

ASTRA
polytechnic
member of ASTRA

p-ISSN 2085-8507
e-ISSN 2722-3280

TECHNOLOGIC

VOLUME 13 NOMOR 1 | JUNI 2022

POLITEKNIK ASTRA

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polman.astra.ac.id

Email : editor.technologic@polman.astra.ac.id

DEWAN REDAKSI Technologic

Ketua Editor:

Dr. Setia Abikusna, S.T., M.T.

Dewan Editor:

Lin Prasetyani, S.T., M.T.

Rida Indah Fariani, S.Si., M.T.I

Yohanes Tri Joko Wibowo, S.T., M.T.

Mitra Bestari:

Abdi Suryadinata Telaga, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Agung Premono, S.T., M.T. (Universitas Negeri Jakarta)

Harki Apri Yanto, Ph.D. (Politeknik Astra)

Dr. Ir. Lukas, MAI, CISA, IPM (Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya)

Dr. Sirajuddin, S.T., M.T. (Universitas Sultan Ageng Tirtayasa)

Dr. Eng. Syahril Ardi, S.T., M.T. (Politeknik Astra)

Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Administrasi:

Asri Aisyah, A.md.

Kristina Hutajulu, S.Kom.

Kantor Editor:

Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

www.polman.astra.ac.id

Email : editor.technologic@polman.astra.ac.id

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Puji syukur kita dapat berjumpa kembali dengan Technologic Volume 13 No. 1, Edisi Juni 2022.

Pembaca, Jurnal Technologic Edisi Juni 2022 kali ini berisi 14 manuskrip dan ada perubahan nama institusi penerbit dari Politeknik Manufaktur Astra menjadi Politeknik Astra.

Atas nama Redaksi dan Editor, kami doakan semoga dalam keadaan sehat selalu, seiring dengan semakin menurunnya kasus pandemic Covid-19. Kami haturkan terima kasih atas kepercayaan para peneliti dan pembaca, serta selamat menikmati dan mengambil manfaat dari terbitan Jurnal Technologic kali ini.

Selamat membaca!

DAFTAR ISI

PERUBAHAN <i>MATERIAL HANDLING</i> UNTUK MENGURANGI WAKTU TRANSPORTASI <i>LINE BLASTING (GROWELL) - PAINTING</i> DI PT YMI	1
Nensi Yuselin, Nungky Wahyuningsih	
IMPLEMENTASI <i>METODE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED)</i> PADA MESIN FSF HONING CHANNEL 8 DI PT SKFI	7
Heri Sudarmaji, Rizki Akbar	
PERANCANGAN <i>DIE HANDLING UNIT</i> UNTUK DIPASANGKAN PADA <i>STACKER</i> DI CV KARYA HIDUP SENTOSA	13
Ghifara Alif Pribadi , Adi Pamungkas	
MENURUNKAN WAKTU PROSES <i>DANDORI</i> PADA MESIN <i>VACUUM FORMING</i> DENGAN METODE DMAIC DI AREA PRODUKSI <i>PLANT 3 PT. LAKSANA TEKHNIK MAKMUR</i>	19
Eduardus Dimas Arya Sadewa, Ferdinan Wijaya	
DETEKSI DINI IDENTIFIKASI INSIDEN PADA KEJADIAN ANOMALI PERANGKAT LUNAK DENGAN SISTEM PENDETEKSI ANOMALI PERANGKAT LUNAK STUDI KASUS DI ASTRA LIFE	25
Sasmito Budi Utomo, Mela Hidayah, dan Noer Lisna Anjani	
ANALISIS PENGGUNAAN LAMPU <i>LIGHT EMITTING DIODE (LED)</i> PADA AREA <i>BASEMENT</i> DI GEDUNG MENARA ASTRA	31
Rahayu Budi Prahara dan Jonathan Hanslim	
PENGEMBANGAN METODE PEMBELAJARAN <i>PROJECT BASED LEARNING (PBL)</i> UNTUK MENINGKATKAN UNJUK KERJA MAHASISWA DALAM MEMBUAT PRODUK DI PRODI TEKNIK PRODUKSI DAN PROSES MANUFAKTUR - POLITEKNIK ASTRA	37
Rohmat Setiawan, Heri Sudarmaji, Danny Wicaksono, Nicholas Ego Guarsa, Muhamad Nur Andi W., dan Faratiti Dewi Audensi	
RANCANG BANGUN VOLTMETER EKONOMIS BERBASIS ANDROID DENGAN KALIBRASI OPEN CIRCUIT VOLTAGE DENGAN METODE MOVING AVERAGE UNTUK APLIKASI SISTEM MONITORING BATERAI PADA KENDARAAN ELEKTRIK	43
Elroy FKP Tarigan Leo Setiawan, Andreas Edi	
PERANCANGAN ALAT ANGKAT MOBIL (<i>CAR LIFT</i>) MENGGUNAKAN SISTEM LENGAN DAN SILINDER HIDROLIK DENGAN <i>ANGLE OF ATTACK 90°</i>	49
Andreas Edi Widyardono, Yohanes Pembabtis Agung Purwoko, Elroy FKP Tarigan, Wanda, Stevanus Brian Kristianto, Lukyawan Pama Deprian, Renita Dewi	

PERANCANGAN <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> (BI) <i>DASHBOARD</i> SEBAGAI ALAT PENDUKUNG KEPUTUSAN PT. XYZ	54
Edwar Rosyidi, Septiayu Nuraini	
PEMBANGUNAN APLIKASI E-RECRUITMENT SATUAN PENGAMANAN (SATPAM) PT SIGAP PRIMA ASTREA	60
Ayu Safitri, Suhendra, Fauziah Eka Damayanti	
PEMBUATAN ALAT BANTU PENGETESAN TORQUE CONVERTER TIPE WA600-3 PADA AREA HDYRAULIC TEST BENCH DI PT UTR JAKARTA	64
Vuko T Manurung, Ihsan Ihwanudin, Yohanes Tri Joko Wibowo	
MODIFIKASI DESAIN GRIPPER DAN PEMBUATAN SISTEM INTERLOCK UNTUK MENGURANGI REJECT PADA PRODUKSI SHROUDFAN DI MESIN 1060-5	69
Suhartinah , Agus Ponco Putro, Hadiyan Sabri	
PERANCANGAN MEKANISASI PANEN TANAMAN BATANG RUMPUT DENGAN PEMOTONG TIPE SIRKULAR MENGGUNAKAN PEMODELAN INVENTOR®	75
Brim Ernesto Kacaribu, Mochamad Safarudin	

RANCANG BANGUN VOLTMETER EKONOMIS BERBASIS ANDROID DENGAN KALIBRASI OPEN CIRCUIT VOLTAGE DENGAN METODE MOVING AVERAGE UNTUK APLIKASI SISTEM MONITORING BATERAI PADA KENDARAAN ELEKTRIK

Elroy FKP Tarigan¹ Leo Setiawan² Andreas Edi³

1,3.Teknik Otomotif, Mesin Otomotif, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang, 17530, Indonesia

2. Teknik Alat Berat, Mesin Otomotif, Politeknik Astra, Cibatu, Cikarang, 17530, Indonesia

E-mail : elroy.fransiskus@polman.astra.ac.id¹ leo.setiawan@polman.astra.ac.id²

edi.widyartono@polman.astra.ac.id³

Abstrak-- Salah satu perangkat yang sering digunakan dalam sistem monitoring baterai untuk mobil listrik adalah voltmeter, fungsi dari Voltmeter untuk membaca nilai tegangan pada saat baterai tidak terhubung dengan beban (*Open Circuit Voltage*), dengan voltmeter nilai tegangan baterai dapat dipantau, dalam perancangannya pembacaan voltase baterai ditargetkan dapat mendekati perangkat dengan standar industri. Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas dari voltmeter yaitu dengan metode kalibrasi *moving averaging*, sehingga pembacaan voltase yang semula menunjukkan pergerakan nilai pembacaan yang tidak stabil dapat lebih stabil dan nilai hasil pembacaan dapat mendekati nilai dari alat dengan kualitas standar industri. Dengan metode kalibrasi hasil pembacaan voltase menjadi stabil dan nilai error sebesar 0,15 volt untuk rentang pembacaan 10 volt dan factor ekonomis perancangan alat sebesar 1:5.

Kata Kunci: Open Circuit Voltage, Voltmeter, Kalibrasi, Electric Vehicle, Moving Average

I. PENDAHULUAN

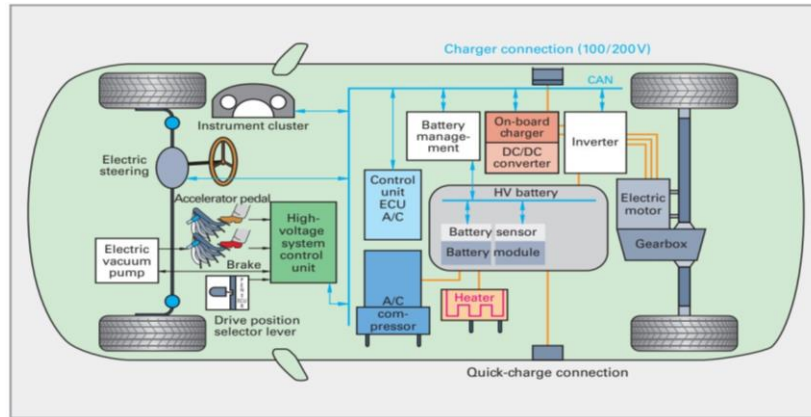
Untuk semakin mengurangi dampak polusi, mengurangi konsumsi bahan bakar fosil dan mengurangi emisi suara dari kendaraan, teknologi penggerak alternatif semakin dikembangkan, salah satu alternatif penggerak yaitu energi listrik [1][2]. Gambar 2 menunjukkan berbagai alternatif energi yang digunakan sebagai penghasil energi listrik, diantaranya: biomassa, batubara, PLTA, PLTS dan nuklir. Kendaraan listrik terdiri dari berbagai sistem yang saling terintegrasi, sistem tersebut misalnya: Sistem motor listrik, Sistem pengisian daya, kemudi elektrik, inverter, sistem monitoring baterai dan sistem komunikasi data (gambar 1) [1][3]. Sistem monitoring baterai merupakan salah satu sub-sistem dalam Battery Management system (BMS). Contoh metode dalam sistem monitoring baterai yaitu: [4]

- Sistem pendeteksi tegangan
- Sistem pendeteksi arus
- Sistem pendeteksi suhu
- Sistem pendeteksi hambatan internal baterai

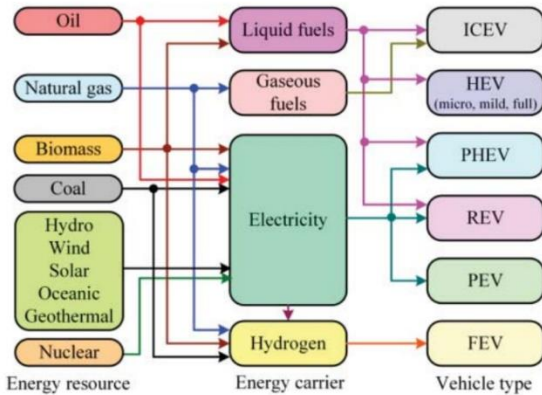
Fungsi utama dari sistem monitoring baterai yaitu untuk mengetahui tingkat keterisian baterai (State of Charge-SOC). Xiong dkk membagi model pembacaan SOC baterai menjadi 4 bagian[5][6] :

- *Looking up table based method*
- *Ampere hour integral method*
- *Model based estimation method*
- *Data Driven estimation method*

Model Looking up table based method menggunakan tabel sebagai referensi dan membandingkan tabel tersebut dengan hasil pembacaan. Contoh model looking up table based method adalah pembacaan tegangan baterai (Open Circuit Voltage-OCV) dan pembacaan hambatan internal baterai. Model ampere hour integral method membutuhkan data nilai kapasitansi baterai dan pengukuran dapat dilakukan baik dalam kondisi baterai tidak terhubung dengan beban (Open Circuit) maupun pada saat baterai terhubung dengan beban (close Circuit). [5][7]



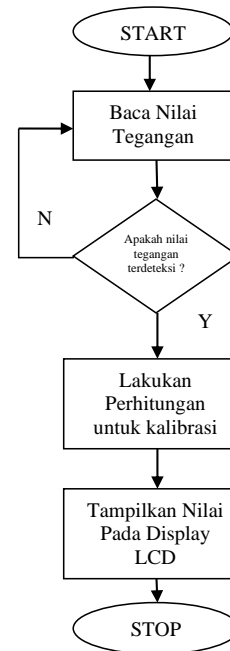
Gambar 1. Sistem pada Kendaraan Listrik



Gambar 2. Diversifikasi Energi Penggerak Kendaraan [2]

II. METODE

Metode dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan nilai tegangan sebagai parameter input, kemudian data tersebut diolah oleh Modul Microprosesor (Arduino) dan hasil dari pengolahan data ditampilkan dalam bentuk visualisasi menggunakan LCD. (gambar 3)



Gambar 3. Flow Chart Pembacaan Tegangan

Modul input yang digunakan adalah Voltage Sensor board untuk microprosesor Arduino (gambar 4).



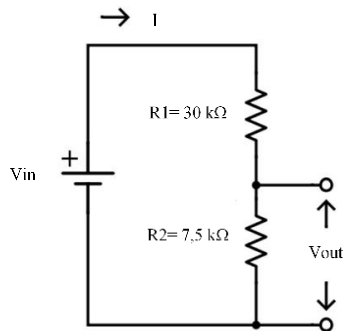
Gambar 4. Voltage Sensor[8]

Konfigurasi PIN dari Voltage sensor dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pin Voltage Sensor

Pin	Description
GND	The Low side of input voltage that we measure
VCC	The High side of input voltage that we measure
S	Arduino Analog Input
-	Arduino Ground
+	Arduino VCC

Sensor voltase merupakan modul yang sering digunakan sebagai input pada sistem Arduino. Prinsip kerja dari sensor voltase merupakan pembagi tegangan menggunakan resistor. (gambar 5)



Gambar 5. Prinsip Pembagi Tegangan

Rumus untuk perhitungan pembagi resistor dapat dilihat pada rumus (1)

$$V_{out} = V_{in} * (R_2 / (R_1 + R_2)) \quad (1)$$

Pada modul sensor voltase digunakan $R_1 = 30K$ ohm and $R_2 = 7.5K$ ohm. Pemilihan nilai hambatan ini digunakan untuk membatasi nilai tegangan maksimum sebesar 25 V. Artinya untuk setiap tegangan masukan sampai dengan 25 Volt, nilai tegangan keluaran akan menjadi maksimum 5V.

$$\frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)} = \frac{V_{out}}{R_2}$$

$$\frac{25 V}{(30.000 \Omega + 7.500 \Omega)} = \frac{V_{out}}{7.500 \Omega}$$

$$V_{out} = \frac{25 * 7.500}{37.500} = 5 V$$

Nilai tegangan keluaran sebesar 5V merupakan nilai maksimum tegangan masukan yang dapat dibaca oleh modul arduino. Pasangan resistor ini akan membatasi nilai tegangan keluaran sehingga aman untuk dibaca modul arduino. [9]

Pada modul Arduino terdapat banyak analog input yang dapat dihubungkan dengan modul Analog to digital converter(ADC) di dalam modul Arduino. Modul Arduino menggunakan platform 10 bit, sehingga nilai voltage dapat diantara 0 sampai dengan 1023. [10]

Modul Arduino yang digunakan dalam penelitian ini yaitu modul Arduino Mega. Pemilihan modul arduino mega berdasarkan jumlah parameter input yang lebih banyak daripada modul arduino lainnya. Arduino Mega menggunakan ATmega 2560 microchip, memiliki 54 digital input/output pin (15 diantaranya dapat digunakan sebagai PWM output), 16 analog pin, 4 UART, 16 Mhz osilator kristal, USB pin, Power Socket dan tombol reset. [11]



Gambar 6. Arduino Mega 2560 [12]

Sebagai parameter keluaran, pada penelitian ini digunakan modul LCD yang dilengkapi dengan modul I2C. dengan menggunakan modul I2C, koneksi dari modul LCD ke Microcontroller hanya membutuhkan 4 kabel dengan konfigurasi 2 pin sumber tegangan dan 2 pin data. [13]

Untuk membandingkan hasil pembacaan, dalam penelitian ini digunakan alat sejenis yang memiliki standar industry (Fluke 325). Detail teknis dari Fluke 325 dapat dilihat pada Tabel 2 dan gambar 7 [14]

Tabel 2. Spesifikasi Fluke 325 [14]

Parameter	Description	Value
DC Voltage	Range	600 V
	Accuracy	1.5 % ± 5 digits
Rating Category		CAT III 600 V
		CAT IV 300 V
Operation Temp.		-10 °C to +50 °C
Storage Temp.		-30 °C to +60 °C



Gambar 7. Fluke 325 [14]

III. SIMULASI DAN EKSPERIMEN

Pada penelitian ini eksperimen dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan terhadap 4 baterai dan membandingkan hasilnya dengan alat standar industry lalu menyesuaikan parameter perhitungan yang sesuai.

Persiapan yang dilakukan yaitu memastikan baterai dalam kondisi standar (baterai baru) dengan melakukan pengukuran:

- Tegangan awal baterai
- Hambatan Internal baterai
- Kapasitas baterai

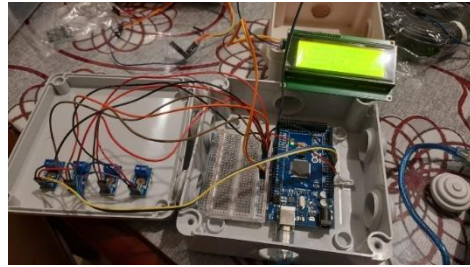
Setelah baterai selesai diukur dan dipastikan semua dalam kondisi standar, langkah selanjutnya adalah mempersiapkan alat pembaca tegangan yang dirancang untuk pengukuran tegangan

Setelah set eksperimen pengukuran tegangan siap digunakan, metode selanjutnya adalah menentukan nilai kalibrasi dari alat ukur dan memilih konsep pengukuran yang sesuai sehingga hasil yang didapat menjadi lebih stabil dan akurasi pembacaan mendekati alat standar industry.

Pembacaan tegangan yang diukur pada saat eksperimen menghasilkan nilai pembacaan yang berbeda dengan nilai yang dihasilkan oleh alat standar industry.



Gambar 8. Set Eksperimen pengukuran baterai [13]



Gambar 9. Set Eksperimen Pengukuran Tegangan [3]

Dari sampling 300x pengukuran, didapatkan nilai parameter untuk mendekati hasil pengukuran alat eksperimen dengan hasil pengukuran alat standar industry. Kemudian data yang dihasilkan ditampilkan ke LCD display dan diberikan metode *smoothing* sehingga nilai pembacaan pengukuran menjadi lebih stabil. Terdapat 3 metode yang umum digunakan untuk membuat nilai pembacaan menjadi lebih stabil: [15]

- Normal Averaging
- Moving Averaging
- Exponential Filter

Apabila menggunakan metode Normal Averaging, nilai dari pembacaan tegangan tidak stabil, dalam penelitian ini dicoba model moving averaging, sehingga pembacaan nilai tegangan menjadi lebih stabil.

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  vin1 = analogRead(inputPin1);
  calculation1 = ( vin1 ) * 5 / 1024.0;
  v1 = calculation1 / ( r2 / ( r1 + r2 ) );
  delay(100);
  // subtract the last reading:
  total1 = total1 - readings1;
  // read from the sensor:
  readings1 = v1;
  // add the reading to the total:
  total1 = total1 + readings1;
  // advance to the next position in the array:
  readIndex1 = readIndex1 + 1;

  // if we're at the end of the array...
  if (readIndex1 >= numReadings1)
    // ...wrap around to the beginning:
    readIndex1 = 0;

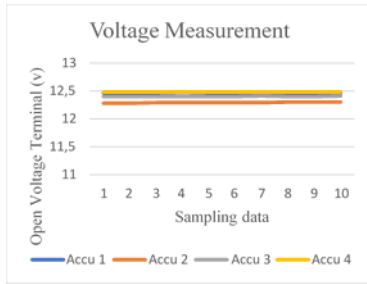
  // calculate the average:
  average1 = (total1 / numReadings1);
  // send it to the computer as ASCII digits

  delay(100); // delay in between reads for stability
}
```

Gambar 10. Coding Moving Averaging

IV. HASIL DAN DISKUSI

Hasil awal dari eksperimen adalah hasil pengukuran tegangan, hambatan internal baterai dan kapasitas baterai. Range nilai pengukuran tegangan dari 12.29 volt sampai dengan 12.48 volt.

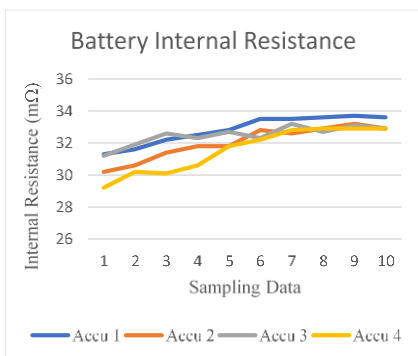


Gambar 11. Hasil Pengukuran Tegangan [3]

Nilai hambatan internal baterai menunjukkan variasi yang tinggi sampai dengan pengukuran ke 5. Semakin banyak pengukuran yang dilakukan, hasil yang didapat menjadi lebih stabil. Hal ini disebabkan karena baterai masih dalam kondisi baru diisi oleh cairan elektrolit.

Pembacaan nilai hambatan internal dilakukan sebanyak 10 kali. Nilai minimum pembacaan hambatan internal baterai sebesar 29.2 Ω dan nilai maksimum sebesar 33.7Ω. Nilai detail dari gambar 12, dapat dilihat pada tabel 3

Pengukuran selanjutnya adalah pengukuran kapasitas baterai, pengukuran ini menggunakan alat ukur *baterai capacitance meter*. hasil pengukuran kapasitas bateraai dapat dilihat pada tabel 4



Gambar 12. Hambatan Internal Baterai[3]

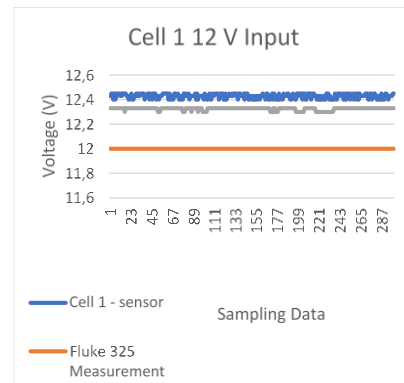
Tabel 3. Pembacaan Hambatan Internal Baterai [3]

Battery	Minimum Value (mΩ)	Maximum Value (mΩ)	Average Internal Resistance (mΩ)
Battery 1	31.3	33.7	32.83
Battery 2	30.2	33.2	32.02
Battery 3	31.2	33.2	32.49
Battery 4	29.2	32.9	31.56

Tabel 4. Kapasitas Baterai[3]

Battery Number	Capacitance Condition
Battery 1	Good
Battery 2	Good
Battery 3	Good
Battery 4	Good

Setelah memastikan baterai dalam kondisi normal, pengukuran tegangan dilakukan untuk masing-baterai sebanyak 300kali. Untuk memastikan nilai kalibrasi, pengukuran dilakukan di 3 nilai tegangan, yaitu 10 volt, 12 volt dan 14 volt.



Gambar 13. Contoh Voltage pada Baterai 1[3]

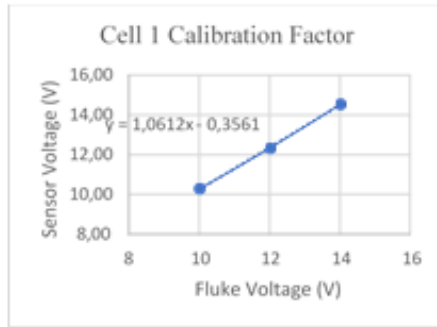
Pada gambar 13 terlihat ada perbedaan pembacaan nilai tegangan, rata-rata 12.33 volt pada alat eksperimen dan rata-rata 12 volt pada alat standar industri. Perbedaan ini akan disesuaikan untuk masing2 tegangan 10 volt, 12 volt dan 14 volt, sehingga hasil keluaran yang didapat dari eksperimen akan mendekati nilai alat standar industry,

Tabel 5. Rata-rata Pengukuran Baterai 1 [3]

Fluke 325 Measurement (V)	Sensor Voltage Measurement (V)
10.0	10.28
12.0	12.33
14.0	14.53

Penyimpangan pada tabel 5 diatasi dengan perhitungan faktor kalibrasi sesuai gambar 13. Semua faktor kalibrasi disesuaikan untuk masing-masing baterai. Penentuan factor kalibrasi dan metode stabilisasi hasil pembacaan tegangan menghasilkan nilai pembacaan tegangan mendekati alat standa industry dan hasil pembacaan yang lebih stabil.

Perbandingan aspek ekonomis dari pembuatan alat dapat dilihat pada tabel 6.



Gambar 14. Faktor Kalibrasi [3]

$$Sr_1 = 1.0612 Fr - 0.3561 \quad (2)$$

Sr1 = Pembacaan tegangan baterai 1

Fr = Pembacaan tegangan fluke

Tabel 6. Perhitungan Biaya Pembuatan Alat

Materials	Prices (USD)	Source
Microcontroller	40,30	https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3
Voltage Sensors	12,00	https://www.ebay.com/
Automotive Cable	4,70	https://www.tokopedia.com/
Jumper Cable	1,10	https://www.tokopedia.com/
LCD Display	6,95	https://www.ebay.com/

Berdasarkan data di situs resmi Fluke, harga Fluke 325 sebesar 305,- USD, sedangkan data perhitungan tabel 6 menunjukkan biaya yang dibutuhkan untuk membuat alat eksperimen sebesar 65,- USD. Nilai perbedaan harga sebesar 1:5 (<https://content.fluke.com/pdf/TTC-pricelist/Belgium-eng.pdf>).

V. KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode rata-rata perhitungan *moving averaging* menghasilkan pembacaan tegangan yang stabil. Factor kalibrasi telah ditentukan untuk masing-masing baterai sehingga nilai akurasi alat menjadi mendekati alat standar industri sebesar 1.5%. dengan perbandingan data harga dari *website* dihitung faktor ekonomis dari pembuatan alat sebesar 1:5, hal ini tidak termasuk faktor kemasan alat dan ijin edar.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. et al Fischer, *Modern Automotive Technology*, 2nd ed. Haan-Gruiten, 2014.
- [2] K. T. Chau, *Electric Vehicle Machines and Drives*. Solaris South Tower: Wiley, 2015.
- [3] E. F. K. P. Tarigan, D. Hendriana, and A. Syahriar, "Design and Development of Battery Management Systems in Passenger Electric Vehicles Prototype," Swiss German University, 2021.
- [4] P. Wang and C. Zhu, "Summary of Lead-acid Battery Management System Summary of Lead-acid Battery Management System," 2020, doi: 10.1088/1755-1315/440/2/022014.
- [5] R. U. I. Xiong *et al.*, "Battery Management Systems," *Batter. Manag. Syst.*, vol. 2008, no. June, pp. 111–143, 2008, doi: 10.1007/978-1-4020-6945-1.
- [6] R. Xiong, *Battery management algorithm for electric vehicles*. 2019.
- [7] R. Xiong and W. Shen, *Advanced Battery Management Technologies for Electric Vehicle*. Hobokrn: John Wiley & Sons, 2019.
- [8] "Voltage Sensor Module," 2020. <https://www.circuittest.com/osepp-volt-01-sensors-arduino-compatible-voltage-sensor-module.html>.
- [9] N. W. and S. A. Riedel, *Electric Circuit*, 10th ed. Essex: Pearson, 2015.
- [10] V. Verma, *50+ Sensor to use with Arduino*. 2022.
- [11] ARDUINO, "Arduino Mega 2560 Rev3," *Consultado 02 de Enero del 2018*, 2018. <https://store.arduino.cc/mega-2560-r3%0Ahttps://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>.
- [12] "What is Arduino?," 2018. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction/>.
- [13] E. F. Tarigan, D. Hendriana, A. Syahriar, A. Purwoko, and Y. C. Utama, "Individual Battery Monitoring System using IoT in Electric Vehicle Prototype," in *CMEI*, 2021, pp. 1–5.
- [14] F. Corp., *323/324/325 Calibration Manual*. Everet: Fluke Corporation, 2013.
- [15] P. Martinsen, "Three Methods to Filter Noisy Arduino Measurements," 2017. <https://www.megunolink.com/articles/coding/3-methods-filter-noisy-arduino-measurements/>.