

SISTEM KONTROL DAN MONITORING ATS-AMF DENGAN METODE FUZZY

Beni Kristianto¹, Moh. Khilmi Musakhol²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031) 5931800, Faks. (031) 5927817

E-mail: ¹benikristianto8@gmail.com, ²khilmi.musakhol@gmail.com

ABSTRAK

Sistem kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) adalah sebuah sistem kontrol untuk mengoperasikan transfer switch dari dua atau lebih sumber listrik. Sumber listrik yang digunakan pada umumnya adalah PLN dan sumber listrik dari genset sebagai backup apabila terjadi pemadaman atau trobel pada sumber listrik utama. Penggunaan solar cell sebagai sumber energi listrik masih terlalu jarang dalam skala rumah tangga. Penggunaan solar cell yang bersamaan dengan PLN yang kurang maksimal sistem operasionalnya dapat mengurangi efektivitas sistem tersebut. Sistem ATS pada umumnya masih menggunakan mode manual dalam pengoperasiannya dan belum maksimal dalam memonitoring sistem tersebut. Oleh karena itu dibuatlah sistem transfer switch secara otomatis dengan parameter tegangan baterai dari solar cell dan daya yang digunakan oleh beban sehingga dapat memilih sumber listrik yang akan mensuplainya. Sistem kontrol transfer switch menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali dan dioah dengan metode fuzzy lalu data hasil pengolahan akan ditampilkan pada LCD 20x4. Sistem kontrol ini dapat digunakan dalam skala rumah tangga dan industri kecil.

Kata kunci: *Automatic Transfer Switch (ATS), logika fuzzy, mikrokontroler, Solar Cell*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin pesat yang diiringi dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik untuk kehidupan manusia. Banyak energi yang terbuang sia-sia karena ulah manusia yang tidak menerapkan kampanye hemat listrik dan tidak merasa bahwa pemborosan energi listrik sangat berdampak terhadap masa depan. Pengguna energi listrik terbesar sebenarnya adalah rumah tangga dan industri, tetapi banyak yang belum mengerti tentang penghematan energi listrik ini meskipun beberapa orang sudah ada yang menerapkan teknologi energi baru terbarukan sebagai sumber energi listrik misalnya

memasang solar cell atau panel surya sebagai cadangan energi listrik. Pada penerapannya banyak yang mengalami kendala dalam mengoptimalkan energi yang dihasilkan oleh solar cell dan sistem instalasi yang masih manual sehingga tingkat efisiensi sistem yang diterapkan kurang maksimal.

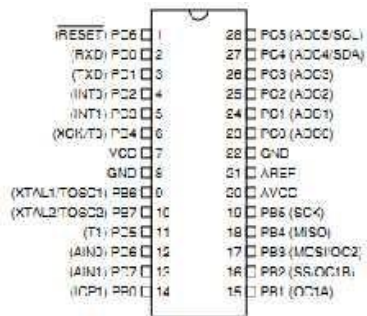
Peneliti akan menerapkan teknologi penggabungan dua atau lebih sumber energi dalam satu sistem atau yang biasa disebut teknologi hybrid ini pada kehidupan sehari-hari misalnya pada sistem sumber listrik rumah tangga dengan menggabungkan sumber energi listrik dari PLN dan sumber energi listrik dari solar cell dengan kapasitas tertentu secara

otomatis dengan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS). Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti mengambil judul “*SISTEM KONTROL DAN MONITORING ATS-AMF DENGAN METODE FUZZY*”.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler ATmega328

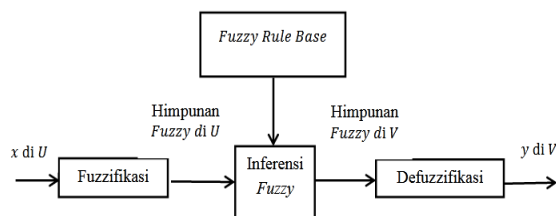
ATmega328 merupakan mikrokontroler dengan kapasitas flash program yaitu 32 Kb, memori 2 Kb, dan EEPROM sebesar 1024 bytes. ATmega328 memiliki kemasan DIP 28 pin yang terdapat 20 pin Input/Output dan 6 di antaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC, dan 6 lainnya berfungsi sebagai PWM.



Gambar 1. Konfigurasi pin ATmega328

2.2 Logika Fuzzy

Logika yang memiliki unsur ketidakpastian atau dalam bahasa yaitu kabur atau tidak jelas. logika fuzzy bisa digunakan untuk mengenali nilai antara 0 dan 1 atau antara benar dan salah.



Gambar 2. Susunan Sistem Fuzzy

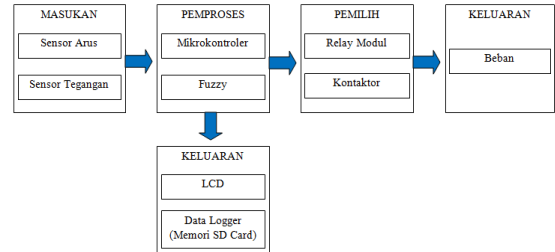
Tahapan sistem fuzzy tersebut yaitu:

1. Fuzzifikasi

2. Rule Base/Aturan Fuzzy
3. Inferensi Fuzzy
4. Defuzzifikasi

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Diagram Blok Perancangan



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

➤ Blok Masukan

Sensor arus membaca nilai arus pada beban yang sedang disuplai. Sensor tegangan digunakan untuk membaca nilai tegangan dari baterai panel surya.

➤ Blok Pemroses

Pada tahap ini data analog yang telah diinputkan ke mikrokontroler sebagai variabel data akan diproses dengan metode fuzzy.

➤ Blok Pemilih

Data yang telah diproses oleh mikrokontroler dengan metode fuzzy digunakan untuk mengendalikan relay modul dan kontaktor sebagai sistem kontrol sumber energi listrik yang akan mensuplai beban yang diinginkan.

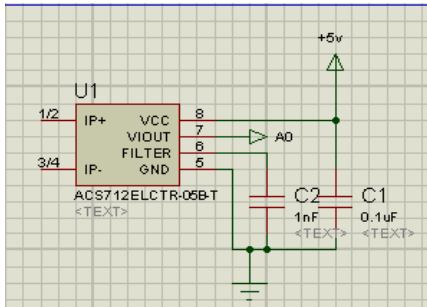
➤ Blok Keluaran

Data dari mikrokontroler yang digunakan untuk memilih kontrol sumber energi listrik yang mensuplai beban dan akan memberikan umpan balik kepada sensor untuk data pemrosesan selanjutnya serta menampilkan nilai tegangan, arus dan daya pada beban ke LCD secara real time sehingga data bisa dilihat setiap saat.

3.2 Perancangan Hardware

3.2.1 Perancangan Sensor Arus

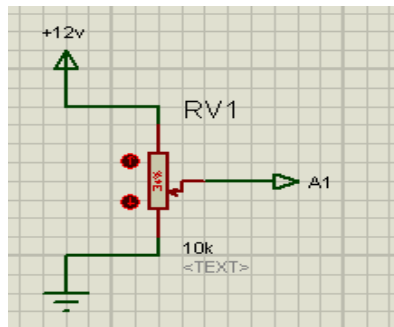
Sensor arus terpasang pada rangkaian untuk memonitoring arus beban dan mengirimkan nilai arus pada mikrokontroler. Nilai arus akan diolah untuk menentukan nilai daya beban pada sistem.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Arus

3.2.2 Perancangan Sensor Tegangan

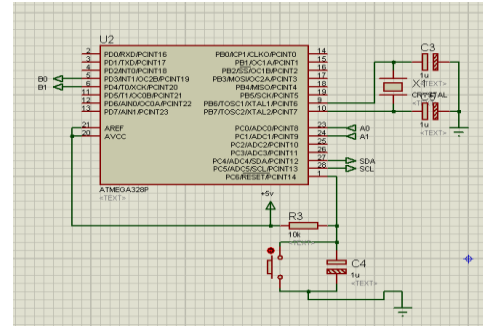
Sensor tegangan ini menerapkan rangkaian pembagi tegangan sebagai metode untuk mendeteksi nilai tegangan panel surya dengan menggunakan potensiometer. Nilai tegangan masuk ke mikrokontroler dalam bentuk sinyal analog yang akan diolah sebagai variabel input.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Tegangan

3.2.3 Perancangan Mikrokontroler

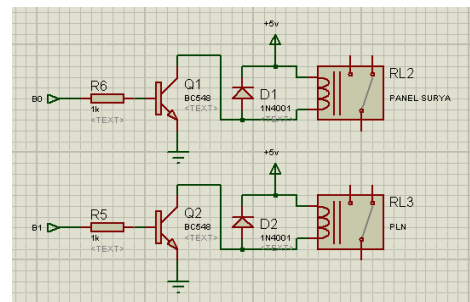
Mikrokontroler sebagai pemroses data dari sensor yang selanjutnya memberikan perintah keluaran sistem kontrol pada beban. Pada sistem ini menggunakan minimum sistem mikrokontroler AVR tipe ATmega328.



Gambar 6. Rangkaian Mikrokontroler

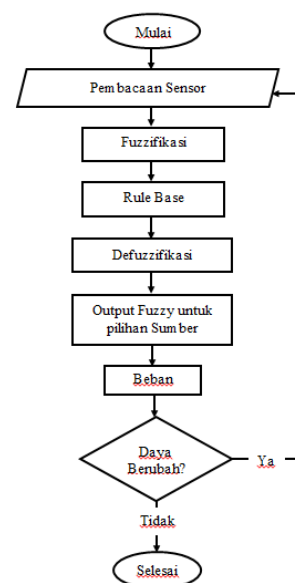
3.2.4 Perancangan Modul Relay

Modul relay sebagai kendali switch pada 2 sumber listrik yaitu PLN dan Panel Surya yang dikontrol oleh mikrokontroler.



Gambar 7. Rangkaian Modul Relay

3.3 Perancangan Software



Gambar 8. Flowchart Program

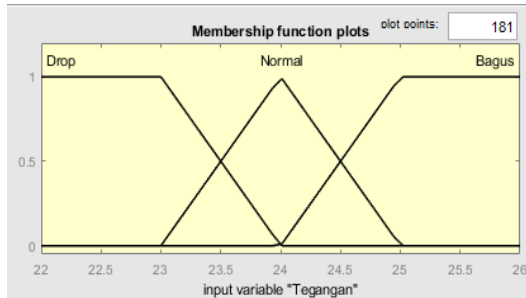
3.3.1 Perancangan Metode Fuzzy

3.3.1.1 Menentukan Himpunan Fuzzy

Tabel 1. Variabel dan Nilai Linguistik Fuzzy

Fungsi	Nama Variabel	Nilai Linguistik	Keterangan
Input	Tegangan	Drop, Normal, Bagus	Nilai tegangan pada sistem solar cell
	Daya	Rendah, Sedang, Tinggi	Nilai daya pada beban yang sedang dipakai
Output	Sumber Listrik	Solar Cell, PLN	Pilihan untuk sumber yang digunakan

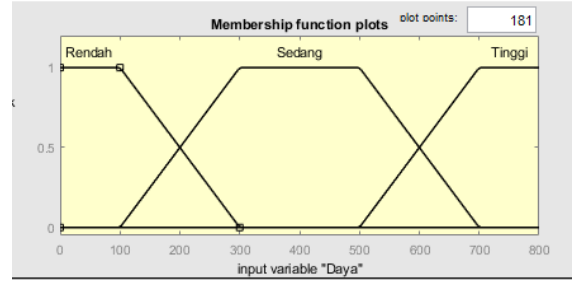
Input *Tegangan* memiliki nilai tegas (crisp) 22 sampai 26. Nilai tersebut diperoleh dari tegangan pada sistem Solar Cell yang menggunakan sistem 24vdc. Nilai tegas tersebut diubah menjadi himpunan-himpunan fuzzy yaitu Drop, Normal dan Bagus.



Gambar 9. Keanggotaan *Tegangan*

- Keanggotaan Drop:
 - (1) $x \leq 23$
 - $\frac{24-x}{22}$, $23 \leq x \leq 24$
 - (0) $x \geq 24$
- Keanggotaan Normal:
 - (0) $x \leq 23$
 - $\frac{x-23}{22}$, $23 \leq x \leq 24$
 - $\frac{25-x}{22}$, $24 \leq x \leq 25$
 - (0) $x \geq 25$
- Keanggotaan Bagus:
 - (0) $x \leq 24$
 - $\frac{x-24}{22}$, $24 \leq x \leq 25$
 - (1) $x \geq 25$

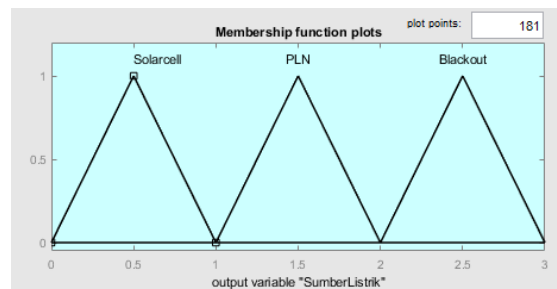
Input *Daya* memiliki nilai tegas (crisp) 0 sampai 800 dengan satuan watt.



Gambar 10. Keanggotaan *Daya*

- Keanggotaan Rendah:
 - (1) $x \leq 100$
 - $\frac{300-x}{200}$, $100 \leq x \leq 300$
- Keanggotaan Sedang:
 - $\frac{x-300}{200}$, $100 \leq x \leq 300$
 - (1) $300 \leq x \leq 500$
 - $\frac{700-x}{200}$, $500 \leq x \leq 700$
- Keanggotaan Tinggi:
 - $\frac{x-700}{200}$, $500 \leq x \leq 700$
 - (1) $x \geq 700$

Variabel output *Sumber Listrik* didefinisikan sebagai pilihan sumber listrik yang mensuplai beban



Gambar 11. Keanggotaan *Sumber Listrik*

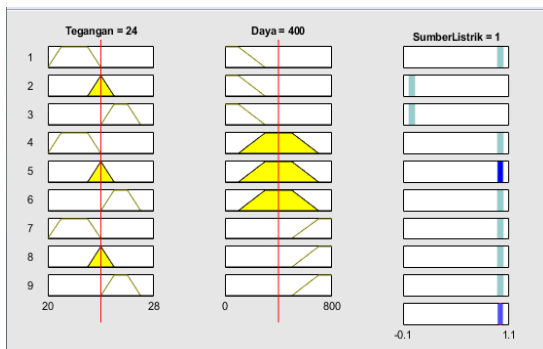
3.3.1.2 Aturan Dasar

Nilai-nilai input *Solar Cell* dan *Daya* akan diolah dengan aturan-aturan fuzzy. Penentuan aturan-aturan ini diperoleh melalui suatu penalaran sederhana yaitu aturan *if-then*.

Tabel 2. Aturan-Aturan Fuzzy

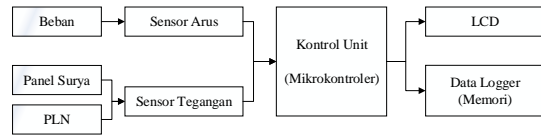
No	Aturan-Aturan Fuzzy
1	If (SolarCell is Drop) and (Daya is Rendah) then (SumberListrik is PLN)
2	If (SolarCell is Normal) and (Daya is Rendah) then (SumberListrik is Solar Cell)
3	If (SolarCell is Bagus) and (Daya is Rendah) then (SumberListrik is Solar Cell)
4	If (SolarCell is Drop) and (Daya is Sedang) then (SumberListrik is PLN)
5	If (SolarCell is Normal) and (Daya is Sedang) then (SumberListrik is PLN)
6	If (SolarCell is Bagus) and (Daya is Sedang) then (SumberListrik is PLN)
7	If (SolarCell is Drop) and (Daya is Tinggi) then (SumberListrik is PLN)
8	If (SolarCell is Normal) and (Daya is Tinggi) then (SumberListrik is PLN)
9	If (SolarCell is Bagus) and (Daya is Tinggi) then (SumberListrik is PLN)

3.3.1.3 Defuzzifikasi



Gambar 12. Defuzzifikasi

3.4 Perancangan Monitoring



Gambar 13. Diagram Blok Monitoring

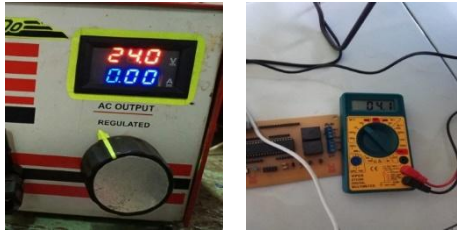
Perancangan sistem monitoring arus, tegangan, dan daya pada sistem ATS-AMF ini secara garis besar adalah pembacaan sensor, pemrosesan data sensor, penampilan data dan penyimpanan data sensor, Tahapan perancangan sistem secara umum:

1. Pada sistem ini, sensor arus ACS712 akan mendeteksi arus beban, sensor tegangan pembagi akan mendeteksi tegangan baterai pada panel surya dan relay akan mendeteksi tegangan PLN, kemudian hasil dari pembacaan sensor arus dan tegangan akan diolah untuk mendapatkan nilai daya dari beban.
2. Selanjutnya data arus, tegangan, dan daya tersebut akan diolah oleh Mikrokontroler kemudian data akan ditampilkan pada LCD dan disimpan pada Memori.

PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Sensor Tegangan

Cara pengujian sensor tegangan ini dengan mengukur nilai tegangan pada output dari rangkaian pembagi tegangan. Tegangan output tersebut memiliki nilai dinamis sesuai tegangan input dari baterai/aki. Tegangan output tersebut masuk ke port mikrokontroler sebagai variabel input dan akan diolah dengan metode fuzzy.



Gambar 14. Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 3. Pembacaan Sensor Tegangan

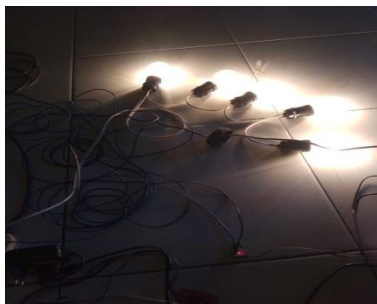
No	Tegangan Baterai (V)	Keluaran Sensor (V)	Nilai ADC	Tegangan Terbaca (V)	Perbandingan Error
1	20	3,3	676	21	1
2	21	3,5	716	23	2
3	22	3,7	756	24	2
4	23	3,9	797	25	2
5	24	4,1	838	26	2
6	25	4,3	880	27	2
7	26	4,5	921	28	2

4.1.1 Analisis Pengujian Sensor Tegangan

Dari pengujian yang dilakukan secara keseluruhan dapat dianalisa hasil pengukuran pada sensor tegangan baterai didapat nilai tegangan keluaran antara 3,3-4,5v dari tegangan asli yaitu 20-26v. Selisih tiap kenaikan tegangan yaitu 0,2v dengan perbandingan error tegangan baterai dan tegangan yang terbaca oleh sistem sebesar 2v.

4.2 Pengujian Sensor Arus

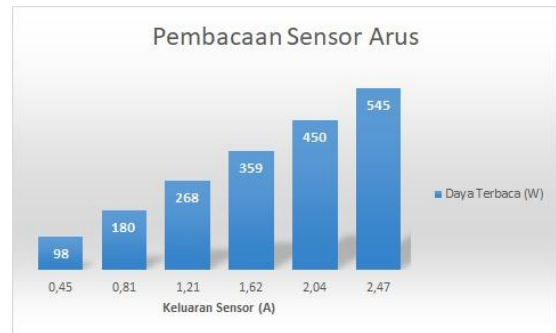
Pengujian ini untuk mengetahui kerja sensor arus pada beban AC dan tingkat akurasi dengan perhitungan yang dilakukan. Cara yang dilakukan untuk menguji sensor arus tersebut adalah dengan menghubungkan input sensor arus dengan beban secara seri dan pin output sensor dihubungkan dengan port ADC pada mikrokontroler.



Gambar 15. Pengujian Sensor Arus

Tabel 4. Pembacaan Sensor Arus

No	Beban (W)	Perhitungan (A)	Keluaran Sensor (A)	Daya Terbaca (W)	Akurasi Daya (%)
1	100	0,4	0,45	98	98
2	200	0,9	0,81	180	90
3	300	1,3	1,21	268	89,3
4	400	1,8	1,62	359	89,75
5	500	2,2	2,04	450	90
6	600	2,7	2,47	545	90,8
Rata-rata					91,3



Gambar 16. Grafik Pembacaan Sensor Arus

4.2.1 Analisis Pengujian Sensor Arus

Dari data yang didapat pada pengujian sensor arus tersebut selisih nilai arus rata-rata berdasarkan perhitungan dengan arus yang terbaca oleh sensor sebesar 0,13 A. Nilai daya yang diperoleh juga memiliki selisih nilai rata-rata yaitu 33,3 watt dengan nilai rata-rata persentase akurasi daya sebesar 91,3%.

4.3 Pengujian LCD 20x4

Data yang diampilkkan pada LCD tersebut yaitu nilai tegangan baterai, arus yang mengalir pada beban, daya yang dihasilkan oleh beban dan sumber listrik yang sedang mensuplai beban sehingga bisa memonitoring kerja sistem kontrol transfer switch tersebut.



Gambar 17. Tampilan Data Sistem

4.4 Pengujian Sistem Kontrol Transfer Switch

Pengujian perangkat keras ini untuk memastikan cara kerja sistem kontrol berfungsi dengan baik dan tidak terjadi hubung singkat saat terjadi transfer switch secara manual dan otomatis.



Gambar 18. Kerja Sistem Kontrol Transfer Switch

4.4.1 Analisis pengujian Sistem Kontrol Switch

Kontrol transfer switch tersebut bisa dioperasikan dengan dua mode yaitu automatic dan manual. Dalam pengujian mode manual dapat menggunakan tombol pada panel untuk memilih sumber yang mensuplai beban sedangkan pada mode automatic sistem akan bekerja berdasarkan nilai yang terbaca oleh sensor dan pengolahan pada mikrokontroler. Kontaktor PLN yaitu K2 bekerja/ON pada saat nilai tegangan baterai 20-23v dengan nilai daya yang terbaca 300-600watt. Sistem kontrol switch bekerja dengan baik dalam mode manual melalui tombol pada panel dan tidak terganggu oleh sistem automatic.

4.5 Pengujian Data Logger Memori

Pengujian ini untuk memastikan tingkat keakuratan data dan perbandingan nilai dari hasil pengukuran yang tersimpan pada data logger. Nilai hasil dari pengujian modul data logger didapatkan setelah dilakukan pengujian nilai. Nilai yang tersimpan secara otomatis didalam memori, sama dengan nilai yang terbaca pada sensor.

Tabel 5. Pengujian Data Logger Memori

No	Nilai Pengukuran Pada Sensor			Data Yang Tersimpan Pada Memori		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	20	0,45	98	20	0,45	98
2	21	0,81	180	21	0,81	180
3	22	1,21	268	22	1,21	268
4	23	1,62	359	23	1,62	359
5	24	2,04	450	24	2,04	450
6	25	2,47	545	25	2,47	545

4.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian mikrokontroler pada output relay channel dengan rangkaian kontrol transfer switch dan mengoperasikan panel sistem mode automatic, sensor tegangan mendapat input nilai tegangan dari baterai dan sensor arus terhubung pada beban. Data hasil pembacaan sensor dan pengolahan mikrokontroler akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 19. Kontrol Switch keadaan Solar Cell ON



Gambar 20. Kontrol Switch Keadaan PLN ON

Tabel 6. Pengujian Keseluruhan Berdasarkan Tegangan Baterai

No	Tegangan (V)	Kontrol		Keterangan
		K1	K2	
1	20	OFF	ON	Beban disuplay oleh kontaktor PLN
2	21	OFF	ON	Beban disuplay oleh kontaktor PLN
3	22	OFF	ON	Beban disuplay oleh kontaktor PLN
4	23	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor Solar Cell
5	24	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor Solar Cell
6	25	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor Solar Cell
7	26	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor Solar Cell

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan Berdasarkan Daya

No	Daya (W)	Kontrol Switch		Keterangan
		K1	K2	
1	100	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor solar cell
2	200	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor solar cell
3	300	ON	OFF	Beban disuplay oleh kontaktor solar cell
4	400	OFF	ON	Beban disuplay oleh kontaktor PLN
5	500	OFF	ON	Beban disuplay oleh kontaktor PLN
6	600	OFF	ON	Beban disuplay oleh kontaktor PLN

4.5.1 Analisis Pengujian Keseluruhan

Dari pengujian yang dilakukan secara keseluruhan dapat dianalisa hasil pengukuran pada sensor tegangan baterai didapat nilai tegangan keluaran antara 3,3-4,5v dari tegangan asli yaitu 20-26v dengan selisih tiap kenaikan tegangan yaitu 0,2v. Nilai daya yang didapat dari hasil perhitungan terhadap nilai arus yang terbaca oleh sensor arus memiliki selisih rata-rata 33,3 watt dengan selisih nilai arus rata-rata yaitu 0,13A. Sistem kontrol switch untuk kontaktor Solar Cell yaitu K1 bekerja/ON pada saat nilai tegangan baterai 23-26v dengan nilai daya yang terbaca 0-300watt. Kontaktor PLN yaitu K2 bekerja/ON pada saat nilai tegangan baterai 20-23v dengan nilai daya yang terbaca 300-600watt. Sistem kontrol switch bekerja dengan baik dalam mode manual melalui tombol pada panel dan tidak terganggu oleh sistem automatic.

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengujian dan analisa secara keseluruhan dapat diambil kesimpulan bahwa sistem kontrol ATS dengan metode fuzzy berjalan dengan baik dan dapat bekerja dengan dua mode yang berbeda. Nilai tegangan baterai, arus dan daya pada beban dan juga sumber listrik yang sedang mensuplai dapat dilihat pada LCD 20x4.

5.2 Saran

Sistem kontrol dan Monitoring ATS dengan metode fuzzy ini dapat dikembangkan dengan parameter lainnya yang lebih efektif dan memiliki akurasi tinggi agar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik saat ini khususnya pada penghematan sumber energi listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartono, Jogiyanto, MBA, Ph.D. 2003. *Konsep Dasar Pemrograman Bahasa C*. Yogyakarta: ANDI.
- [2] Pakpahan, Robinson, Dadan Nur Ramadan. 2016. "Rancang bangun dan implementasi *Automatic Time Switch* (ATS) menggunakan Arduino uno dan Relai". *Journal elektro telekomunikasi terapan Universitas Telkom*.
- [3] Wasito S.,1997 *Data Sheet Book 1: Data IC Linier, TTL dan CMOS (Data Penting Komponen Elektronika)*, PT. Elex Komputindo, Jakarta.
- [4] Shiha, M. N. 2011. "Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN – Genset Berbasis PLC Dilengkapi dengan Monitoring", Tugas Akhir, D4 Elektro Industri, PENS-ITS, Surabaya.