

# Implementasi Bidirectional DC-DC Converter Berbasis Topologi *Cascaded* pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Metode PID

Ahmad Sayid Fathin<sup>1</sup>, Anggara Trisna Nugraha<sup>2</sup>, Dwi Sasmita Aji Pambudi<sup>3</sup>, Rama Arya Sobhita<sup>4</sup>, Widi Nur Hidayat<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Kelistrikan Kapal, Fakultas Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

## ABSTRAK

Penyusutan energi konvensional menjadi masalah tersendiri terkait ketersediaan energi. Dengan akibat dari energi konvensional menimbulkan polusi udara perlu adanya pengembangan terhadap energi terbarukan. Tujuan itu menjadi solusi agar tidak bergantung, karena pada dasarnya energi konvensional tidak dapat diperbarui. Solusi dari masalah tersebut yaitu pengembangan di bidang energi terbarukan, entah pada bidang angin atau pun yang lainnya. Teknologi penunjang patut diperhitungkan yaitu converter. Converter khususnya yang menunjang penyimpanan ruang energi. Penelitian ini berfokus pada *bidirectional* DC-DC *converter* yang mempunyai kelebihan mampu mengalirkan dua arah aliran daya, serta dibantu dengan metode PID akan menambah optimasi kinerja *converter*.

**Kata Kunci:** Energi terbarukan, *bidirectional converter*, PID

## ABSTRACT

*Conventional energy depreciation is a separate problem related to energy availability. With the consequences of conventional energy causing air pollution, it is necessary to develop renewable energy. That goal is a solution so that you don't depend on it, because basically conventional energy can't be renewed. The solution to this problem is development in the field of renewable energy, whether in the field of wind or anything else. Supporting technology should be taken into account, namely the converter. Converter in particular that supports the storage of energy space. This research focuses on the bidirectional DC-DC converter which has the advantage of being able to transmit two-way power flow, and assisted by the PID method will add to the optimization of converter performance.*

**Keywords:** Renewable energy, *bidirectional converter*, PID

## 1. PENDAHULUAN

Sumber energi terbarukan, seperti air, angin, energi laut, biomassa, dan matahari, dapat menjadi energi alternatif untuk menggantikan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang semakin terbatas jumlahnya. Banyak negara sudah memanfaatkan sumber energi terbarukan sebagai pembangkit listrik karena memperhitungkan dampak perubahan iklim yang dapat diakibatkan oleh penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, pertumbuhan teknologi energi terbarukan bahan bakar fosil. Selain itu, pertumbuhan teknologi energi terbarukan juga didorong oleh aspek harga bahan bakar fosil yang semakin meningkat dan tingkat emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan[1].

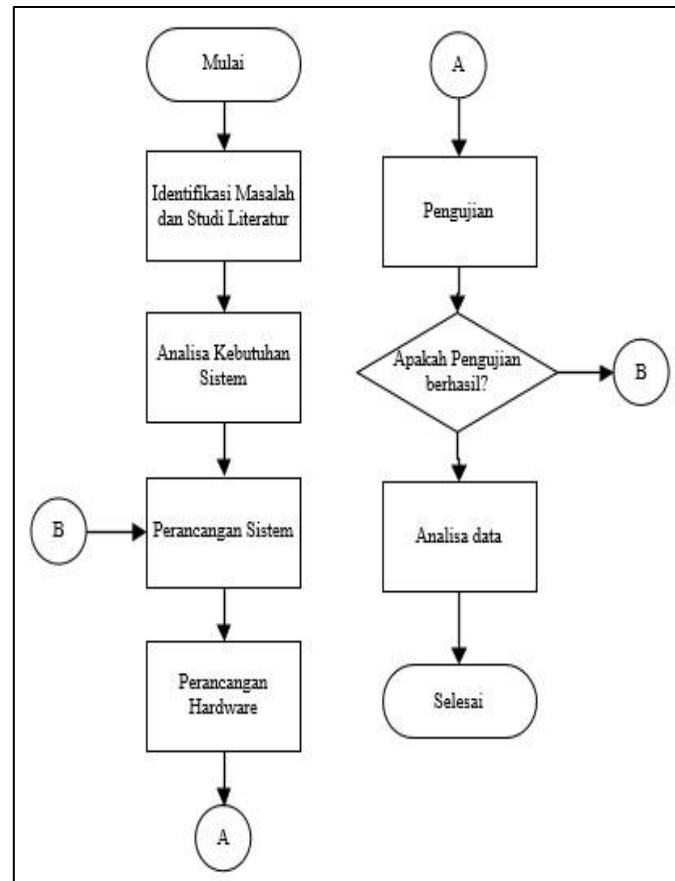
Material mentah kekurangan dan polusi lingkungan karena sumber energi konvensional seperti batubara dan minyak merupakan penyebab utama rintangan global energi berkelanjutan. Melihat perjanjian Paris 2015, disana disepakati membutuhkan transisi sumber energi untuk dapat dimanfaatkan dan dikembangkan secara berkelanjutan dari Renewable energy sources (RESs). Dengan demikian, banyak negara berlomba dalam mengembangkan RESs diantaranya angin, solar, photovoltaic (PV), bioenergy, dan energi ombak laut, Denmark berencana untuk 100% independen dari bahan bakar fosil dan 100% netral karbon berdasarkan RES. IEA (2020) melaporkan bahwa mendapatkan dukungan support kuat, Jerman telah meningkatkan dengan cepat dari RESs di bidang elektrik. Selain itu pengembangan dari global RESs disegerakan antara tahun dari 2000 sampai 2020, Dimana energi angin dan PV sebagai sorotan utama.[2]

Bidirectional DC-DC converter merupakan komponen yang berfungsi menunjang performansi RESs. Hal itu dilengkapi juga dengan baterai penyimpanan energi dapat menjadi pilihan untuk mengatasi penyimpanan energi. Bidirectional DC-DC converter ini mempunyai dua mode kerja, yaitu pengisian dan pengosongan baterai. Dengan semua itu dibantu dengan metode PID.

## 2. METODE PENELITIAN

3. Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada diagram dibawah ini. Tahapan pertama adalah dengan melakukan identifikasi permasalahan dan studi literatur yang digunakan untuk merumuskan sebuah permasalahan. Tahapan berikutnya merupakan Analisa kebutuhan sistem bertujuan sebagai bentuk awal implementasi converter. Langkah selanjutnya adalah perancangan sistem. Perancangan sistem dibantu dengan beberapa software, salah satunya yaitu proteus. Hasil dari

perhitungan perhitungan dan simulasi menjadi referensi untuk merancang hardware sesuai dengan sistem dikehendaki. Jika pada saat simulasi sistem tidak berhasil maka akan dilakukan pemeriksaan ulang pada perhitungan. Namun, jika pada saat pengujian sistem tidak berhasil maka dapat dilanjutkan dengan tahapan selanjutnya yaitu analisis data. Tahapan analisis data dilakukan untuk pemeriksaan dan pengolahan data saat pengujian maupun simulasi gagal untuk diubah menjadi sebuah informasi yang nantinya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan



**Gambar 1.** *Flowchart* Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Duty cycle merupakan interval suatu switch beroperasi pada converter sebagai penentuan nilai duty cycle mampu dengan menggunakan persamaan 2.11 dan 2.22 saat konverter dalam keadaan continuous, dimana arus yang mengalir di inductor tidak akan bernilai nol. Penentuan duty cycle mampu didapatkan dari dua kondisi kondisi dimana aliran daya berifat fluktuatif dari sisi generator serta sisi konstan dari sisi baterai. Kondisi fluktuatif mampu beroperasi dalam keadaan menaikkan ( $V_{in} < V_{out}$ ) dan menurunkan ( $V_{in} > V_{out}$ ), kondisi tersebut saat aliran daya dari sisi generator menuju sisi baterai. Sedangkan untuk sisi konstan dalam keadaan menaikkan karena ( $V_{in} < V_{out}$ )

Berdasarkan persamaan 2.11 dan 2.22 nilai duty cycle. Kondisi dimana konstan atau bisa dikatakan ( $V_{in} < V_{out}$ ) aliran dari baterai ke block generator.

$$D = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{out}} \tag{1}$$

$$D = \frac{24 - 12}{24}$$

$$D = 0,5$$

Kondisi dimana keluaran generator mensuplai daya baterai bersifat fluktuatif. Mode menaikkan

$$D = \frac{V_{out} - V_{in}}{V_{out}} \tag{2}$$

$$D = \frac{24 - 12}{24}$$

$$D = 0.16$$

Mode menurunkan

$$V_o = V_{in} D \tag{3}$$

$$12 = 24 D$$

$$D = 0.5$$

Apabila tegangan senilai 14 VDC:

$$12 = 14D$$

$$D = 0.87$$

**Tabel 1.** Pengujian PWM dan Duty cycle

Frequency Sett	Frequency Mikro	Spesifikasi Pengujian		Active PWM		Duty Cycle Teori (%)	Duty Cycle Mikro (%)	Energy Direction	Mode
		V.A (Vdc)	V.B (Vdc)	R	S				
20kHz	19,81 kHz	8	12	7	4	33,33	33,33	A to B	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	9	12	7	4	25	25	A to B	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	11	12	7	4	8,33	8,33	A to B	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	20	12	6	1	60	60	A to B	Menurunkan
20kHz	19,81 kHz	22	12	6	1	54,55	52,45	A to B	Menurunkan
20kHz	19,81 kHz	16	12	5	3	25	25	B to A	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	18	12	5	3	33,33	33,33	B to A	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	20	12	5	3	40	40	B to A	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	22	12	5	3	45,45	45,45	B to A	Menaikkan
20kHz	19,81 kHz	24	12	5	3	50	50	B to A	Menaikkan

Tabel 1 merupakan hasil dari duty cycle dengan source dari mikrokontroller. Terdapat 2 jenis duty cycle, duty cycle teori serta duty cycle mikro sebagai pembanding untuk mengetahui berapa nilai yang dihasilkan antara praktikum dengan teori.

**Tabel 2.** Pengujian PWM dan Duty cycle

Energy Direction	Mode	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Ket.
A to B	Menurunkan	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	Vin >12Vdc
A to B	Menaikkan	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	Vin <12Vdc
B to A	Menurunkan	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Vin >12Vdc
B to A	Menaikkan	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	Vin <24Vdc

Tabel 2 merupakan hasil koordinasi logic converter. R1 sampai R4 relay untuk switching MOSFET bernilai 1, sedangkan R5-R8 untuk switching relay bernilai aktif. Relay bernilai satu memiliki arti gatedari mosfet sesuai dengan tegangan yang dianjurkan pada switching. Relay aktif memiliki arti gate memiliki masukan PWM sesuai duty cycle yang ditentukan

**Tabel 4.** Pengujian Menaikkan

Vin PS	Vin T(V)	Vout(V)	Duty(%)	Iin (A)	Iout(A)	Frekuensi 1	Frekuensi 2	Vpp
3	2,4	1,8	40%	0,79	0,294	20	19,8	12
4	3,52	2,54	40%	1,06	0,409	20	19,8	12
5	4,4	3,3	40%	1,34	0,528	20	19,8	12
6	5,29	4,1	40%	1,63	0,648	20	19,8	12
7	6,2	4,7	40%	1,9	0,757	20	19,8	12
8	7,07	5,5	40%	2,22	0,883	20	19,8	12
9	7,89	6,8	40%	3,36	0,9	20	19,8	12

Tabel 3 dan tabel 4 merupakan hasil dari converter. Antara kedua mode tersebut didapatkan ketidak sesuaian hasil. Hasil yang tidak sesuai, converter memiliki kecenderungan untuk mendapatkan current control, pernyataan tersebut didukung dengan hasil tabel 4 dan 5. Arus masukan dan keluaran memiliki selisih range yang besar. Current control memiliki fungsi sebagai pengatur switching dari converter

**Tabel 5.** Pengujian Menurunkan

Vin PS	Vin T(V)	Vout(V)	Iin (A)	Iout(A)	Duty(%)	Frekuensi	Frekuensi	Vpp
3	2,736	1,336	0,4	0,206	84,6	20	19,8	12
4	3,623	1,973	0,56	0,306	84,6	20	19,8	12
5	4,536	2,63	0,72	0,405	84,6	20	19,8	12
6	5,454	3,28	0,89	0,507	84,6	20	19,8	12
7	6,406	3,94	1,05	0,602	84,6	20	19,8	12
8	7,35	4,575	1,2	0,708	84,6	20	19,8	12
9	8,28	5,069	1,37	0,78	84,6	20	19,8	1

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat ketidak sesuaian pada hasil pengambilan data.
2. Converter membutuhkan current control, saat mode menurunkan maupun menaikkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Aryanto, T., & Sunardiyo, S. (2013). Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi di Gardu Induk 150 KV Jepara. 5(2).
2. Junaidi. (2022). Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Penyulang Pangsuma Pt. Pln (Persero) Rayon Mempawah. 1(1).
3. Sentosa Setiadji, J., Machmudsyah, T., & Isnanto, Y. (2008). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi. Jurnal Teknik Elektro, 7(2), 68–73.

4. Wara, B., & Kurniawan. (2021). SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING KESEIMBANGAN PHASE 3 PADA PANEL DISTRIBUSI BERBASIS IOT. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Widarsono, K., Jauhari, M., & Dzuhuri, A. L. (2019). Relay Protection of Over Voltage , Under Voltage and Unbalance Voltage Magnitude Based on Visual Basic Using Arduino Mega. 39–48.
6. Widianoro, A. (2018). Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus Listrik dan Tegangan Pada Kabel Line Listrik Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega. Jurnal TRIAC, 1–8.
7. Shiddiq, Muhammad Jafar, and Anggara Trisna Nugraha. "Sistem Monitoring Detak Jantung pada Sepeda Treadmill." Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication (COMPLETE) 3.2 (2022).
8. Febrianti, Chusnia, and Anggara Trisna Nugraha. "Implementasi Sensor Flowmeter pada Auxiliary Engine Kapal Berbasis Outseal PLC." Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication (COMPLETE) 3.2 (2022).
9. Ivannuri, Fahmi, Anggara Trisna Nugraha, and Lilik Subiyanto. "Prototype Turbin Ventilator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin." Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication (COMPLETE) 3.2 (2022).
10. Shiddiq, Muhammad Jafar, Salsabila Ika Yuniza, and Anggara Trisna Nugraha. "The Design of Uncontrolled Rectifier Three Phase Half Wave with Single Phase AC Generator Source." International Journal of Advanced Electrical and Computer Engineering 3.2 (2022).
11. Agna, Diego Ilham Yoga, Salsabila Ika Yuniza, and Anggara Trisna Nugraha. "The Single-Phase Controlled Half Wave Rectifier with Single-Phase Generator Circuit Model to Establish Stable DC Voltage Converter Result." International Journal of Advanced Electrical and Computer Engineering 3.3 (2022).
12. Yuniza, Salsabila Ika, Diego Ilham Yoga Agna, and Anggara Trisna Nugraha. "The Design of Effective Single-Phase Bridge Full Control Resistive Load Rectifying Circuit Based on MATLAB and PSIM." International Journal of Advanced Electrical and Computer Engineering 3.3 (2022).
13. As'ad, Reza Fardiyan, Salsabila Ika Yuniza, and Anggara Trisna Nugraha. "The Effect of 3 Phase Full Wave Uncontrolled Rectifier on 3 Phase AC

- Motor." *International Journal of Advanced Electrical and Computer Engineering* 3.2 (2022).
14. Bintari, Ayu, Urip Mudjiono, and Anggara Trisna Nugraha. "Analisa Pentahanan Netral dengan Tahan Menggunakan Sistem TN-C." *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro* 12.02 (2022): 92-108.
  15. Sheila, Sindy Yurisma, et al. "Desain and Build a Medium Voltage Cubicel Temperature and Humidity Optimization Tool to Minimize the Occurrence of Corona Disease with the PLC-Based Fuzzy Method." *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics* 4.4 (2022): 192-198.
  16. AY, Hafizh Ahmad Dzul, Urip Mudjiono, and Anggara Trisna Nugraha. "Rancang Bangun Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Ketinggian Air pada Mesin Extruder." *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro* 12.02 (2022): 117-125.
  17. Nugraha, Anggara Trisna, and Rachma Prilian Eviningsih. *Konsep Dasar Elektronika Daya*. Deepublish, 2022.
  18. Nugraha, Anggara Trisna, and Rachma Prilian Eviningsih. *Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter*. Deepublish, 2022.
  19. Armadilla Sukma Pratiwi, Syechu Dwitya Nugraha, & Epyk Sunarno. (2020). Desain dan Simulasi Bidirectional DC-DC Converter untuk Penyimpanan Energi pada Sistem Fotovoltaik. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 9(3), 305–310. <https://doi.org/10.22146/v9i3.377>
  20. Kumar, R., & Sinha, N. (2020). *Modeling and Control of Dish-Stirling Solar Thermal Integrated With PMDC Generator Optimized by Meta-Heuristic Approach*. 26343–26355.