

PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA MULTISENSOR (TEGANGAN, ARUS) SEBAGAI SENSING PADA BATERAI ASAM-TIMBAL

Abdi Hisan Alfatah*), Sudjadi dan Trias Andromeda

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*)E-mail: alfatahabdi@gmail.com

Abstrak

Pada proses pengisian baterai yang baik diperlukan *feedback* sebagai masukan kontroler untuk menjaga nilai arus dan tegangan pengisian lebih stabil. Pada tugas akhir ini dirancang sebuah sistem akuisisi data multisensor untuk memberikan *feedback* tegangan dan arus pada kontroler serta merekam data hasil pengisian baterai. Dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan dan *current sense resistor* untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus disertai modul RTC, modul Micro SD dan LCD TFT *Touchscreen* untuk merekam data yang disertai dengan waktu yang bersifat *real-time* diharapkan sistem ini dapat membuat pengguna dapat mengamati dan memastikan proses pengisian sehingga tidak terjadi malfungsi maupun penanganan yang tidak bertanggungjawab pada proses pengisian baterai.

Kata kunci: *Sistem akuisisi data, Tegangan Pengisian, Arus Pengisian, Micro SD, LCD TFT dan RTC.*

Abstract

Inside of the process of advanced battery charging, feedback are often required for controlling stability of charging current and voltage. Therefore, in this thesis, a multi-sensor data acquisition system designed in result of giving feedbacks consist of voltage and current to controller along with data logging process during charging process occurred. While using voltage divider and current sense circuit to acquire voltage and current value along with RTC module, Micro SD module and Touchscreen TFT LCD to logging data including real-time attribute, hopefully this system could provide charging condition monitor and ensure users to prevent malfunction or nonresponsibility treatment to battery while charging occurred.

Keywords: *Data Acquisition System, Charging Voltage, Charging Current, Micro SD, TFT LCD and RTC.*

1. Pendahuluan

Baterai merupakan salah satu komponen penting dalam perangkat teknologi masa kini. Semakin banyak perangkat yang membutuhkan catu daya yang bersifat portable atau mudah dibawa kemana-mana. Seiring berjalannya waktu jenis baterai juga menjadi semakin beragam, mulai dari baterai asam-timbal, baterai alkaline, baterai lithium, dan baterai lainnya.

Dalam karakteristik pengisiannya, baterai asam-timbal memiliki metode pengisian tertentu salah satunya dengan metode *Constant Current* dan *Constant Voltage*. Pada proses pengisian dengan metode tersebut diperlukan *feedback* berupa tegangan dan arus yang diperlukan untuk proses pengisian. Pada alat ini juga ditambahkan dengan perekaman data agar pengguna dapat memperhatikan riwayat pengisian baterai[1][2][10].

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah *prototype* untuk mengisi baterai dengan kedua metode tersebut dengan sensor arus dan tegangan sebagai *feedback*, serta adanya sistem akuisisi data yang dilengkapi oleh *Human Machine Interface* yang berfungsi untuk memulai proses perekaman data dan menampilkan data dari sistem pengisian[3][6][8].

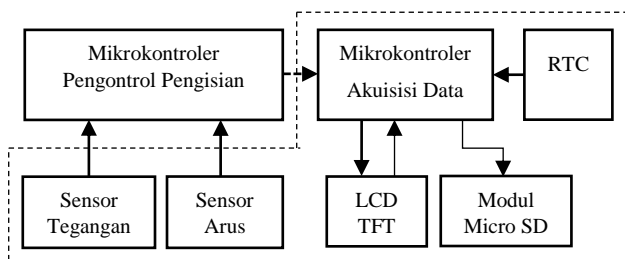
Diharapkan dengan adanya *prototype* sistem ini dapat membuat pengguna baterai asam timbal dapat mengamati proses pengisian baterai sehingga baterai yang diisi akan memiliki masa penggunaan yang lebih lama, serta mengurangi polusi kimiawi akibat limbah baterai asam timbal yang ditangani secara tidak bertanggung jawab.

2. Perancangan

Pada penelitian *prototype* pengisi baterai asam-timbal pintar berbasis mikrokontroler ini memiliki beberapa komponen penting dalam perancangannya. Perancangan *prototype* pengisi baterai asam-timbal pintar berbasis

mikrokontroler terbagi menjadi 3 bagian, yaitu: perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*). Penggunaan sensor pada alat ini menggunakan sensor tegangan dan sensor arus, yaitu rangkaian *voltage divider* untuk mengukur nilai tegangan[5] dan *current sense resistor* untuk mengukur nilai arus[9][12][13].

Perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi rancangan perangkat keras keseluruhan sistem, rancangan sensor tegangan, sensor arus dan rancangan sistem akuisisi data. Perancangan perangkat lunak (*software*) meliputi konfigurasi sensor dan perancangan perangkat lunak sistem monitoring dan *display* serta sistem perekaman data.



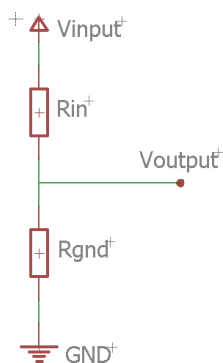
Gambar 1. Arsitektur Keseluruhan Alat

2.1. Perancangan Hardware

2.1.1 Rangkaian Sensor Tegangan

Perancangan perangkat keras (*Hardware*) pada penelitian ini menggunakan komponen-komponen penyusun sebagai berikut: 1. Sensor Tegangan, 2. Sensor Arus, 3. Sistem Akuisisi Data.

Sensor tegangan pada alat ini menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan dihubungkan pada bagian keluaran rangkaian pengisian dan dihubungkan dengan referensi *ground*. Rangkaian ini menggunakan resistor 15k Ω dan potensio *multiturn* sebesar 20k Ω. Perhitungan resistor didapat dengan perhitungan rangkaian pembagi tegangan. Pada gambar 2 berikut adalah gambar dari rangkaian sensor tegangan.



Gambar 2. Rangkaian Sensor Tegangan

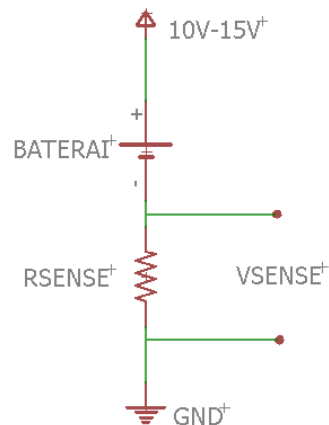
Hasil perhitungan didapatkan besarnya resistor yang dirangkai seperti pada persamaan 1 berikut.

$$\frac{V_{output}}{V_{input}} = \frac{R_{gnd}}{R_{in} + R_{gnd}} \dots\dots\dots(1)$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai potensiometer *multiturn* sebesar 3940,110 Ω. Pada proses pengkalibrasian tersebut digunakan tegangan pada rangkaian pengisian sebesar 24 V sehingga tegangan keluaran rangkaian sensor tegangan sebesar 5 V merupakan representasi tegangan pada rangkaian pengisian sebesar 24 V. Apabila nilai tegangan keluaran tidak sebesar 5 V, maka potensiometer *multiturn* dapat disesuaikan sedikit hingga keluaran tegangan menjadi 5 V. Pada jalur *Voutput* juga dihubungkan seri dengan dioda zener 5,5 V sebagai pengaman apabila sinyal yang masuk ke mikrokontroler melebihi 5,5 V.

2.1.2 Rangkaian Sensor Arus

Sensor arus pada alat ini menggunakan komponen resistor berupa *current sense resistor*. Penempatan *current sense resistor* diberikan pada sisi *ground* agar tegangan yang masuk hasil sensing ke mikrokontroler tidak sebesar tegangan pada jalur positif pada rangkaian pengisian baterai[14]. Pada gambar 3.2 berikut dapat dilihat rangkaian dari sensor arus yang digunakan.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Arus

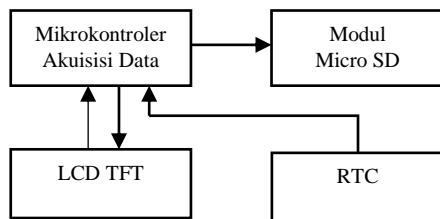
Tegangan yang dihasilkan dari *sense resistor* merupakan hasil kali dari arus dengan besar nilai *sense resistor*. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan 2 berikut.

$$V_{sense} = I \times R_{sense} \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan di atas maka nilai arus yang melewati rangkaian pengisian baterai dapat diketahui dengan nilai beda potensial pada *sense resistor*. Beda potensial pada *sense resistor* akan dicuplik oleh mikrokontroler yang selanjutnya akan menjadi nilai ADC.

2.1.3 Rangkaian Sistem Akuisisi Data

Sistem akuisisi data pada alat ini menggunakan modul RTC sebagai penghitung waktu[7], modul Micro SD yang berfungsi untuk menulis data ke kartu Micro SD dan LCD TFT *Touchscreen* Nextion NX3224T024 sebagai HMI pada alat pengisian baterai[15]. Rangkaian dari sistem akuisisi data dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut.



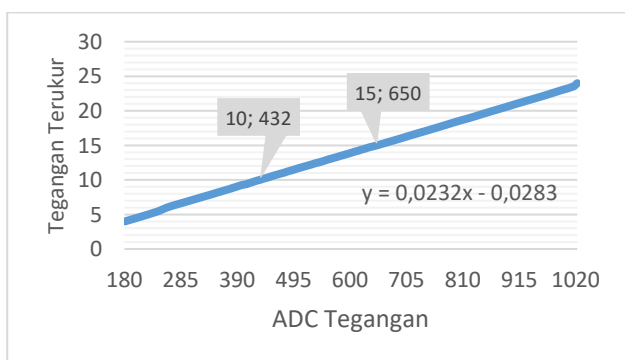
Gambar 4. Rangkaian Sistem Akuisisi Data Keseluruhan

2.2. Perancangan Software

2.2.1. Konfigurasi Sensor Tegangan

Konfigurasi pada sensor tegangan melibatkan proses ADC *Smoothing* dan penghitungan nilai konversi[4]. Sebelum proses penghitungan nilai konversi dilakukan proses ADC *Smoothing*. ADC *Smoothing* adalah proses pencuplikan data sehingga didapatkan rata-rata dari data yang dicuplik, sehingga pembacaan pada sensor menjadi tidak terlalu fluktuatif pengambilan data terhadap pengukuran nilai tegangan dan nilai ADC. Nilai data ini akan dibandingkan agar mendapatkan nilai konversi yang akan ditampilkan dan direkam.

Dari data yang diperoleh selanjutnya dihitung pembagian antara nilai terukur dengan nilai ADC. Setelah itu data akan dikomputasi untuk menghasilkan fungsi nilai konversi terhadap ADC[11]. Data pengukuran nilai tegangan dan nilai ADC tegangan dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Grafik Pengambilan Data Awal Nilai Tegangan

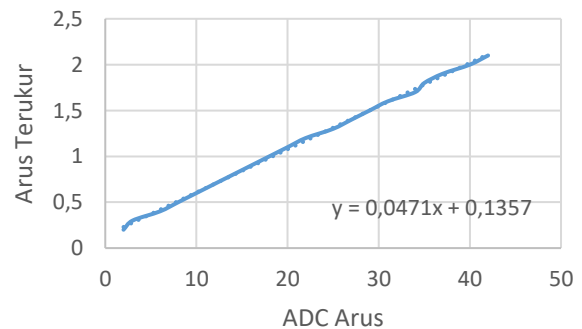
Penghitungan selanjutnya dilakukan dengan cara membuat grafik untuk data dengan rentang pengukuran 10V hingga 15V. Dari grafik yang dihasilkan, selanjutnya dibuat

persamaan dari grafik dengan trendline linear sehingga dihasilkan persamaan 3 berikut.

$$\text{Nilai Konversi} = 0,0232 (\text{ADC Tegangan}) - 0,0283 \dots(3)$$

2.2.2 Konfigurasi Sensor Arus

Konfigurasi pada sensor arus juga melibatkan proses ADC *Smoothing* penghitungan nilai konversi. Pada proses penghitungan nilai konversi dilakukan proses ADC *Smoothing* yang selanjutnya data akan dikumpulkan untuk dikonversi agar menjadi nilai yang dapat ditampilkan dan direkam. Data pengukuran nilai arus dan nilai ADC arus dapat dilihat pada gambar 6 berikut.

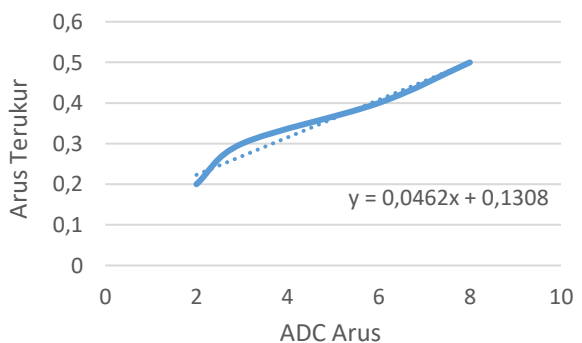


Gambar 6. Grafik Pengambilan Data Awal Nilai Arus

Dari grafik di atas didapatkan persamaan 4 sebagai berikut.

$$\text{Nilai Konversi} = 0,0471 (\text{ADC Arus}) - 0,1357 \dots\dots\dots(4)$$

Dari persamaan di atas maka telah didapatkan nilai konversi untuk menghasilkan nilai arus yang akan ditampilkan maupun direkam. Namun pada data hasil pengukuran dengan nilai arus terukur di bawah 0,6 A terdapat *error* dari nilai hasil konversi dengan nilai pengukuran. Dari nilai *error* yang dihasilkan pada data tersebut maka selanjutnya dibuat *trendline* baru sehingga dapat mengikuti pola data yang akan meminimalisir *error* pada persamaan nilai konversi sebelumnya. Data beserta *trendline* baru dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik Nilai Pengukuran Arus Terukur Di Bawah 0,6 A

Dari grafik di atas selanjutnya didapatkan persamaan 5 sebagai berikut.

$$\text{Nilai Konversi} = 0,0462 (\text{ADC Arus}) - 0,1308 \dots \dots \dots (5)$$

Pada data nilai konversi yang dihasilkan melalui persamaan 5 di atas masih didapatkan nilai *error* yang belum dapat ditoleransi, yaitu pada data dengan nilai pengukuran di bawah 0,3 A. Namun pada data tersebut mempunyai faktor antara nilai pengukuran dan nilai ADC arus yang sama sehingga pada data tersebut mempunyai persamaan nilai konversi seperti pada persamaan 6 berikut.

$$\text{Nilai Konversi} = 0,1 (\text{ADC Arus}) \dots \dots \dots (6)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini dilakukan pengujian dan analisis untuk mengetahui apakah sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor tegangan, sensor arus, perekaman data dan sistem monitoring. Pengujian dilakukan secara terpisah maupun langsung terhubung pada sistem secara keseluruhan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar sistem sensor dan akuisisi data memberikan hasil yang dapat teramati secara langsung baik saat proses pengisian sedang tidak berjalan maupun saat proses pengisian sedang berjalan.

3.1. Pengujian dan Analisis Sensor

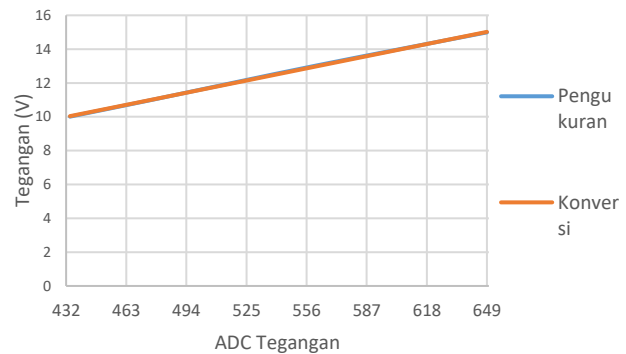
Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui apakah sensor yang telah dirancang berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sesuai yang diinginkan. Pengujian sensor terbagi menjadi dua bagian yaitu pengujian sensor tegangan dan pengujian sensor arus.

3.1.1. Pengujian dan Analisis Sensor Tegangan

Pada pengujian sensor tegangan dilakukan pengukuran dengan rangkaian terbuka, di mana rangkaian pengisi baterai tidak dihubungkan dengan beban dan tegangan pada input divariasikan secara langsung tanpa menggunakan *switching*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai pengukuran tegangan dan hasil nilai konversi tegangan yang relatif lebih stabil dan memudahkan proses pengambilan data.

Dari data hasil pengujian didapatkan data dengan bentuk grafik perbandingan yang dapat dilihat pada gambar 8.

Dari data pengujian didapatkan nilai error terbesar pada tegangan 10,01V sebesar 0,29%, sedangkan nilai error terkecil pada tegangan 11,02V sebesar 0,09%. Rata-rata error dari data di atas adalah 0,22%.

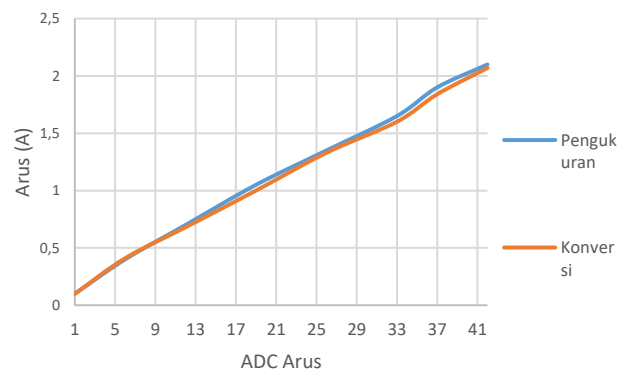


Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Tegangan Terukur dan Nilai Konversi

3.1.2. Pengujian dan Analisis Sensor Arus

Pada pengujian sensor arus dilakukan pengukuran dengan rangkaian tertutup, di mana rangkaian pengisi daya dihubungkan dengan baterai dan tegangan pada input divariasikan secara langsung tanpa menggunakan *switching*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai pengukuran arus dan nilai konversi arus yang relatif lebih stabil dan memudahkan proses pengambilan data.

Dari data hasil pengujian didapatkan data dengan bentuk grafik perbandingan yang dapat dilihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Arus Terukur dan Nilai Konversi

Dari data pengujian didapatkan nilai error terbesar pada arus 1 A sebesar 4,76% sedangkan nilai error terkecil pada arus 0,1 A sebesar 0%. Rata-rata error dari data di atas adalah 2,44%. Nilai error yang relatif lebih besar dikarenakan pada saat pengujian dengan beban baterai terdapat kendala untuk menstabilkan nilai arus yang muncul. Pada pengujian terdapat nilai error bernilai 0% yang dikarenakan nilai ADC yang sudah terlalu kecil.

3.1.3. Pengujian dan Analisis Perekaman Data

Pengujian perekaman data dilakukan dengan memberikan *input* berupa data sensor tegangan, arus dan status pengisian dari mikrokontroler pengontrol pengisian. Data akan direkam beserta atribut waktu sehingga terdapat keterangan waktu pada data terekam dalam Micro SD. Hasil perekaman data dapat dilihat melalui serial monitor yang dapat dilihat pada gambar 10 berikut.

```
Waiting command from LCD to start...
Waiting command from LCD to start...
Entering logging mode...
Logging started! Logging to:
LOGS068
1,13/12/2020-22:10:3,
2,13/12/2020-22:13:25,v=4.10,c=0.20,s=1;
3,13/12/2020-22:13:27,v=4.10,c=0.20,s=1;
4,13/12/2020-22:13:29,v=4.10,c=0.20,s=1;
5,13/12/2020-22:13:31,v=4.10,c=0.20,s=1;
6,13/12/2020-22:13:33,v=4.10,c=0.20,s=1;
7,13/12/2020-22:13:36,v=12.71,c=0.10,s=1;
8,13/12/2020-22:13:38,v=12.71,c=0.10,s=1;
9,13/12/2020-22:13:40,v=12.71,c=0.10,s=1;
10,13/12/2020-22:13:42,v=12.71,c=0.10,s=1;
11,13/12/2020-22:13:45,v=12.71,c=0.10,s=1;
12,13/12/2020-22:13:47,v=12.71,c=0.10,s=1;
13,13/12/2020-22:13:49,v=12.71,c=0.10,s=1;
14,13/12/2020-22:13:51,v=12.71,c=0.10,s=1;
```

(a)

```
10,13/12/2020-22:13:42,v=12.71,c=0.10,s=1;
11,13/12/2020-22:13:45,v=12.71,c=0.10,s=1;
12,13/12/2020-22:13:47,v=12.71,c=0.10,s=1;
13,13/12/2020-22:13:49,v=12.71,c=0.10,s=1;
14,13/12/2020-22:13:51,v=12.71,c=0.10,s=1;
15,13/12/2020-22:13:53,v=12.71,c=0.10,s=1;
16,13/12/2020-22:13:56,v=12.71,c=0.10,s=1;
17,13/12/2020-22:13:58,v=12.71,c=0.10,s=1;
18,13/12/2020-22:14:0,v=12.71,c=0.10,s=1;
19,13/12/2020-22:14:2,v=12.71,c=0.10,s=1;
20,13/12/2020-22:14:4,v=4.10,c=0.20,s=1;
21,13/12/2020-22:14:7,v=4.10,c=0.20,s=1;
22,13/12/2020-22:14:9,v=4.10,c=0.20,s=1;
23,13/12/2020-22:14:11,v=4.10,c=0.20,s=4.10,c=0.20,s=1;
Logging stopped! Resetting...
Waiting command from LCD to start...
```

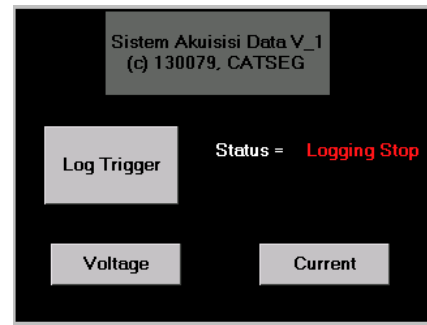
(b)

Gambar 10. Hasil Perekaman Data Melalui Modul Micro SD
(a) Memulai Perekaman Data
(b) Mengakhiri Perekaman Data

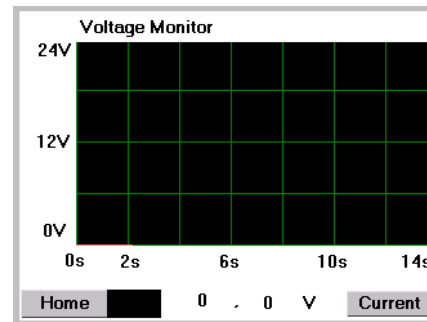
Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa proses perekaman data sudah berjalan dengan baik saat memulai maupun mengakhiri proses perekaman.

3.1.4. Pengujian dan Analisis Sistem Monitoring

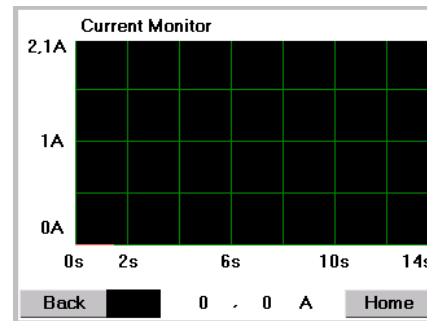
Pada pengujian sistem monitoring, setiap *button* pada *display* akan diuji apakah sudah berjalan sesuai dengan tampilan pada software *Nextion Editor*. Pada pengujian kali ini setiap *page layout* akan diuji setiap *button*, perubahan pada nilai sesuai monitor serta perubahan grafik. Berikut merupakan tampilan saat berjalan pada setiap *page layout*.



Gambar 11. Page Layout Halaman Utama Pada Sistem Monitoring



Gambar 12. Page Layout Monitor Tegangan Pada Sistem Monitoring



Gambar 13. Page Layout Monitor Arus Pada Sistem Monitoring

Dari Gambar 11, 12 dan 13 terlihat bahwa setiap *page layout* telah berjalan dengan baik pada *simulator software Nextion Editor*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sensor tegangan maupun sensor arus telah layak untuk dioperasikan serta sistem akuisisi data telah berhasil melakukan perekaman dan penampilan data pada rangkaian pengisian baterai. Untuk pengembangan lebih lanjut dapat ditambahkan sensor suhu untuk memantau suhu baterai sehingga dapat membuat pencegahan apabila baterai diisi dengan suhu tidak normal.

Referensi

- [1] Jamaluddin, A., Sihombing, L., Supriyanto, A., Purwanto, A., dan Nizam, M. "Design Real Time Battery Monitoring System Using LabVIEW Interface For Arduino (LIFA)", Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta, 2013.
- [2] Nagara, N., Ilham Yazid, P. "Perangkat Lunak Sistem Akuisisi Data Menggunakan Delphi", Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri. Bandung, 2012.
- [3] Haryanto, H., Hidayat, S. "Perancangan HMI (Human Machine Interface) Untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC", Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Program Studi Teknik Elektro. Banten, 2012.
- [4] The Data Conversion Handbook 1st Edition, Edited by Walt Kester, Newnes, 2005
- [5] S. Bauer, R. Berendes, F. Hochschulz, H.-W. Ortjohann, S. Rosendahl, T. Thümmeler, M. Schmidt dan C. Weinheimer. "Next generation KATRIN high precision voltage divider for voltages up to 65kV", Journal of Instrumentation. IOP Publishing Ltd and Sissa Medialab. Jerman, 2013.
- [6] Suryanto, Muhamad Juhan D., "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik Pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 8001 Berbasis Arduino Uno", Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Program Studi Teknik Elektro. Surabaya, 2019.
- [7] Budoyo, Yohanes Dhimas S., "Sistem Iot Timbangan Digital Menggunakan Sensor Load Cell Di Ud. Pangrukti Tani", Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia. Program Studi Teknik Informatika. Bandung, 2019.
- [8] "BU-201a: Absorbent Glass Mat (AGM)" by Cadex Electronics, 2012 (Updated at 2020). [Online]. Available: https://batteryuniversity.com/learn/article/absorbent_glass_mat_agm
- [9] Thilini Wickramasinghe, Bruno Allard, Cyril Buttay, Charles Joubert, Christian Martin, et al.. A Study on Shunt Resistor-based Current Measurements for Fast Switching GaN Devices. 45th IEEE IECON, Oct 2019, Lisbonne, Portugal. fhal-02405883f.
- [10] Rakhmat S., Tutorial Hardware (PPI, Microcontroller & Sistem Akuisisi Data), ITS, Surabaya, 1999 Surya, A., Handoko, K. & Guna, B., Title of book, 2nd ed., Publisher, 1999.
- [11] PMML-BJI Puslitbang KIM-LIPI, Teknik Pengukuran & Kalibrasi Proses Industri, Puslitbang KIM-LIPI, Serpong, 2001.
- [12] B. Mammano, "Current sensing solutions for power supply designers". In Proc. TI Power Supply Design Sem. 1997.
- [13] S. Ziegler, R.C. Woodward, H.H.C. Iu, and L.J. Borle, "Current sensing techniques: A review." IEEE Sensors Journal, vol. 9, no. 4, pp.354-376, 2009.
- [14] J. Schiffner, "Shunt resistors for precision current measurement, presented at ECPE Workshop", Hamburg, Germany, Oct 17th, 2017.
- [15] Itead Studio. Nextion Development Software and Informations. Available: <https://nextion.itead.cc/>