

PROTOTIPE SISTEM PROTEKSI PENGISIAN BATERAI DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*

Nadhiya Desvira Rahmadhani, Fiqqih Faizah, I Wayan Yudhi Martha Wiguna

Politeknik Penerbangan Surabaya
Email: nadhyadesvira@gmail.com¹

Abstrak

Baterai memiliki peranan penting dalam perkembangan pertumbuhan energi. Baterai adalah komponen yang mampu menyimpan energi listrik yang dapat diisi ulang. Pada prinsipnya pengisian muatan baterai dengan cara mengaliri baterai dengan arus listrik secara terus menerus. Sehingga ketika sedang dalam pengisian, baterai dapat mengalami *overheat* dan *overcharging* yang dapat mempengaruhi *lifetime* baterai. Oleh karena itu, untuk menghindari kemungkinan rusaknya baterai karena *overcharging* atau *overheat* diadakan penelitian berupa rancangan sistem proteksi pengisian baterai dengan metode *fuzzy logic* dan menggunakan arduino sebagai mikrokontroler. Rancangan ini didasarkan pada 3 sensor yang akan mendeteksi kondisi suhu dan tegangan baterai untuk menentukan arus pengisian. Arduino dan *fuzzy logic* sebagai pengatur relay yang akan menentukan arus pengisian baterai. Hasil monitoring sistem proteksi pengisian baterai didapatkan hasil pengisian arus yang berbeda. Maksimal pengisian 10% dari kapasitas baterai, pengisian lambat sebesar 7.2% dan pemutusan pengisian dengan besar arus hingga 0A.

Kata Kunci: baterai, sistem proteksi, *fuzzy logic*, pengisian baterai.

Abstract

Batteries have an important role in the development of energy growth. The battery is a component capable of storing electric energy which can be recharged. In principle, charging the battery charge by flowing the battery with an electric current continuously penetrates. So that when it is in charging. batteries can experience overheating and overcharging which can affect battery life. Therefore, to avoid the possibility of damage to the battery due to overcharging or overheating, a study was conducted in the form of a battery charging protection system design using the fiuy logic method and using Arduino as a microcontroller. This design is based on 3 sensors that will detect the temperature and voltage conditions of the battery to determine the charging current. Arduino and fiy logic as a relay regulator which will determine the battery charging current. The results of monitoring the battery charging protection system show different current charging results. Maximum charging 10% of battery capacity. slow charging by 7.2% and disconnection of charging with a current up to 0A.

Keywords: battery, protection system, *fuzzy logic*, battery charging.

PENDAHULUAN

Baterai merupakan sebuah media penyimpanan energi listrik yang paling umum digunakan. Baterai dapat menyimpan energi listrik melalui proses kimia sehingga energi listrik tersebut dapat digunakan di waktu yang lain. Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan baterai semakin meningkat. Baik dalam kehidupan sehari – hari dan juga digunakan sebagai pendukung

sistem lain untuk memenuhi kebutuhan listrik.

Baterai memiliki peranan penting dalam perkembangan pertumbuhan energi. Performa baterai yang baik, akan mendukung perangkat yang ditunjangnya. Energi yang dapat disimpan aki jumlahnya terbatas, sehingga dalam penggunaannya aki terdapat 2 proses yaitu proses pengisian dan pemakaian aki. Proses pemakaian aki dilakukan dengan cara menghubungkan aki dengan sebuah beban, sedangkan proses

pengisian aki dilakukan jika aki dalam kondisi kosong dan dibutuhkan untuk penyimpanan energi listrik.

Baterai pada dasarnya menyimpan energi listrik yang kemudian dapat digunakan untuk menyuplai beban. Baterai yang telah digunakan untuk menyuplai beban kapasitasnya tidak penuh lagi atau berkurang. Volume baterai yang telah digunakan tersebut dinamakan *Deep of Discharge*. Sedangkan volume baterai yang tersisa dinamakan *State of Charge*. Dalam proses pengisian akan lebih baik apabila disesuaikan dengan kapasitas baterai yang telah digunakan sehingga dapat mengurangi resiko baterai *overcharging*.

Faktor lain yang mempengaruhi umur baterai adalah arus pengisian baterai yang besar. Mengisi baterai dengan arus yang besar memang dapat mempercepat waktu pengisian, namun hal tersebut dapat menyebabkan sel – sel elektrolit dalam baterai mengalami kerusakan, selain itu dapat menyebabkan baterai *overheat*. Maka dari itu dibutuhkan pengisian yang baik dan benar dengan mempertimbangkan beberapa faktor agar baterai dapat bertahan sesuai dengan *lifetimenya*.

Untuk menghindari baterai yang mudah rusak akibat *overcharging* dan *overheat* dibutuhkan sebuah rancangan sistem proteksi untuk pengisian baterai. Berdasarkan hal tersebut penulis dalam tugas akhir ini membuat simulasi sistem proteksi pengisian baterai dengan metode *fuzzy logic*, yang fungsinya dapat mengatur arus pengisian. Input yang akan diolah oleh mikrokontroler, selanjutnya akan menggerakkan relay sebagai *switch charging*. Pemaparan mengenai hal ini dituangkan dalam tugas akhir dengan judul Tugas Akhir. **“PROTOTYPE SISTEM**

PROTEKSI PENGISIAN BATERAI DENGAN METODE *FUZZY LOGIC*”.

METODE

Perancangan dan pembuatan hardware pada tugas akhir ini meliputi: rangkaian elektronika dan rangkaian unit kontrol.

Perancangan Metode Pengisian

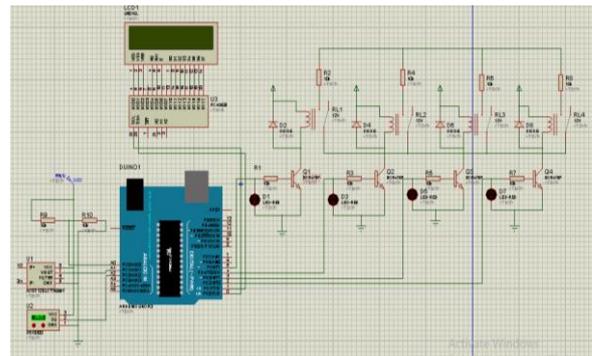
Metode pengisian digunakan untuk mengatur besarnya arus yang akan mengisi baterai. Metode pengisian ini terdiri dari 3 kabel yang terhubung dengan *charger* yang masing – masing disambungkan ke 4 relay, yaitu :

Relay 1 : pengisian normal (ketika *low current* atau kapasitas SoC baterai kurang dari 33%).

Relay 2 : pengisian lambat (ketika baterai sudah hampir penuh atau saat kapasitas baterai diatas 66%).

Relay 3 : pengisian akan berhenti (ketika baterai sudah penuh).

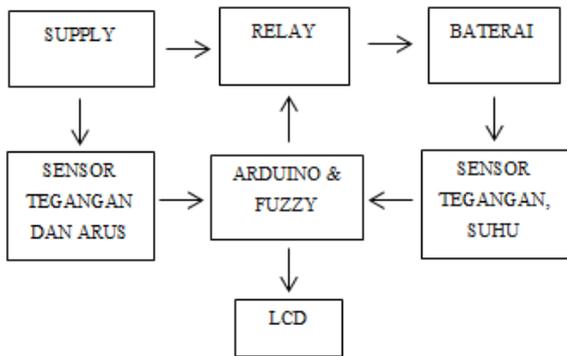
Relay 4 : monitoring mode.



Gambar 1 Perancangan Alat

Penelitian ini melakukan perancangan sistem proteksi pengisian baterai. Pengisian baterai menggunakan metode *fuzzy logic*. Hal ini dilakukan untuk mengatur proses pengisian. Penelitian ini melakukan perancangan tentang pengisian baterai dengan menyesuaikan SoC baterai. Penelitian ini menggunakan sensor tegangan, arus dan suhu. Pengisian baterai disesuaikan

dengan hasil tegangan dan suhu yang dibaca oleh sensor dengan algoritma *fuzzy logic* berbasis ardui uno. Hasil dari tegangan dan arus baterai akan di tampilkan pada sebuah LCD. Blok diagram rancangan sistem proteksi pengisian baterai secara umum dapat dilihat pada blok diagram berikut.



Gambar 2 Blok Diagram Alat

Perancangan Logika Fuzzy

Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah yakni pemetakan dari masukan tegas ke himpunan kabur. Proses fuzzyfikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non fuzzy (variable numerik) menjadi variabel fuzzy (variabel linguistik). Dalam fuzzy, apabila nilai memenuhi atau sesuai dengan kategori maka himpunan akan bernilai 1. Sebaliknya, apabila nilai yang terukur diluar dari himpunan yang sudah ditentukan maka himpunan tersebut bernilai 0.

Fuzzifikasi Tegangan

Fungsi keanggotaan sensor tegangan dibagi menjadi 3 fungsi keanggotaan yaitu rendah 0 – 3.9 , sedang 4 – 7.9 dan tinggi 8 – 12.

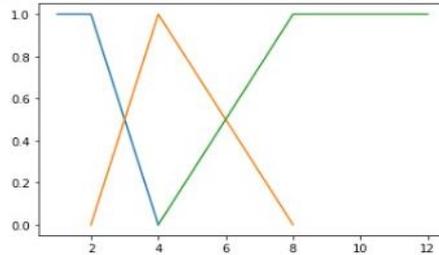
```
[2] teganganrendah = [[1,2,4],[1,1,0]]
    tegangansedang = [[2,4,8],[0,1,0]]
    tegangantinggi = [[4,8,12],[0,1,1]]
```

```
[3] teganganrendah[1]
```

```
[1, 1, 0]
```

```
[4] plt.plot(teganganrendah[0],teganganrendah[1])
    plt.plot(tegangansedang[0],tegangansedang[1])
    plt.plot(tegangantinggi[0],tegangantinggi[1])
```

```
[<matplotlib.lines.Line2D at 0x7efcfd9b0940>]
```



Gambar 3 Fuzzifikasi Tegangan

Fuzzifikasi Arus

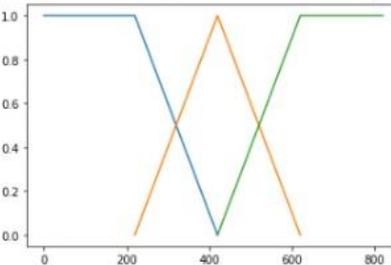
```
[2] arusrendah= [[0,0.22,0.42],[1,1,0]]
    arussedang= [[0.22,0.42,0.62],[0,1,0]]
    arusunormal= [[0.42,0.62,0.82],[0,1,1]]
```

```
[6] arusrendah[1]
```

```
[1, 1, 0]
```

```
plt.plot(arusrendah[0],arusrendah[1])
plt.plot(arussedang[0],arussedang[1])
plt.plot(arusunormal[0],arusunormal[1])
```

```
[<matplotlib.lines.Line2D at 0x7fe1ca9fc390>]
```

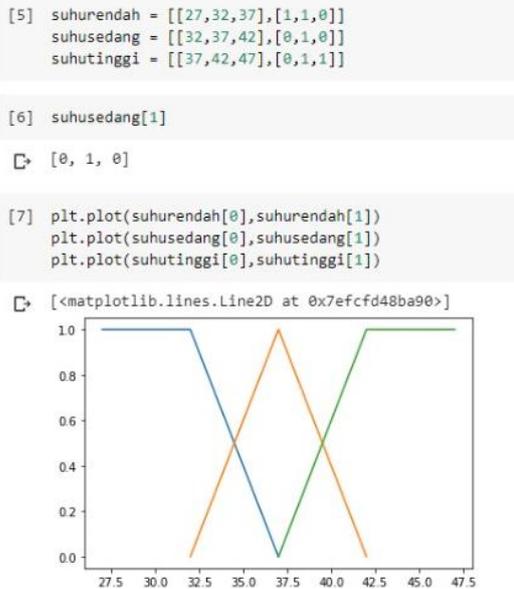


Gambar 4 Fuzzifikasi Arus

Fuzzyfikasi pada sensor arus masing-masing dibagi menjadi 3 fungsi keanggotaan. Dari gambar 3.5 dapat diketahui fungsi keanggotaan sensor arus dibagi menjadi 3 fungsi keanggotaan yaitu rendah 0 – 320mA , sedang 325 – 520mA dan normal 525 – 820mA.

Fuzzifikasi Suhu

Fuzzifikasi pada sensor suhu masing-masing dibagi menjadi 3 fungsi keanggotaan.



Gambar 5 Fuzzifikasi Suhu

Tabel 1 Fuzzy Rule

Tegangan Suhu	Rendah	Sedang	Panas
Rendah	NM	NM	SD
Sedang	NM	SD	CO
Tinggi	SD	CO	CO

Keterangan :

NM = pengisian normal (*output* relay 1)

SD = pengisian sedang (*output* relay 2 menggunakan resistor 7.2 Ohm)

CO = pengisian *cut-off* (*output* relay 3)

Fuzzy Rule :

- 1) *If* (teg. is rendah & suhu is rendah) *then* (arus is normal)
- 2) *If* (teg. is rendah & suhu is sedang) *then* (arus is normal)
- 3) *If* (teg. is rendah & suhu is panas) *then* (arus is sedang)
- 4) *If* (teg. is sedang & suhu is rendah) *then* (arus is normal)
- 5) *If* (teg. is sedang & suhu is sedang) *then* (arus is sedang)

- 6) *If* (teg. is sedang & suhu is panas) *then* (arus is rendah)
- 7) *If* (teg. is tinggi & suhu is rendah) *then* (arus is sedang)
- 8) *If* (teg. is tinggi & suhu is sedang) *then* (arus is rendah)
- 9) *If* (teg is tinggi & suhu is tinggi) *then* (arus is rendah)

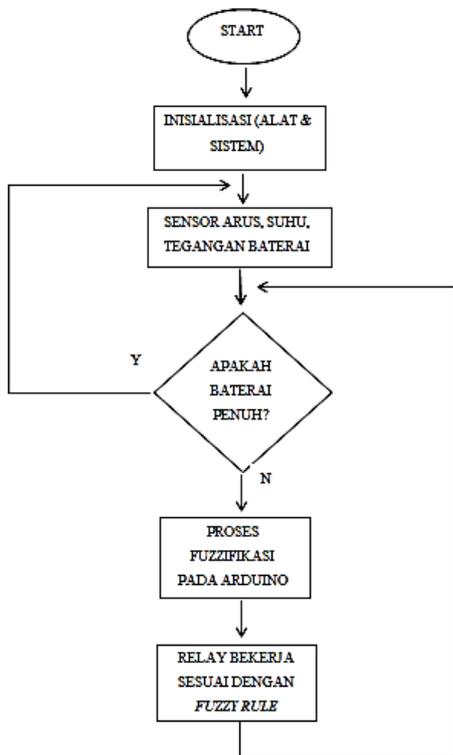
Pengisian baterai yang baik akan membuat baterai dapat berfungsi dengan baik untuk jangka waktu penggunaan normalnya. Akan tetapi jika pengisian baterai tidak bagus akan memperpendek usia baterai. Hal yang perlu dihindari adalah pengisian daya berlebih. Untuk menghindari pengisian daya berlebih, maka diperlukan pemantauan aki serta strategi pengisian.

Rangkaian kontrol yang dimaksud dalam system charging ini sebenarnya merupakan rangkaian switch menggunakan relay 12 Volt sebagai penggerak kontaknya yang nantinya akan dikendalikan oleh mikrokontroler. Rangkaian control ini berfungsi sebagai selector mode pengisian baterai berdasarkan besar arus yang dibutuhkan oleh baterai sesuai dengan kondisi tegangannya. Rangkaian ini bekerja dengan membagi output dari rangkaian charging dan menspesifikasinya dengan komponen hambatan yang memiliki nilai tertentu sehingga menghasilkan saluran-saluran dengan besaran arus dengan nilai arus maksimal 10% dari kapasitas baterai yaitu 0.72A. Dengan begitu didapatkan *selector output* dengan nilai arus yang berbeda.

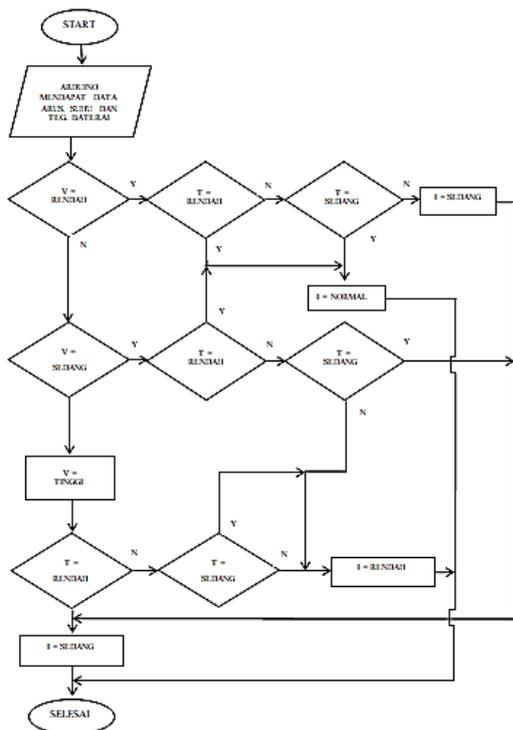
Cara kerja dari penelitian ini adalah arus dan tegangan yang dibaca oleh sensor akan dikirimkan ke mikrokontroler. Data hasil pembacaan sensor , selanjutnya akan digunakan sebagai input untuk fuzzy control

yang digunakan dalam sistem pengisian baterai.

Flow Chart



Gambar 6 Cara Kerja Alat



Gambar 7 Flowchart Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Arduino

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui indikasi bekerja atau tidaknya keluaran dari masing – masing port yang di pakai, serta menguji kemampuan port menerima masukan. Dimana indikator yang digunakan adalah dengan menggunakan lampu LED, jadi jika lampu pada led hidup maka dapat disimpulkan bahwa port masih keadaan normal.

Tabel 2 Pengujian Arduino

Port pada arduino	Keadaan lampu led	Kesimpulan (Rusak/Normal)
A0, A1	Lampu nyala	Normal
A4, A5	Lampu nyala	Normal
PD2, PD3	Lampu nyala	Normal
PD4, PD5, PD6	Lampu nyala	Normal
PB0, PB1	Lampu nyala	Normal

Hasil : Berdasarkan pengujian rangkaian arduino uno diatas, hasil yang didapatkan adalah modul arduino dapat berfungsi dengan baik.

Hasil Pengujian Sensor Arus ACS-712

Sensor Arus jenis ACS-712 adalah sensor yang digunakan oleh penulis untuk membaca arus pada sistem kontrol dan untuk memonitoring arus pengisian yang masuk ke baterai. Data dari hasil pembacaan sensor ACS712 disesuaikan dengan fuzzy rule untuk mengetahui apakah arus pengisian sudah sesuai dengan kondisi baterai.

Tabel 3 Pengujian Sensor ACS-712

No.	Arus terukur (mA)	SoC baterai (%)
1.	420	45.8
2.	400	53.2
3.	380	90.6
4.	320	85.63
5.	340	70.8

Analisis : arus pengisian yang didapatkan dari beberapa pengamatan pengisian baterai dapat disimpulkan bahwa arus pengisian yang masuk ke baterai disesuaikan dengan kapasitas baterai yang tersisa atau *SoC* baterai. Semakin penuh baterai arus pengisian yang dikeluarkan oleh *charger* semakin kecil. Begitu juga dengan waktu pengisian baterai, semakin besar *SoC* baterai maka semakin lama pengisian baterai tersebut.

Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Teangan Baterai

Pengukuran ini dilakukan dengan cara mencocokkan tegangan baterai yang terukur oleh sensor yang ditampilkan di LCD dan mengukur tegangan baterai menggunakan multimeter.

Tabel 4 Pengujian Sensor Tegangan

No.	Tegangan referensi (VDC)	Tegangan yang terukur (VDC)
1.	10.3	10.25
2.	12.8	12.78
3.	10.5	10.46
4.	12.6	12.54
5.	12	12.04

Hasil : Tegangan sumber yang terukur pada sensor tegangan dan multimeter menunjukkan hasil angka yang hampir sama.

Hasil Pengujian Sensor DS18B20

Pada pengujian ini, menggunakan sensor suhu DS18B20 yang dikoneksikan pada arduino lalu ditampilkan pada LCD display.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sensor tersebut berfungsi.

Tabel 5 Pengujian Sensor Suhu

No.	Suhu (°C)	Volume baterai (%)
1.	27.1	85.63
2.	27.2	91.5
3.	43.5	107.9
4.	35.2	107.1
5.	44.9	108.9

Hasil : Pengukuran suhu oleh sensor DS18B20 yang tertampil pada LCD *display* menunjukkan angka suhu yang sesuai dengan volume baterai. Semakin penuh baterai pada saat pengisian maka semakin tinggi suhu baterai.

Hasil Pengujian Module Relai

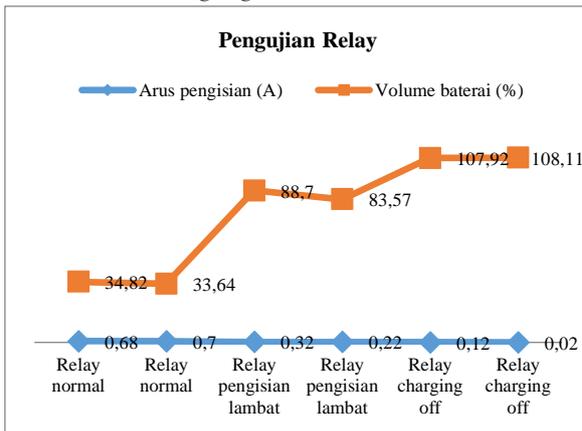
Pengujian relay ini digunakan penulis untuk memastikan apakah relay dapat bekerja dengan baik. Relay ini sebagai *charging switch* pengisian baterai yang otomatis diatur untuk menyesuaikan arus pengisian yang masuk ke baterai.

Tabel 5 Pengujian Relay

No.	Arus pengisian (A)	Relay yang aktif	Volume baterai (%)
1.	0.02	Relay <i>charging off</i>	108.11
2.	0.12	Relay <i>charging off</i>	107.92
3.	0.22	Relay pengisian lambat	83.57
4.	0.32	Relay pengisian lambat	88.7
5.	0.7	Relay normal	33.64

6.	0.68	Relay normal	34.82
----	------	--------------	-------

Hasil : relay sebagai *switch* arus yang masuk ke baterai. Pada saat volume baterai rendah maka relay yang aktif adalah relay 1. Kemudian saat volume baterai sedang maka relay yang aktif adalah relay 2. Sehingga saat volume baterai sudah penuh maka relay yang aktif adalah relay ke 3. Sedangkan untuk relay 4 akan aktif sebagai monitoring mode dan *charging mode*.



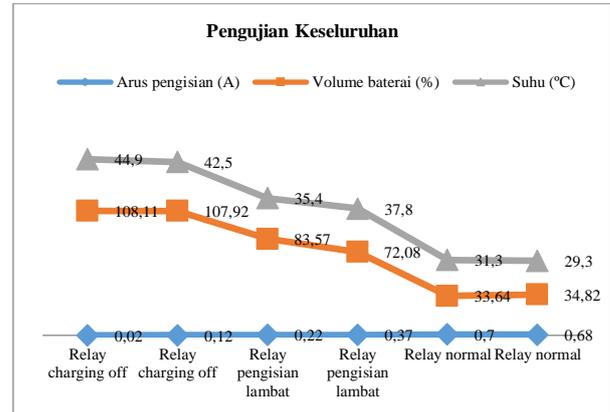
Gambar 8 Grafik Pengujian Relay

Analisa : karena adanya management charging system yang akan mengurangi arus seiring baterai menjadi penuh maka ketika baterai sudah dalam keadaan penuh suhunya tidak terus meningkat karena arus pengisian akan semakin berkurang seiring baterai semakin penuh.

Pengujian Sistem Keseluruhan

Sesuai pengujian perangkat keras di atas, tegangan yang di butuhkan untuk menyuplai catu daya sebesar 220VAC dengan output sebesar 12VDC, arduino memiliki output sebesar 5 volt dan pada port – port arduino yang akan digunakan dapat menerima program dan berfungsi. Dalam alat ini menggunakan 3 sensor, yaitu sensor suhu (DS18B20), sensor tegangan (*voltage divider*) dan sensor arus(ACS712). Sensor - sensor yang digunakan akan menghasilkan

beberapa data yang dapat mendukung berjalannya rancangan alat ini.



Gambar 9 Grafik Pengujian Keseluruhan

PENUTUP

Simpulan

Dari keseluruhan pengujian dan pengukuran terhadap penelitian penulis yang berjudul “Prototipe Sistem Proteksi Pengisian Baterai dengan Metode *Fuzzy Logic*”, dan berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Program pada alat monitoring *charging system* ini dapat berfungsi dan bekerja sesuai dengan prinsip kerjanya. Dengan arus pengisian normal antara 0.45A – 0.72A, arus pengisian pengisian lambat antara 0.325A – 0.52A, arus pemutusan pengisian 0A – 0.17A.
2. Parameter pengisian baterai dapat dilihat dari tegangan dan kapasitas baterai. Pada tugas akhir ini hanya menggunakan tegangan sebagai acuan.
3. Ketiga sensor dalam sistem ini dapat mendeteksi kondisi suhu *battery*, tegangan dan arus yang datanya dapat dilihat melalui LCD.
4. Arduino dan *fuzzy logic* sebagai pengatur relay yang akan menentukan arus pengisian baterai.

Saran

Penulis menyadari penelitian yang berjudul “Prototipe Sistem Proteksi Pengisian Baterai Dengan Metode *Fuzzy Logic*” ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya perlu diadakan pengembangan. Beberapa saran yang dapat penulis sampaikan demi kesempurnaan alat antara lain :

1. Menambahkan sensor arus untuk mengukur arus pengisian yang masuk ke baterai. Karena sensor arus yang terpasang hanya dapat membaca arus dari charger. Sehingga diperlukan penambahan sensor arus pada alat ini.
2. Baterai perlu disambungkan ke beban. Kemudian mengukur arus yang terpakai dari baterai ke beban saat proses *discharging* secara berkala untuk mengetahui kapasitas baterai.
3. Proses monitoring pengisian baterai dapat dikembangkan dari LCD menjadi monitoring berbasis web atau android.
4. Karena alat ini masih berupa rancangan, diharapkan pada peneliti selanjutnya dapat mengaplikasikannya pada sebuah unit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adityawan, Eki, 2010, “Studi Karakteristik Pencatuan Solar Cell Terhadap Kapasitas Sistem Penyimpanan Energi Baterai.” *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.
- [2] Ahmad, F F, A A Dimas, dan Soedibjo, 2016, “Desain Sistem Monitoring State of Charge Baterai pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis *Fuzzy Logic*.” *Jurnal Teknik Elektro ITS*.
- [3] Alfian, Alif Dukti, 2017, “Rancang Bangun Alat Monitoring Proses Charging Battery Berbasis Arduino IC ATMEGA328.” *Politeknik Negeri Balikpapan*.
- [4] Andri, Helly, 2010, “Rancang Bangun System Battery Charging Automatic.” *Universitas Indonesia*, 2010.
- [5] Astriani, Yuli, Asih Kurniasari, Eka Rakhman Priandana, dan Nur Aryanto Aryono, 2018, “Penyeimbangan State of Charge Baterai Lead Acid Pada Prototipe Battery Management System.” *Ketenagalistrikan dan Energi terbarukan*.
- [6] Yamin L, Wanming C. *Implementation of Single Precision Floating Point Square Root on FPGAs*. IEEE Symposium on FPGA for Custom Computing Machines. Napa. 2008: 226-232.
- [7] Kusumadewi, Sri, dan Hari Purnomo, 2010, “Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung Keputusan.” *Graha Ilmu Yogyakarta*.
- [8] Manurung, dan Rumianto, 2015, “Analisis Daya Pada Baterai Dengan Metode Charge dan Discharge.” *Universitas Sumatera*.
- [9] Novia, 2018, “Rancang Bangun Alat Monitoring Proses Pengisian Baterai Berbasis *Fuzzy Logic*.” *Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan*.
- [10] Pratama, Rizki Priya, 2014, “Perancangan Sistem Monitoring Battery Solar Cell Pada Lampu PJU Berbasis WEB.” *Jurnal ELTEK, vol 12*.
- [11] Rochman, Sagita, dan Budi Prijo Sembodo, 2014, “Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial.” *Jurnal Teknik WAKTU volume 12 no. 2*.
- [12] Yanu, S A, S K Dedy, dan K S Bambang, 2017, “Rancang Bangun Sistem Pengisian Baterai Lead Acid

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2020
ISSN : 2548-8112

Berbasis Mikrokontroler Atmega 238
dengan Sumber Stand Alone PV
Sistem”.