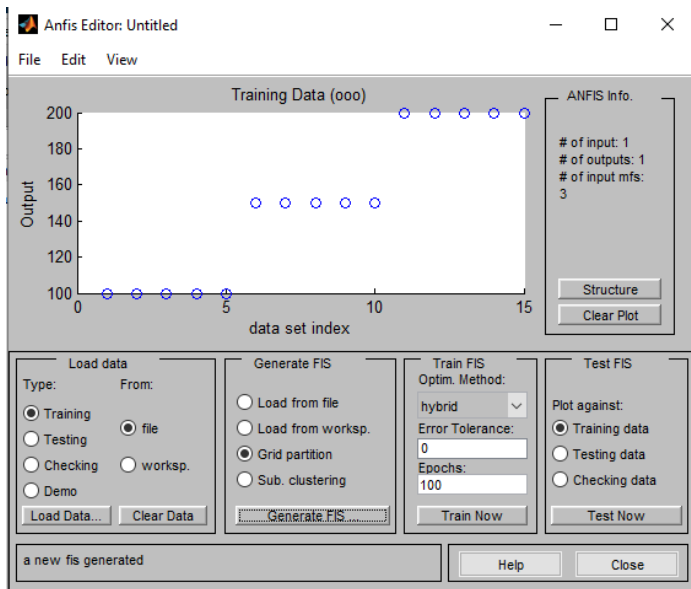


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Prosedur Pengujian

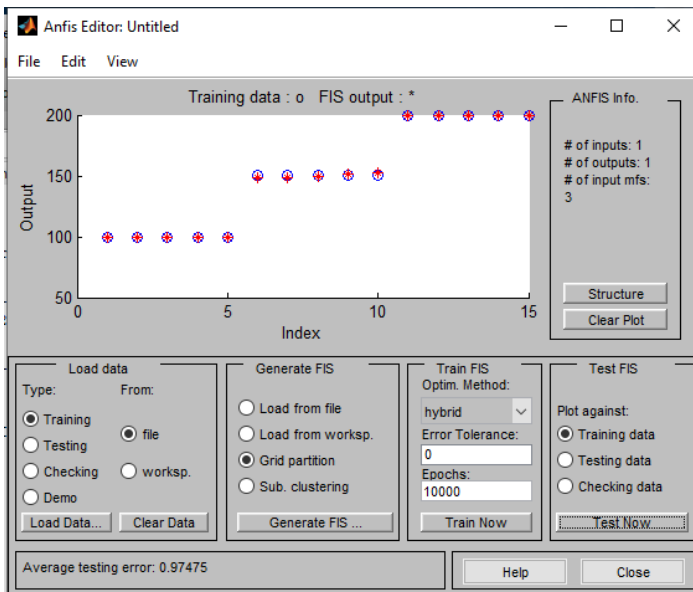
Pada pengujian alat ini yang digunakan dari implementasi secara rinci sesuai dari rancangan yang telah dibuat dan Bahasa program yang digunakan yaitu metode Fuzzy inference system sugeno adalah metode yang ada dalam Neuro Fuzzy berguna untuk membangun suatu system untuk mengetahui program yang telah dibuat apakah berjalan dengan seesai yang telah dirancang. Dimana sensor cahaya LDR (Light Dependent Resistor) sebagai inputannya. Kemudian outputnya yaitu sebuah motor actuator linear.



Gambar 4. 1 Tampilan Awal Tool box Anfis dan Sebelum training data

Pada gambar 4.1 yaitu tampilan awal toolbox pada software MATLAB dan setelah itu memasukan data nilai-nilai input yang sebelum ditraining atau sebelum menemukan nilai output yang tepat. Dalam toolbox anfis tersebut ada yang namanya load data, generate Fis, Train

FIS, Test FIS dan Structure, pada load data tersebut fungsinya untuk menginputkan data yang akan ditraining. Setelah menginputkan data maka selanjutnya membangkitkan FIS dan menentukan jumlah fungsi keanggotaan setiap input setelah itu bisa melihat struktur ANFIS yang akan dilatih. Pada Train Fis ini merupakan metode training data dan didalam metode tersebut ada 2 metode yaitu backpropagation dan hybrid kemudian didalam Train FIS ada epochs yaitu literasi training atau pengulangan traingnya untuk mencapai target eror.



Gambar 4. 2 Tampilan Setelah Training Data

Pada gambar 4.2 adalah tampilan Setelah ditraining sehingga mendapatkan nilai outputnya yang tepat, pada saat test eror inputan data guna mengetahui data yang diinginkan telah sesuai, jika tidak maka akan muncul nilai eror. Pada saat tes eror ini tingkat eror data adalah 0.97475% dimana nilai tersebut didapatkan hasil dari mentraining data.

**Tabel 4. 1** Data input dan output anfis

Fungsi Keanggotaan	LDR 1	LDR 2	Selisih	Output
Kecil	265	255	40	100
	266	226	40	
	267	277	40	
	267	228	39	
	269	229	38	
Sedang	506	279	227	150
	510	278	232	
	515	275	240	
	530	276	254	
	545	270	275	
Besar	310	710	400	200
	314	708	394	
	316	705	389	
	318	703	385	
	320	700	380	

#### 4.2 Tampilan Fungsi Keanggotaan

Tampilan fungsi keanggotaan ini menentukan fungsi keanggotaan input dan output pada metode Neuro Fuzzy yang sesuai dengan rancangan program yang sudah dibuat. Pada saat memasukan data program untuk menentukan fungsi keanggotaan yang akan digunakan yaitu segitiga atau trapesium dan disini peneliti menggunakan 1 inputan dari nilai selisih sensor LDR1 dengan sensor LDR2 dan 1 outputan terdiri dari dari 3 variable.

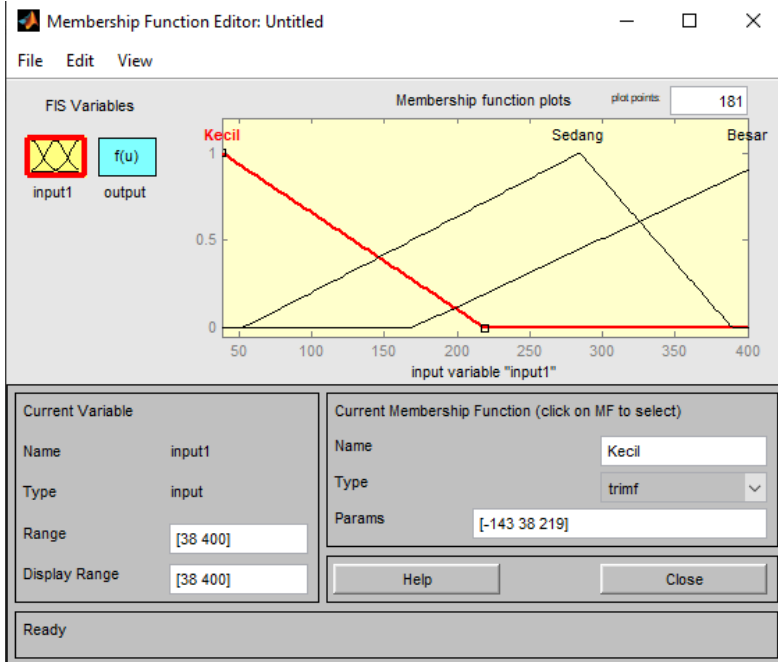
Tabel 4. 2 Fungsi Keanggotaan input  
Fungsi Keanggotaan    Nilai

Kecil	[-143 38,35 219]
Sedang	[ 43,2 275 380]

Besar

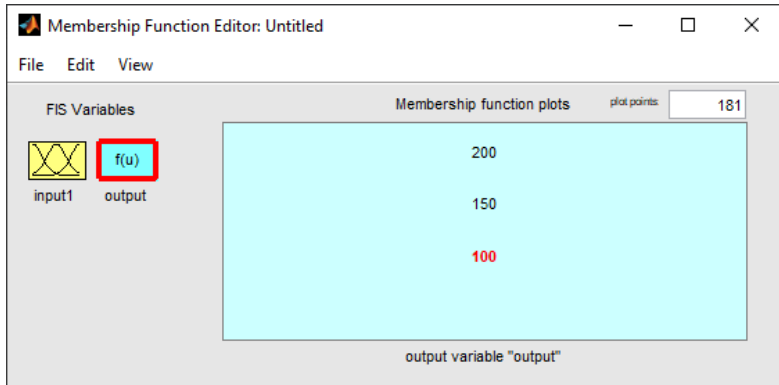
[168 426,2 581]

Pada tabel 4.2 merupakan tabel parameter pemetaan nilai selisih yang didapat dari pembacaan sensor LDR yang membentuk grafik membership function segitiga.



Gambar 4. 3 Tampilan Fungsi Keanggotaan input Sensor LDR

Tampilan gambar 4.3 yaitu pemetaan membership function atau fungsi keanggotaan variable input sensor LDR dari hasil training data dan ada beberapa fungsi keanggotaannya yaitu kecil, sedang, dan besar.

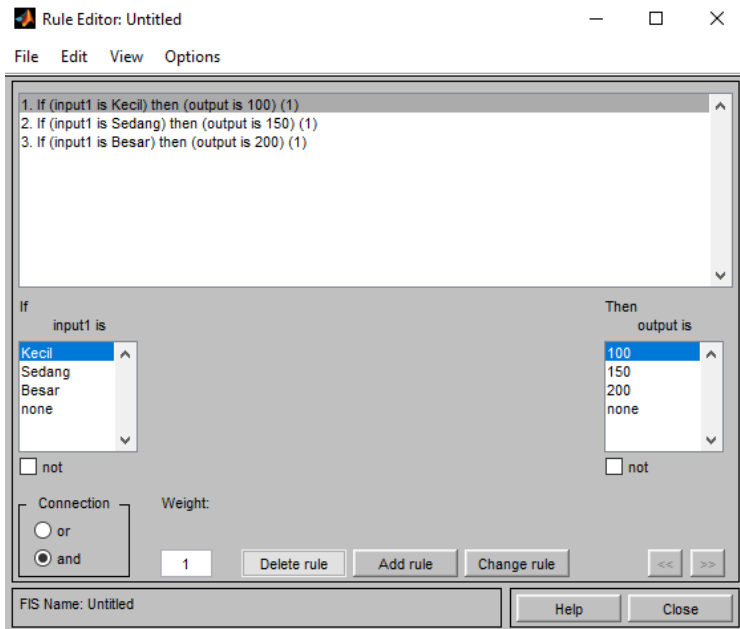


Gambar 4. 4 Tampilan Fungsi Keanggotaan output Motor

Tampilan gambar 4.4 yaitu pemetakan membership function atau fungsi keanggotaan variable output sensor LDR dari hasil training data dan nilai output merupakan nilai dari PWM motor dengan memasukan nilai pelan sebesar 100, nilai sedang sebesar 150, nilai cepat sebesar 200.

#### 4.3 Tampilan Neuro Fuzzy Rule

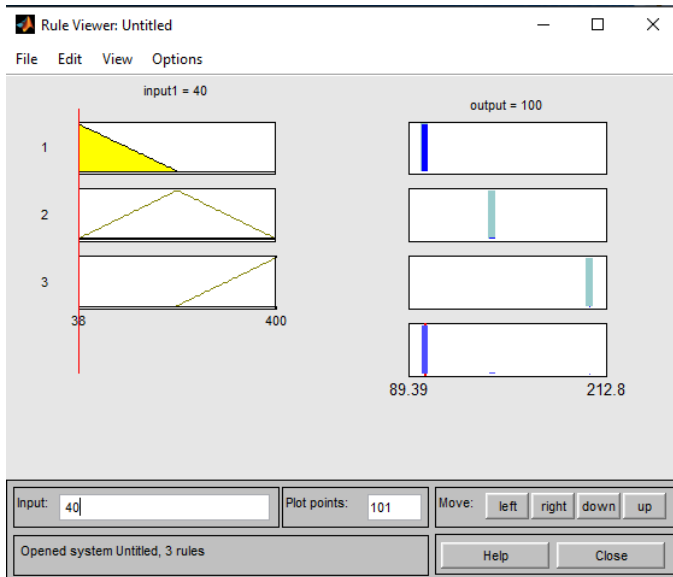
Tampilan Neuro Fuzzy Rule yaitu dimana merupakan beberapa rule yang sudah diproses dalam ANFIS setelah melakukan training data dan menentukan membership function. Jika nilai output 100 maka outputnya menggerakkan motor dengan pelan sampai nilai selisih sama dengan nol, jika nilai output 150 maka outputnya menggerakkan motor dengan sedang, dan jika nilai output 200 maka outputnya akan menggerakkan motor dengan cepat.



Gambar 4. 5 Tampilan Beberapa Rule Neuro Fuzzy

#### 4.4 Tampilan Defuzzifikasi

Tampilan *Defuzzifikasi* dilakukan untuk melihat tampilan inputan dan outputan apakah program yang telah dibuat benar apa tidak sesuai dengan program yang telah dibuat.



Gambar 4. 6 Defuzzifikasi

Pada gambar 4.6 yaitu tampilan defuzzifikasi yang mana tampilan tersebut menunjukkan proses ANFIS sudah berjalan dengan benar. Maka untuk mengetahui apakah proses berjalan dengan benar yaitu mencoba memasukan nilai pada toolbox defuzzifikasi, jika memasukan inputan sebesar 40 maka nilai outputannya 100 begitu juga seterusnya sesuai dengan nilai inputan yang dimasukkan, maka proses tersebut sudah berjalan dengan benar.

#### 4.5 Hasil Pengujian Solar Tracker

Pada saat pengujian solar panel yang dilakukan untuk mengetahui berapa besaran daya yang didapatkan oleh panel surya, pada pengujian kontrol Neuro Fuzzy dilakukan untuk mengetahui system tracker ini bekerja atau tidak menggunakan kontrol Neuro Fuzzy. Dan pengujian ini bertujuan untuk membandingkan daya keluaran dari panel surya yang menggunakan solar tracker single axis dengan metode Neuro Fuzzy dan Logika Fuzzy mana yang lebih baik. Setelah itu mengamati apakah system tracker ini berfungsi dengan baik yaitu dengan Bergeraknya kearah

datangnya sinar matahari sehingga mendapatkan keluaran daya secara maksimal. Pengujian kali ini juga melihat berdasarkan besarnya nilai tegangan dan arus dari panel surya diwaktu yang sama yaitu dimulai pada hari Kamis tanggal 9 Juni dari pukul 08.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB bertujuan untuk mengetahui tegangan dan arus yang dihasilkan dari panel surya dengan metode tracking system Neuro Fuzzy dan Logika Fuzzy.



Gambar 4. 7 Pengujian Solar Tracker



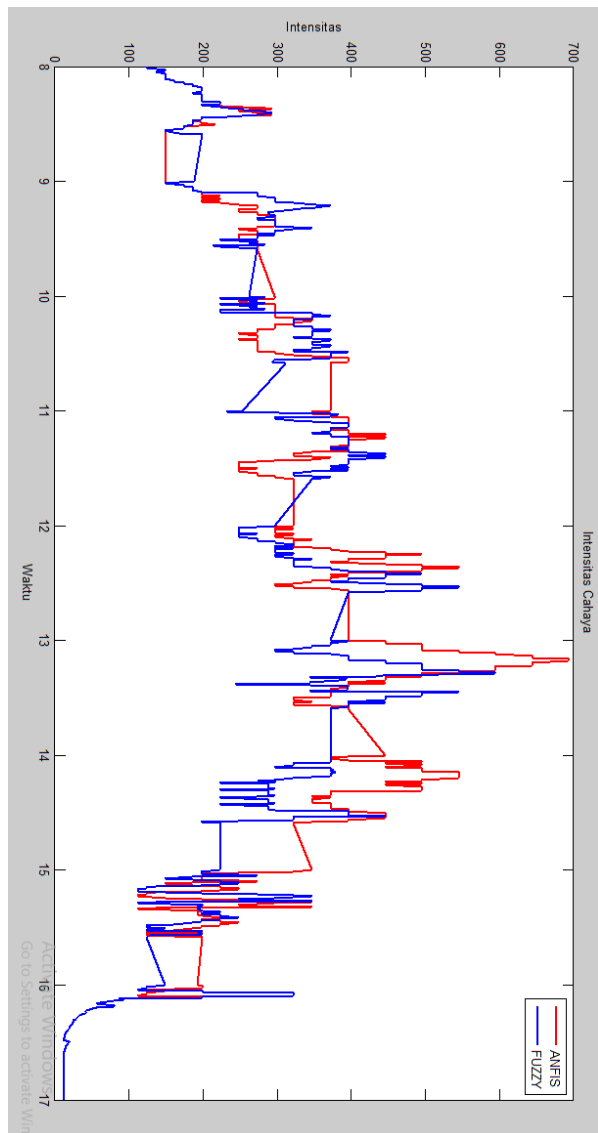
#### 4.6 Hasil Pengujian Perbandingan Intensitas Cahaya

Tabel 4. 3 Data Pengujian Intensitas Cahaya

Waktu	Intensitas (W/M <sup>2</sup> )		Kondisi
	ANFIS	Fuzzy	
08:00	123.77	123.77	Cerah
08:30	198.03	198.03	Cerah
09:00	188.52	148.52	Cerah
09:30	297.05	272.3	Cerah
10:00	346.56	321.8	Cerah
10:30	371.31	346.56	Cerah
11:00	396.07	382.3	Cerah
11:30	445.58	396.07	Cerah
12:00	544.59	495.08	Cerah
12:30	643.61	544.59	Cerah
13:00	445.58	371.31	Cerah
13:30	396.07	297.05	Cerah
14:00	445.58	286.64	Cerah
14:30	371.31	272.3	Cerah
15:00	247.54	198.03	Cerah
15:30	86.64	80.45	Mendung
16:00	68.07	55.7	Mendung
16:30	27.85	24.75	Mendung
17:00	12.38	10.83	Mendung

Lanjutan data pada table berada dilampiran

Pada tabel 4.4 yaitu sampling data perbandingan yang telah dihasilkan pada saat pengujian alat untuk menentukan mana yang lebih baik dari kedua metode tersebut. Data nilai intensitas yang telah dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis lebih baik dibandingkan dengan metode logika fuzzy, namun pada jam 15:30 terdapat penurunan intensitas cahaya diakibatkan cahaya matahari mengalami penurunan yang disebabkan kondisi cuaca yang mendung.



Gambar 4. 8 Grafik Hasil Pengujian Intenitas Cahaya

Dari grafik gambar 4.8 dapat diketahui bahwa metode anfis dan Logika fuzzy telah sama-sama mengikuti arah datangnya sinar matahari, namun ada perbedaan nilai rata-rata selama pukul 08:00 sampai 17:00. Pada metode anfis telah mendapatkan nilai rata-rata intensitas cahaya sebesar  $293.37 \text{ W/M}^2$  dan logika fuzzy telah mendapatkan nilai rata-rata intensitas cahaya sebesar  $248.14 \text{ W/M}^2$ .

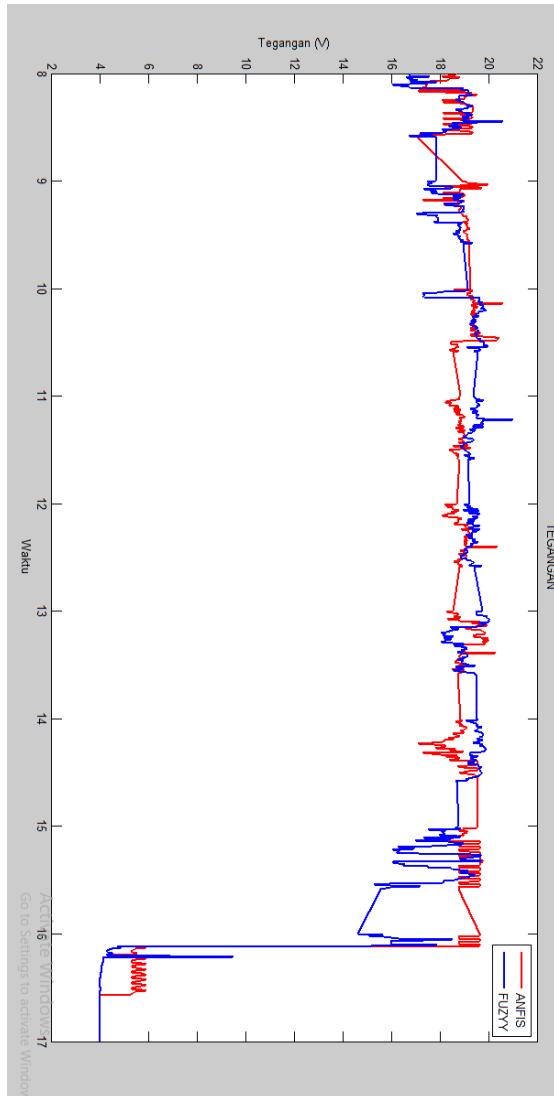
#### 4.6 Hasil Pengujian Perbandingan Tegangan

Tabel 4. 4 Data Pengujian Tegangan

Waktu	Tegangan (V)		Kondisi
	ANFIS	FUZZY	
08:00	17.63	16.71	Cerah
08:30	19.29	19.29	Cerah
09:00	18.89	18.15	Cerah
09:30	18.81	17.26	Cerah
10:00	19.24	19.13	Cerah
10:30	19.42	19.24	Cerah
11:00	19.85	19.51	Cerah
11:30	19.56	19.11	Cerah
12:00	19.05	19.19	Cerah
12:30	19.11	19.31	Cerah
13:00	18.93	19.73	Cerah
13:30	19.29	19.68	Cerah
14:00	18.84	19.16	Cerah
14:30	19.65	19.4	Cerah
15:00	19.49	18.73	Cerah
15:30	6.56	4.87	Mendung
16:00	4.69	3.98	Mendung
16:30	4.03	4.01	Mendung
17:00	3.44	3.09	Mendung

Lanjutan data pada table berada dilampiran

Pada tabel 4.5 yaitu sampling data perbandingan yang telah dihasilkan pada saat pengujian alat untuk menentukan mana yang lebih baik dari kedua metode tersebut. Data nilai tegangan yang telah dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis lebih baik dibandingkan dengan metode logika fuzzy, namun pada jam 15:30 terdapat penurunan tegangan diakibatkan nilai intensitas cahaya matahari mengalami penurunan yang disebabkan kondisi cuaca yang mendung.



Gambar 4. 9 Grafik Hasil Pengujian Tegangan

Pada grafik gambar 4.9 yaitu perbandingan keluaran nilai tegangan yang telah dihasilkan oleh panel surya menggunakan system traker single axis dengan metode anfis dan logika fuzzy dapat sama-sama menjaga titik teangan maksimum. Pada saat pengujian telah didapatkan perbedaan nilai rata-rata teganan yang dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis sebesar 17.55Vdc dan solar tracker single axis dengan metode logika fuzzy sebesar 17.14Vdc.

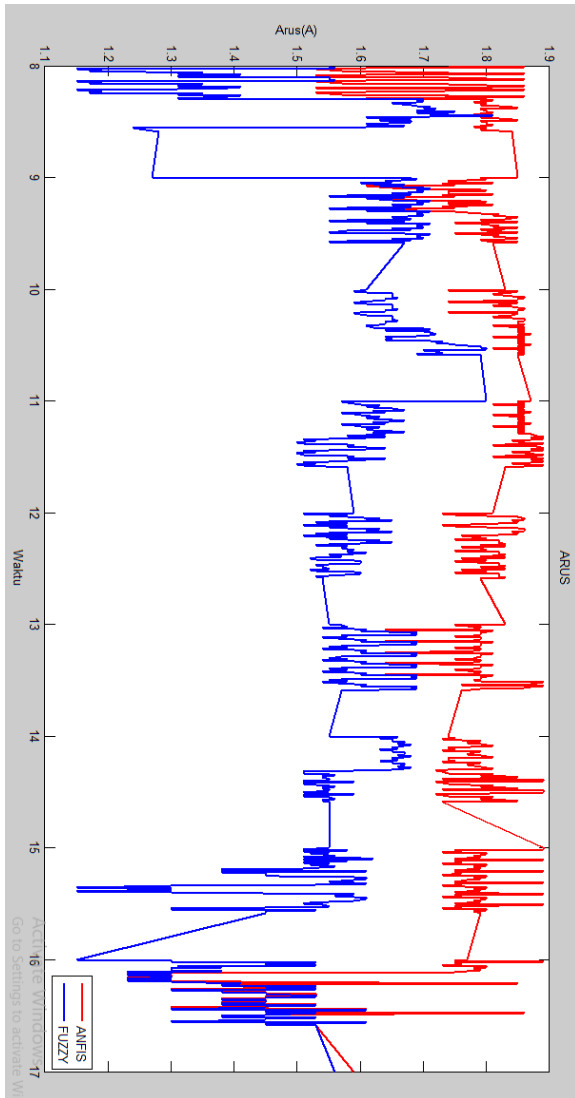
#### 4.7 Hasil Pengujian Perbandingan Arus

Tabel 4. 5 Data Pengujian Arus

Waktu	Arus (A)		Kondisi
	ANFIS	Fuzzy	
08:00	1.74	1.55	Cerah
08:30	1.81	1.71	Cerah
09:00	1.85	1.57	Cerah
09:30	1.75	1.61	Cerah
10:00	1.83	1.65	Cerah
10:30	1.85	1.71	Cerah
11:00	1.81	1.79	Cerah
11:30	1.87	1.64	Cerah
12:00	1.83	1.69	Cerah
12:30	1.83	1.57	Cerah
13:00	1.82	1.55	Cerah
13:30	1.72	1.57	Cerah
14:00	1.74	1.63	Cerah
14:30	1.75	1.59	Cerah
15:00	1.77	1.55	Cerah
15:30	1.06	1.04	Mendung
16:00	1.02	0.98	Mendung
16:30	0.83	0.67	Mendung
17:00	0.79	0.57	Mendung

Lanjutan data pada table berada dilampiran

Pada tabel 4.6 yaitu sampling data perbandingan yang telah dihasilkan pada saat pengujian alat untuk menentukan mana yang lebih baik dari kedua metode tersebut. Data nilai arus yang telah dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis lebih baik dibandingkan dengan metode logika fuzzy, namun pada jam 15:30 terdapat penurunan arus diakibatkan cahaya matahari mengalami penurunan yang disebabkan kondisi cuaca yang mendung.



Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengujian Arus



Pada grafik gambar 4.10 yaitu perbandingan keluaran nilai arus yang telah dihasilkan oleh panel surya menggunakan system traker single axis dengan metode anfis dan logika fuzzy dapat sama-sama menjaga titik teangan maksimum. Pada saat pengujian telah didapatkan perbedaan nilai rata-rata arus yang dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis sebesar 1.76 A dan solar tracker single axis dengan metode logika fuzzy sebesar 1.56 A.

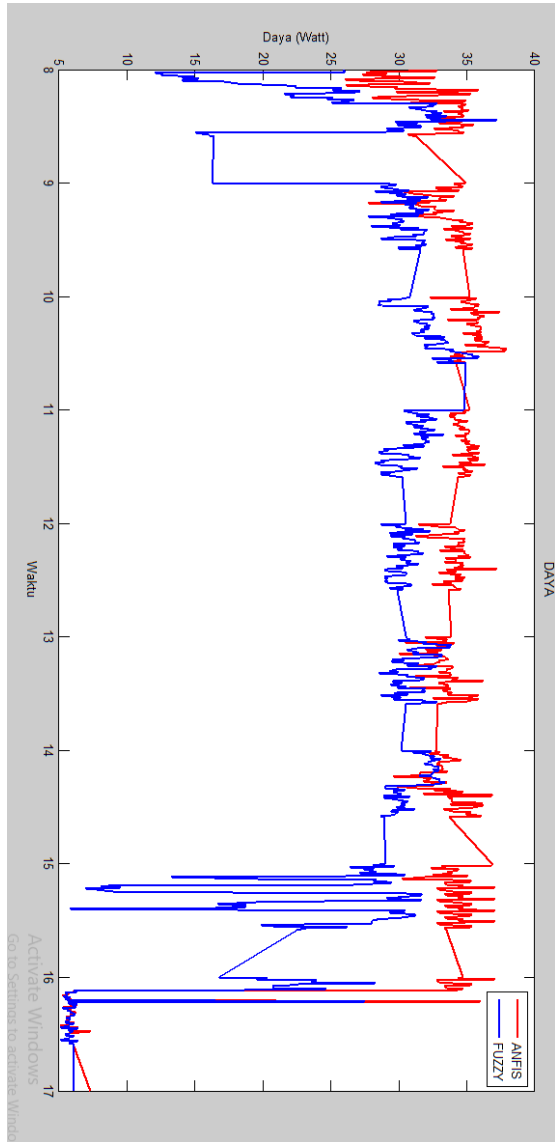
#### 4.8 Hasil Pengujian Perbandingan Daya

Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Daya

Waktu	Daya (W)		Kondisi
	ANFIS	Fuzzy	
08:00	30.6762	25.9005	Cerah
08:30	34.9149	32.9859	Cerah
09:00	34.9465	28.4955	Cerah
09:30	32.9175	27.7886	Cerah
10:00	35.2092	31.5645	Cerah
10:30	35.927	32.9004	Cerah
11:00	35.9285	34.9229	Cerah
11:30	36.5772	31.3404	Cerah
12:00	34.8615	32.4311	Cerah
12:30	34.9713	30.3167	Cerah
13:00	34.4526	30.5815	Cerah
13:30	33.1788	30.8976	Cerah
14:00	32.7816	31.2308	Cerah
14:30	34.3875	30.846	Cerah
15:00	34.4973	29.0315	Cerah
15:30	6.1659	6.097	Mendung
16:00	5.8145	5.771	Mendung
16:30	5.7275	5.135	Mendung
17:00	5.135	5.11	Mendung

Lanjutan data pada table berada dilampiran

Pada tabel 4.7 yaitu sampling data perbandingan yang telah dihasilkan pada saat pengujian alat untuk menentukan mana yang lebih baik dari kedua metode tersebut. Data nilai daya yang telah dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis lebih baik dibandingkan dengan metode logika fuzzy, namun pada jam 15:30 terdapat penurunan arus diakibatkan cahaya matahari mengalami penurunan yang disebabkan kondisi cuaca yang mendung.



Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengujian Daya

Pada grafik gambar 4.11 yaitu perbandingan keluaran nilai arus yang telah dihasilkan oleh panel surya menggunakan system traker single axis dengan metode anfis dan logika fuzzy dapat sama-sama menjaga titik tegangan maksimum. Pada saat pengujian telah didapatkan perbedaan nilai rata-rata arus yang dihasilkan oleh solar tracker single axis dengan metode anfis sebesar 31.37 W dan solar tracker single axis dengan metode logika fuzzy sebesar 27.72 W.

Rata – rata daya dihitung menggunakan persamaan :

Jumlah seluruh data / Jumlah banyak data

Rata – rata daya Solar Tracker Anfis :  $16880,46 / 538 = 31,37632$  W

Rata – rata daya Solar Tracker Fuzzy :  $14590,39 / 538 = 27,11968$  W

Tabel 4. 7 Rata-rata Daya Yang Diperoleh

Jam	Metode	Rata – rata (W)
08.00 – 17.00	Anfis	31,37632
08.00 – 17.00	Fuzzy	27,11968

#### 4.9 Perhitungan Efisiensi Sistem Dengan Kontrol ANFIS

Perhitungan efisiensi system dengan menggunakan control ANFIS ini telah diambil dari pukul 08:00 WIB sampai pukul 17:00 WIB dengan nilai daya maksimum berdasarkan spesifikasi sel surya adalah 100wp atau disimbolkan  $P_{output} = 100$ watt:

1. Pengambilan data dengan kontrol ANFIS

$$\frac{P_{input}}{P_{output}} \times 100\% = \frac{31,37}{100} \times 100\% = 31\%$$

Dimana 31.37 merupakan hasil perhitungan daya rata-rata panel surya dengan menggunakan kontrol ANFIS. Dari data-data diatas yang mana adalah data penyerapan daya sel dari pukul 08:00 WIB – 17:00 WIB yang telah didapat dengan kontrol ANFIS menghasilkan efisiensi penyerapan daya sebesar 31% dari kemampuan maksimum penyerapan daya sel surya yang seharusnya bisa menghasilkan  $\pm 100$ Watt DC berdasarkan spesifikasi yang tertulis.

#### 4.10 Perhitungan Efisiensi Sistem Dengan Kontrol Fuzzy

Perhitungan efisiensi system dengan menggandakan control ANFIS ini telah diambil dari pukul 08:00 WIB sampai pukul 17:00 WIB dengan nilai daya maksimum berdasarkan spesifikasi sel surya adalah 100wp atau disimbolkan  $P_{output} = 100\text{watt}$ :

1. Pengambilan data dengan kontrol FUZZY

$$\frac{P_{input}}{P_{output}} \times 100\% = \frac{27,72}{100} \times 100\% = 27\%$$

Dimana 27,72 merupakan hasil perhitungan daya rata-rata panel surya dengan menggunakan kontrol FUZZY. Dari data-data diatas yang mana adalah data penyerapan daya sel dari pukul 08:00 WIB – 17:00 WIB yang telah didapatkan dengan kontrol FUZZY menghasilkan efisiensi penyerapan daya sebesar 27% dari kemampuan maksimum penyerapan daya sel surya yang seharusnya bisa menghasilkan  $\pm 100\text{Watt DC}$  berdasarkan spesifikasi yang tertulis.

Tabel 4. 8 Hasil Resume

No	Metode	Total Daya (W)	Total Tegangan (V)	Total Arus (A)
1	Anfis	16880,46	9442,41	948,34
2	Fuzzy	14590,39	9225,27	840,96
	Selisih	2290,07	217,14	107,38

Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh resume sebagai berikut

Solar tracker Single Axis dengan kontrol Neuro Fuzzy yang diimplementasikan telah bekerja dengan baik, yaitu dapat mengikuti arahnya matahari sehingga mendapatkan serapan sinar matahari secara maksimal.

Untuk data hasil dari pengujian alat solar tracker single axis dengan menggunakan metode Neuro Fuzzy dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB didapatkan total daya sebesar 16880,46W, total tegangan sebesar 9442,41V, total arus sebesar 9483,34A dan rata-rata

didapat tegangan dan arus sebesar 17,55 Volt dan 1,76 Ampere. Sedangkan pada solar tracker single axis dengan metode Logika Fuzzy didapatkan total daya sebesar 14590,39W, total tegangan 9225,27V, total arus sebesar 840,96A dan rata-rata tegangan dan arus yang didapat sebesar 17,14 Volt dan 1,56 Ampere. Dapat disimpulkan bahwa solar tracker dengan metode Neuro Fuzzy dan Logika Fuzzy memiliki nilai tegangan yang hampir sama, hal ini disebabkan solar tracker dengan metode Neuro Fuzzy dan Logika Fuzzy sama-sama mengikuti arah datangnya sinar matahari sehingga dapat menyerap energi sinar matahari secara maksimal.

Sistem kendali anfis dapat di implementasikan pada solar tracker single axis dengan cara menentukan atau pemetakkan membership function dari selisih kedua sensor LDR dan menentukan membership function output. Hasil program dari matlab digunakan untuk parameter pemrograman pada mikrokontroler Arduino sebagai otak kendali keseluruhan pada alat system tracker.