

Desain Implementasi Forward Converter Sebagai Suplai Inverter 1 Fasa Menggunakan Metode FLC

R. Akbar Nur Apriyanto¹, R. Gaguk Pratama Yudha¹, Mohammad Erik Echsony¹, Adiratna Ciptaningrum¹, Darma Arif Wicaksono¹, R. Oktav Yama Hendra¹

¹Teknologi Rekayasa Otomasi, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Madiun
Jl. Serayu No.84, Pandean, Taman, Pandean, Kec. Taman, Kota Madiun, Jawa Timur 63133
E-mail: akbar@pnm.ac.id

Naskah Masuk: 06 Januari 2025; Diterima: 20 Maret 2025; Terbit: 31 Maret 2025

ABSTRAK

Abstrak - Pada era modern seperti ini kebutuhan energi listrik semakin meningkat. Sedangkan ketersediaan energi fosil sedikit demi sedikit akan semakin menipis, untuk mengatasi hal tersebut mulai banyak dikembangkan sumber energi terbarukan seperti pemanfaatan cahaya matahari, angin maupun air. Pemanfaatan cahaya matahari sebagai energi terbarukan sangat cocok diterapkan di negara Indonesia, dikarenakan letak geografis Indonesia yang berada digaris khatulistiwa sehingga beriklim tropis, yang artinya Indonesia mendapat pasokan sinar matahari yang berlimpah. Sehingga dari keuntungan tersebut kita dapat memanfaatkannya dengan membuat suatu sistem mikrogrid "rumah mandiri". Pada skala micro grid rumah mandiri, energi yang dihasilkan panel surya memiliki tegangan yang tidak terlalu besar untuk mensuplai inverter 1 fasa, dikarenakan sumber dari inverter 1 fasa adalah sebesar 312 volt maka pada penelitian ini akan membuat suatu alat yang berfungsi menaikkan tegangan DC panel surya menjadi tegangan 312 VDC dengan kontrol *fuzzy* sebagai pengatur stabilitas output dari konverter. Panel surya yang digunakan sebesar 135 Wp yang dirangkai secara 2 seri dan 2 paralel. Tegangan keluaran panel surya akan dikontrol menggunakan forward converter dengan merubah nilai *duty cycle*. Berdasarkan hasil percobaan secara close loop menggunakan kontrol logika fuzzy dan beban 200 watt, tegangan keluaran yang dihasilkan forward converter sebesar 311,7 volt dengan nilai setpoint sebesar 312 volt. Waktu untuk mencapai setpoint sebesar 13 detik. Tetapi pada saat menggunakan beban 300 watt konverter tidak bisa mencapai tegangan setpoint 312 volt yaitu hanya sebesar 245 volt.

Kata kunci: Energi Terbarukan, Forward Converter, *Fuzzy*, Inverter.

ABSTRACT

Abstract - In this modern era, the need for electrical energi is increasing. While the availability of fossil energi will gradually decrease, to overcome this, many renewable energi sources such as the use of sunlight, wind and water have been developed. The use of sunlight as renewable energi is very suitable to be applied in Indonesia, because Indonesia's geographical location is on the equator so that it has a tropical climate, which means that Indonesia gets an abundant supply of sunlight. So from these advantages we can take advantage of it by creating a "self-sufficient home" microgrid system. On the scale of a self-sufficient home microgrid, the energi produced by solar panels has a voltage that is not too large to supply a 1-phase inverter, because the source of the 1-phase inverter is 312 volts, this study will create a tool that functions to increase the DC voltage of the solar panel to 312 VDC with fuzzy control as a regulator of the output stability of the converter. The solar panels used are 135 Wp which are arranged in 2 series and 2 parallels. The output voltage of the solar panel will be controlled using a forward converter by changing the duty cycle value. Based on the results of a close loop experiment using fuzzy logic control and a load of 200 watts, the output voltage produced by the forward converter is 311.7 volts with a setpoint value of 312 volts. The time to reach the setpoint is 13 seconds. However, when using a load of 300 watts, the converter cannot reach the setpoint voltage of 312 volts, which is only 245 volts.

Keywords: Renewable Energi, Forward Converter, Fuzzy, Inverter.

Copyright © 2025 Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)

1. PENDAHULUAN

Pada Era modern seperti ini kebutuhan energi listrik semakin meningkat[1]. Sedangkan ketersediaan energi fosil sedikit demi sedikit akan sebagai energi terbarukan sangat cocok diterapkan di negara

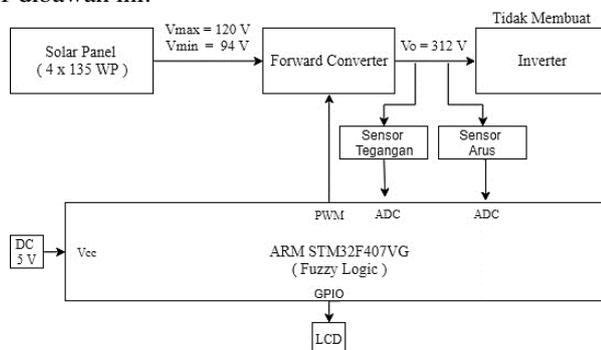
Indonesia, dikarenakan letak geografis Indonesia yang berada digaris khatulistiwa sehingga beriklim tropis, yang artinya Indonesia mendapat pasokan sinar matahari yang berlimpah [2]. Sehingga dari keuntungan tersebut kita dapat memanfaatkannya dengan membuat suatu sistem mikrogrid “rumah mandiri” [3].

Pada sistem mikrogrid rumah mandiri ini, sumber energi matahari digunakan sebagai suplai inverter 1 fasa SPWM [4]. Dikarenakan tegangan keluaran dari solar cell sangatlah kecil maka diperlukan suatu converter yang dapat menaikkan tegangan yang berasal dari solar cell menjadi tegangan yang dapat mensuplai inverter 1 fasa SPWM. Forward Converter merupakan salah satu konverter yang dapat menaikkan tegangan dari tegangan rendah yang berasal dari solar cell menjadi tegangan tinggi yang digunakan untuk mensuplai inverter 1 fasa SPWM [5]. Dengan menggunakan perbandingan lilitan trafo dan induktor yang didesain untuk menaikkan tegangan menjadi tegangan tinggi ini dapat digunakan sebagai solusi terhadap proses menaikkan tegangan dari 55 V yang berasal dari solar cell menjadi 312 V yang digunakan sebagai suplai inverter. Metode fuzzy logic berfungsi untuk menstabilkan tegangan output yang dihasilkan oleh *Forward Converter* dan mengatur kondisi switching agar sesuai dengan mode operasi dari converter serta untuk membangkitkan pulsa (SPWM) sebagai switching dari inverter.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Blok Diagram Sistem

Perancangan sistem yang dilakukan meliputi pembuatan blok diagram sistem. Blok diagram ditunjukkan Gambar 1 dibawah ini:

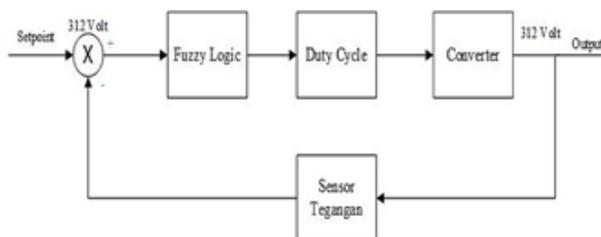


Gambar 1. Blok diagram sistem

Pertama, tegangan DC 55 V berasal dari solar panel di step up dengan menggunakan forward converter sehingga dihasilkan tegangan DC sebesar 312 Volt yang digunakan sebagai sumber inverter. Pada konverter ini menggunakan trafo pulsa. Prinsip kerjanya dari trafo pulsa ini adalah dengan mempertahankan nilai GGL induksi bernilai tetap. Berikut pada persamaan (1) adalah persamaan dari GGL induksi.

$$E = 4.44 \times f \times N \times \Phi \tag{1}$$

Dari sistem ini yang berubah adalah nilai dari fluksi magnet. Nilai dari fluksi magnet sama dengan nilai arus yang masuk pada trafo. Cara nya yaitu dengan mengatur duty cycle agar nilai dari GGL induksi bernilai tetap walaupun tegangannya berubah-ubah. Kedua, masukan tegangan DC tersebut dirubah menjadi tegangan AC yang akan digunakan sebagai suplai beban. Ketiga, adanya sensor tegangan yang dikontrol dengan logika fuzzy berfungsi sebagai sensing besarnya tegangan agar tetap stabil dalam mensuplai inverter. Sensor arus menggunakan ACS 712 dan terintegrasi dengan mikrokontroler, sehingga kita dapat mengetahui besarnya nilai arus pada beban selain untuk memudahkan kita untuk dapat melakukan monitoring pada alat. Untuk blog kontrol dari fuzzy bisa dilihat pada gambar 2.

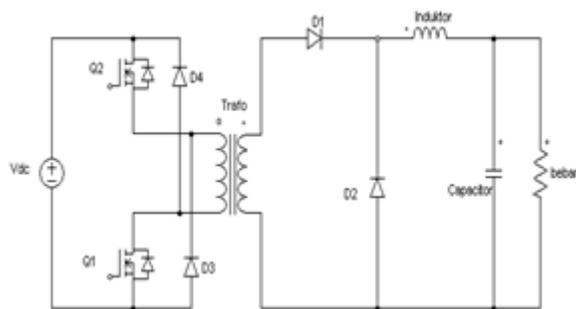


Gambar 2. Flowchart sistem

Pada gambar 2 menjelaskan tentang flowchart dari sistem. Dengan Solar panel sebagai sumber dari forward converter. Forward converter disini bertugas sebagai step up converter, tegangan yang keluar dari converter bernilai 312 V yang akan berfungsi sebagai sumber dari inverter 1 fasa. Hasil keluaran tegangan dan arus forward converter akan digunakan sebagai sensing mikrocontrolller. Metode fuzzy logic disini berfungsi untuk mengatur duty cycle pada converter agar tegangan keluaran converter mencapai setpoint (312 V) walaupun tegangan sumber converter berubah-ubah.

2.2. Perencanaan Forward Converter

Pada penelitian ini, converter yang digunakan adalah Forward Converter [7]. Pada converter ini dibutuhkan 2 mosfet yang digunakan sebagai switch yakni S1 dan S2, 2 buah diode pada sisi input, 1 buah trafo yang digunakan untuk menaikkan tegangan dan pada bagian sisi output trafo terdiri dari 2 buah diode, satu buah inductor dan satu buah kapasitor[6]. Ouput tegangan dari converter diatur agar konstan sebesar 312 Volt. Berikut pada gambar 3 adalah gambar rangkaian dari forward converter.



Gambar 3. Forward converter

DC – DC converter pada penelitian ini didesain berdasarkan parameter – parameter berikut ini :

Tegangan input (V_{in}) = 54 Volt
 Tegangan Output (V_{out}) = 350 Volt
 Frekuensi Switching (f) = 100 KHz
 Duty Cycle = 50 %
 Daya output yang diinginkan = 300 watt

Arus output (I_o) dapat dihitung berdasarkan persamaan (2), berikut ini :

$$I_{out} = \frac{P_{in}}{V_{out}} \quad (2)$$

$$I_{out} = \frac{700}{350} = 2 \text{ A}$$

Perbandingan trafo yang dibutuhkan dihitung berdasarkan persamaan (3), berikut ini :

$$V_0 = V_{in} \times D \times \frac{N_s}{N_p} \quad (3)$$

$$350 = 54 \times 0,5 \times \frac{N_s}{N_p}$$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{350}{27} = \frac{13}{1}$$

Berikut adalah persamaan-persamaan untuk mendesain dari induktor yang akan digunakan, yaitu :

$$I_{L_x} = I_{out} \quad (4)$$

$$\Delta I_{L_x} = r I_{L_x} \times I_{L_x} \quad (5)$$

$$L_x = \frac{V_o(1-D_{max})}{\Delta I_{L_x} \times f} \quad (6)$$

$$I_{L_x} = I_{out}$$

$$\Delta I_{L_x} = 0,2 \times 2,734 = 0,5468 \text{ A}$$

$$L_x = \frac{350(1-0,5)}{0,24 \times 100000} = 7,291 \text{ mH}$$

Nilai kapasitor yang dibutuhkan dalam penelitian ini dapat dihitung menggunakan persamaan (7) dan (8), sebagai berikut :

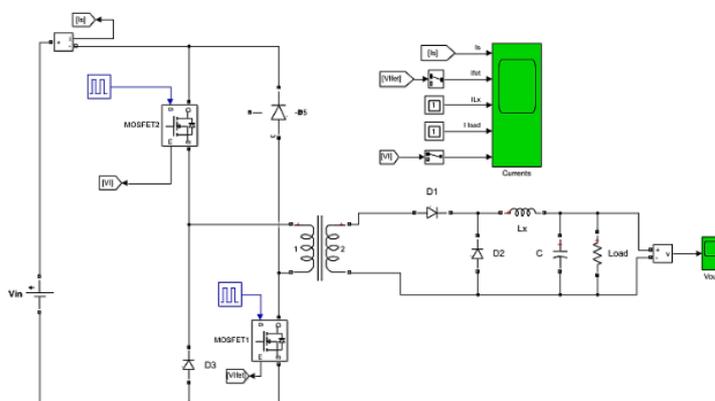
$$\Delta V_o = 0,2\% \times v_o \tag{7}$$

$$C = \frac{V_o(1-D_{max})}{8 \times L_x \times f^2 \times \Delta V_o} \tag{8}$$

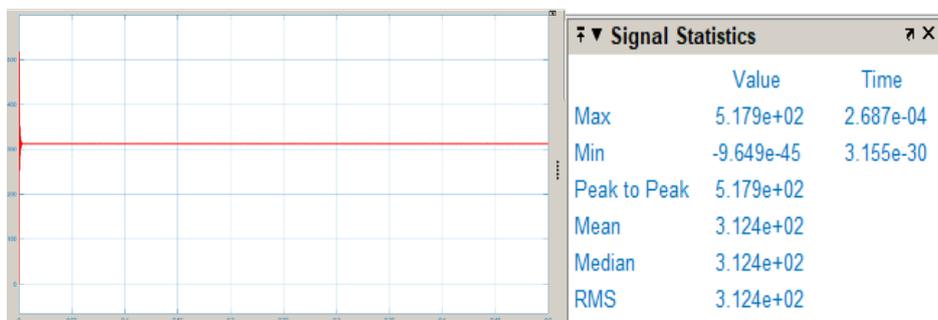
$$\Delta V_o = 0,2\% \times 320 = 0,64 \text{ V}$$

$$C = \frac{350(1-0,5)}{8 \times 7.291 \text{ mH} \times 100000^2 \times 0,35} = 1\mu F$$

Untuk lebih memperjelas perencanaan mengenai forward converter, maka dibuat simulasi rangkaian menggunakan beban resistor dengan menggunakan software simulasi MATLAB seperti yang terlihat pada gambar 4 dan pada gambar 5 merupakan hasil simulasi dari rangkaian MATLAB.

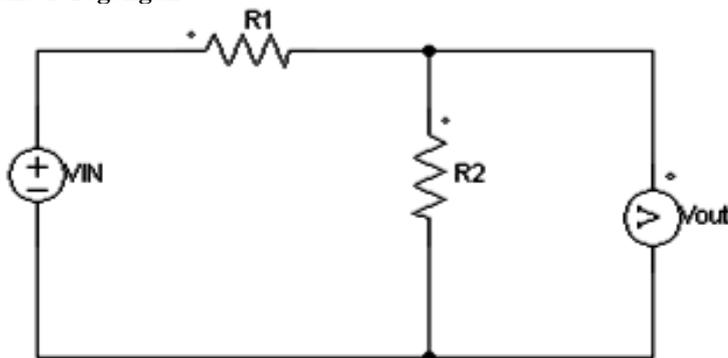


Gambar 4. Simulasi rangkaian *forward converter* dengan menggunakan MATLAB



Gambar 5. Hasil simulasi rangkaian *forward converter* dengan menggunakan MATLAB

2.3. Perencanaan Sensor Tegangan



Gambar 6. Rangkaian sensor tegangan

Dalam mencapai hasil pembacaan tegangan yang presisi, maka perlu dilakukan perencanaan sensor tegangan dapat diuraikan sebagai berikut, yaitu :

$$V_{dc} = 350 \text{ V}$$

$$V_{ref} = 3 \text{ V}$$

Nilai tegangan pada rangkaian pembagi tegangan dapat diperoleh dari persamaan (9) dan pada persamaan (10) untuk mengetahui arus yang mengalir. Nilai R1 ditentukan sebesar 300 kΩ, maka nilai R2 dapat dihitung, yaitu :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times V_{in} \tag{9}$$

$$3 = V_{R1} + V_{R2}$$

$$3 = \frac{R_2}{300k + R_2} \times 350$$

$$\frac{3}{350} = \frac{R_2}{300k + R_2}$$

$$8,571 \times 10^{-3} = \frac{R_2}{300k + R_2}$$

$$8,571 \times 10^{-3}(300k + R_2) = R_2$$

$$8,571 \times 10^{-3}R_2 + 2571,3 = R_2$$

$$0,991429R_2 = 2571,3$$

$$R_2 = 2593,52 \Omega$$

$$I = \frac{V_{dc}}{R_1 + R_2} \tag{10}$$

$$I = \frac{350}{300k + 2593,52} = 1,15 \text{ mA}$$

Daya dari resistor R1 dan R2 yang digunakan dapat dihitung berdasarkan persamaan (11) dan persamaan (12), yaitu :

$$P_{R1} = V_{dc} \times I \tag{11}$$

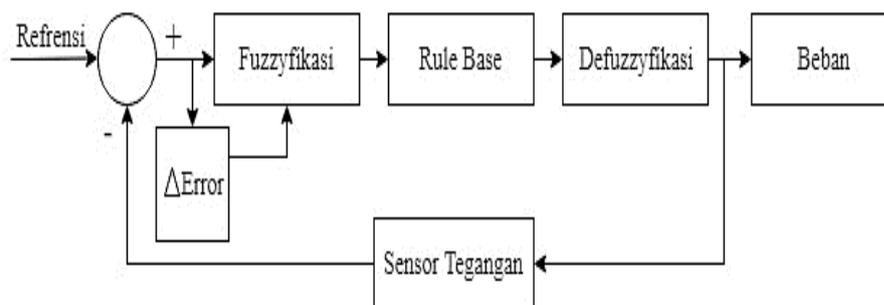
$$P_{R1} = 350 \times 1,15 \text{ mA} = 0,4 \text{ W}$$

$$P_{R2} = V_{dc} \times I \tag{12}$$

$$P_{R2} = 3 \times 1,15 \text{ mA} = 4,5 \text{ mW}$$

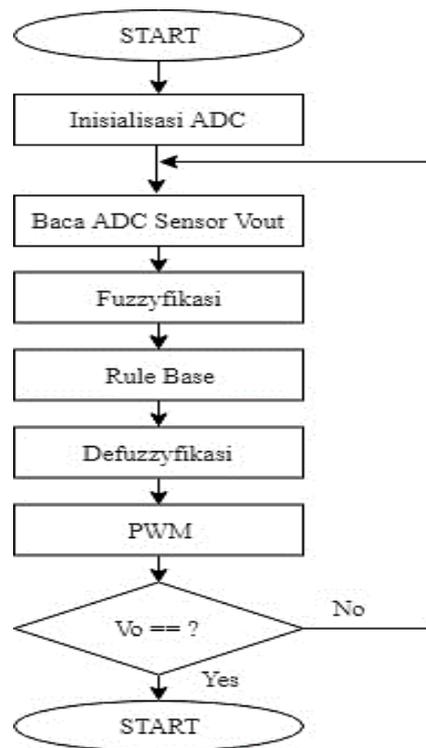
2.4. Perencanaan Fuzzy Logic

Penggunaan logika fuzzy pada penelitian ini digunakan untuk mengatur duty cycle dari metode pensaklaran PWM agar tegangan masing-masing keluaran dapat diatur dan dijaga sesuai dengan set point [8]. Blok diagram pengaturan dengan menggunakan logika fuzzy ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8 ada flowchart kontrol logika fuzzy.



Gambar 7. Diagram perencanaan control logika fuzzy

Pada gambar 8 dijelaskan diagram alir program kontrol logika fuzzy dengan input setting point berupa tegangan yang akan dijaga konstan walaupun ada gangguan dari luar sistem. Saat program diberikan setting point berupa tegangan kemudian program dijalankan maka logika fuzzy akan menghitung error dan Δerror yang kemudian diproses pada fuzzy inference system (FIS), dalam FIS berlangsung proses fuzzyfikasi yaitu menghitung derajat keanggotaan semua label error dan delta error [9].



Gambar 8. Flowchart kontrol logika fuzzy

Derajat keanggotaan dari defuzzyfikasi error dan delta error akan dikombinasikan atau dirata-rata dengan semua label delta tegangan sehingga memperoleh hasil berupa crisp output berupa bilangan fuzzy, bilangan fuzzy ini kemudian diproses menjadi keluaran berupa delta error oleh defuzzyfikasi[10]. Sistem logika fuzzy yang didesain mempunyai 2 input yaitu error dan Δ error, berikut adalah tahapan algoritma fuzzy:

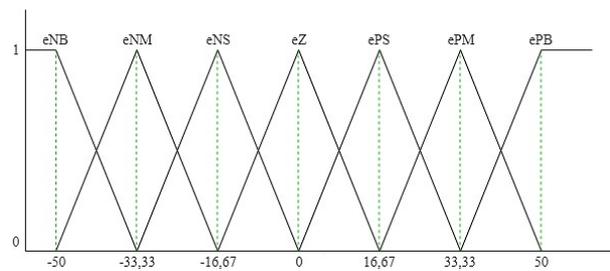
- kondisi awal.
- Mengambil batasan-batasan fungsi keanggotaan.
- Memasukkan nilai referensi tegangan.
- Mengkonversi output plant menjadi tegangan.
- Menghitung nilai error dan Δ error.

$$\text{Error}(t) = \text{Referensi} - \text{Tegangan}$$

$$\Delta \text{Error}(t) = \text{Error}(t) - \text{Error}(t-1)$$
- Proses fuzzifikasi, yaitu menghitung derajat keanggotaan semua label error dan Δ error.
- Penggunaan operator AND dan melakukan proses implikasi yaitu menghitung derajatkeanggotaan semua pengali.
- Mencari nilai Δ error dari proses defuzzifikasi COA
- Menghitung tegangan yang diberikan.

$$\text{Tegangan}(t) = \text{Tegangan}(t-1) + \Delta \text{ tegangan}$$
- Mengkonversi duty cycle yang akan dikirimkan ke DAC melalui port
- Tampilkan tegangan respon sistem terhadap waktu dalam bentuk grafik.
- Simpan data Referensi, Error, Δ Error, Δ tegangan, tegangan dan duty cycle.

Proses *Fuzzyfikasi* untuk memetakan nilai masukan sistem kedalam fungsi keanggotaan untuk menentukan resultan nilai kebenaran untuk setiap label [11]. Fungsi keanggotaan input dan output pada sistem menggunakan segitiga full simetris dan trapezium [12]. Fungsi keanggotaan input terdiri dari dua bagian yaitu variabel input error (E), variabel input delta error ΔE , dan fungsi keanggotaan output terdiri dari variabel output duty cycle. Berikut pada gambar 9, gambar 10 dan gambar 11 adalah membership function error, delta error dan duty cycle.



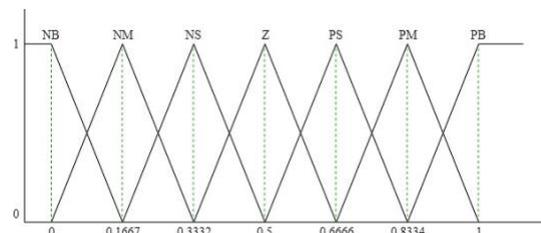
Gambar 9. Membership function error

Gambar 9 adalah membership function dari error. nilai range error yang digunakan dalam perancangan fuzzy dalam proyek akhir ini sebesar [-50 50] dengan menggunakan jumlah membership function sebanyak 7x7, dengan nilai masing – masing yaitu:

NB = -50
NM = -33,33
NS = -16,67
Z = 0
PS = 16,7
PM = 33,33
PB = 50

Keterangan:

NB : Negatif Besar
NM : Negatif Menengah
NS : Negatif Kecil
Z : Zero
PS : Positif Kecil
PM : Positif Menengah
PB : Positif besar



Gambar 10. Membership function duty cycle

Pada gambar 10, adalah *membership function* dari *duty cycle* . nilai *range duty cycle* yang digunakan dalam perancangan *fuzzy* dalam proyek akhir ini sebesar [0 1] dengan menggunakan jumlah *membership function* sebanyak 7x7, dengan nilai masing – masing yaitu :

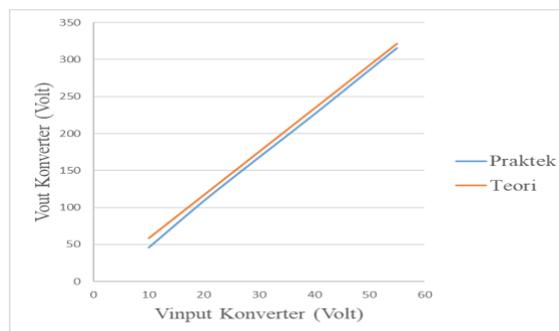
NB = 0
NM = 0,1667
NS = 0,3332
Z = 0
PS = 0,6666
PM = 0,8334
PB = 1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian konverter ini dilakukan dengan cara memberikan supply pada konverter berupa tegangan DC yang berasal dari powersupply DC. Rangkaian forward dihubungkan dengan driver FOD 3182 untuk mendrive proses switching mosfet pada Converter. Pada pengujian ini digunakan input sebesar 10-55 volt dari power supply DC dengan duty cycle 45% dengan beban lampu yang dirangkai secara seri . berikut pada tabel 1. adalah hasil pengujian dan Perbandingan antara Vout praktek (volt) dan Vout teori (volt) ditampilkan pada gambar 11.

Tabel 1. Data hasil pengujian forward *converter* dengan variasi tegangan *input* dan *duty cycle* tetap yaitu 0,45 %

Vinput (V)	Arus Input (A)	Vout praktek (V)	Vout Teori (V)	Arus output (A)	Effisiensi (%)
10	0,977	46,1	58,5	0,15	89,75 %
20	1,484	109,2	117	0,2	78,84 %
30	1,884	168	175,5	0,25	77,62 %
40	2,253	226	234	0,3	77,89 %
50	2,587	285,8	292,5	0,34	76,88 %
55	2,747	315,5	321,75	0,36	68,9 %



Gambar 11. Grafik pengujian *forward converter* dengan variasi tegangan input

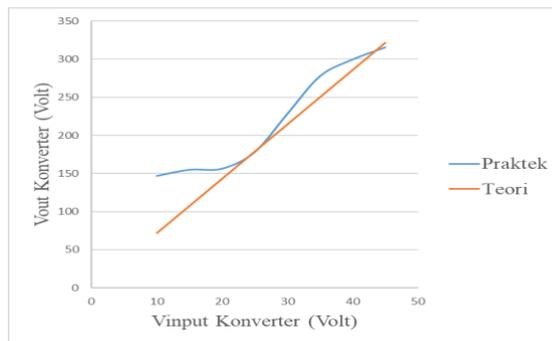
Berdasarkan hasil pengujian Forward konverter dengan variasi tegangan yang ditunjukkan pada tabel 1, telah diperoleh hasil efisiensi yang baik. Forward konverter telah bekerja sesuai dengan perencanaan, hal ini ditunjukkan dengan hasil Vout praktek yang mendekati nilai Vout teori seperti yang ditampilkan pada gambar 11.

Pengujian rangkaian *forward converter* dilakukan dengan cara memberikan tegangan input dari power supply DC dengan nilai 55 volt dan nilai *duty cycle* yang bervariasi dengan step 5% dengan beban 2 buah lampu 100 watt yang dirangkai secara seri. Hasil dari konverter dengan variasi nilai *duty cycle* ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian *Forward Converter* dengan variasi *duty cycle* dan tegangan input tetap yaitu 55 volt

Duty	Vinput (Volt)	Arus In (Amper)	Vout prak (Volt)	Vout Teo (Volt)	Arus out (Ampere)	Effisiensi (%)
10	55	0,889	147	71,5	0,24	72,75 %
15	55	0,924	155,1	107,25	0,25	76,29 %
20	55	0,949	156,5	143	0,25	74,95 %
25	55	1,314	178,3	178,75	0,27	66,66 %
30	55	1,798	228,4	214,5	0,3	69,28 %
35	55	2,193	277,7	250,25	0,33	75,978%
40	55	2,432	299,6	286	0,35	78,39 %
45	55	2,746	315,5	321,75	0,36	75,20 %

Berdasarkan hasil pengujian dengan tegangan input tetap *duty cycle* berubah, konverter telah bekerja sesuai dengan perencanaan, hal ini ditunjukkan dengan nilai Vout praktek yang mendekati Vout teori yang dapat dilihat pada gambar 12.



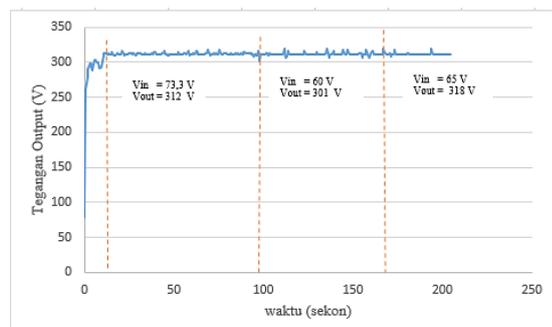
Gambar 12. Grafik pengujian *Forward Converter* dengan variasi *duty cycle*

Pengujian integrasi yaitu pengujian sistem dalam kondisi close loop. Sistem dikontrol menggunakan mikrokontroler ARM menggunakan kontrol logika fuzzy. Tabel 3.3 merupakan hasil pengujian sistem dengan menggunakan dc power supply dan menggunakan control logika fuzzy dan beban dua buah lampu pijar 100 watt terhubung seri.

Tabel 3. Data hasil pengujian *Forward Converter* dengan kontrol logika fuzzy

Vin (V)	Vout (V)	Iout (A)
73.3	311.88	0,48
65	311.82	0,47
60	311.9	0.475
55	311.87	0,48

Berdasarkan data pengujian forward converter dengan menggunakan kontrol logika fuzzy , kontrol fuzzy sudah dapat bekerja dengan baik yaitu dengan mempertahankan mendekati setpoint sebesar 312 Volt walaupun tegangan sumber berubah - ubah. Tetapi disini respon fuzzy masih cenderung lambat yaitu memerlukan waktu kurang lebih 13 sekon untuk mendekati setpoint dan untuk tegangan pada sisi output masih belum bisa mempertahankan tegangan konstan sebesar 312. Penyebabnya adalah tidak sempurnanya kalibrasi pada sensor tegangan. gambar 3.3 adalah respon fuzzy pada saat sumber input divariasikan.



Gambar 13. Respon fuzzy pada saat sumber input divariasikan

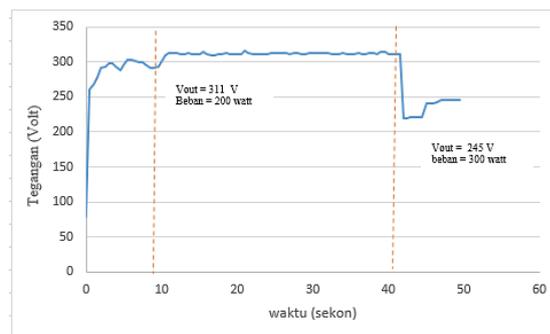
Pada gambar 13 dapat diamati bahwa respon fuzzy sudah dapat mempertahankan tegangan sesuai setpoint walaupun pada sisi tegangan input berubah-ubah. Disini kontrol sudah bisa berjalan yaitu dengan ditandai dengan menaikinya *duty cycle* sampai pada saat mendekati setpoint *duty cycle* akan berhenti. Sebagai contoh pada gambar 13 dimasukan tegangan input awal sebesar 73,3 Volt, pada saat tegangan input sudah mulai di on kan fuzzy akan mulai bekerja dengan mengatur *duty cycle* sampai mendekati setpoint. Lalu dilakukan perubahan tegangan pada sisi input yaitu sebesar 60 volt, dikarenakan tegangan input mempunyai besaran yang lebih kecil dari tegangan input awal maka tegangan output akan mengalami penurunan. Dikarenakan tegangan output mempunyai nilai yang lebih kecil dari setpoint maka *duty cycle* akan mulai bekerja yaitu dengan menaikkan *duty cycle* sampai tegangan output mencapai setpoint kembali, begitu juga pada saat tegangan input dinaikan maka *duty cycle* akan menurun sampai tegangan output mencapai setpoint kembali. Tetapi disini belum bisa mempertahankan konstan 312. Penyebabnya yaitu pada sensor tegangan masih belum sempurna. Pada buku ini juga akan dilakukan pengujian dengan menggunakan solar panel yang dirangkai secara 2 seri 2 paralel dan menggunakan beban 200 watt berupa

lampu 100 watt yang diseri sebanyak 2 buah. Pada tabel 5 akan ditampilkan hasil pengujian integrasi dengan menggunakan solar panel.

Tabel 4. Data hasil pengujian *Forward Converter* dengan kontrol fuzzy menggunakan solar panel

Jam	Vinput	Arus Input (A)	Voutput (V)	Arus Output (A)
10	71.4	2,44	310	0,25
10.3	71,4	2,44	310.8	0,3
11	70,4	2,46	311.2	0,33
11.3	70,2	2,47	311.6	0,35
12,00	70,9	2,43	311.7	0,34
12.3	70	2,49	311	0,37

Berdasarkan data pengujian close loop forward converter dengan 4 buah pv dan beban 200 watt yang ditampilkan pada tabel 4, bahwa kontrol fuzzy sudah dapat bekerja dengan baik dengan tegangan keluaran konverter yang dihasilkan sudah mendekati setpoint yaitu sebesar 311,7 Volt dari tegangan setpoint sebesar 312 volt. Pada saat pengujian close loop forward converter dengan menggunakan beban nominal 300 watt tegangan keluaran yang dihasilkan oleh konverter tidak bisa mencapai tegangan setpoint 312 volt , yaitu hanya sebesar 245 volt, penyebabnya adalah batas atas duty cycle yang disetting terlalu kecil 42% dari desain awal yaitu sebesar 50 %. dikarenakan tidak sempurna nya proses switching konverter yang ditandai dengan adanya spike yang cukup tinggi pada kaki drain source mosfet, jika terus dipaksakan maka trafo akan cepat panas. Berikut pada gambar 14 akan ditampilkan respon fuzzy pada saat menggunakan beban 300 watt.



Gambar 14. Respon fuzzy pada saat beban divariasikan

Berdasarkan gambar 14, fuzzy kurang bekerja secara maksimal yaitu ditandai dengan tegangan output tidak bisa mencapai setpoint pada saat beban dinaikan menjadi 300 watt.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- Berdasarkan hasil pengujian open loop, hasil dari tegangan keluaran Forward converter sudah mampu mendekati teori walaupun masih terdapat error 1,86 %.
- Pada kontrol logika fuzzy dengan menggunakan beban 200 watt terdapat kekurangan yaitu pada pembacaan sensor tegangan output yang ditampilkan pada LCD tidak stabil 312 volt, dan respon fuzzy terbilang lama untuk mencapai waktu steady state yaitu sebesar 13 detik.
- Pada kontrol logika fuzzy dengan menggunakan beban 300 watt , kontrol logika fuzzy tidak dapat bekerja secara maksimal yaitu dengan ditandai pada konverter hanya menghasilkan tegangan keluaran sebesar 245 volt dari setpoint sebesar 312 volt.
- Pada saat menggunakan sumber solar panel dan beban 200 watt tegangan output dari konverter sudah mendekati apa yang diharapkan yaitu dengan tegangan 311,7 volt dari setpoint sebesar 312 volt.

REFERENSI

- [1]. Buana, Tegar Saka Jaya. 2013.” Desain dan Implementasi single input multi output (simo) forwar converter menggunakan metode logika fuzzy pada aplikasi rumah mandiri”.
- [2]. Sugianto, M. Aries. 2012. “system penerangan darurat menggunakan forward converter sebagai charging batrai untuk mensuplai led”.

- [3]. Nugraha, Syechu Dwitya. Qudsi, Ony Asrarul. Yanaratri, Diah Septi. Sunarno, Epyk. Sudiharto, Indhana. "MPPT-Current Fed Push Pull Converter for DC Bus Source on Solar Home Application".
- [4]. Sunarno, Epyk. Sudiharto, Indhana. Nugraha, Syechu Dwitya. Qudsi, Ony Asrarul. Eviningsih, Rachma Prilian. Rahasrja, Lucky Pradigta. Arifin, Indra Fardhani. "A Simple and Implementation of Interleaved Boost Converter For Renewable Energy".
- [5]. D. Sera, L. Mathe, T. Kerekes, S. V. Spataru and R. Teodorescu, "On the Perturb-and-Observe and Incremental Conductance MPPT Methods for PV Systems," in IEEE Journal of Photovoltaics, vol. 3, no. 3, pp. 10701078, July 2013.
- [6]. Young-Ho Kim, Soo-Cheol Shin, Jung-Hyo Lee, Yong-Chae Jung, Chung-Yuen Won, "Soft-Switching Current-Fed Push-Pull Converter for 250-W AC Module," Applications IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 29, NO. 2, FEBRUARY 2014.
- [7]. A. Iqbal, H. Abu-Rub, Sk. M. Ahmed, "Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System based Maximum Power Point Tracking of a Solar PV Module," IEEE International Energy
- [8]. W. M. Akbar, E. Purwanto, and I. Ferdiansyah, "Rancang Bangun Ultra Step Up DC to DC Converter Pada Mobil Listrik," INOVTEK – Seri Elektro, vol. 2, no. 2, p. 80, Aug. 2020, doi:10.35314/ise.v2i2.1333.
- [9]. A. N. A-Amir and H. A. R. Akkar, "Artificial Intelligent Fuzzy Logic Controller Applied on 6DOF Robot Arm Using LabVIEW and FPGA," Eur. J. Eng. Res. Sci., vol. 3, no. 5, p. 1, May 2018, doi:10.24018/ejers.2018.3.5.661.
- [10]. A. Jaya, F. D. Murdianto, E. Purwanto and A. Rachmatdianto, "Ultra Step Up Converter Using Fuzzy Sugeno on HVDC Application," 2019 2nd International Conference on Applied Information Technology and Innovation (ICAITI), Denpasar, Bali, Indonesia, 2019, pp. 82-87, doi:10.1109/ICAITI48442.2019.8982157.