



Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development

+62 821-7074-3613

ranahresearch@gmail.com

<https://jurnal.ranahresearch.com/>



Kendali Tegangan Konverter Boost Berbasis *Propositional Integral* (PI)

Peri¹, Muldi Yuhendri²

¹ Universitas Negeri Padang, Indonesia, peri250699@gmail.com

² Universitas Negeri Padang, Indonesia, yuhendri.m@gmail.com

Corresponding Author: peri250699@gmail.com¹

Abstract: *Technological developments, electronic components and circuits have resulted in a direct voltage supply system that is produced by converting the input DC voltage to another form of DC voltage with a higher output utilizing a boost converter circuit, using a low source voltage where the output voltage can be changed according to user requirements. To anticipate the voltage drop on the output side which is affected by changes in the resistance value of the load and changes in the value of the source voltage, a voltage control is needed that can regulate the output stability of the boost converter. One of the voltage control techniques used is integral proportional controller (PI). This study uses the Ziegler – Nichols oscillation method which is applied to the integral proportional controller (PI) in the boost converter circuit by using the Arduino Mega2650 as a controller circuit which is programmed with Matlab Simulink and a voltage sensor that functions to detect output on the boost converter as well as feedback from the Proportional Integral (PI) controller which will later be compared with the desired setpoint to produce the appropriate Pulse width Modulation (PWM) signal. The test results show that the PI controller works well in accordance with the purpose of adjusting the output voltage on the boost converter. This can be seen in the output of the boost converter which is in accordance with the reference voltage of 15 volts, 20 volts, and 24 volts with an output voltage of 15.36 volts, 20.52 volts, 24.82 volts*

Keyword: *Boost Converter; Voltage Sensors, ATmega2560, PI.*

Abstrak: Perkembangan teknologi, komponen dan rangkaian elektronika telah menghasilkan sistem penyedia tegangan searah yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC lainnya dengan keluaran yang lebih tinggi memanfaatkan rangkaian konverter boost, dengan menggunakan tegangan sumber yang rendah dimana tegangan keluarannya dapat diubah sesuai kebutuhan pemakaian. Untuk mengantisipasi adanya drop tegangan pada sisi output yang dipengaruhi akibat perubahan nilai resistansi pada beban maupun perubahan nilai tegangan sumber, sehingga di butuhkan sebuah kendali tegangan yang dapat mengatur kestabilan output dari konverter boost. salah satu teknik kendali tegangan yang digunakan adalah pengendali proposional integral (PI). Penelitian ini menggunakan metode

osilasi Zigler – Nichols yang di terapkan pada pengendali proposional integral (PI) pada rangkaian konverter boost dengan menggunakan Arduino Mega2650 sebagai rangkaian pengendali yang di program dengan simulink Matlab dan sensor tegangan yang berfungsi untuk mendeteksi output pada konverter boost sekaligus sebagai feedback dari pengendali Proporsional Integral (PI) yang nantinya di bandingkan dengan setpoint yang di inginkan untuk menghasil sinyal Pulse width Modulation (PWM) yang sesuai. Hasil pengujian menunjukan bahwa kontroler PI bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan mengatur tegangan output pada boost konverter. Hal ini dapat dilihat pada output konverter boost yang telah sesuai dengan tegangan referensi 15 volt, 20 volt, 24 volt dengan tegangan output 15,36 volt, 20,52 volt, 24,82 volt

Kata Kunci: Konverter Boost; Sensor Tegangan, ATmega2560, PI.

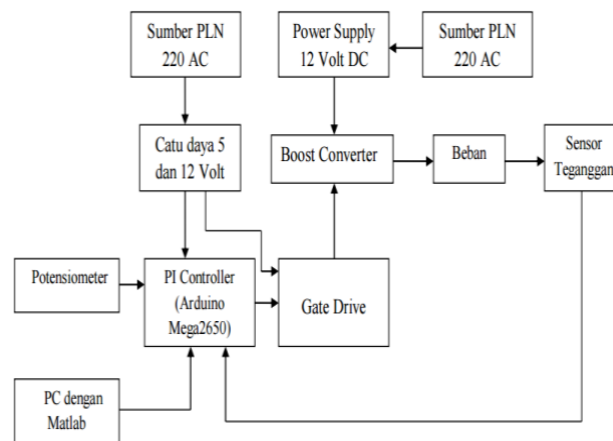
PENDAHULUAN

Pada perkembangannya, penerapan DC-DC konverter telah memungkinkan suatu perangkat elektronika dapat berfungsi dengan menggunakan sumber energi baterai yang berukuran kecil dimana tegangan keluarannya dapat diubah sesuai dengan kebutuhan pemakaian (Herman, 2017). Hingga saat ini, berbagai konfigurasi DC-DC konverter telah banyak dikembangkan, diantaranya adalah jenis DC-DC konverter yang tidak memiliki isolasi elektrik antara tegangan masukan dan keluaran atau bisa disebut sebagai *nonisolated* DC-DC converter (Kartini, 2007). Sistem konverter boost merupakan salah satu regulator DC tipe pensaklaran *nonisolated* yang dapat menjawab kebutuhan akan sebuah sumber tegangan searah dengan tegangan keluaran yang variable (Dewi Harselina, 2019). Dengan sistem konverter *boost*, nilai tegan keluaran dapat diatur untuk lebih besar dari nilai tegangan masukannya dengan mengatur *Duty cycle*. Namun disini perlu penambahan kontrol *proporsional integral* (PI) dengan tujuan untuk mengantisipasi adanya drop tegangan pada sisi *output* yang dipengaruhi akibat perubahan nilai resistansi pada beban maupun perubahan nilai tegangan sumber (Teguh. Dkk, 2020).

Drop tegangan ini tidak diinginkan pada implementasi suatu rangkaian elektronika, karena dapat mengurangi performa kerja dari peralatan yang digunakan. Selain itu, kontrol *proporsional integral* (PI) juga diperlukan agar sistem dapat dioperasikan secara terintegrasi, sehingga rancangan diharapkan mampu menghasilkan *output* berupa kriteria regulasi tegangan sesuai (Teguh. Dkk, 2020). untuk itu perlu pemilihan parameter - parameter kontrol *proporsional integral* (PI) yang tepat sebagai pengaturan tegangan *output* konverter boost untuk pengaturan proses suatu *plant* yang membutuhkan respon relatif cepat dan menghilangkan offset serta menghasilkan perubahan awal yang besar (Gozali, 2005). Kontrol *proporsional integral* (PI) mempunyai prinsip kerja dengan cara membandingkan tegangan *output* konverter boost terhadap nilai *set point* yang dikehendaki (Rizki, 2021), sehingga dapat menghasilkan sinyal penyulutan *pulse width modulation* (PWM) yang sesuai, sinyal inilah yang akan masuk ke rangkaian *gate drive* untuk menyalakan MOSFET pada konverter *boost*

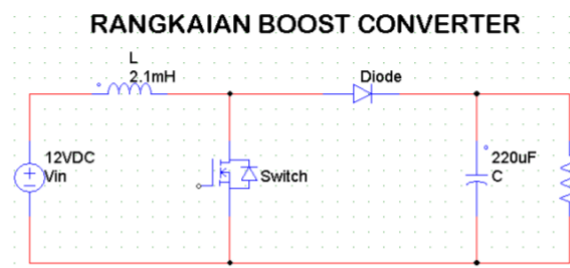
METODE

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk eksperimen yang dimulai dengan perancangan, pembuatan, pengujian dan menggunakan Simulink matlab untuk membuat program. Kontroler PI di rancang untuk mengendalikan tegangan *output* pada konverter *boost* dengan *input* 12 VDC dengan tegangan *Output* maksimum 24 VDC. Rancangan kendali tegangan konverter *boost* menggunakan kontroler PI di usulkan dalam penelitian ini dapat di lihat blok diagram dalam gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Blok

Gambar 1 menunjukkan skema rancangan konverter *boost* dimana tegangan outputnya di kendalikan menggunakan kontroler PI yang di buat dalam penelitian ini. konverter *boost* akan bekerja menaikkan tegangan dengan tegangan input 12 VDC yang melayani beban internal, Tegangan *output* konverter *boost* ditentukan oleh waktu *switching* dari sakelar daya konverter *boost*. Waktu *switching* sakelar berdasarkan dengan sinyal error yang merupakan *input* dari pengendali PI untuk membangkitkan sinyal PWM yang sesuai. Waktu *switching* sakelar pada PWM ini ditentukan oleh lebar pulsa modulasi berdasarkan hasil perbandingan *input* dan *output*. Gambar 2 menunjukkan gambar rangkaian dari konverter *boost*. Tujuan dari penelitian ini membuat sebuah konverter *boost* sebagai sebagai penaik tegangan konstan DC 12 Volt untuk tegangan *output* nya dapat diatur kontroler PI. Manfaat dari penelitian ini adalah di peroleh suatu sistem yang dapat menaikkan tegangan DC stabil dari 12 volt dengan output yang dapat diatur dengan kontroler PI.



Gambar 2. Rangkaian konverter boost

Gambar 2 menunjukkan skema rangkaian konverter *boost* yang terdiri dari MOSFET, induktor, dioda dan kapasitor serta beban internal yang terpasang pada konverter *boost*. Konsep kerja konverter *boost* dalam menaikkan tegangan adalah berdasarkan pengisian dan pengosongan induktor dan kapasitor pada rangkaian tersebut. Pengisian dan pengosongan komponen tersebut ditentukan oleh waktu *switching* dari sakelar daya, dimana waktu *switching* ini ditentukan oleh *duty cycle* (Randi, 2020). Hubungan tegangan *output* konverter *boost* dengan *duty cycle* dirumuskan dengan:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1-D} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana *D* adalah *duty cycle*, *V_{in}* dan *V_{out}* adalah tegangan *output* dan tegangan *input* konverter. Berdasarkan Persamaan (1) dapat dilihat bahwa tegangan *output* konverter *boost* berbanding lurus dengan nilai *duty cycle*. *Duty cycle* ini akan mengatur lebar pulsa PWM yang akan memodulasi sakelar daya konverter.

ATmega 2560

Board Arduino Mega 2560 merupakan sebuah arduino dengan IC *microcontroller* ATmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 digital input/ output dimana 15 buah diantaranya dapat digunakan untuk output PWM, 16 buah analog input, 4 *universal asynchronous receiver/transmitter* (UARTs), osilator Kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, dan soket *In-Circuit System Programing* (ICSP) serta tombol reset (Agus wahyudi dan Suhartati, 2016).

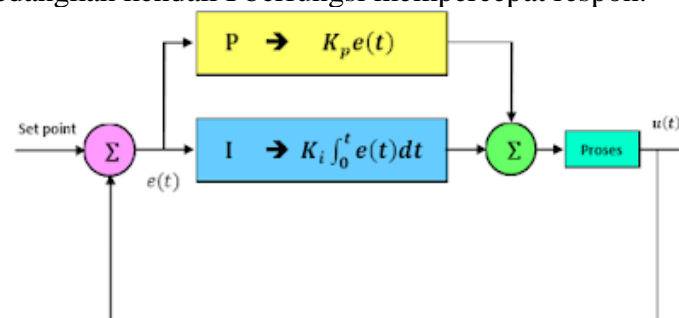
Simulink Matlab

Simulink merupakan sebuah modul dari matlab yang bias digunakan untuk mensimulasikan system dinamik dengan cara grafis berbentuk digram blok, sistem dinamik dapat dimodelkan dengan diagram blok sistem sinyal, *summing junction*, *block gain*, *source* dan *sink* (M. Padri, 2021).

Pada Simulink matlab telah menyediakan komponen untuk mempermudah dalam mendesain tampilan program. Sehingga dalam penulisan program tidak diperlukan lagi dalam penulisan kode untuk membuat tampilannya. Tampilan di dalam Simulink Matlab dapat diatur dengan cara mengambil *tools* yang akan dipakai pada form yang sudah tersedia (Muldi Yuhendri, 2021).

Pengendali PI

Pengendali PI (*Proportional Integral*) adalah sistem pengendali atau sistem kontrol gabungan dari kendali P (*Proportional*) dan kendali I (*Integral*). Gabungan kontrol P dan kontrol I pada pengendali PI mempunyai keunggulan dengan masing-masing penyusunnya (Sulastri, 2020). Salah satu keunggulan dari pengendali PI yaitu masing-masing kelebihan dan kekurangan aksi kontrol dapat saling melengkapi. Kendali P bersifat sebagai gain untuk mencapai *setpoint* sedangkan kendali I berfungsi mempercepat respon.



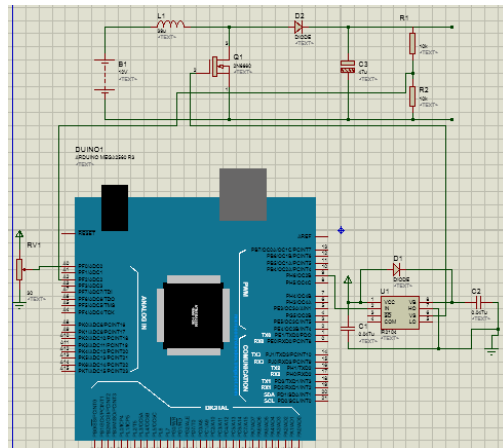
Gambar 3. Diagram Blok Pengendali PI

Persamaan pengendali PI dan blok diagram dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$m(t) = Kp \left(e(t) + Ki \int_0^t e(t) \right) \dots \dots \dots (2)$$

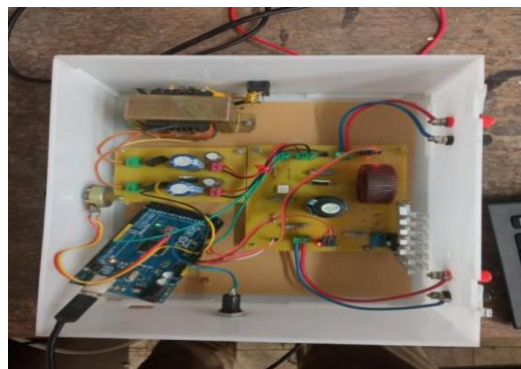
Keterangan:

- m(t) : keluaran pengendali PI
- Kp : Penguatan *proportional*
- Ki : Penguatan *integral*
- e(t) : sinyal kesalahan



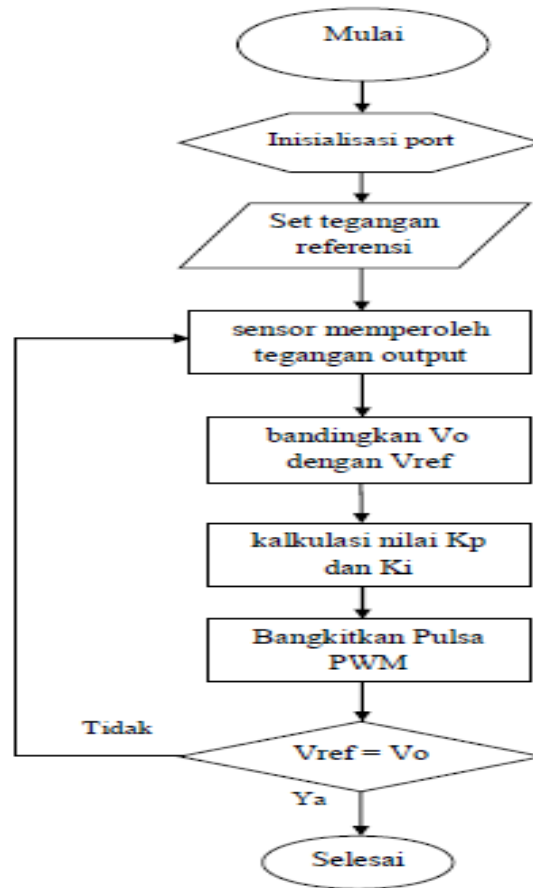
Gambar 4. skema rangkaian Konverter boost

Dalam penelitian ini pulsa PWM di bangkitkan melalui pin 9 arduino mega 2560 dengan frekuensi *switching* sebesar 31372.55 Hz dan pin A0 sebagai *input* dari potensiometer untuk mengatur tegangan referensi serta pin A2 sebagai masukan dari sensor tegangan untuk membandingkan tegangan referensi dengan *output* yang nantinya akan menghasilkan *error*. sinyal *error* inilah yang masuk pada pengendali PI untuk membangkitkan sinyal PWM yang sesuai yang nanti masuk kerangkaian *gate drive* untuk *switching* MOSFET.



Gambar 5. Rangkaian *Hardware* konverter boost

Pemograman arduino Mega 2560 untuk mendapatkan sinyal PWM yang di inginkan agar tegangan referensi sama dengan tegangan *output* maka dilakukan pemograman untuk itu dilakukan proses pemograman arduino menggunakan simulink Matlab yang di uraikan pada gambar 6. Pemogram arduino dengan simulink Matlab dimulai dengan inialisasi *port* arduino padasimulink. Selanjutnya dilakukan pembuatan blok-blok program, seperti blok input analog arduino merupakan pin arduino yang di gunakan pada hardware dan blok konstanta untuk memasukan nilai konstan yang akan masuk pada pin analog arduino. serta blok pengendali PI yang berfungsi untuk membangkitkan sinyal PWM dimana untuk nilai parameter $K_p = 5$ dan $K_i = 10$ nilai ini diperoleh berdasarkan tuning menggunakan aplikasi matlab yang nanti keluaran nya melalui pin 9 PWM yang terhubung ke *gate drive* MOSFET. untuk itu di perlukan nilai batasan PWM dengan menambahkan blok limiter pada keluaran Pengendali PI.



Gambar 6. Diagram Alir Pemrograman Arduino

HASIL DAN PEMBAHASAN

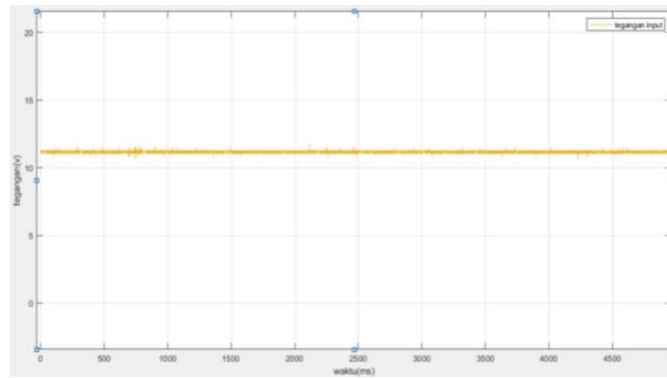
Hasil

Setelah selesai membuat program arduino menggunakan simulink, selanjutnya dilakukan pengujian alat. Dalam pengujian ini, konverter dihubungkan dengan beban resistor. Untuk melihat grafik tegangan *input* dan tegangan *output* digunakan osiloskop digital, sedangkan untuk melihat grafik *duty cycle* dan tegangan *output* referensi digunakan blok *scope* yang ada dalam Simulink. pada gambar 7 menunjukan foto pengujian alat yang dilakukan.



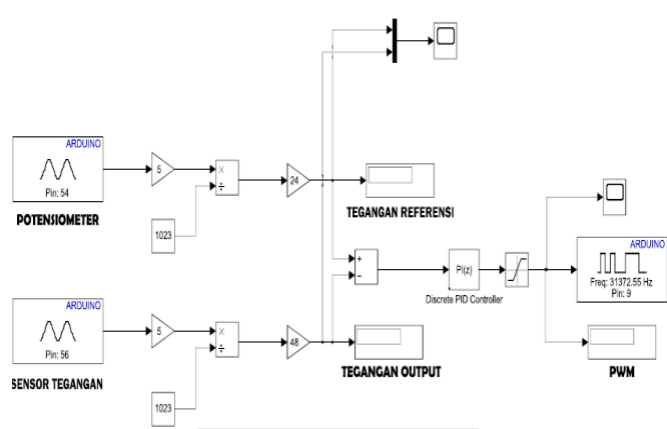
Gambar 7. Pengujian Alat

konverter *boost* ini di uji dengan tegangan *input* 12 VDC menggunakan *power supply*. Di bawah ini menunjukan bentuk gelombang tegangan *input* 12 VDC



Gambar 8. gelombang tegangan *input*

Konverter *boost* yang dibuat dalam penelitian ini diuji dengan tegangan *output* sesuai dengan tegangan referensi yang umum digunakan, yaitu 24 Volt, 20 Volt, 15 Volt, yang telah di program menggunakan Simulink Matlab.

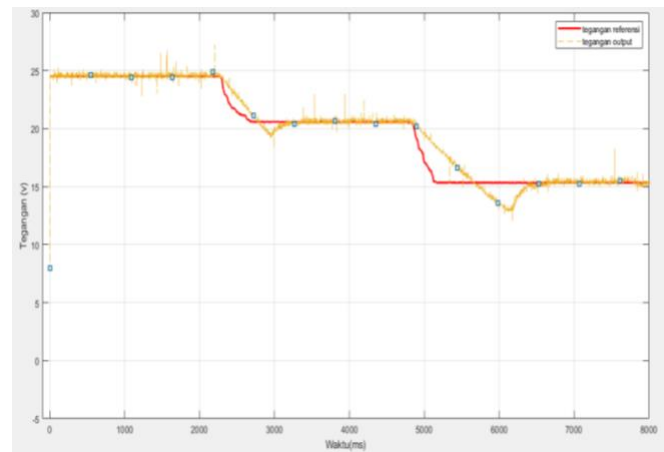


Gambar 9. pemrograman konverter boost dengan Simulink

Tabel 1 dan gambar 10 menunjukkan persentase error dan grafik tegangan referensi dengan tegangan referensi 24 volt , 20 volt ,15 volt diplot pada aplikasi matlab.

Tabel 1. Hasil pengujian

NO	Vin (v)	Vref (Volt)	Vout (Volt)	Error (%)	Duty Cyle(%)
1	12	24	24.82	3,41	51
2	12	20	20.52	2.6	41
3	12	15	15.36	2.4	21



Gambar 10. Grafik tegangan referensi dengan tegangan *ouput*

Pada grafik di atas garis kuning menunjukkan tegangan *output* dan garis merah merupakan tegangan referensi saat tegangan referensi 24 volt untuk tegangan *output* sudah sama dengan tegangan referensi untuk tegangan referensi 20 volt terdapat *error* sebesar 0.52 volt sehingga nilai *error* tersebut menjadi masukan kendali PI untuk membangkitkan sinyal PWM yang sesuai sehingga tegangan *output* sudah sama dengan tegangan referensi begitu juga dengan tegangan referensi 15 volt.

Hasil pengujian konverter *boost* di uraikan dalam bentuk tabel menunjukn bahwa pengendali PI bekerja dengan baik dimana pada tegangan *output* sama dengan dengan tegangan referensi dimana *error* maksimum hanya 0.82 volt yakni pada pengujian tegangan referensi 24 volt hasil dari tabel 1 juga menunjukkan bahwa *duty cyle* PWM berbanding lurus dengan tegangan referensi. Hal ini sesuai dengan tegangan *output* konverter *boost* dengan *duty cyle* seperti dengan persamaan 1. semua hasil pengujian menunjukkan bahwa pengendali PI bekerja dengan baik pada konverter *boost* yang menghasilkan tegangan *output* sesuai dengan tegangan referensi.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan kendali tegangan konverter *boost* menggunakan *Controller* PI yang di program menggunakan simulink matlab. Konverter dibuat menggunakan *input* 12 Volt DC dengan tegangan referensi yang bervariasi yaitu 24 volt, 20 volt, 15 volt dengan tegangan output masing – masing 24.82 volt, 20.52 volt, 15.36 volt dengan nilai $K_p = 5$ dan $K_i = 10$ untuk parameter pengendali PI. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengendali PI bekerja dengan baik dimana tegangan output sudah sama dengan tegangan referensi. Untuk *error* maksimum hanya sebesar 0.82 volt pada tegangan referensi 24 volt.

REFERENSI

- Aryani, Diah. “*Prototype Alat Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega*”. PETIR: Vol.12 No.12, 2019.
- Gozali. “*Desain Kontrol PID Dengan Metoda Tuning Direct synthesis Untuk Mengatur Kecepatan Motor DC* “. TEKNOIN: Vol.10 No.4, 2005.
- Harselina, Dewi. “*Rancang Bangun Boost Konverter*”. Seminar FORTEI 2019.
- Herman. “*Rancangan DC-DC Konverter Penguat Tegangan*”. IPE : Vol.21 No.02,2017.
- Kartini, 2007. “*Penaik Tegangan DC To DC Dengan Metode Switching Power Supply Berbasis Mikrokontroler ATmega328*” karya Kartini Herawati Sihombing. Skripsi. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.

- Muldi Yuhendri. “*Hysterisis Current Control Pulse Width Modulation (HCCPWM) Untuk Inverter 3 phasa*”. JTEIN: Vol.2 No.1, 2021.
- Padri, M., & Yuhendri, M. (2021). Inverter 3 Fasa Menggunakan Metoda Space Vector Pulse Width Modulation (SVPWM). *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(2), 190-197. <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i2.161>
- Rizki. “*Study Literatur Pengaruh Pengaruh Kendali Boost Konverter Menggunakan Kontrol PID Pada Kecepatan Motor DC*”. *Jurnal Teknik Eelektro*: Vol.10 No.01, 2021.
- Sulastri. “*Analisa Pengaturan Aliran Menggunakan Metode PID Pada Filter Back Wash Pump Di PLTU Unit 5 Dan 6 Paiton*”. *TESLA*: Vol.22 No. 2 , 2020.
- Teguh, Endro dan irianto. “*Perancangan Boost converter menggunakan control proposional integral (PI) Sebagai Tegangan Input Inverter Satu Fasa Untuk Sistem Uninterruptible Power Supply*”. *Jurnal Sains Dan Teknologi*: Vol.16 No.02,2020.
- Wahyudi, Agus. “*Implementasi Otomasisasi Mesin Grating Menggunkana Arduino Mega2650*”. *TESLA*: Vol. 18 No.2, 2016.
- Yuhendri, M., & Setiawan, R. (2020). Implementasi DC-DC Boost Converter Menggunakan Arduino Berbasis Simulink Matlab. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 144-149. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.64>