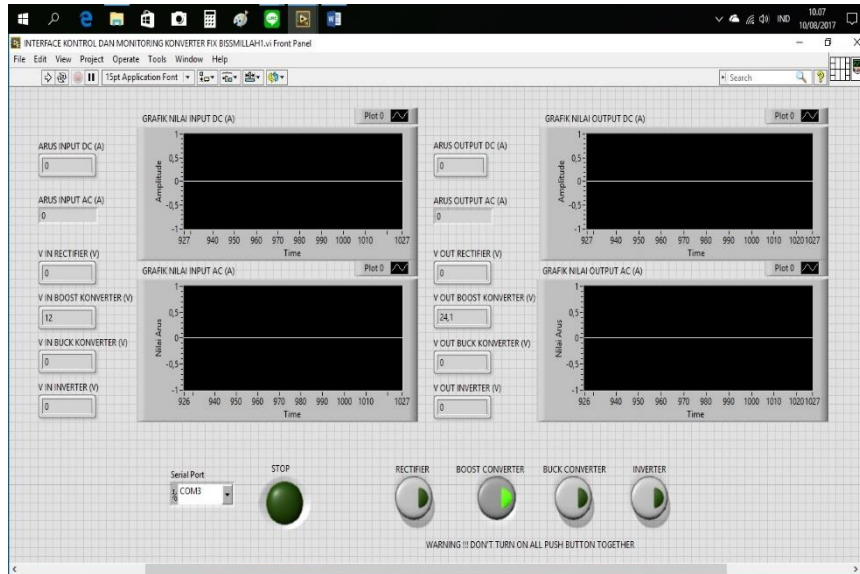
Sistem Alat Keseluruhan Sistem Alat Pada Rectifier



Gambar 14. Pengujian Rectifier

Hasil pengujian tegangan *input*, tegangan *output*, arus *input* dan arus *output rectifier* menunjukkan hasil yang sesuai tabel pengujian. Namun terlihat grafik dari arus *input* dan arus *output rectifier* tidak stabil karena hasil pembacaan sensor arus ACS712 yang kurang stabil yaitu pada arus *input* berkisar antara 0-0,32 A sedangkan arus *output* berkisar antara 0-0,20 A. Untuk nilai tegangan *input* ditunjukkan pada kotak indikator *V In Rectifier (V)*, tegangan *output rectifier* ditunjukkan pada kotak indikator *V Out Rectifier (V)*, sedangkan untuk arus *input rectifier* ditunjukkan pada kotak indikator *Arus Input Ac (A)* serta grafiknya ditunjukkan pada *Waveform Chart Grafik Nilai InputAc (A)*, dan untuk arus *output* ditunjukkan pada kotak indikator *Arus Output Dc (A)* serta grafiknya ditunjukkan pada *Waveform Chart Grafik Nilai OutputDc (A)*.

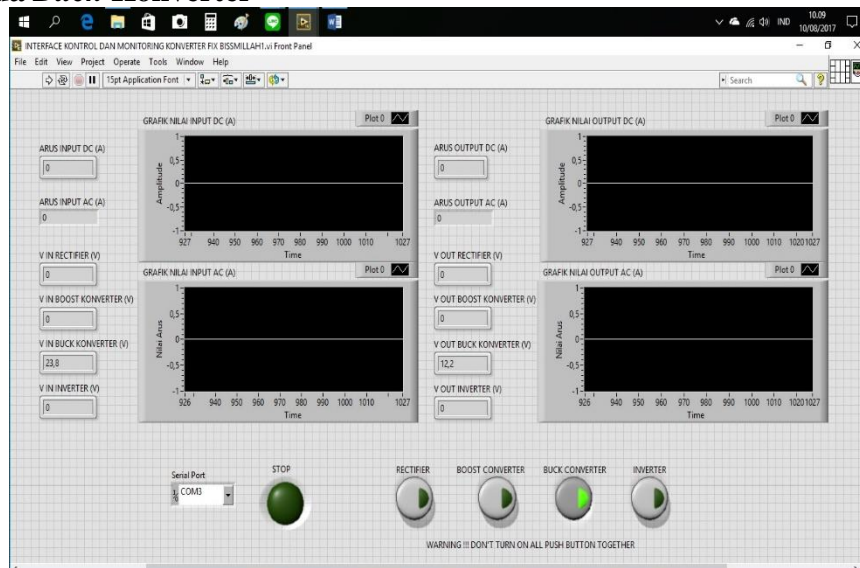
Sistem Alat Pada *Boost* Konverter



Gambar 15. Pengujian *Boost* Konverter

Analisa dari pengujian *Boost* Konverter menunjukkan tegangan yang stabil yaitu pada tegangan *input* 12 *Vdc* dan pada tegangan *output* 24,1 *Vdc*. Hal ini disebabkan karena sifat dari tegangan *dc* yang stabil. Berbeda dengan tegangan *ac* yang tidak stabil. Untuk pembacaan nilai tegangan *input* dari *boost* konverter ditunjukkan pada kotak indikator *V In Boost* Konverter sedangkan nilai *output* dari *boost* konverter dapat kita lihat pada kotak indikator *V Out Boost* Konverter. Pembacaan grafik dari *boost* konverter tidak ditunjukkan karena tidak di *monitoring*.

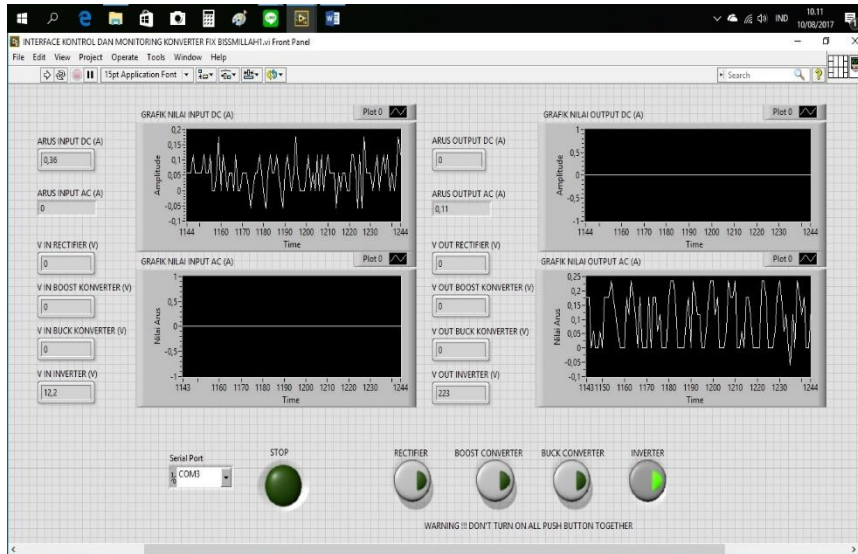
Sistem Alat Pada *Buck* Konverter



Gambar 16. Pengujian *Buck* Konverter

Hasil dari pengujian rangkaian buck konverter sama dengan boost konverter memiliki nilai tegangan stabil yaitu pada input 23,8 *Vdc* sedangkan pada output 12,2 *Vdc*. Untuk pembacaan nilai *input* dari *buck* konverter dapat dilihat dari kotak indikator *V In Buck* Konverter dan untuk tegangan *output* dapat dilihat dari kotak indikator *V Out Buck* Konverter. Pembacaan grafik dari *buck* konverter tidak ditunjukkan karena tidak di *monitoring*.

Sistem Alat Pada *Inverter*



Gambar 17. Hasil Pengujian *Inverter*

KESIMPULAN

Dari semua uraian, pembuatan, pengujian dan analisa tentang “ Rancang Bangun Trainer Konverter Berbasis Arduino Mega 2560 Sebagai Sarana Praktikum Di Laboratorium Listrik Politeknik Penerbangan Surabaya “ maka dapat disimpulkan :

1. Perangkat keras (*Hardware*) pada alat yang penulis buat terdiri dari rangkaian *power supply* 12 *Vdc* dan 24 *Vdc*, rangkaian sensor tegangan =ac ZMPT101B, rangkaian pembagi tegangan untuk sensor tegangan dc, sensor arus ACS712, serta rangkaian *Microcontroller Arduino Mega 2560* .
2. Perangkat lunak (*software*) pada alat ini berupa program pada labview berupa *icon-icon* yang digabungkan membentuk suatu perintah untuk mengontrol dan memonitor konverter daya yang penulis buat, kemudian dikoneksikan dengan *microcontroller arduino mega 2560* sebagai alat untuk memproses perintah dari labview.
3. Dari hasil pengujian yang dibagi menjadi dua bagian yaitu rangkaian kontrol dan rangkaian *monitoring*, secara keseluruhan alat sudah berfungsi dengan baik namun masih ada beberapa kekurangan pada *monitoringnya*, kurang presisinya nilai sensor arus dan tegangan menjadi masalah bagi penulis dalam pembuatan alat ini.
4. Pada setiap sensor memiliki nilai adc (*analog to digital*) yaitu nilai dari hasil konversi input analog ke digital. Hal ini dilakukan karena arduino hanya dapat menerima data digital saja.
5. Nilai toleransi naik turunnya tegangan yaitu ± 5 Volt, apabila melebihi batas toleransi tegangan dikatakan jelek untuk *mensupply* suatu beban.

DAFTAR PUSTAKA

- Allied Electronics. *Datasheet Arduino Mega 2560*. Italy: Allied Electronics
- Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan LabView*. Jakarta :Elex Media Komputindo
- Jatmiko W,I. 2010. *Elektronika Daya*. Yogyakarta : Kementerian Pendidikan Nasional Universitas Negeri Yogyakarta
- Rashid H,M. 2007. *Power Electronics Handbook 2nd Edition*. United States: Elsevier inc.
- Tim Fakultas Teknik Univesitas Negeri Yogyakarta. 2003. *Teknik Dasar Rectifier dan Inverter*. Yogyakarta :Dirjen. Pendidikan Dasar dan Menengah Depatemen Pendidikan Nasional
- Jurnal
- Andrianto.D. 2008. *Analisa Kestabilan DC-DC Konverter Dengan Metode*

- Penambahan LC Disisi kontrol*. Skripsi. Jurusan Teknik Elektro. Semarang: Fakultas Teknis. Universitas Katolik Soegipranata
- Hauke, Brigitte. 2017. *Basic Calculation of a Boost Converter's Power Stage*. Jurnal. Texas: Texas Instrument Incorporated
- Ibrohim, M, Bambang L.W, Ali Musyafa'.2008. *Rancang Bangun Buck Konverter Berbasis Pengendali Fuzzy Pada Prototype Turbin Angin*. Jurnal. Jurusan Teknik Fisika. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi sepuluh November
- MR, Fadhli. 2010. *Rancang Bangun Inverter 12Vdc ke 220Vac Dengan Frekuensi 50Hz dan Gelombang Keluaran Sinusoidal*. Skripsi. Teknik Elektro. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Padillah, Fitra. Syahrial. Siti Saodah . 2014. *Perancangan dan Realisasi Konverter DC-DC Tipe Boost Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535*. Bandung: Jurnal Reka Elkomika. Vol.2, No.1
- Tohir, NI. 2016. *Rancang Bangun Catu Daya Digital Menggunakan Buck Konverter berbasis Mikrokontroler Arduino*. Skripsi. Bandar Lampung: Fakultas Teknik Universitas Negeri Lampung