

Sistem Pengendali Tegangan Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO

Muhammad Kevin^{1*}, Aswardi²

Universitas Negeri Padang

*Corresponding author, e-mail: muhammadkevin_2510@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini sangatlah begitu pesat hampir disegala bidang. Bermunculannya perangkat listrik mulai dari sistem kontrol digital dan otomatis menandai peastya kemajuan di bidang teknologi. Dalam system tenaga listrik Tegangan DC atau searah, sekarang banyak digunakan sebagai sumber daya untuk pemakaian perangkat listrik. namun sumber tegangan yang tersedia dari PLN Berupa tegangan AC 220V, maka diperlukan suatu alat untuk mendapatkan tegangan keluaran Tegangan DC yang diinginkan yang lebih stabil. Untuk Mendapatkan tegangan DC maka disearahkanlah Tegangan AC Tersebut dengan komponen semi konduktor seperti diode, thyristor, mosfet dan lain lain. Tegangan DC yang sudah sudah di saring ini dapat berubah nilainya jika tegangan di sumbernya juga berubah. Maka dibuatlah suatu alat pengendalian tegangan keluarannya, sehingga peralatan perangkat listrik yang kita pasang bekerja sesuai dengan kemampuannya. Pada alat ini menerapkan DC-DC *converter* dengan metoda *Boost converter*, rangkaian boost converter sebagai penaik tegangan keluaran. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang diinginkan tersebut maka dibuatlah sebuah alat pengontrol tegangan yang di kontrol melalui arduino uno, alat ini bekerja dengan mengatur set point tegangan keluaran mulai dari 100 vdc – 150 vdc dengan beban sekitar 0,5 A -1 A yang diinginkan melalui keypad. Dengan nilai (Vout) yang mencapai 149,6 V dan arus (Iout) 0.45 A membuat nilai efisiensi cukup tinggi yaitu sekitar 69,5%.

Kata kunci: Boost converter; Arduino uno; Keypad.

Abstract

Nowadays, the world of technology is developing rapidly in all fields. The emergence of Electrical divices ranging from digital control systems and automatically marks the importance of advances in technology. In DC power system or direct voltage, now widely used as a power source for the use of electrical devices. But the voltage source available from PLN in the form of AC voltage 220V, then we need a device to get the desired output voltage DC voltage which is more stable. To get the DC voltage then the AC Voltage rectified with semi-conductor components such as diodes, thyristor, mosfets and others. This filtered DC voltage can change in value if the voltage at the source also changes. Then made an output voltage control tool, so that the electrical equipment that we install works according to its ability. In this tool applies a DC-DC converter with the Boost converter method, the boost converter circuit as an increase in the output voltage.. To get the desired output voltage, a voltage control device is controlled through Arduino Uno, this tool works by regulating the set point output voltage starting from 100VDC-150VDC whith a load of about 0.5 A – 1 A which is desired through the keypad. With a value (Vout) of 149.6V and current (Iout) of 0.45 A, the efficiency value is quite high at around 69,5%

Keywords: Boost converter; Arduino uno; Keypad.

PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan penduduk dan kebutuhan sejalan peningkatannya yang membuat ketersediaan energi menjadi menipis dan akan habis jika tidak ada solusinya. Energi *alternative* adalah jalan satu-satunya untuk masalah kurangnya energi, salah satunya yaitu energi terbarukan. Potensi energi terbarukan seperti biomassa, panas bumi, energi surya, energi air, dan energi angin sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan di Indonesia sangat besar [1].

Sehingga dengan perkembangan teknologi pada saat ini, Berbagai bentuk pengontrolan tegangan DC yang digunakan diantaranya pengontrolan manual, semi-otomatis dan otomatis. Pada pengontrolan manual, kontrol tegangan dilakukan pada saat terjadi perubahan beban dengan cara mengatur langsung parameter-parameternya oleh operator. Alat *boost converter* yang penulis buat menggunakan *system close loop* atau loop tertutup [2].

Pada dc-dc *converter*, tegangan keluaran dan arus masukannya masih terdapat sebuah ripple yang cukup besar. Ripple ini adalah sebuah problem yang akan mengurangi kinerja converter tersebut. Sehingga diperlukan metode perbaikan untuk mengurangi ripple pada *boost converter* tersebut yaitu dengan menggunakan teknik *interleaved* pada *boost converter*. Cara ini dapat mengurangi nilai ripple pada arus masukan dan tegangan keluarannya [3].

Untuk pengontrolan secara semi-otomatis, kontrol tegangan dapat dilakukan dengan cara mengganti peranan operator dengan komponen lain yang bekerja sesuai dengan fungsi operator seperti menggunakan transistor, thyristor, mosfet dan lain-lain. Maka dari itu dibutuhkan cara untuk mendapatkan daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh sumber energi, salah satunya menerapkan DC-DC *converter* dengan metoda *Boost converter* [4].

Berdasarkan masalah yang terjadi, maka dalam penelitian ini digunakan konverter daya. Konverter daya yang digunakan yaitu *boost converter*. Karena hal tersebut, maka dapat dibuat suatu alat pada tugas akhir ini yaitu sebuah alat yang berfungsi sebagai menaikkan tegangan *input* agar dapat mengendalikan tegangan keluaran yang konstan untuk peralatan perangkat listrik.

Dalam pengontrolan tegangan keluran digunakan keypad supaya dalam mengatur tegangan keluaran dapat dengan lebih mudah. Dengan menggunakan alat ini dapat mempertahankan tegangan keluran sesuai dengan kebutuhan perangkat listrik yang digunakan, yang berpengaruh pada efisiensi perangkat listrik tersebut.

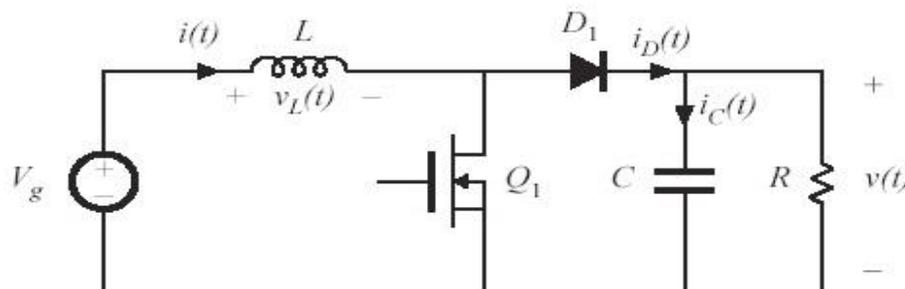
STUDI PUSTAKA

Boost Converter

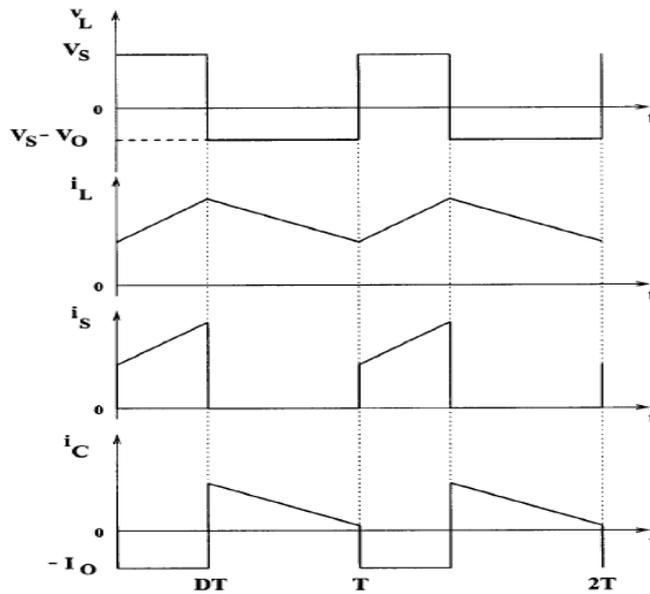
Pada *boost converter* atau dc dc konverter, tegangan keluaran dc rata-rata nya harus dikontrol agar sesuai dengan tingkat yang diinginkan, meskipun tegangan masukan dan beban keluarannya dapat berubah-ubah[5].

Converter jenis *boost* merupakan jenis *converter* yang banyak digunakan dalam industri catu-daya. *Converter* ini akan mengkonversikan tegangan dc masukan menjadi tegangan dc lain menjadi lebih tinggi (*converter* penaik tegangan).

Nilai rata-rata tegangan keluaran converter sebanding dengan rasio antara waktu penutupan saklar terhadap periode penyaklarnya (faktor kerja). Nilai faktor kerja bisa diubah dari nol sampai satu. Akibatnya, nilai rata-rata tegangan keluaran selalu lebih tinggi dibanding tegangan masukannya.



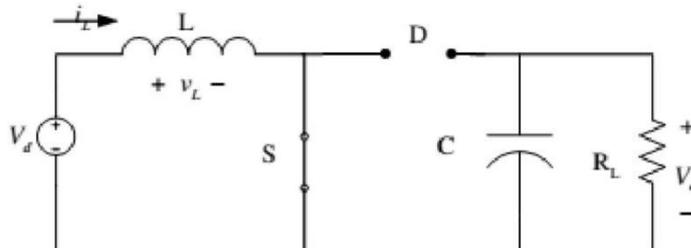
Gambar 1. Rangkaian Konverter Boost
(Rashid, 2001)



Gambar 2. Bentuk gelombang (Rashid, 2001)

Prinsip kerja Konverter Boost ada 2 mode yaitu mode 1 dan mode 2. Mode 1 adalah ketika saklar pada rangkaian Konverter Boost tertutup, sedangkan pada mode 2 saklar berada pada posisi terbuka.

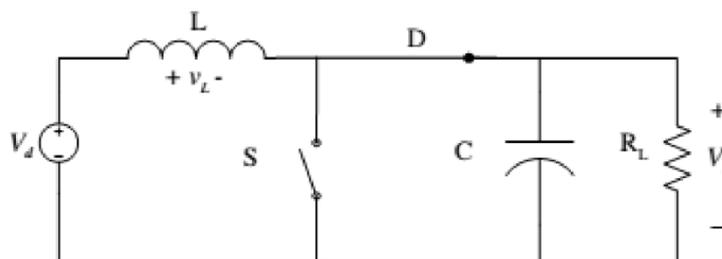
a. Mode 1



Gambar 3. Boost Converter saat saklar tertutup (Agus, 2017)

Ketika saklar dalam kondisi tertutup pada, arus akan mengalir dari sumber menuju induktor dan akan terjadi peningkatan pada arus induktor sehingga menyebabkan energi yang tersimpan di induktor akan naik. Polaritas induktor pada sisi kiri lebih positif dibandingkan sisi kanannya.

b. Mode 2



Gambar 4. Boost Converter saat saklar terbuka (Agus, 2017)

Sedangkan di saat saklar dalam kondisi terbuka pada $t=t$, arus pada induktor akan mengalir melewati dioda menuju beban, sehingga energi yang tersimpan pada induktor selama kondisi tertutup akan turun sampai saklar menutup (on) kembali pada siklus berikutnya [6].

Arus yang disimpan di induktor akan berkurang karena impedansi yang lebih tinggi. Berkurangnya arus pada induktor menyebabkan induktor tersebut membalik polaritasnya (lebih negatif pada sisi kiri). Sehingga arus yang mengalir pada dioda dan pada beban adalah penjumlahan antara arus pada sumber dan arus pada induktor (seri). Disaat yang bersamaan kapasitor juga akan melakukan penyimpanan energi dalam bentuk tegangan. Itulah sebabnya DC-DC Converter tipe Boost memiliki keluaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan masukannya.

Kondisi ini yang menyebabkan tegangan keluaran menjadi lebih besar dibandingkan dengan tegangan masukannya.

$$V_L = L \frac{di}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

Hal tersebut memberikan perubahan arus pada induktor sebesar:

$$\Delta I \frac{V_s}{L} t_1 \dots\dots\dots (2)$$

Besarnya tegangan keluaran adalah sebesar :

$$V_{out} = V_s + V_L \dots\dots\dots (3)$$

Sehingga :

$$V_{out} = V_s + L \frac{\Delta I}{t_2} \dots\dots\dots (4)$$

Dari persamaan 2 dan 3 tegangan keluaran yang diperoleh adalah:

$$V_{out} = V_s \left(1 + \frac{t_1}{t_2} \right)$$

Bila t_1+t_2 adalah periode pensaklaran T dan t_1/T adalah *duty cycle* pensaklaran K, maka tegangan keluaran dapat dilihat pada persamaan (5) [6].

$$V_{out} = V_s \frac{1}{1-K} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

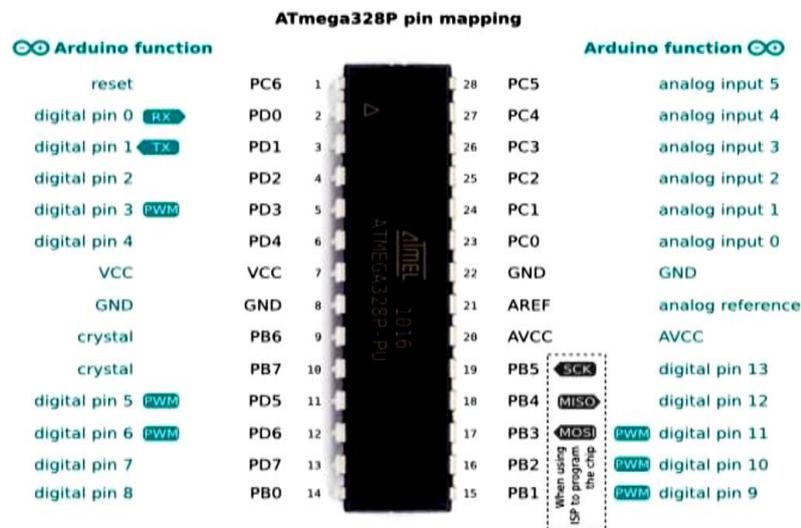
V_{out} = tegangan output (Volt)

V_s = tegangan sumber (Volt)

K = duty cycle (%)

Mikrokontroler Atmega 328

Pada tugas akhir ini Arduino yang digunakan menggunakan ATmega 328. Pada umumnya posisi pin pada ATmega 328 atau letak posisi *input* dan outputnya posisinya sama dengan letak *input* dan output pin Arduino yang mempunyai 14 pin digital yang dapat diatur sebagai *input* dan output. Serta beberapa diantaranya mempunyai fungsi ganda. Gambar 5 menunjukkan bentuk Arduino Uno.



Gambar 5. Arduino Uno
(Adrianto & Darmawan, 2016)

Secara umum posisi atau letak pin-pin terminal I/O pada berbagai board Arduino posisinya sama dengan posisi/ letak pin-pin terminal I/O dari Arduino Uno yang mempunyai 14 pin digital yang dapat di set sebagai Inpu/ Output (beberapa diantaranya mempunyai fungsi ganda), 6 pin input analog. Pada Arduino Uno mempunyai flash memori 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*, 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM.

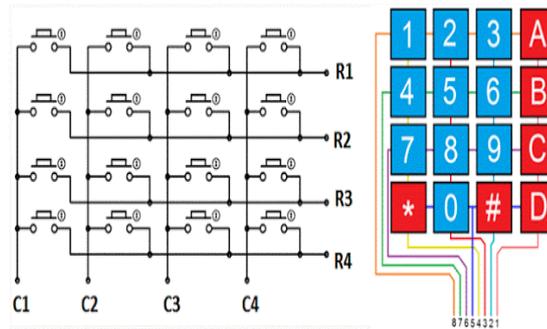
Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis C

Struktur pemrograman dari Arduino cukup mudah yang terdiri dari dua bagian dan fungsi, yaitu fungsi persiapan (*Setup()*) dan fungsi utama (*Loop()*). Fungsi *Setup()* digunakan untuk mendefinisikan variabel-variabel yang digunakan dalam program. Fungsi ini berjalan pertama kali ketika program dijalankan, selanjutnya *Loop()* adalah program inti/utama dari Arduino yang dijalankan secara terus menerus baik pembacaan *input* maupun pengaktifan output. Program adalah inti dari semua program dalam Arduino[7].

Pada Arduino terdapat variabel, Variabel didefinisikan ekspresi yang digunakan untuk mewakili suatu nilai yang digunakan dalam program. Suatu variabel akan menampung nilai sesuai dengan definisi yang dibuat. Variabel terdapat 2 macam yaitu Variabel global dan variabel local. Variabel Global adalah variabel yang digunakan oleh semua fungsi dan instruksi dalam program. Sedangkan variabel local adalah variabel yang didefinisikan suatu fungsi didalam fungsi loop. Variabel ini hanya dapat dilihat dan digunakan dalam fungsi tersebut. Tipe data dari variabel terdiri dari 4 macam yaitu tipe data byte, tipe data int, tipe data long dan tipe data float.

Keypad

Keypad merupakan *Human Machine Interface* atau disingkat HMI yang artinya yaitu perantara antara manusia dan mesin, Bentuk dari keypad yaitu seperti matrix 4x4. Ini merupakan sebuah contoh keypad yang biasa digunakan dalam komunikasi antara manusia dan mikrokontroler. Konfigurasi Keypad dengan susunan bentuk matrix seperti ini bertujuan untuk penghematan mikrocontroller karena jumlah tombol yang dibutuhkan banyak pada suatu *system* mikrokontroler [9]. Bentuk gambaran keypad dapat dilihat pada Gambar 6.



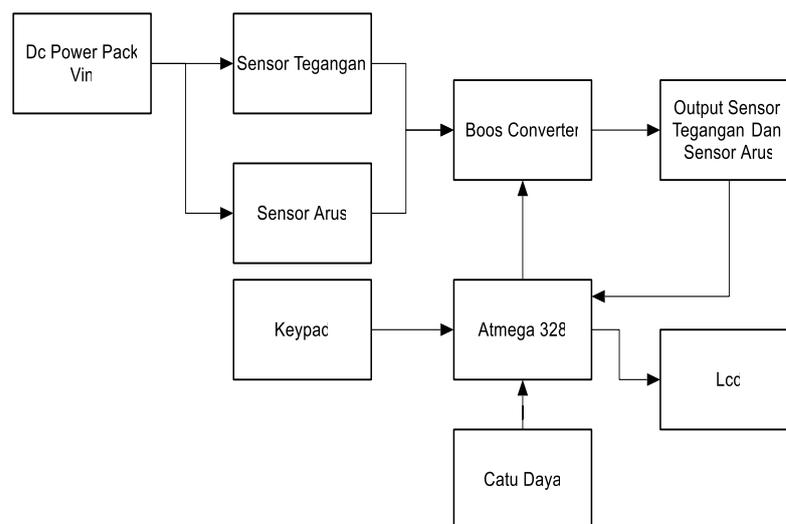
Gambar 6. Keypad

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Langkah pertama dalam perancangan alat, dibutuhkan metode perancangan alat. Pada bagian ini akan dibahas secara ringkas mengenai perancangan dan proses pembuatan alat sistem pengendalian tegangan berbasis mikrokontroler arduino uno.

Blok Diagram

Blok diagram dibuat untuk memahami prinsip kerja dari alat yang akan dirancang. Blok diagram adalah sebuah rangkaian rancangan sistem alat yang menggambarkan masukan dan keluaran dari cara kerja alat yang dapat dilihat pada Gambar 7.



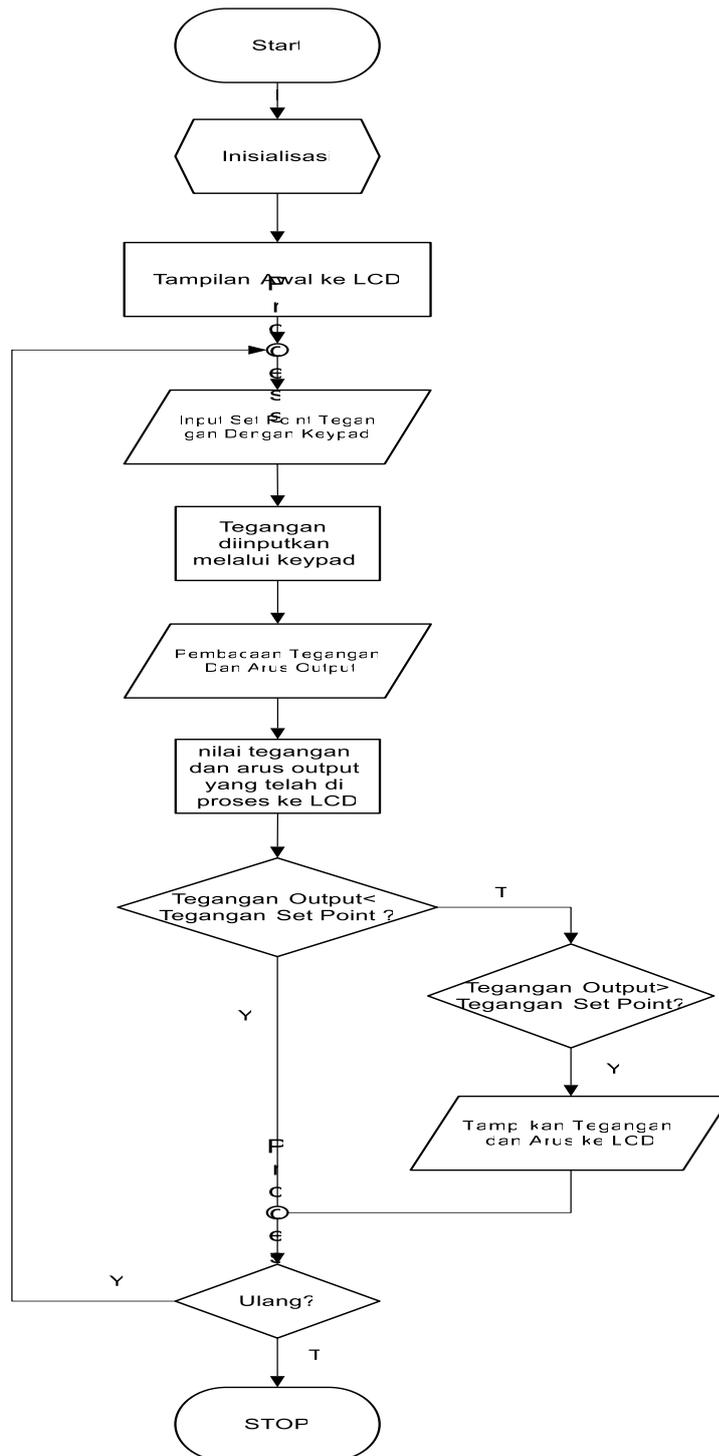
Gambar 7. Blok Diagram

Tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk mengatur tegangan keluaran sesuai yang kita inginkan hanya dengan menginputkan nya melalui keypad .jika peralatan listrik membutuhkan tegangan yang lebih besar dapat dengan mudah diatur kembali dengan meresetnya melalui keypad dan menginputkan kembali tegangan keluaran yang diinginkan.jadi dengan alat ini akan lebih efisien mendapatkan tegangan keluaran yang diinginkan.pada tugas akhir ini tegangan kelurannya yaitu 55VDC-220VDC.

Cara Kerja Alat

Prinsip kerja alat dimulai menginputkan tegangan dari *power pack* dengan 55 VDC. Selanjutnya proses input tegangan keluaran yang di atur melalui keypad, disini tegangan yang diinginkan yaitu 55 VDC – 220 VDC. Proses *input* tegangan dc dari *power pack* sebesar 55 VDC akan masuk ke rangkaian *boost converter*. Rangkaian *boost converter* untuk menaikkan

tegangan 55 VDC – 220 VDC. Tegangan yang diterima tersebut akan diubah dengan memanfaatkan lilitan troid. Lilitan ini akan menghasilkan induksi yang akan membuat tegangan melonjak sehingga tegangan yang dihasilkan akan lebih tinggi dari tegangan *input*. Arduino uno disini berfungsi sebagai pengontrol kerja alat, sementara sensor arus dan tegangan mendeteksi besarnya arus dan tegangan keluar yang dapat dilihat melalui LCD. Untuk lebih jelas prinsip kerja alat dapat dijelaskan melalui Flowchart pada Gambar 8.

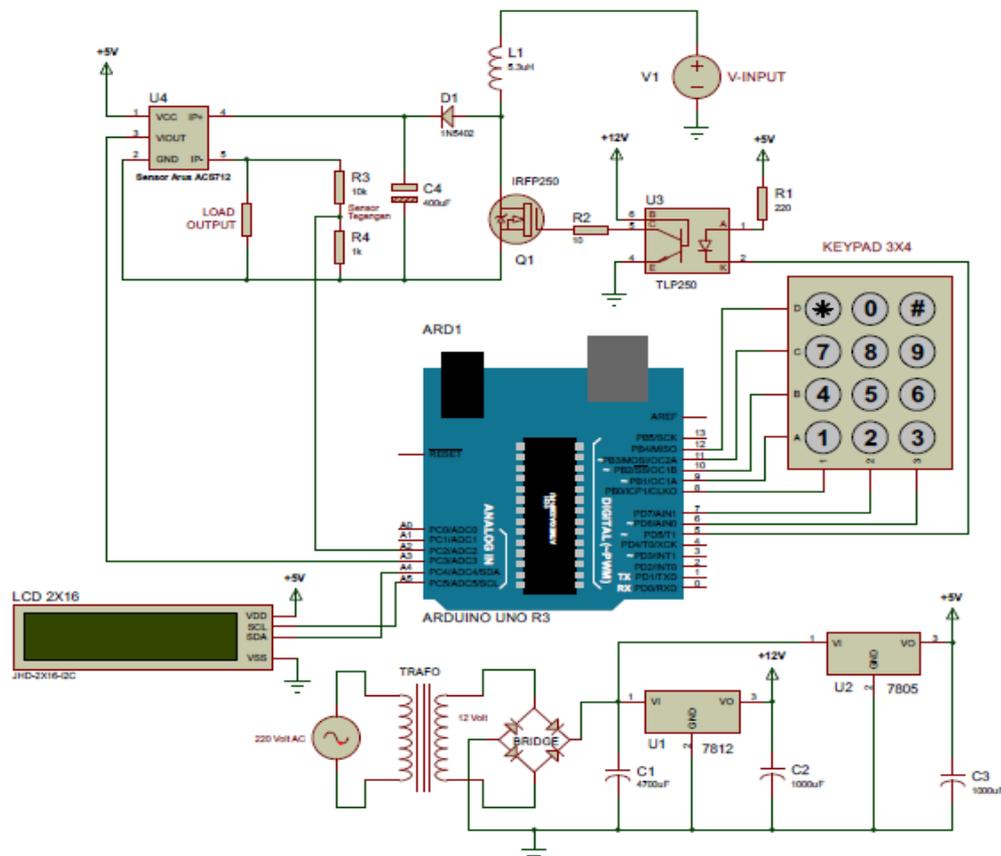


Gambar 8. Flowchart Sistem Alat

Pada saat dijalankan, alat dimulai dengan start, selanjutnya inisialisasi program setelah itu lanjut ke menampilkan Tampilan Awal ke LCD. Prsoses selanjutnya input set point tegangan menggunakan keypad, maka lcd akan menampilkan nilai tegangan dan nilai arus output. Jika tegangan output kecil dari set point?, maka Tampilkan tegangan dan arus, jika tidak maka masuk proses pembacaan ulang alat. Jika terjadi proses proses ulang ? maka masuk lagi mengiputkan set point tegangan. Jika tidak maka program berhenti.

Rangkaian Keseluruhan

Pada rangkaian keseluruhan, terdapat semua rangkaian elektronika yang digunakan dalam pembuatan alat yaitu sensor tegangan, sensor arus , rangkaian *boost converter*, rangkaian catu daya, keypad dan rangkaian mikrokontroler Atmega 328. Pada Gambar 9 menunjukkan rangkaian keseluruhan alat yang digunakan.



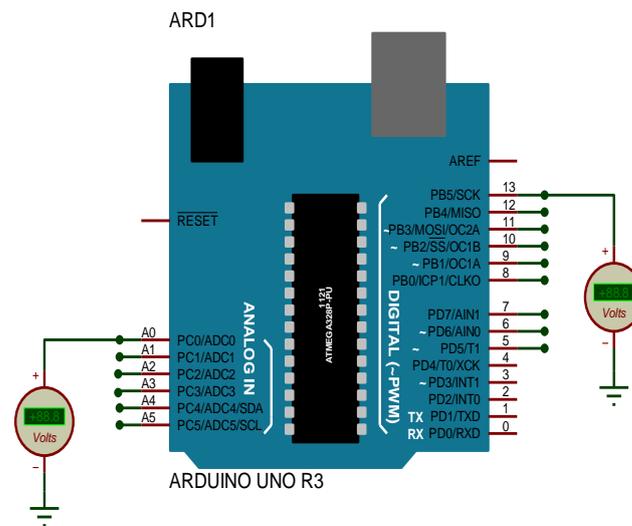
Gambar 9. Rangkaian Keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan akan dilakukan beberapa pengujian dan analisa pada keseluruhan bagian *input* dan *output*. Analisa akan dilakukan guna mengetahui apakah alat berfungsi dengan baik sebagai *input* dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

Pengujian Pengukuran Tegangan Pada Rangkaian ATmega328

Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega 328 ini dapat diukur dengan cara menguji nilai tegangan logika low (0) dan nilai tegangan logika high (1).



Gambar 10. Titik Pengujian ATmega 328

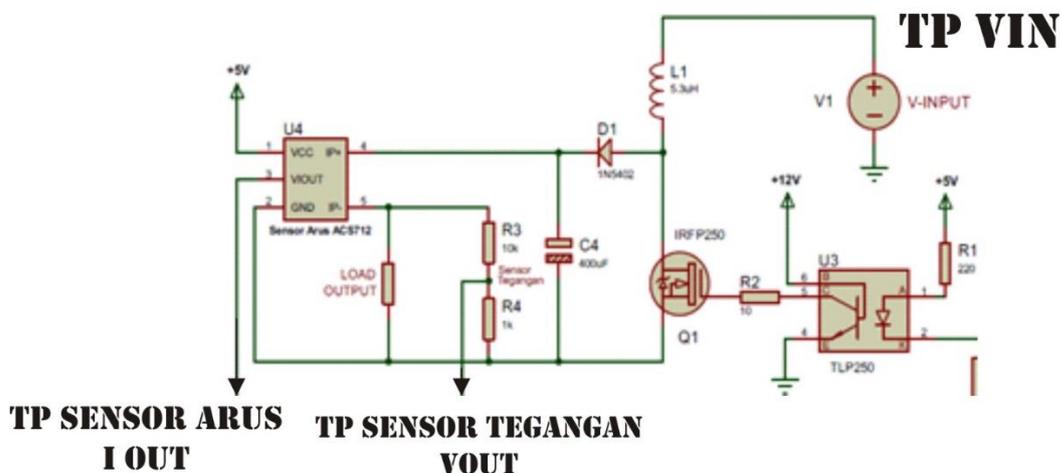
Tabel 1. Pengujian pengukuran Tegangan pada Atmega 328

Logika Pin	Tegangan Pada Pin Mikrokontroler ATmega 328
Low (0)	0.196 Vdc
High (1)	4.96 Vdc

Hasil pengujian pengukuran tegangan pada Atmega 328 dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil pengujian didapatkan nilai logika low (0) sebesar 0.196 Vdc dan logika high (1) bernilai tegangan 4.9 Vdc. Pengujian ini menunjukkan mikrokontroler ideal bekerja karena tegangan kerja logika high (1) yaitu antara 4.5 Vdc hingga 5.5 Vdc.

Pengujian Boost converter

Pengujian *boost converter* digunakan untuk mengetahui proses respon Converter terhadap perubahan setpoint *inputnya*. Pengujian ini untuk mengetahui karakteristik tegangan keluaran beserta efisiensi daya dari *boost converter*.



Gambar 9. Rangkaian Pengukuran Boost Converter

Pengujian dilakukan dengan tegangan masukan dari *power pack* dengan tegangan 55 volt dengan diberikan beban rheostat. Sedangkan frekuensi switching yang diujikan sebesar 62,5 KHz. Hasil pengujian *boost converter* pada set V_{out} 100 -150 V dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian *boost converter* pada set V_{out} 100-150 V.

Set V_{out}	V_{in} (V)	I_{in} (A)	V_{out} (V)	I_{out} (A)
100	55,8	1,16	98,8	0,20
110	55,5	1,27	109,2	0,29
120	54,6	1,49	120,4	0,30
130	54,0	1,62	130,2	0,35
140	53,4	1,78	140,2	0,40
150	53,0	2,0	149,6	0,45

Pada pengujian berbeban menggunakan shunt rheostat sebagai beban dengan menentukan arus beban maksimal 0,5 A maka dapat dilihat nilai efisiensi dari perbandingan antara daya beban dengan daya masukan sumber yang dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil perhitungan daya dan efisiensi

Set V_{out}	P_{in} (W)	P_{out} (W)	η (%)
100	63,8	19,76	30,98
110	70,48	31,67	44,93
120	81,359	36,12	49,59
130	87,48	45,57	52,09
140	90,052	63,09	66,41
150	106	67,32	69,5

Dari data yang telah di dapatkan disaat pengujian, dapat di analisa yaitu tegangan keluarannya, dimana tegangan keluarannya lebih besar dari tegangan masukannya, serta efisiensinya, pada set point yang berbeda dengan beban yang sama nilai efisiensinya cenderung mengalami kenaikan. dapat dilihat dari tabel diatas .nilai efisiensi tergantung dari V_{out} dan I_{out} jika nilai V_{out} dan I_{out} nya besar maka nilai efisiensi akan besar. dan sebaliknya.

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada penelitian sistem pengendalian tegangan berbasis mikrokontroler arduino uno yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat pengendali tegangan keluaran ini dapat berkerja lebih efisien dalam memberikan tegangan keluaran yang diinginkan sesuai kebutuhan perangkat listrik. Dengan nilai (V_{out}) yang mencapai 149,6 V dan arus (I_{out}) 0.45 A membuat nilai efisiensi cukup tinggi yaitu sekitar 69,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shaufi Fiqri. *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Berbantuan Program Casimer Di Riam Pagung Desa Sanatab Kecamatan Sajingan Besar*. Pontianak, Desember 2011.
- [2] Bolton, W. *Sistem Instrumentasi Dan Sistem Kontrol*. Jakarta: Erlangga, Mei 2006.
- [3] Mazta, M.A, dkk. *Rancang Bangun Interleaved Boost converter Berbasis Arduino*. Bandar Lampung, Mei 2016.
- [4] Abdul Rohim, Moh. *Interleaved DC-DC Boost Converter With Small Input Voltage*. Bandar Lampung 2016.
- [5] Mohan, Ned, dkk. *Power Electronics Converter, Application and Design*. Canada: John Wiley & Sons, Inc, 1995.
- [6] M. H. Rashid. *Power Electronics: Circuit, Devices and Applications*. Prentice Hall, 2001.
- [7] Andrianto dan Darman. *Matriks Persamaan Linear dan Pemograman Linear*. Jakarta 2016.
- [8] Ogata, Katsuhiko. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Jakarta: Edi Leksono, 1085.
- [9] Hernando Barrangan, dkk. *Modul Hardware Arduino (Wiring Platform)*. Januari 2011.
- [10] Helmi Guntoro, dkk. *Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Selenoid Berbasis Mikrocontroller Arduino Uno*, Maret 2013.

Biodata Penulis

Muhammad Kevin, lahir di Batusangkar, 25 Oktober 1996. Menyelesaikan studi DIV Teknik Elektro Industri pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dr. Aswardi, M.T, dilahirkan di Kubang Putih Agam, 21 Februari 1959. S1 Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Padang lulus pada tahun 1983. S2 Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Padang lulus pada tahun 1985. Staf pengajar pada jurusan Teknik Elektro FT UNP – Sekarang.