

Karakteristik Peningkatan Akurasi dan Presisi State of Charge dan Deep Of Discharge pada Arduino REF02 dan ADS1116

Dewi Purnama Sari¹; Novi Kurniasih¹; Rizki Pratama Putra^{1*}

1. Insitut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750 Indonesia

*Email: rizki@itpln.ac.id

Received: 15 November 2024 | Accepted: 23 Desember 2025 | Published: 7 Januari 2026

ABSTRACT

The State of Charge (SoC) Depth of Discharge (DoD) monitoring method on lithium batteries that is widely used in simple devices in everyday life often results in inaccurate and precise readings, thus providing users with inaccurate battery condition information. In this research, a simple monitoring device using Arduino with IC REF02 voltage reference is made to increase accuracy and Analog to Digital Converter (ADC) ADS1115 to increase SoC and DoD reading precision. SoC and DoD values were obtained by voltage method and matching with datasheet. From the test results, it can be observed that the reading of the voltage value with the integrated voltage reference IC shows more stable results, in contrast to conditions without a voltage regulator IC. The increase in the accuracy of the observed readings is $\pm 1.0009274359\%$. Meanwhile, the use of 16-bit ADC1115 increases the ability to read up to 6 digits. while the use of the internal ADC from arduino is only able to read up to 3 digits. From the observations, it is also found that increasing precision using ADC will actually reduce the accuracy of the readings so that it needs to be installed together with the IC voltage reference.

Keywords: SoC, DoD, Voltage Reference, Analog to Digital Converter, Arduino

ABSTRAK

Metode pemantauan State of Charge (SoC) Depth of Discharge (DoD) pada baterai lithium yang banyak digunakan pada perangkat sederhana dalam kehidupan sehari-hari seringkali menghasilkan pembacaan yang tidak akurat dan presisi, sehingga memberikan informasi kondisi baterai yang tidak tepat pada pengguna. Dalam penelitian ini dibuat suatu alat pemantauan sederhana menggunakan arduino dengan IC referensi tegangan IC REF02 untuk meningkatkan akurasi dan Analog to Digital Converter (ADC) ADS1115 untuk meningkatkan presisi membaca SoC dan DoD. Nilai SoC dan DoD diperoleh dengan metode voltage dan pencocokan dengan datasheet. Dari hasil pengujian alat dapat diamati bahwa pembacaan nilai tegangan dengan integrasi IC voltage reference menunjukkan hasil yang lebih stabil, berbeda dengan kondisi tanpa IC voltage regulator. Adapun peningkatan akurasi dari hasil pembacaan yang diamati adalah sebesar $\pm 1.0009274359\%$. Sementara itu penggunaan ADC1115 16 bit meningkatkan kemampuan membaca hingga 6 digit. sedangkan penggunaan ADC internal dari arduino hanya mampu membaca hingga 3 digit. Dari hasil pengamatan juga didapatkan bahwa peningkatan presisi menggunakan ADC ternyata akan mengurangi akurasi hasil pembacaan sehingga perlu dipasang bersamaan dengan referensi tegangan IC.

Kata kunci: SoC, DoD, Voltage Reference, Analog to Digital Converter, Arduino

1. PENDAHULUAN

Baterai lithium ion merupakan baterai elektrokimia yang digunakan secara luas di berbagai macam perangkat elektronik dikarenakan beberapa kelebihan yakni harganya yang terjangkau, DoD (Deep of Discharge) yang besar dan densitas energi yang relatif besar. Kinerja dari baterai lithium dalam menghantarkan daya pada perangkat elektronik sangat dipengaruhi oleh SoH (State of Health) dari baterai yakni SoC (State of Charge), DoD, suhu, remaining capacity yang semuanya berhubungan dengan arus dan tegangan yang dikirimkan ke perangkat.

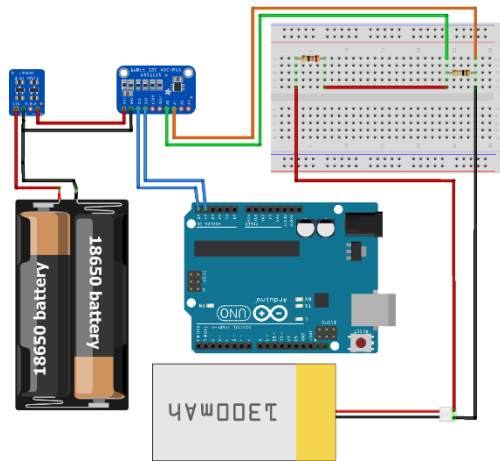
Sistem peringatan yang menjadi bagian dari pemantauan baterai telah banyak tersedia dipasarkan dan diaplikasikan secara luas yang dapat memberikan informasi tersebut. Namun, sebagian besar peranti tersebut menghitung parameter SoH menggunakan data statis yang tersimpan di memori internal, selain itu akurasi pembacaan juga tergantung kualitas komponen yang digunakan yang tentunya sebanding dengan harga dari alat tersebut. Sebagian besar alat yang sudah dipasarkan hanya menggunakan ADC dibawah 10-bit, yang tentunya akan mempengaruhi akurasi dan presisi pada pengukuran. Sementara itu, penuaan baterai memberi pengaruh signifikan pada pembacaan parameter SoH sehingga bertambahnya waktu harus diperlukan kalibrasi agar pembacaan menjadi lebih baik. Kemudian akurasi dan kepresisian pembacaan parameter SoH ditentukan oleh besar bit dari konverter analog to digital yang digunakan dan kualitas dari konverternya dimana hal ini seringkali tidak dicapai pada peranti monitoring biaya rendah.

Dalam penelitian ini akan dibuat suatu peranti monitoring parameter SoH baterai berbiaya rendah dengan akurasi presisi tinggi yang diharapkan dapat diterapkan pada baterai lithium ion dan kedepannya diharapkan dapat diterapkan juga pada berbagai jenis baterai yang diaplikasikan pada kendaraan listrik, alat alat instrumen, solar panel dan alat alat lainnya yang menggunakan baterai lithium ion. Kemampuan kalibrasi dan pembacaan akurasi dan presisi menjadi tujuan yang juga sekaligus keunggulan yang diharapkan pada pembuatan alat ini.

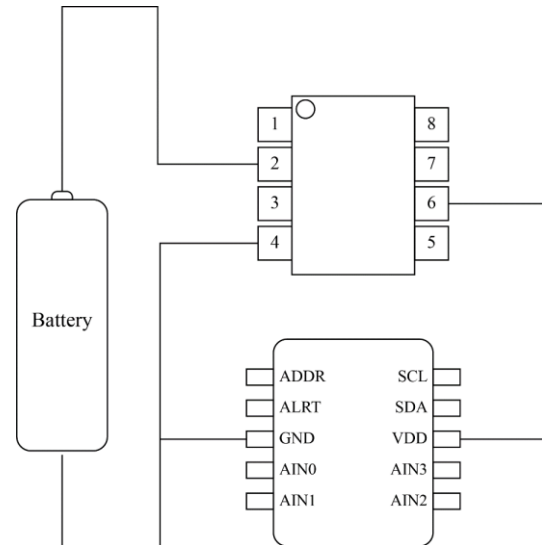
2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Perancangan Alat

Perangkat yang akan digunakan sebagai mikrokontroler adalah Arduino, juga dilengkapi dengan ADS1115 sebagai Analog to Digital Converter dengan resolusi 16-bit, rangkaian shunt digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan yang merupakan fungsi dari SoC itu sendiri. Adapun alasan mengapa penulis menggunakan ADS1115 karena Arduino sendiri hanya mempunyai ADC senilai 10-bit sehingga penulis menggunakan ADS1115 untuk meningkatkan presisi dan ketelitian dalam pengukuran. Rangkaian shunt akan diukur tegangannya oleh ADS1115 dan juga untuk menaikkan hasil pengukuran hingga 16-bit kemudian ADS1115 akan mengirimkan data dengan komunikasi I2C untuk diolah ke Arduino.



Gambar 1. Skematik Pengujian



Gambar 2. Wiring ADC dan REF02



Gambar 3. Rangkaian Pengujian

Tabel 1. Parameter Dependen dan Independen

No	Bagian	Jenis Parameter	Parameter
1	Baterai	Dependen	Arus <i>discharge</i> , tegangan baterai, SoH
		Independen	Kapasitas maksimum baterai, <i>cycle</i> baterai
2	Resistor <i>dummy</i>	Independen	Nilai resistansi
3	Beban resistif	Independen	Nilai resistansi
4	ADS1115, Arduino	Independen	Tegangan input

Gambar 1 merupakan rangkaian alat monitoring SoC dan DoD. Untuk memastikan masing-masing komponen berfungsi dengan baik, maka dilakukan pengujian pada

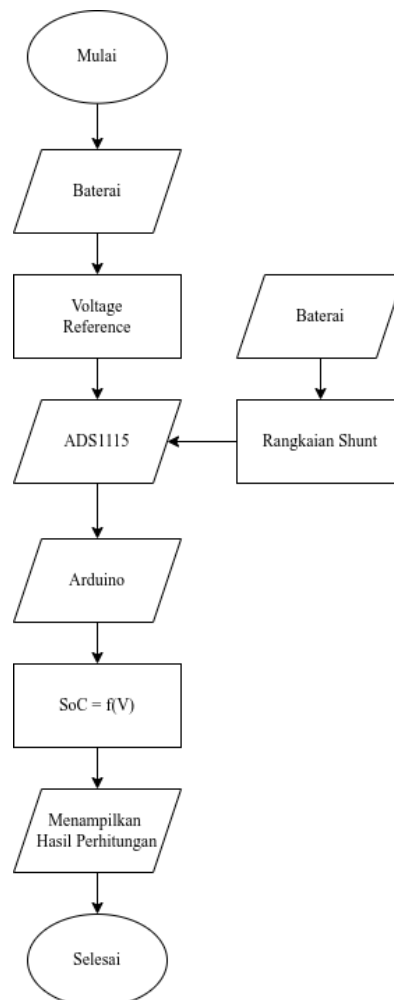
masing masing komponen. Saat melakukan perangkaian dua buah baterai 18650, pin positif dihubungkan ke pin VIN LM4040 dan pin negatif duhubngkan ke pin GND LM4040.

Saat melakukan perangkaian alat dengan ADS1115 yang memiliki 10 pin, pin VDD dihubungkan ke pin 4V dari voltage reference (REF02) lalu pin GND dihubungkan ke REF02 GND, pin SCL dihubungkan ke pin SCL arduino, pin SDA dihubungkan ke pin SDA arduino, pin A0 dan A1 dihubungkan ke resistor, dan untuk pin ADDR, ALRT, A2 dan A3 dalam penelitian ini tidak dipakai dan apabila pin tersebut tidak dihubungkan maka secara bawaan akan terhubung ke GND.

Juga terdapat dua resistor yang terpasang secara seri dan dicatu oleh baterai lithium 18650 yang akan diukur tegangannya, kedua resistor ini digunakan sebagai rangkaian shunt, untuk dibaca tegangannya oleh ADS1115 lalu tegangan tersebut akan dikonversi menjadi arus.

2.2. Diagram Proses Kerja Alat

Adapun diagram alir proses kerja dari alat uji dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Diagram alir proses kerja alat

Berdasarkan gambar 4.5, proses kerja alat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Baterai 1, digunakan sebagai sumber tegangan yang dihubungkan kepada Voltage Reference (REF02) (Arduino Uno).
2. Voltage Reference, digunakan sebagai sumber tegangan yang konstan untuk ADS1115.
3. Baterai 2, adalah baterai yang akan diukur SoCnya, dihubungkan kepada rangkaian shunt sebagai sumber tegangan.
4. Rangkaian Shunt, digunakan sebagai pembagi tegangan.
5. ADS1115, sebagai pembaca tegangan dari rangkaian shunt.
6. Arduino, sebagai mikrokontroler yang menerima data berupa tegangan dimana data tersebut akan diolah.
7. Perhitungan SoC yang merupakan fungsi tegangan berdasarkan tegangan yang sudah diukur ADS1115.
8. Menampilkan hasil perhitungan pada serial monitor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Peningkatan Akurasi

Voltage reference atau V_{ref} sangat berpengaruh dalam meningkatkan tingkat akurasi dimana dalam penelitian ini akurasi dibutuhkan untuk melakukan pengukuran tegangan. Dimana untuk mengukur tegangan dalam arduino yaitu dilakukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Voltage = sensorValue * \frac{Tegangan\ ADS}{2^{16}} \quad (3.1)$$

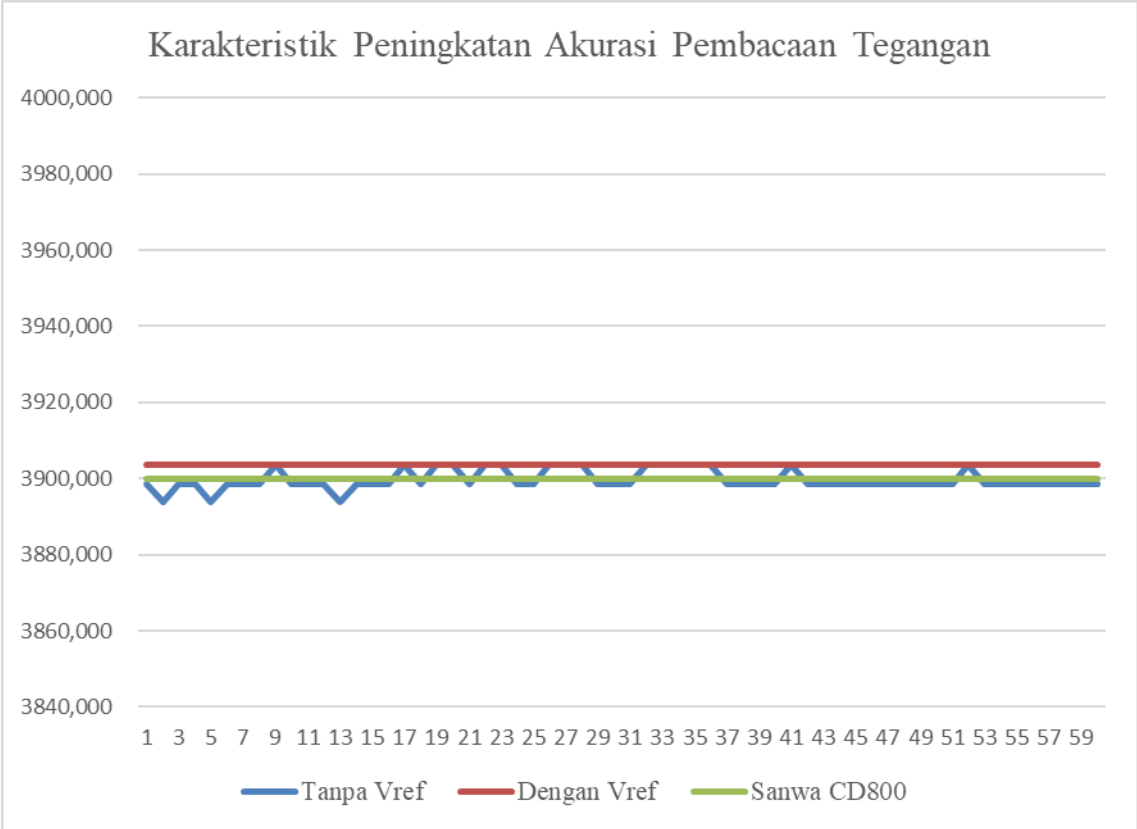
Berdasarkan rumus diatas, apabila nilai dari tegangan adsnya tidak konstan, maka hasil pengukurannya tidak akan presisi dan akurat. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian dan Validasi

No	Tanpa V_{ref}		Dengan V_{ref}		Sanwa CD800
	Pembacaan Analog	Tegangan (mV)	Analog Read	Tegangan (mV)	Tegangan (mV)
1	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
2	808	3893.881	820	3903.617	3900.000
3	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
4	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
5	808	3893.881	820	3903.617	3900.000
6	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
7	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
8	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
9	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
10	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
11	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
12	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
13	808	3893.881	820	3903.617	3900.000

14	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
15	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
16	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
17	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
18	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
19	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
20	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
21	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
22	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
23	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
24	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
25	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
26	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
27	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
28	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
29	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
30	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
31	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
32	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
33	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
34	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
35	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
36	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
37	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
38	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
39	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
40	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
41	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
42	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
43	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
44	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
45	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
46	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
47	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
48	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
49	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
50	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
51	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
52	810	3903.519	820	3903.617	3900.000
53	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
54	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
55	809	3898.700	820	3903.617	3900.000

56	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
57	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
58	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
59	809	3898.700	820	3903.617	3900.000
60	809	3898.700	820	3903.617	3900.000



Gambar 5. Hasil pembacaan tegangan dengan voltage referensi yang akan dijadikan dasar perhitungan SoC dan DoD

Berdasarkan tabel dan gambar diatas, dapat dilihat hasil dari pengukuran baterai dengan menggunakan Vref dan tanpa menggunakan Vref. Dimana data pengukuran tanpa menggunakan Vref menunjukan hasil yang fluktuatif dan tidak konstan. Sedangkan pada pengukuran dengan Vref nilai tegangan terjaga konstan selama hasil pengukuran.

Tabel 3. Hasil Pengujian pembacaan SoC

No	ADC 10-bit Tanpa Vref			ADC 16-bit Dengan Vref		
	Pembacaan Analog	Tegangan (V)	SoC (%)	Pembacaan Analog	Tegangan (V)	SoC (%)
1	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
2	808	3.89388	84.01%	20733	3.887438	84.08%
3	809	3.89870	83.96%	20734	3.887625	84.08%
4	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
5	808	3.89388	84.01%	20735	3.887813	84.08%

6	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
7	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
8	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
9	810	3.90352	83.91%	20736	3.888	84.08%
10	809	3.89870	83.96%	20737	3.888188	84.08%
11	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
12	809	3.89870	83.96%	20734	3.887625	84.08%
13	808	3.89388	84.01%	20735	3.887813	84.08%
14	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
15	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
16	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
17	810	3.90352	83.91%	20734	3.887625	84.08%
18	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
19	810	3.90352	83.91%	20733	3.887438	84.08%
20	810	3.90352	83.91%	20734	3.887625	84.08%
21	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
22	810	3.90352	83.91%	20735	3.887813	84.08%
23	810	3.90352	83.91%	20735	3.887813	84.08%
24	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
25	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
26	810	3.90352	83.91%	20736	3.888	84.08%
27	810	3.90352	83.91%	20737	3.888188	84.08%
28	810	3.90352	83.91%	20732	3.88725	84.09%
29	809	3.89870	83.96%	20734	3.887625	84.08%
30	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
31	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
32	810	3.90352	83.91%	20735	3.887813	84.08%
33	810	3.90352	83.91%	20735	3.887813	84.08%
34	810	3.90352	83.91%	20734	3.887625	84.08%
35	810	3.90352	83.91%	20734	3.887625	84.08%
36	810	3.90352	83.91%	20733	3.887438	84.08%
37	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
38	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
39	809	3.89870	83.96%	20734	3.887625	84.08%
40	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
41	810	3.90352	83.91%	20735	3.887813	84.08%
42	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
43	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
44	809	3.89870	83.96%	20736	3.888	84.08%
45	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
46	809	3.89870	83.96%	20733	3.887438	84.08%
47	809	3.89870	83.96%	20731	3.887063	84.09%

48	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
49	809	3.89870	83.96%	20733	3.887438	84.08%
50	809	3.89870	83.96%	20733	3.887438	84.08%
51	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
52	810	3.90352	83.91%	20736	3.888	84.08%
53	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
54	809	3.89870	83.96%	20733	3.887438	84.08%
55	809	3.89870	83.96%	20734	3.887625	84.08%
56	809	3.89870	83.96%	20735	3.887813	84.08%
57	809	3.89870	83.96%	20732	3.88725	84.09%
58	809	3.89870	83.96%	20731	3.887063	84.09%
59	809	3.89870	83.96%	20733	3.887438	84.08%
60	809	3.89870	83.96%	20734	3.887625	84.08%

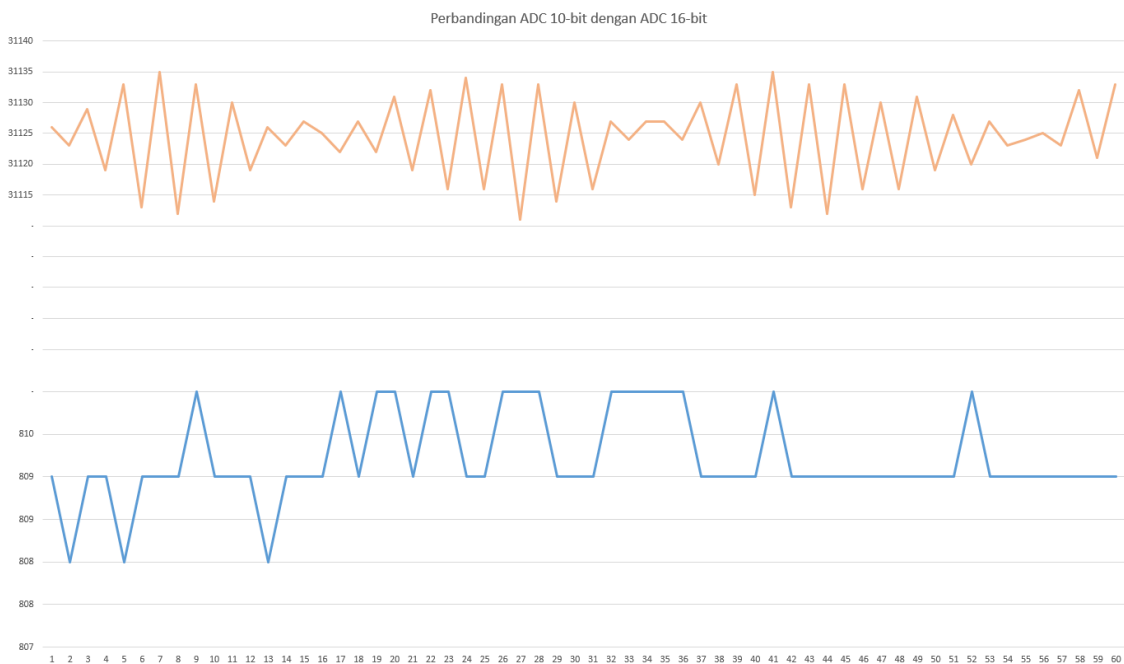
3.2. Pengujian Peningkatan Presisi

Adapun hasil pengujian peningkatan presisi menggunakan ADC1115 dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian menggunakan ADC

NO	ADC 10-bit	ADC 16-bit	NO	ADC 10-bit	ADC 16-bit
1	809	31126	36	810	31124
2	808	31123	37	809	31130
3	809	31129	38	809	31120
4	809	31119	39	809	31133
5	808	31133	40	809	31115
6	809	31113	41	810	31135
7	809	31135	42	809	31113
8	809	31112	43	809	31133
9	810	31133	44	809	31112
10	809	31114	45	809	31133
11	809	31130	46	809	31116
12	809	31119	47	809	31130
13	808	31126	48	809	31116
14	809	31123	49	809	31131
15	809	31127	50	809	31119
16	809	31125	51	809	31128
17	810	31122	52	810	31120
18	809	31127	53	809	31127
19	810	31122	54	809	31123
20	810	31131	55	809	31124
21	809	31119	56	809	31125

22	810	31132	57	809	31123
23	810	31116	58	809	31132
24	809	31134	59	809	31121
25	809	31116	60	809	31133
26	810	31133			
27	810	31111			
28	810	31133			
29	809	31114			
30	809	31130			
31	809	31116			
32	810	31127			
33	810	31124			
34	810	31127			
35	810	31127			



Gambar 6. Hasil pembacaan tegangan dengan voltage referensi yang akan dijadikan dasar perhitungan SoC dan DoD

Berdasarkan gambar 4, dapat dilihat bahwa perbandingan antara 10-bit dan 16-bit, pada grafik dimana garis berwarna jingga adalah nilai dari ADC 10-bit, dapat terlihat bahwa ADC 10-bit yang hanya memiliki ketelitian 2^{10} memiliki nilai yang tidak konstan dan ketelitian yang rendah, sedangkan garis yang berwarna biru adalah nilai dari ADC 16-bit, dimana nilainya cukup stabil dengan ketelitian 2^{16} .

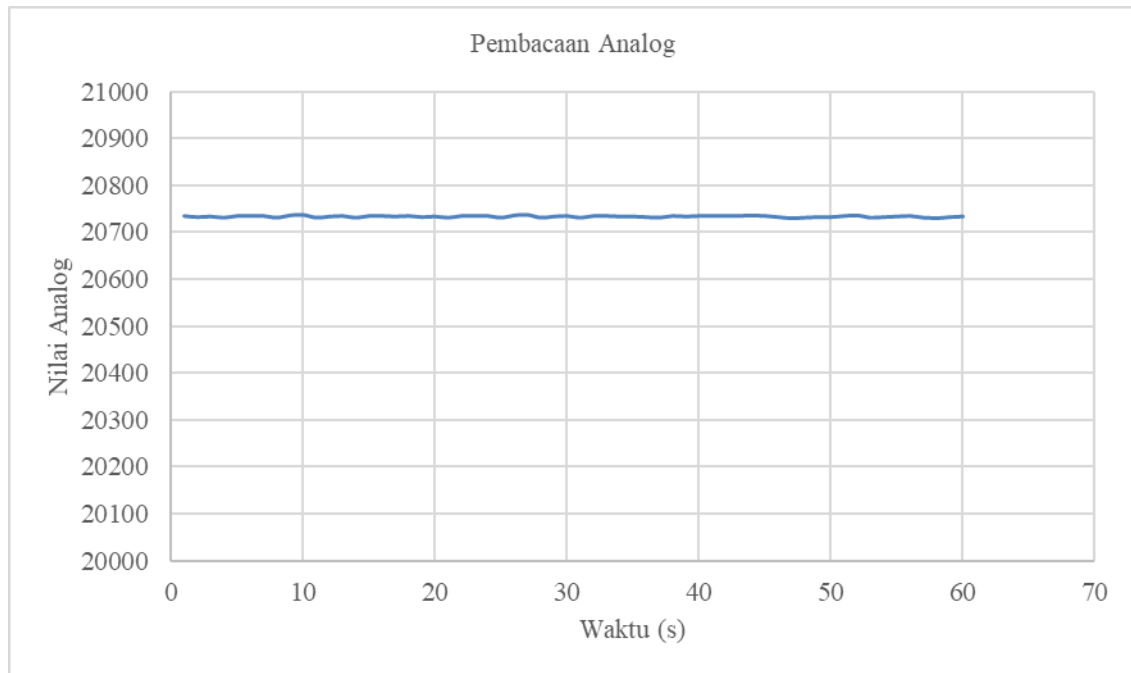
3.3. Pengujian peningkatan akurasi dan presisi menggunakan ADC dan Vref

Hasil pengujian peningkatan presisi menggunakan ADC1115 dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

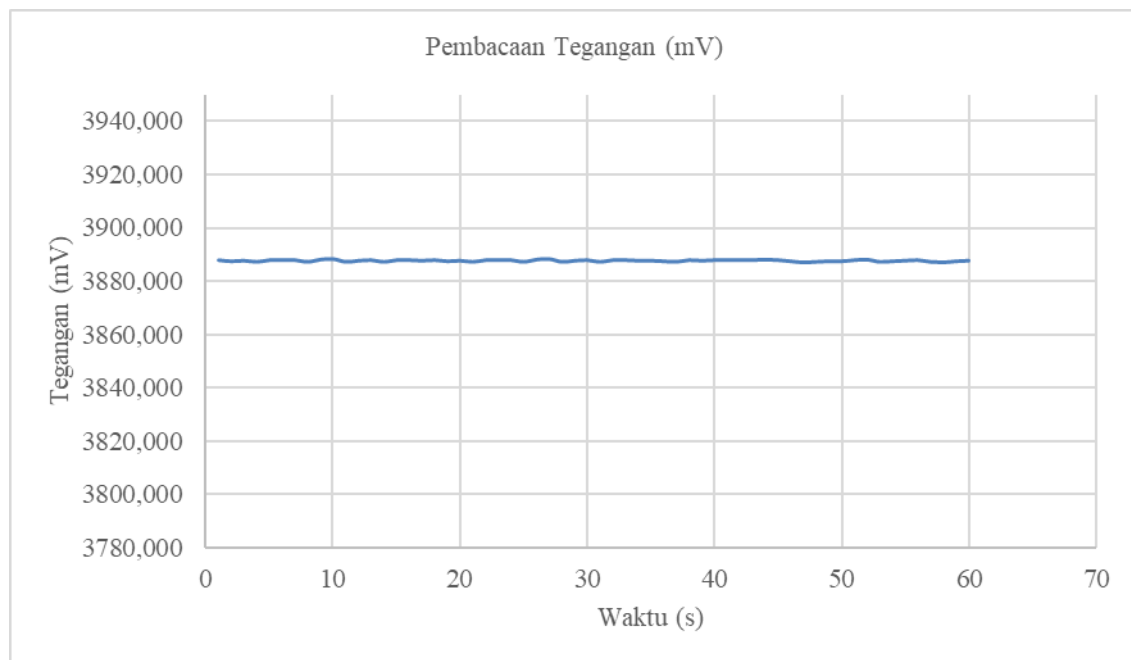
Tabel 5. Hasil Pengujian menggunakan ADC

NO	ADC 16-bit dengan Vref	
	Pembacaan Analog	Tegangan (mV)
1	20735	3887.813
2	20733	3887.438
3	20734	3887.625
4	20732	3887.250
5	20735	3887.813
6	20735	3887.813
7	20735	3887.813
8	20732	3887.250
9	20736	3888.000
10	20737	3888.188
11	20732	3887.250
12	20734	3887.625
13	20735	3887.813
14	20732	3887.250
15	20735	3887.813
16	20735	3887.813
17	20734	3887.625
18	20735	3887.813
19	20733	3887.438
20	20734	3887.625
21	20732	3887.250
22	20735	3887.813
23	20735	3887.813
24	20735	3887.813
25	20732	3887.250
26	20736	3888.000
27	20737	3888.188
28	20732	3887.250
29	20734	3887.625
30	20735	3887.813
31	20732	3887.250
32	20735	3887.813
33	20735	3887.813
34	20734	3887.625
35	20734	3887.625

NO	ADC 16-bit dengan Vref	
	Pembacaan Analog	Tegagnan (mV)
36	20733	3887.438
37	20732	3887.250
38	20735	3887.813
39	20734	3887.625
40	20735	3887.813
41	20735	3887.813
42	20735	3887.813
43	20735	3887.813
44	20736	3888.000
45	20735	3887.813
46	20733	3887.438
47	20731	3887.063
48	20732	3887.250
49	20733	3887.438
50	20733	3887.438
51	20735	3887.813
52	20736	3888.000
53	20732	3887.250
54	20733	3887.438
55	20734	3887.625
56	20735	3887.813
57	20732	3887.250
58	20731	3887.063
59	20733	3887.438
60	20734	3887.625



Gambar 7. Pembacaan Analog ADS 16-bit Dengan *Voltage Reference*



Gambar 8. Pembacaan Tegangan ADS 16-bit Dengan *Voltage Reference*

Berdasarkan data tabel dan grafik diatas, dapat dilihat pengaruh ADC 16-bit dan *voltage reference* dalam meningkatkan akurasi dan presisi dari sebuah pengukuran. Dimana peningkatan akurasi dapat dilihat pada nilai pembacaan yang mempunyai resolusi 2^{16} atau 65536 dan peningkatan presisi pembacaan dapat dilihat bahwa pada nilai yang ditampilkan, hasil dari setiap kali pembacaan nilainya tidak terlalu jauh.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengamatan, percobaan dan pengolahan data yang telah dilakukan. Maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi pembacaan arus dan tegangan sangat dipengaruhi oleh tahanan internal dari kestabilan tegangan alat yang digunakan.
2. Tingkat kepresisian pembacaan arus dan tegangan sangat dipengaruhi oleh besarnya resolusi ADC yang digunakan, semakin tinggi resolusi ADC yang digunakan, maka akan semakin presisi hasil pengukurannya.
3. Hasil validasi pengukuran arus dan tegangan telah divalidasi menggunakan multimeter sanwa CD800 dengan error rata rata sebesar
4. Alat monitoring baterai dibuat menggunakan arduino sebagai mikrokontroler, ADS1115 sebagai ADC 16-bit, dan REF02 sebagai *voltage reference*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I Danko, M., Adamec, J., Taraba, M., & Drgona, P. (2019). Overview of batteries State of Charge estimation methods. *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.029>
- [2] Massing, A. (2017). Hamilton Kerr Bull 1 Orazio Gentileschi.pdf. *A Closer Look at State of Charge (SOC) and State of Health (SOH) Estimation Techniques for Batteries*.
- [3] Melipurbowo, B. G. (2016). Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712. *Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor*, 12(1).
- [4] Putra, R. I., Sunardi, S., & Puriyanto, R. D. (2019). Monitoring Tegangan Baterai Lithium Polymer pada Robot Line Follower Secara Nirkabel. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro*. <https://doi.org/10.12928/biste.v1i2.907>
- [5] Rahmawan, Z. (2018). Estimasi State of Charge (Soc) Pada Baterai Lead-Acid Dengan Menggunakan Metode Coulomb Counting Pada PV Hybrid. *Its*.
- [6] Suryoatmojo, H., Widiyanto, D. S., Mardiyanto, R., & Setijadi, E. (2017). *Desain Penyeimbang State of Charge (SOC) Baterai Lithium Polymer Berbasis Dual Inductor belom*.
- [7] Wahyudi, W. T., Karyanto, S., & Si, M. T. (2020). *Rancang Bangun Alat Resistivitas Berbasis Arduino Menggunakan Modul ACS712 dan ADS1115*.