

ALAT UJI KAPASITAS BATERAI DENGAN TEGANGAN KONSTAN MENGUNAKAN *STEP UP CONVERTER*

Dadan Nurdin Bagenda

Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga Bandung 40012
E-mail : dadannb@polban.ac.id

Abstrak

Baterai 18650 banyak digunakan pada peralatan sistem embedded, sehingga baterai ini mudah ditemukan di pasaran. Namun banyak penjual yang tidak jujur, mereka menjual baterai dengan kapasitas yang jauh lebih rendah dari tulisannya. Hal ini dapat merugikan konsumen, mengagalkan implementasi dari suatu prototipe atau produk embedded lainnya, yang penggunaannya lebih cepat kehabisan daya dari yang seharusnya. Alat uji kapasitas baterai yang dijual umum memerlukan waktu pengujian berjam-jam. Maka diperlukan alat uji kapasitas baterai agar dapat diketahui kapasitas yang sebenarnya. Untuk mempermudah perhitungan kapasitas, pengujian ini dilakukan dengan tegangan dan beban konstan, tegangan konstan ini didapat dari DC step up converter yang meregulasi tegangan baterai menjadi konstan di 5V. Alat uji ini pun dilengkapi auto cut off pada tegangan minimal agar umur baterai yang di uji tidak rusak. Data Acquisition (DAQ) *LabVIEW* juga diperlukan untuk analisa karakteristik pengosongannya. Penggunaan tegangan konstan akan menghasilkan penggunaan arus konstan karena beban yang konstan, hasil dari pengujian ini mendapatkan hasil akurasi 98.4% dalam mengukur kapasitas baterai. Dari 5 merek baterai yang diamati, hanya 1 yang sesuai label, lainnya memiliki kapasitas yang jauh lebih rendah hingga 6.48% dari yang tertulis.

Kata kunci : *penguji baterai, kapasitas baterai, tegangan konstan, dc step up converter, DAQ LabVIEW.*

1. Pendahuluan

Baterai tipe 18650 merupakan tipe yang banyak digunakan secara umum. Tipe ini berbentuk tabung dengan ukuran diameter 18mm dan tinggi 65mm. Karena bentuknya yang relatif kecil sehingga banyak digunakan pada peralatan elektronik bergerak atau sistem embedded, mulai dari kipas angin portable, senter, speaker bluetooth, rokok elektrik, powerbank, laptop, kendaraan listrik hingga nano satelit. Karena banyak digunakan pada device sehari-hari, baterai ini mudah ditemukan di pasaran.

Namun banyak produsen yang tidak jujur, mereka menjual baterai dengan label kapasitas yang jauh lebih rendah dari tulisannya. Hal ini serupa dengan konten seperti yang dimuat pada jejaring berbagi ilmu pengetahuan yaitu "quora" dan beberapa laman yang memuat hal serupa [1] [2] [3].

Tentunya hal ini dapat merugikan konsumen termasuk peneliti yang menggunakan tipe ini, mengagalkan implementasi dari suatu prototipe atau produk embedded lainnya, karena produk/prototipe yang digunakan akan lebih cepat kehabisan daya dari rancangannya.

Alat uji kapasitas baterai dengan harga murah sudah beredar di pasaran, namun alat uji ini banyak kekurangan. Alat uji ini melakukan pengujian dengan waktu relatif lama, membutuhkan waktu sampai berjam-jam. Dan perhitungan pengujian tentunya tidak

akan sama saat tegangan baterai tertinggi sampai dengan tegangan minimalnya, karena dengan beban konstan akan menggunakan arus yang berbeda, sehingga AH yang terukurpun diragukan.

Latar belakang masalah diatas teridentifikasi beberapa masalah sbb.; (1) Diperlukan alat uji kapasitas baterai dengan arus konstan agar pengukuran kapasitas lebih akurat. (2) Beberapa alat uji lain tidak memiliki auto cut off, sehingga dapat memotong umur cycle baterai. (3) Pencatatan tegangan baterai tiap waktu manual dapat memicu kesalahan pencatatan dari sisi penulisan, pembacaan hasil penulisan, pencatatan pada rengang waktu yang tidak tepat.

Dari permasalahan diatas perlu dilakukan solusi nya dengan cara sbb.; (1) Membuat pengukuran AH lebih akurat dengan cara mengatur tegangan dan beban konstan, tegangan konstan ini didapat dari DC step up converter yang meregulasi tegangan baterai menjadi konstan di 5V. (2) Melengkapi fitur auto cut off pada tegangan minimal agar umur baterai yang diuji tidak rusak. (3) Diperlukan fitur data akuisisi pada alat uji, untuk meminimalisir kesalahan pencatatan tegangan baterai saat discharge.

Tabel berikut menunjukkan pada ranah mana penelitian ini dan perbedaannya dengan penelitian yang dijadikan sumber referensi. Referensi table dibawah dijelaskan pada list berikut:

1. Hanny H Tumbelaka, Johannes "Alat Uji Baterai 12V, 60AH Secara Elektronik" Jurnal Teknik Elektro vol.1 no.1 Sep2001, FTI Univ, Kristen Petra. [4]
2. Syed Muhammad Arsalan Bashir, Syed Kazim Hasan Zaidi, and Muhammad Zaheer "Design and Development of Accelerated Life Tester for Qualification of Batteries" Journal of Space Technology, Volume V, No.1, July 2015. [5]
3. Lance W. Traub, "Calculation of Constant Power Lithium Battery Discharge Curves" Aerospace and Mechanical Engineering Department, Embry Riddle Aeronautical University, Prescott. 2016. [6]

Tabel 1. Ranah Tinjauan Pustaka

Reference No.	Arus Konstan	Volt limiter	AH meter Sendiri
1	√	X	√
2	X	√	√
3	√	√	X
This Research	√	√	√

Pada tabel diatas nampak bahwa yang penelitian yang lain dengan yang akan dilakukan ini mencakup 3 area diantaranya menggunakan arus konstan, dengan pembatas tegangan, dan rancang bangun Amperehour (AH) meter.

Pengukuran menggunakan arus konstan mempermudah perhitungan kapasitas dalam satuan AH karena linier terhadap waktu. Bagian yang digunakan penulis pada penelitian Hanny H Tumbelaka dan Johannes (2001) yang berjudul "Alat Uji Baterai 12V, 60AH Secara Elektronik" [4] adalah penggunaan arus yang konstan. Agar discharge menggunakan arus yang konstan Tumbelaka dan penulis menggunakan metode yang berbeda. Cara yang digunakan Tumbelaka menggunakan pembatas arus [4], sedangkan penulis menggunakan tegangan dan beban yang tetap.

Syed Muhammad Arsalan Bashir (2015) melakukan penelitian yang berjudul "Design and Development of Accelerated Life Tester for Qualification of Batteries" [5], Bashir melakukan uji coba pengosongan dan pengisian baterai sampai menghabiskan waktu 3 bulan nonstop, ini pengujian yang sangat lama. Selain pengujian yang lama kekurangan penelitian Basyir menghabiskan baterai sampai habis sepenuhnya depth of discharge (DOD). Dengan DOD umur baterai akan lebih pendek dari yang seharusnya, dengan begitu maka pengujian kapasitas baterai yang telah di uji bisa tidak valid untuk pengujian selanjutnya.

Penelitian Traub 2016, yang berjudul "Calculation of Constant Power Lithium Battery Discharge Curves" [6], menguatkan kembali acuan peneliti dalam menguji kapasitas baterai yaitu penggunaan arus yang konstan, penggunaan batasan tegangan minimal saat pengosongan bahkan penggunaan suhu yang konstan. Namun sayangnya pada penelitian ini hanya menggunakan tidak mengarah pada bagaimana merancang dan membangun alat uji baterai.

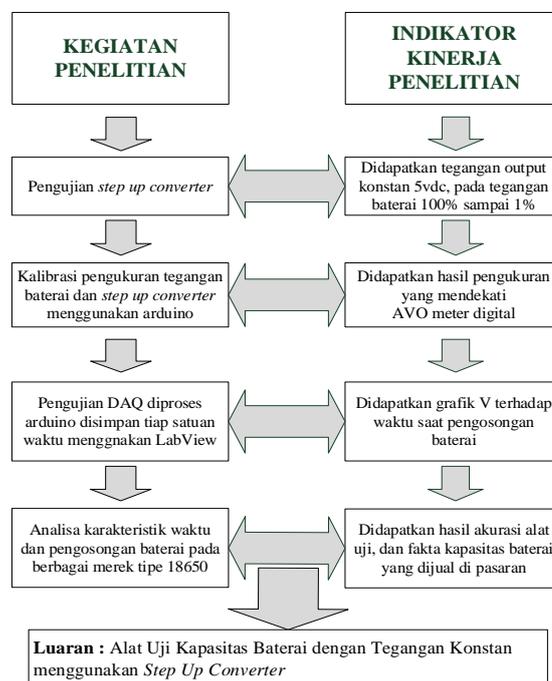
Dengan menggunakan level option compiler dapat mengurangi waktu tempuh program sampai 78.23% dari standar compiler [14], dengan code berikut:
#pragma GCC optimize ("-O3")

2. Metodologi

2.1 Metodologi penelitian

Kuantitatif true experimental dengan fokus pretest-control group design. Dikatakan true-experimental karena dalam design ini peneliti dapat mengontrol semua variable luar yang mempengaruhi jalannya experiment, dengan demikian validitas internal dapat menjadi lebih tinggi. Dan pretest-control group design karena dilakukan sebelumnya pengujian beberapa variable pengukuran pada berbagai modulnya sebelum diintegrasikan, sehingga dapat memudahkan saat penggabungan seluruh sistem

Untuk mencapai tujuan penelitian, dapat diurutkan bahwa tahapan rencana penelitian dan indikator kinerja seperti berikut, dan masing-masing pengujian ini dilakukan di berbagai modul.



Gambar 1. Tahapan rencana penelitian dan indikatornya

Tahap penelitian dimulai dengan penyiapan seluruh komponen elektronik dan beberapa peralatan pengujiannya. Dimulai dari hardware sampai software ini seperti yang tertulis pada ruang lingkup pada bab pendahuluan.

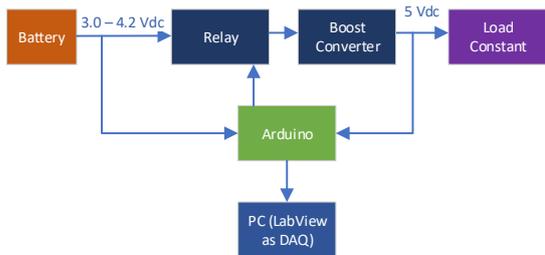
Waktu penelitian akan banyak digunakan pada pengambilan data karakteristik pengosongan, karena di tahap ini melakukan pengosongan dan pengisian pada berbagai baterai dan dilakukan berulang untuk mendapatkan data yang valid. Dengan menggunakan stepup converter sebagai penghasil tegangan konstan dan beban yang konstan diharapkan dapat

menghasilkan penggunaan arus yang konstan, sehingga dapat meningkatkan akurasi pengukuran kapasitas baterai

2.2 Blok diagram penelitian

Produk penelitian ini terdiri dari 6 blok utama diantaranya;

1. Baterai pengukuran fokus pada tipe 18650.
2. Relat sebagai auto cut off fitur voltage limiter batrai.
3. Step up converter pembuat tegangan konstan,.
4. Load menggunakan R konstan.
5. Arduino Nano sebagai pengolah utama.
6. PC sebagai data akuisisi menggunakan labview.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Dari gambar diatas terlihat bahwa sistem ini terdiri dari 4 Blok utama yaitu:

1. Timbangan yang akan terdiri dari 4 strain gauge.
2. Arduino Uno sebagai pengolah utama.
3. Laptop/PC sebagai penampil data.
4. Database sebagai penyimpanan data.

2.3 Desain elektronik

Step Up yang digunakan adalah MT3608, modul ini cocok digunakan karena memiliki rentang tegangan yang sesuai dengan kebutuhan yaitu input 2.5Vdc sd 4.2Vdc dan output 5V, akan ditunjukkan pada gambar berikut;



Gambar 3. Modul step up converter MT3608

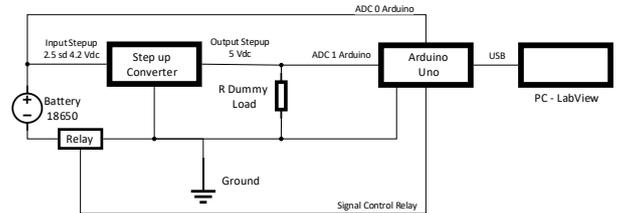
Spesifikasi step up converter MT3608 lebih lengkapnya akan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut;

Tabel 2. Spesifikasi step up MT3608

Parameter	Value
V_{in}	2.1 ~ 24 V
V_{out}	4 ~ 28 V
$I_{out (max)}$	2A
Conv Efficiency	93%
Switching Freq	1.5 MHz
Out Ripple	30 mV (Max)
Load Reg	0.5 %

Voltage Reg	2.5%
Temp range	-40 ~ 85°C
Dimmension (LWH))	30x17x14 mm

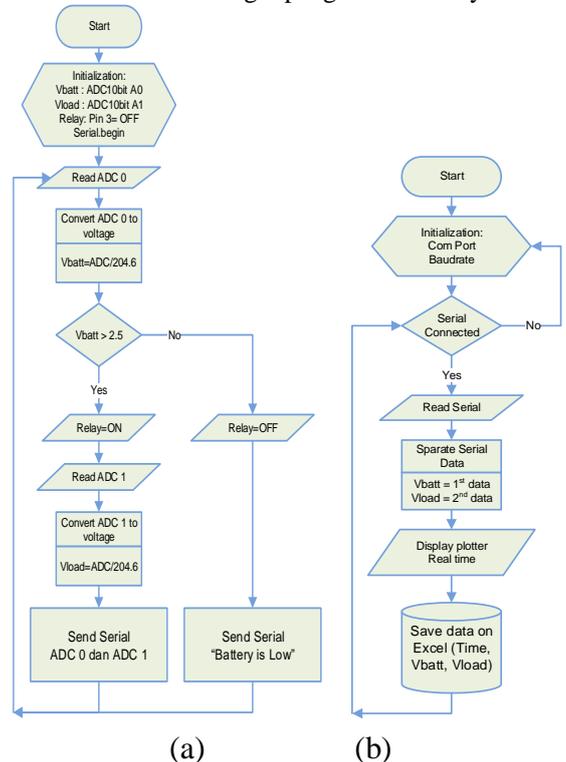
Untuk pengkabelan dari tiap modul terhadap modul dan tiap pinnya akan digambarkan pada gambar berikut;



Gambar 4. Diagram Pengkabelan.

2.4 Desain algoritma program

Berikut merupakan algoritma yang akan diterapkan pada arduino Nano sebagai pengendali battery tester:



Gambar 5. (a)Flowchart battery tester pada Arduino. (b)Flowchart battery tester pada PC.

3. Hasil

3.1 Pemilihan baterai

Baterai yang dipilih semua bertipe 18650, baterai-baterai dari merek yang berbeda dengan kapasitas yang beragam, diantaranya; Ultrafire dengan kapasitas 4800mAh, AWT IMR 3000mAh, Panasonic NCR18650PF 2800mAh, Panasonic NCR18650B 3400mAh, Samsung SZNS 18650 2000mAh. Semua baterai ini memiliki voltage rate yang sama, tertulis pada lable 3.7V ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 6. Foto 5 tipe baterai yang digunakan

3.2 Implementasi rangkaian battery tester

Berikut merupakan foto pengujian pengukuran tegangan baterai menggunakan protoboard dan multimeter digital, terlihat tegangan baterai tampak normal masih pada range 2.5 sd 4.2 Vdc.



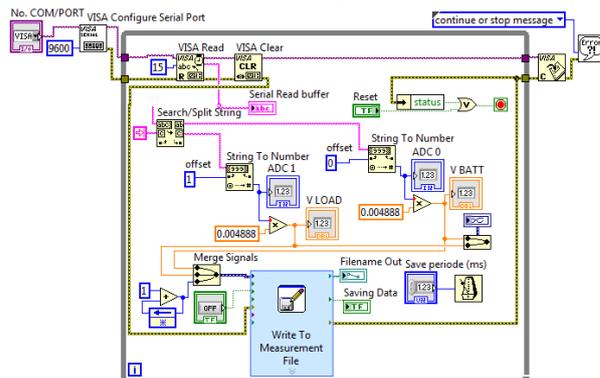
Gambar 7. Pengukuran tegangan baterai menggunakan multimeter digital



Gambar 8. Integrasi pengujian baterai pada board yang sama

Selanjutnya menerapkan rangkaian pengujian baterai pada PCB matriks, terlihat Baterai, Arduino Nano, step up converter dan Rload sebagai beban pengujian terletak pada board yang sama, ditunjukkan oleh gambar diatas.

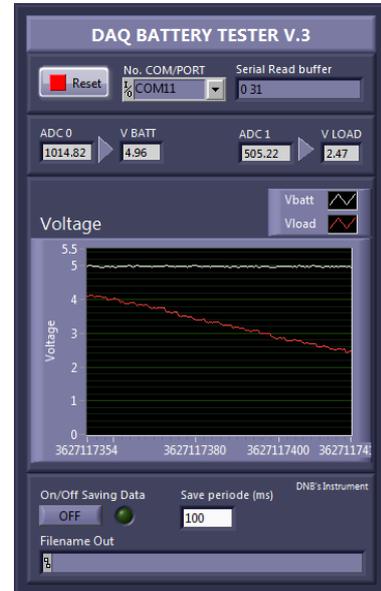
3.3 Implementasi algoritma program



Gambar 9. Blok Diagram Labview untuk PC as DAQ

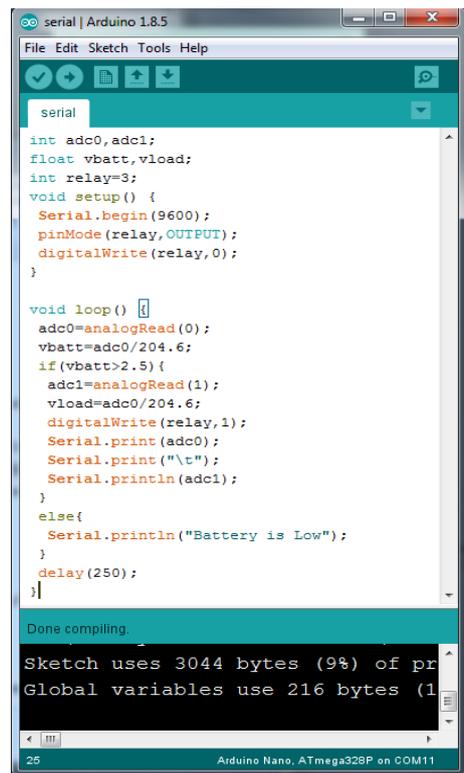
Program yang pertama diimplementasikan yaitu program pada PC menggunakan Labview yang terdiri

dari Block Diagram dan Front Panel. Gambar diatas merupakan program yang selanjutnya diimplementasikan yaitu program pada PC menggunakan Labview, baudrate yang digunakan harus sama dengan hardware yang terpasang yaitu 9600 bps.



Gambar 10. Front Panel pada Labview untuk PC

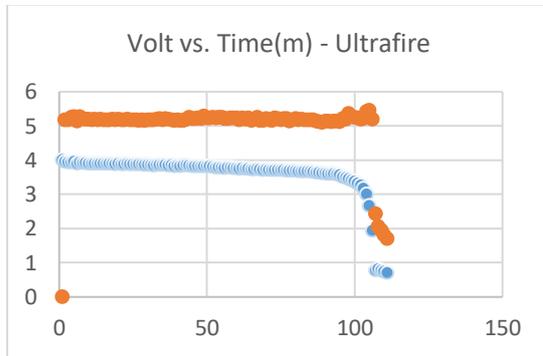
Program selanjutnya pada arduino nano, baudrate yang digunakan yaitu 9600 baudrate per second (bps) lalu hasilnya kita uji pada serial monitor. Berikut merupakan program pada arduino nano sekaligus gambar yang menunjukkan tampilan IDE arduino;



Gambar 11. Program embedded pada IDE arduino

3.4 Hasil pengujian keseluruhan sistem

Pengujian pertama dilakukan pada baterai merek Ultrafire dengan kapasistas tertulis 4800mAh, dimulai dari tegangan $V = 4.1$ Vdc dengan pembebanan menggunakan hambatan $R=29 \Omega$ pada output step up converter, Arus pada beban atau $I_{load} = 0.1796$ A, I konstan karena pada V dan R konstan. Grafik hasil pengujian ditunjukkan pada gambar berikut;

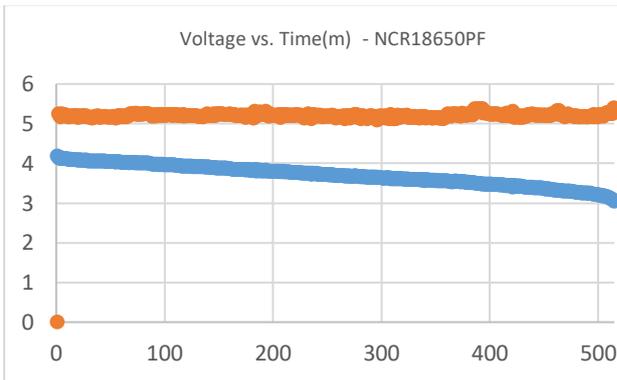


Gambar 12. Pengujian Baterai Ultrafire

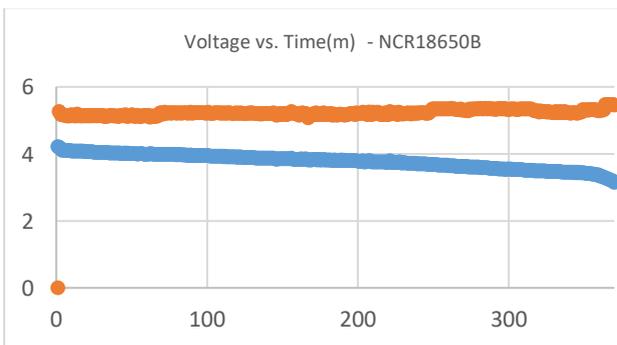
Dengan waktu pengujian saat habis 104 menit atau 1.73 jam maka kapasitas yang terukur adalah 311.27mAh, lebih rendah dari label yang tertulis yaitu 4800mAh. Hasil ini didapat dari perhitungan sbb;

$$AH = \text{Hour} * I_{load} = 1.73 * 0.1796 = 0.31127 \text{ AH}$$

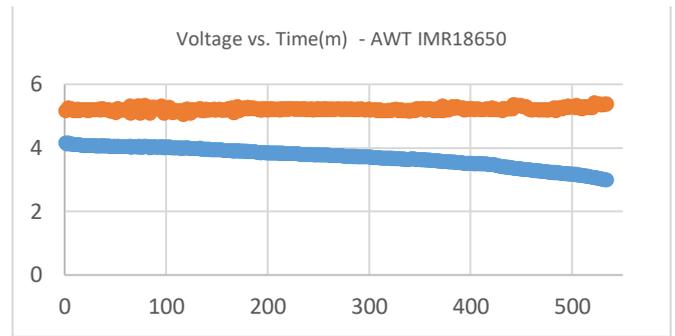
Hasil pengujian dan perhitungan merek lainnya ditunjukkan pada gambar berikut, pada gambar ini pun terlihat autocutoff pengujian berhasil dilakukan pada low limit voltage di 3vdc;



Gambar 13. Pengujian Baterai Panasonic NCR18650PF



Gambar 14. Pengujian Baterai Panasonic NCR18650B

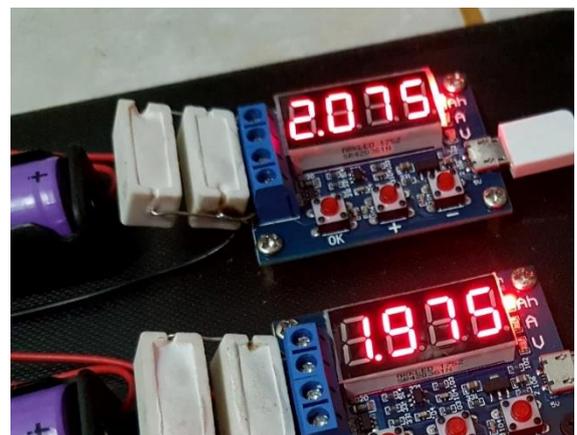


Gambar 15. Pengujian Baterai Panasonic AWT IMR18650

Tabel 3. Hasil pengujian dan perhitungan kapasistas dibandingkan sebenarnya.

MARK	ULTRAFIRE	NCR 18650PF	SAMSUNG SUNG SZN	NCR 18650B	AWT IMR 18650
(Volt)	5.21	5.21	5.24	5.24	5.23
(minute)	104	527	662	380	593
(Hour)	1.73	8.78	11.03	6.33	9.88
Load (ohm)	29	29	29	29	29
(Ampere)	0.18	0.18	0.18	0.188	0.188
Measured (mAh)	311	1579	1992	1144	1782
Label (mAh)	4800	2900	2000	3400	3000
Real (%)	6.5%	54.4%	99.6%	33.6%	59.4%

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa tidak sedikit batrai yang dijual dipasaran yang tidak sesuai dengan label yang tertulis atau name plate. Validasi hasil pengukuran ini pun dikonfirmasi oleh alat lain sebagai pengukur kapasitas baterai, dan hasilnya 98.4% sama, pengecekan validasi ini ditunjukkan pada photo saat pengujian baterai Samsung SZNS 18650 sbb.;



Gambar 16. Pengujian Validasi pengujian kapasistas SZNS 18650 pada Zhiyu

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini akan dijabarkan pada list berikut;

1. Alat uji kapasitas baterai dengan menggunakan DC step up converter sebagai penghasil tegangan konstan akan menghasilkan penggunaan arus konstan karena beban yang konstan, ini mendapatkan hasil akurasi 98.4% dibandingkan beberapa alat uji lain yang penulis gunakan.
2. Fitur auto cut off pada tegangan minimal 3vdc dapat difungsikan, dengan demikian diharapkan umur baterai yang diuji tidak berumur lebih pendek dan masih menyimpan pada kapasistas yang seharusnya selepas pengujian.
3. Dengan menambahkan fitur data akuisisi menggunakan Labview, dapat meminimalisir kesalahan pencatatan tegangan baterai saat discharge, seperti kesalahan pencatatan dari sisi penulisan, pembacaan hasil penulisan, dan pencatatan pada rentang waktu yang tidak tepat. Selain ini manfaat yang diperoleh yaitu data dapat dengan mudah diolah untuk analisa lebih lanjut karena hasil DAQ ini menggunakan format file *.xlsx.
4. Dari 5 merek baterai yang diamati hanya 1 yang sesuai label, lainnya memiliki kapasistas yang jauh lebih rendah hingga 6.48% dari yang tertulis.

Daftar Pustaka :

- [1] electrotechnic schematics, "Test of cheap Li-Ion 18650 cells - beware of fakes," http://danyk.cz/test18650_en.html, czech, 18 Feb 2017.
- [2] R. Thorne, "What is the maximum capacity of a 18650 battery ?," <https://www.quora.com/What-is-the-maximum-capacity-of-a-18650-battery>, Southern, CA., 24 May 2016.
- [3] B. Wilkie, "Beware of Fake Lithium Battery Capacities," <https://lightsngear.com/fake-lithium-battery-capacities/>, 10 Juli 2015.
- [4] H. H. Tumbelaka and Johannes, "Alat Uji Baterai 12V 60 AH Secara Elektronik," *Teknik Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 9-13, September 2001.
- [5] S. M. A. Bashir, S. K. H. Zaidi and M. Zaheer, "Design and Development of Accelerated Life Tester for Qualification of Batteries," *Space Technology*, vol. V, no. 1, pp. 33-39, Juli 2015.
- [6] L. W. Traub, "Calculation of Constant Power Lithium Battery Discharge Curves," *Batteries - MDPI*, vol. 17, no. 2, pp. 1-7, 11 June 2016.
- [7] D. N. Bagenda and R. Hudaya, "Pengaruh Struktur Pemrograman Dan Compiler Pada Kecepatan Operasi Menggunakan Arduino Uno," in *SNTEI - Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika* ISBN: 978-602-18168-0-6, Makassar, 2016.