



## PENYEARAH 1 FASA DENGAN FAKTOR DAYA MENDEKATI 1 DAN THD MINIMUM PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DENGAN KONTROL ARUS *RAMP COMPARISON CURRENT CONTROL*

Hazlif Nazif<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Ekasakti

<sup>1</sup>[hazlif\\_n@yahoo.co.id](mailto:hazlif_n@yahoo.co.id)\*

\* corresponding author

### ABSTRACT

*The use of electronic equipment used is increasing in the world of industry, offices, households and transportation. However, this electronic equipment produces a low power factor value and high Total Harmonic Distortion (THD) because in electronic equipment, there are electronic components that are non-linear (diodes, capacitors, transformers and toroids). Therefore, a ramp comparison current control is needed for the boost converter in the electric power system to improve the low power factor and reduce the high THD in the electric power system. The comparison results show that the rectifier without a boost converter produces a power factor value of 0.2252 and THD 268%. This means that the input current waveform is not nearly sinusoidal. Meanwhile, the rectifier with a boost converter using ramp comparison current control produces a power factor value of 0.9207 and a THD of 4%. This means that the input current waveform is nearly sinusoidal. Rectifier with boost converter controlled ramp comparison current control which is better than rectifier without boost converter.*

### ABSTRAK

Pemanfaatan peralatan elektronik yang dipergunakan semakin meningkat dalam dunia industri, perkantoran, rumah tangga dan transportasi. Namun peralatan elektronik ini menghasilkan nilai faktor daya yang rendah dan *Total Harmonic Distortion* (THD) tinggi karena di dalam peralatan elektronik, terdapat komponen-komponen elektronik yang bersifat non linear (dioda, kapasitor, trafo dan toroida). Oleh karena itu diperlukan kontrol arus *ramp comparison current control* sebagai konverter boost pada sistem tenaga listrik untuk memperbaiki faktor daya yang rendah dan menurunkan THD yang tinggi pada sistem tenaga listrik. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penyearah tanpa konverter boost menghasilkan nilai faktor daya 0.2252 dan THD 268 %. Hal ini berarti bentuk gelombang arus input tidak mendekati sinusoidal. Sedangkan penyearah dengan konverter boost menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* menghasilkan nilai faktor daya 0.9207 dan THD 4 %. Hal ini berarti bentuk gelombang arus input mendekati sinusoidal. Penyearah dengan konverter boost yang dikendalikan kontrol arus *ramp comparison current control* lebih baik daripada penyearah tanpa konverter boost.

### Article Info

#### Article history

Received: Oct. 18<sup>th</sup>, 2021

Revised: May 23<sup>th</sup>, 2022

Accepted: May 31<sup>st</sup>, 2022

#### Keywords

Rectifier,  
Boost Converter,  
PSIM,  
Ramp Comparison Current  
Control.

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan peralatan elektronik, yang dipergunakan semakin meningkat dalam dunia industri, perkantoran, rumah tangga dan transportasi. Namun peralatan elektronik ini menghasilkan faktor daya yang rendah karena di dalam peralatan elektronik, terdapat komponen-komponen elektronik yang bersifat non linear (dioda, kapasitor, trafo dan toroida). Oleh karena itu, diperlukan kontrol arus *ramp comparison current control* sebagai konverter boost pada sistem tenaga listrik. Konverter boost menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* diharapkan dapat memperbaiki faktor daya rendah dan meminimalkan THD tinggi sehingga menghasilkan gelombang sinusoidal pada sistem tenaga listrik.

Penelitian yang pernah dilakukan tentang teknik pengendalian arus puncak dan teknik pengendalian arus histeresis untuk koreksi faktor daya AC/DC *boost converter*, hasil simulasinya menunjukkan bahwa kendali arus puncak menghasilkan THD 15% dan *pf* 0,98 sedangkan kendali arus histeresis menghasilkan THD 10% dan *pf* 0.99 (Bambang Purwahyudi, 2008). Penelitian yang lain pernah dilakukan tentang penggunaan *buck-boost converter* untuk memperbaiki faktor daya pada rangkaian penyearah 1 fasa, pengujiannya menunjukkan hasil bahwa faktor daya meningkat signifikan yaitu bernilai 0.94 dibandingkan dengan rangkaian penyearah konvensional yang bernilai rata-rata 0.48 (Esty Wulandari, 2015).

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Yu Yu Khin, Yan Aung Oo. Konverter boost menggunakan teknik kontrol hysteresis untuk perbaikan faktor daya yang rendah dan mengurangi THD yang tinggi. Model rangkaian sistem ini dimodelkan dan disimulasikan dengan menggunakan software MATLAB. Hasil pengujiannya menunjukkan bahwa konverter boost menggunakan teknik kontrol hysteresis menghasilkan faktor dayanya mendekati 1 dan THD yang rendah (Yu Yu Khin.,2019).

Penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti S. Sarath Kumar dan Manoj Samal. Konverter boost menggunakan teknik kontrol

histeresis untuk perbaikan faktor daya dan menurunkan arus harmonik yang tinggi yang dihasilkan oleh penyearah dioda. Hasil pengujiannya menunjukkan bahwa konverter boost menggunakan teknik kontrol histeresis menghasilkan faktor dayanya hampir mendekati 1 dan arus harmonik (THD) yang rendah (Sarath Kumar & Manoj Samal, 2017).

Dalam penelitian ini, konverter boost menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* pada sistem tenaga listrik diharapkan dapat meminimalkan THD tinggi dan memperbaiki faktor daya rendah. Model dan simulasi ini dibuat menggunakan perangkat lunak PSIM Versi 9.0.3. Kontrol arus *ramp comparison current control* adalah kontrol yang membandingkan arus *error* ke dalam gelombang segitiga untuk menghasilkan sinyal penyulutan yang digunakan untuk mengendalikan saklar statis. Karena mempunyai respon dinamik yang cepat dan frekuensi *switching* yang konstan dalam mengendalikan arus output (B. Chitti Babu, 2010: 48-54).

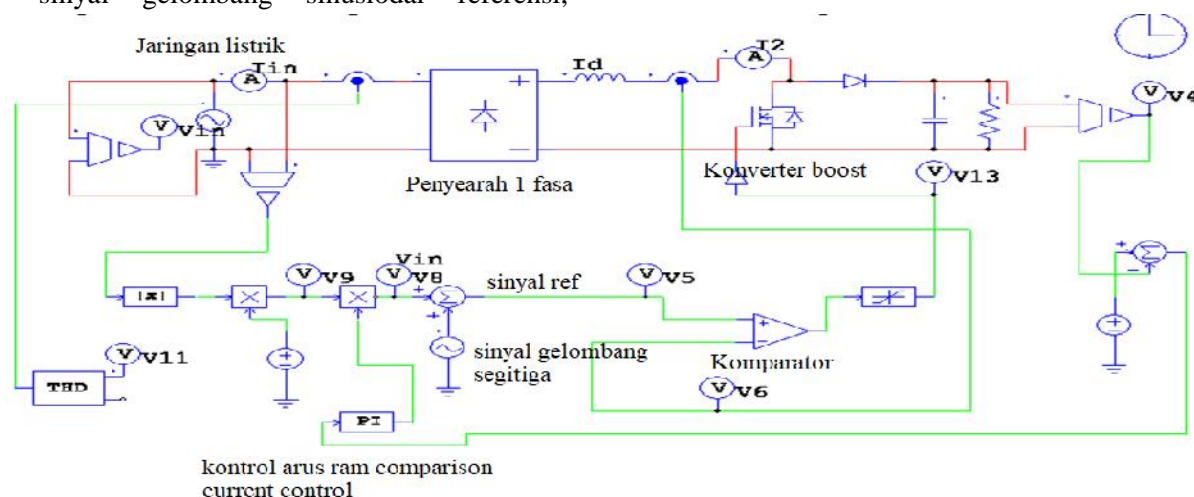
## METODE

Pada penelitian ini meliputi penyearah 1 fase dengan faktor daya mendekati 1 dan THD minimum dengan kontrol arus *ramp comparison current control* pada sistem tenaga listrik. Rangkaian sistem ini terdiri dari rangkaian konverter boost, penyearah satu fasa, kontrol arus *ramp comparison current control* dan PI akan dirancang kemudian dimodelkan dan disimulasikan dengan software PSIM seperti blok diagram rangkaian sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Fungsi dari masing-masing bagian blok diagram yaitu,

1. Sumber tegangan AC 1 fase dari jaringan listrik berfungsi menyediakan daya listrik untuk rangkaian sistem.
2. Tegangan AC disearahkan oleh penyearah 1 fase menjadi tegangan DC.
3. Drive gate berfungsi mengendalikan saklar dari MOSFET pada konverter boost.
4. Kontrol arus *ramp* berfungsi mengendalikan konverter boost. Input dari blok ini adalah sinyal  $V_o$  dari konverter boost dikurangkan dengan sinyal  $V_{ref}$  sehingga menghasilkan

sinyal dimasukkan ke blok PI untuk membuat sinyal kemudian dikalikan dengan sinyal gelombang sinusoidal murni dari jaringan listrik ditambahkan dengan gelombang sinus-segitiga untuk membuat sinyal gelombang sinusoidal referensi,

kemudian dibandingkan dengan arus aktual dari DC bus, sehingga menghasilkan sinyal *error*, dimasukkan ke pengatur pulsa untuk membentuk pulsa bagi rangkaian *drive* yang mengendalikan konverter *boost*.



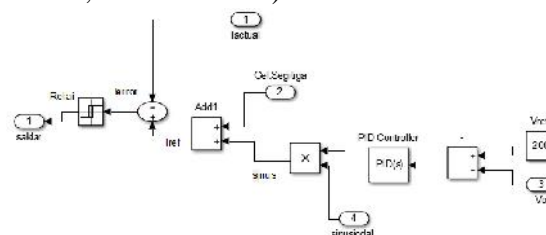
Gambar 1. Blok Diagram Sistem Rangkaian

Pengujian pada sistem ini mempunyai 2 tahap, yaitu pengujian tanpa konverter *boost* dan dengan konverter *boost*. Pengujian tanpa konverter booster ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil gelombang sinusoidal yang dihasilkan pada arus input. Sedangkan pengujian dengan konverter booster untuk mengetahui apakah gelombang sinusoidal yang dihasilkan pada arus input. Hasil pengujiannya diharapkan dapat meminimalkan THD tinggi, menaikkan nilai faktor daya rendah dan mendekat gelombang sinusoidal.

**Model Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control**

Input dari blok ini adalah sinyal  $V_o$  dari konverter *boost* dikurangkan dengan sinyal  $V_{ref}$  sehingga menghasilkan sinyal dimasukkan ke blok PI untuk membuat sinyal kemudian dikalikan dengan sinyal gelombang sinusoidal dari jaringan listrik ditambahkan dengan gelombang sinus-segitiga untuk membuat sinyal gelombang sinusoidal referensi, kemudian dibandingkan dengan arus actual dari DC bus, sehingga menghasilkan sinyal *error*, dimasukkan ke pengatur pulsa untuk membentuk pulsa bagi rangkaian *drive* yang mengendalikan konverter *boost* dapat

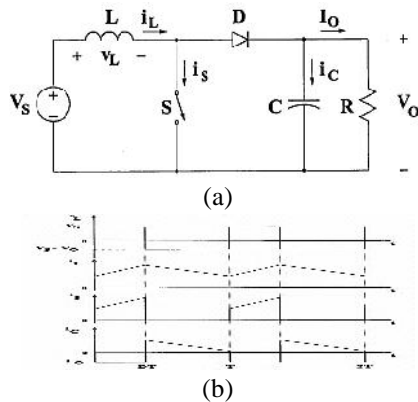
diperlihatkan pada Gambar 2 (Muh. Imran Hamid, 2008: 100-103).



Gambar 2. Model Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control

**Model Konverter Boost**

Dimulai ketika saklar kondisi ON pada  $t=0$ . Arus masukan yang mengalir melalui induktor L, sehingga menyimpan energi dalam induktor dan beban disuplai oleh arus kapasitor. Setelah saklar kondisi OFF pada  $t=kT$ . Arus yang sebelumnya akan mengalir melalui induktor L, dioda D, output kapasitor C, dan R beban. Arus induktor turun sampai saklar kondisi ON lagi dalam siklus berikutnya. Selama waktu ini, energi yang tersimpan dalam induktor ditransfer ke beban bersama-sama dengan tegangan masukan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3(Dwi Sasmita, 2010).



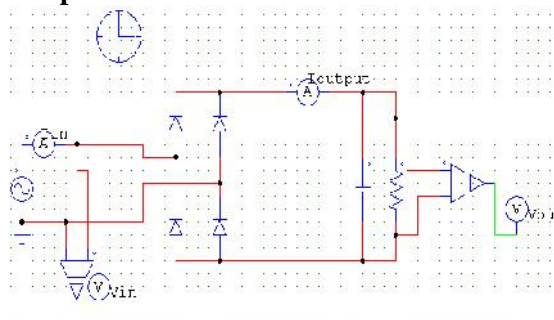
Gambar 3. Konverter boost (a) Diagram rangkaian (b) Gelombang

Tabel 1. Parameter untuk Simulasi

No	Nama	Value
1	Tegangan input 60 Hz	220 V
2	Tegangan output boost	400 V
3	Beban linear (load)	150 W
4	Amplitudo Gelombang Segitiga dari kontrol arus <i>ramp</i>	5 V
5	Induktor boost	0.0001H
6	Kapasitor boost	0.003F
7	Frekuensi Switching Gelombang Segitiga (fc) dari kontrol arus <i>ramp</i>	1000Hz

## HASIL DAN PEMBAHASAN

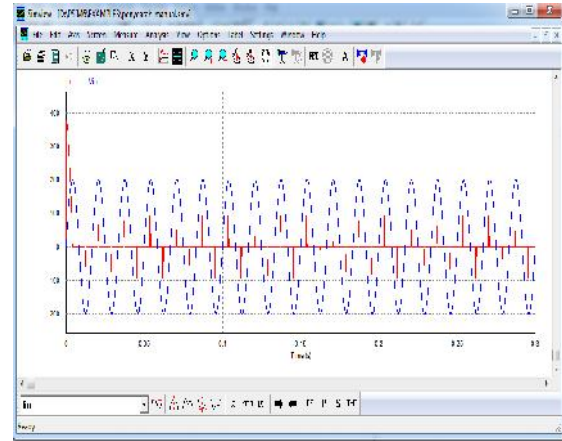
### Hasil Pengujian Penyearah Satu Fasa Tanpa Konverter Boost



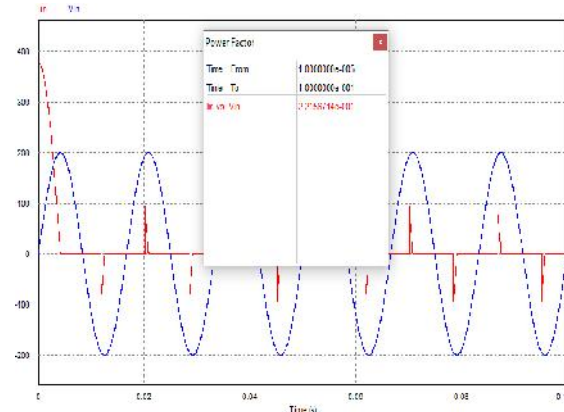
Gambar 4. Simulasi Penyearah Satu Fasa tanpa Konverter Boost

Untuk melihat hasil gelombang keluaran arus input, tegangan, faktor daya dan THD dari simulasi penyearah satu fase tanpa konverter *boost*, maka pengujian ini dengan software PSIM. Pengujian simulasi yang telah dilakukan, diperoleh bahwa bentuk gelombang tidak sinusoidal yang dihasilkan penyearah ini

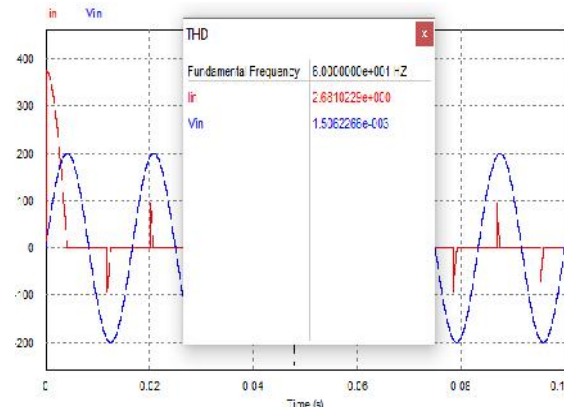
pada arus input, sedangkan nilai arus harmonik (THD) 268% yang dihasilkan, dapat diperlihatkan pada Gambar 7 dan faktor daya 0.2252 tidak mendekati satu, dapat diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Hasil pengujian simulasi tanpa konverter boost



Gambar 6. Hasil pengujian faktor daya

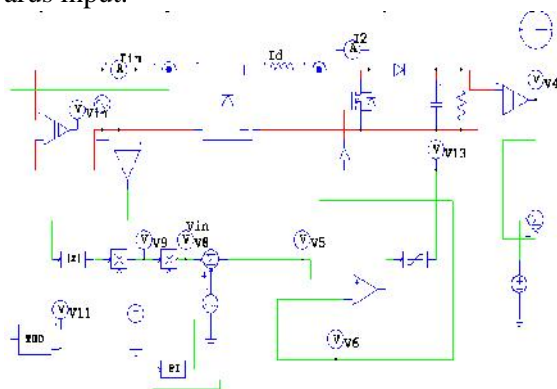


Gambar 7. Hasil pengujian THD arus



### Penyearah Satu Fasa dengan Konverter Boost

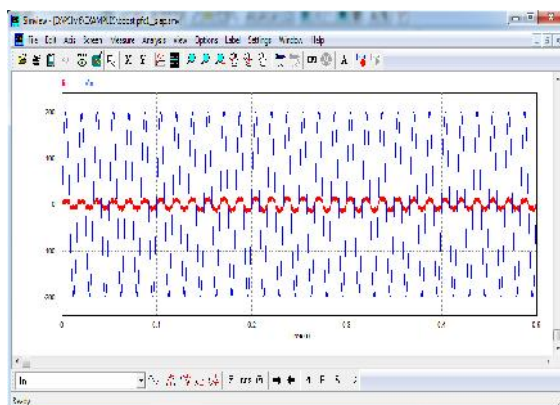
Untuk melihat gelombang tegangan output, arus output, *power factor* dan THD dari konverter *boost* menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* pada sistem tenaga listrik. Hasil pengujian ini telah dilakukan dengan  $f_s$  1000 Hz dan amplitudo gelombang segitiga sebesar 5 volt, dapat diperoleh bahwa nilai arus harmonik THD 4% yang dihasilkan dan faktor daya 0.9207 yang dihasilkan hampir mendekati 1. Hal ini berarti telah menghasilkan gelombang sinusoidal pada arus input.



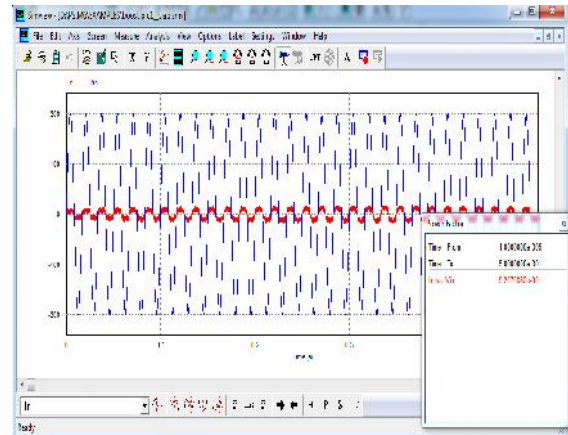
Gambar 8. Konverter boost menggunakan kontrol arus *ramp*

Tabel 2. Hasil pengujian dengan konverter boost dengan  $f_s$  1000 Hz

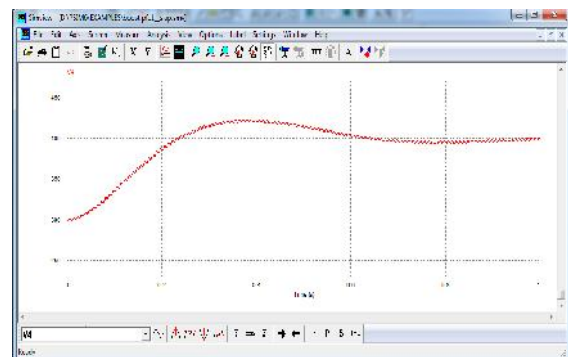
$f_s$	$I_{Output}$	$V_{output}$	Power factor	THD %
1000Hz	2,7	400	0.9207	4



Gambar 9. Hasil bentuk gelombang sinusoidal pada arus input

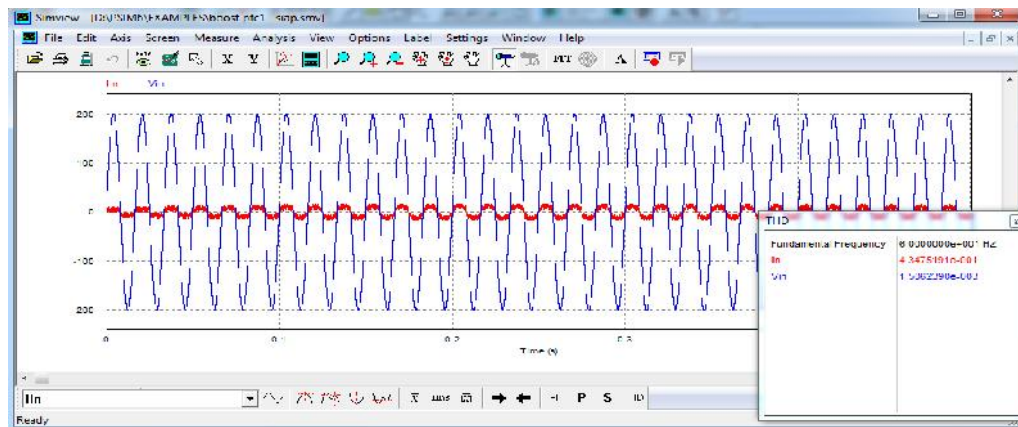


Gambar 10. Hasil pengujian terlihat bahwa faktor daya 0,9207



Gambar 11. Tegangan output dari konverter boost

Dari hasil perbandingan dapat diketahui bahwa penyearah tanpa konverter *boost* menghasilkan gelombang tidak sinusoidal, THD 268% dan faktor daya 0.2252 (tidak mendekati 1), bahwa penyearah konverter *boost* menggunakan kontrol arus *ramp* ini menghasilkan gelombang sinusoidal, nilai THD 4% dan faktor daya 0.9207 (hampir mendekati 1). Penyearah menggunakan konverter *boost* yang dikendalikan kontrol arus *ramp* lebih baik daripada penyearah tanpa konverter *boost*.



Gambar 12. Hasil pengujian THD, diperoleh THD 4 %

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, pemodelan konverter boost menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* pada sistem tenaga listrik telah berhasil dibuat sesuai dengan teorinya. Konverter *boost* menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* pada sistem tenaga listrik, sehingga menghasilkan faktor dayanya hampir mendekati 1 dan nilai THD minimum yang dihasilkan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad Dani, Muhammad Hasanuddin. 2018. Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Sebagai Kompensator Daya Reaktif (Studi Kasus Stt Sinar Husni). *Seminar Nasioanal Royal (SENAR) STMIK Royal*, ISSN 2622-6510, Hal. 673-678
- B. Chitti Babu, B. Vasantha Reddy, K. B. Mohanty. 2010. A Novel Delta Modulator and Modified Ramp Type Current Controller-Two Viable Scheme for Current Controlled Voltage Source Inverter. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)* Volume 1, No. 3
- Bambang Purwahyudi. 2008. Perbandingan Kendali Arus Puncak Dan Histeresis pada Rangkaian Koreksi faktor daya AC/DC Boost Converter. *POLITEK*
- Jurnal Teknologi*, Volume 7, Nomor 2, 2008, ISSN 1412-6427.
- Dwi Sasmita Aji Pambudi. 2010. *Simulasi dan Implementasi Konverter DC-DC Boost dengan IC NE555 sebagai Pembangkit Sinyal PWM*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom
- Esty Wulandari, Dedet Candra Riawan. 2015. Penggunaan Buck-boost Converter untuk Perbaikan Faktor daya pada rangkaian penyearah satu fasa. *Jurnal Teknik POMITS*. Vol.1, No.1 (2015) 1-7
- Hazlif Nazif, Muh. Imran Hamid. 2015. Pemodelan dan Simulasi PV-Inverter Terintegrasi Ke Grid dengan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control. *Jurnal Nasional Teknik Elektro* Vol 4, No.2, september 2015, ISSN 2302-2949.
- Hazlif Nazif, Susi Yuliantanty. 2019. Rancang Bangun Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control untuk Penyearah Tiga Fasa pada Sistem Tenaga Listrik. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, Vol. 1, No 2. Juli 2019
- Hazlif Nazif. 2021. Simulasi Penyearah Tiga Fasa Dengan Minimum Total Harmonic Distortion Dengan Metode Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control Pada Sistem Tenaga Listrik Tiga Fasa. *Ekasaki Jurnal Penelitian dan Pengabdian*

- (*EJPP*), Vol. 1, Issue 2. E-ISSN: 2747-7538, P-ISSN: 2746-7538
- Herman Dwi Surjono, Ph.D. 2007. *Elektronika: Teori dan Penerapan*. Penerbit Cerdas Ulet Kreatif, ISBN: 978-602-98174-7-8
- Janny F. Abidin, 2015. Analisis Unjuk Kerja Harmonik di Instalasi Listrik Industri dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Teknologi Elektro*, Universitas Mercu Buana, Vol 6, No 3 (2015), ISSN : 2086-9479
- Muh. Imran Hamid dan Makbul Anwari. (2010). *Single-Phase Photovoltaic-Inverter operation characteristic in Distributed Generation System* , <http://www.intechopen.com/download/pdf/10142>
- Muh. Imran Hamid, Makbul Anwari, Taufik. 2008. Comparison of current control methods on carrier based VSI-PWM inverter drives from line power quality aspect. *TELKOMNIKA* Vol 6 No.2, Agustus 2008: Hal 93-100, ISSN:1693-6930.
- Muhammad H. Rashid. *Power Electronics Handbook*
- S. Sarath Kumar, Manoj Samal. 2017. A New Power Factor Correction Technique by using PFC Boost Converter. *SSRG International Journal of Communication and Media Science (SSRG-IJCMS)*. Vol.2, Issue. 4 July to Agustus 2017.
- Yu Yu Khin, Yan Aung Oo. 2019. Design and Simulation of Power Factor Correction Boost Converter using Hysteresis Control. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)*, e-ISSN: 2456 – 6470.