

## TEKNIK PENGISIAN ULANG BATERAI ALKALINE NONRECHARGABLE BEKAS UNTUK MEMPERPANJANG UMUR PAKAI

### A Recharging Technique for used non-rechargeable alkaline battery to extend its life span

Warindi<sup>[1]</sup>, I Nyoman Wahyu Satiawan<sup>[1]</sup>, Supriono<sup>[1]</sup>, Ida Bagus Fery Citarsa<sup>[1]</sup>,  
I Made Budi Suksmadana<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup> Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mataram. Jl. Majapahit 62,  
Mataram, 83125 Lombok, Indonesia  
Email: warindi.dulrachman@gmail.com

---

#### ABSTRAK

Baterai alkalin merupakan salah satu jenis baterai yang didesain untuk sekali pakai. Akibatnya limbah baterai tersebut banyak. Untuk mengurangi dampak limbah baterai dirasa perlu adanya konservasi baterai yaitu dengan memperpanjang usia pakainya, sehingga menunda baterai tersebut menjadi limbah. Cara mudahnya adalah mengisi ulang baterai agar dapat digunakan kembali. Walaupun baterai alkaline merupakan baterai yang sekali pakai, namun dari karakteristik reaksi elektrokimianya terlihat bahwa reaksi kimia tersebut dapat dibalik sehingga terdapat kemungkinan bahwa baterai dapat diisi ulang. Beberapa batasan dalam pengisian ulang diantaranya menyangkut kondisi baterai, strategi pengisian ulang, batas jumlah siklus pengisian dan kapasitas baterai saat diisi ulang. Penelitian ini membahas prosedur konservasi baterai alkalin bekas untuk meningkatkan umur pakai yang sekaligus mengurangi dampak negatif limbah baterai terhadap lingkungan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode gabungan tegangan konstan dan arus konstan adalah yang paling cepat dan aman dalam mengisi ulang baterai alkaline, dan rata-rata baterai alkaline dapat diisi ulang hingga 8 kali.

**Kata kunci:** Baterai Alkalin, limbah baterai, konservasi baterai, prosedur pengisian ulang.

---

#### ABSTRACT

*Alkaline battery is one type of battery that is designed for single use. As a result, the battery waste is a lot. To reduce the impact of battery waste, it is necessary to conserve batteries, namely by extending their service life, thereby delaying the battery to become waste. The easy way is to recharge the battery so that it can be used again. Although alkaline batteries are disposable batteries, from the characteristics of the electrochemical reactions it can be seen that the chemical reactions can be reversed so that there is a possibility that the batteries can be recharged. Some of the limitations in recharging include the condition of the battery, the strategy of recharging, the limit on the number of charging cycles and the capacity of the battery when it is recharged. This study discusses the procedure for conserving used alkaline batteries to increase the service life while reducing the negative impact of battery waste on the environment. Experimental results show that the combined method of constant voltage and constant current is the fastest and safest way to recharge alkaline batteries, and on average alkaline batteries can be recharged up to 8 times*

**Key words:** *alkaline battery, battery waste, battery conservation, recharging procedure.*

---

#### PENDAHULUAN

Baterai alkalin sudah digunakan pada piranti-piranti teknologi secara luas selama bertahun-tahun. Pertumbuhan pasar baterai alkalin global diperkirakan mencapai USD 6,8 Milyar pada akhir tahun 2024 dari USD 5,9 Milyar pada tahun 2018

[1]. Di Indonesia, perkembangan industri baterai berkembang pesat. Hingga tahun 2013 jumlah unit usaha industri besar dan sedang yang bergerak di bidang batu baterai kering meningkat 6,74% [2].

Baterai alkalin termasuk golongan baterai kering (baterai primer) yang hanya

digunakan sekali dan setelah habis maka dibuang. Hal ini akan menimbulkan masalah limbah baterai yang perlu ditangani. Umumnya, baterai yang sudah tidak bisa dipakai lagi perlu didaur ulang dengan melalui suatu proses terstandar. Di Indonesia, penanganan limbah baterai secara umum tertuang dalam suatu Standar Nasional Indonesia (SNI) [3, 4, 5]. Cara lain menangani limbah baterai alkalin adalah dengan cara konservasi yaitu memperpanjang waktu guna baterai melalui pengisian ulang (recharging) [6, 7].

Kondisi limbah baterai tentu bermacam-macam, karena itu perlu dilakukan pemilahan untuk mengetahui baterai yang masih bisa digunakan kembali. Lebih jauh lagi strategi pengisian ulang juga perlu diteliti sebab mengisi ulang baterai yang tidak didesain untuk diisi ulang, akan beresiko terhadap keamanan atau keselamatan. Resiko keamanan yang dimaksud yaitu kebocoran baterai, panas berlebih atau bahkan meledak. Kemudian mempertimbangkan bahwa baterai jenis apapun mempunyai batas siklus pengisian ulang perlu kiranya diketahui jumlah siklus pengisian ulang efektif baterai alkalin.

Elektroda baterai alkalin terbuat dari Metal Zinc (seng) dan Mangan Dioksida. Ukuran baterai standar yang umum di pasaran adalah C, AA, AAA, N, D, dan kotak (9 V). Laju self-discharge < 0,3 % per bulan. Durabilitas waktu 5-10 tahun tegangan nominal 1,4 V. Lebih tinggi tegangan energinya dibandingkan Zinc Carbon atau Zinc Chlorida serta lebih lama shelf-life-nya. Sedangkan bahan elektrolitnya adalah basa yaitu Potassium Hidroksida (NaOH).

Dilihat dari reaksi kimianya, reaksi kimia dalam baterai dapat dibalik. Sebagian jenis baterai alkaline bisa diisi ulang namun sebagian besar tidak bisa sebab akan menyebabkan robekan dan bocor bila diisi ulang. Sumber lain mengatakan bahwa baterai alkalin jenis *non-rechargeable* bisa diisi ulang namun terbatas hanya kurang dari 10 kali pengisian ulang dan menurun tiap isi ulang. Berbagai cara isi ulang yang sederhana dan cepat meliputi 3 tahap daya induksi daya gerak pengisi pulsa (denyut) tegangan. Tujuan dari sistem manajemen pengisian baterai adalah untuk memperbaiki pemanfaatan atau penggunaan atau pemaksimalan kapasitas dan lifespan dari baterai Li-ion ukuran besar dan suatu algoritma pengisian baru

berbasis pada metode multistep tradisional [8].

Beberapa metode pengisian telah diusulkan untuk mendapatkan kenaikan life span baterai, diantaranya adalah metode tegangan tetap adalah pendekatan yang paling sederhana. Pada metode ini, tegangan dijaga tetap, sementara arus menurun perlahan terhadap waktu. Oleh sebab itu, pengisian melambat ketika baterai mendekati penuh/jenuh. Namun, di lain pihak, menaikkan tegangan untuk mempersingkat waktu pengisian dapat merusak baterai. Pendekatan lain adalah metode arus tetap (constant-current method, CC), yaitu arus dijaga pada suatu nilai tetap dengan cara menaikkan tegangan pengisian. Pada cara tersebut, pengisian maksimum dapat dicapai dengan cepat. Namun, tegangan pengisi tanpa batasan tersebut dapat merusak baterai, dan penentuan ketika baterai terisi penuh suatu tantangan tersendiri. Lebih jauh, karena reaksi elektrokimia, tegangan baterai turun secara cepat ketika pengisian dihentikan.

## METODOLOGI

Langkah penelitian meliputi tiga tahap yaitu: penentuan cara pemilahan baterai, penentuan strategi pengisian ulang dan prediksi jumlah siklus pengisian ulang. Langkah-langkah penelitian dapat diuraikan sebagai berikut:

### 1. Tahap pemilahan baterai

Langkah pertama penelitian adalah pemilahan baterai bekas type AA. Pemilahan bertujuan untuk memisahkan antara baterai yang masih baik dalam arti masih bisa diisi ulang dan baterai yang telah rusak. Proses pemilahan sebagai berikut: 1) pengamatan fisik secara visual, yaitu melihat apakah ada tanda-tanda kerusakan fisik baterai berupa kecacatan, kebocoran atau keretakan. 2) baterai yang secara fisik terlihat baik kemudian dilakukan pengujian secara listrik, yaitu pengukuran arus hubung singkat dan tegangan hubung buka. Baterai yang memenuhi syarat adalah arus hubung singkat lebih besar dari 0,1 A dan tegangan hubung buka lebih dari 0,7 V. 3) baterai yang memenuhi syarat no. 2 diatas kemudian diberikan tegangan pengisi sebesar 1,65 V selama 1 menit, kemudian diukur arus hubung singkat dan tegangan

hubung bukanya. Bila terdapat kenaikan arus hubung singkat dan tegangan hubung buka baterai maka baterai tersebut dianggap dapat diisi ulang dan siap untuk tahap percobaan berikutnya.

## 2. Tahap penentuan strategi pengisian ulang

Tahap ketiga adalah penentuan strategi pengisian ulang. Berdasarkan jalannya penelitian Percobaan dilakukan pada baterai yang lolos uji deteksi pada tahap sebelumnya. Sumber daya listrik untuk pengisian ulang adalah power supply variabel dengan tegangan dan arus yang bervariasi. Dari power supply akan terhubung ke baterai yang akan diuji. Selanjutnya baterai tersebut akan dengan proses mengisi ulang baterai menggunakan 3 metode yaitu metode tegangan konstan, metode arus konstan dan metode tegangan tetap - arus tetap. Selama baterai mengisi akan dihubungkan amperemeter untuk pengukuran arus, voltmeter untuk tegangan, serta timer untuk mengukur waktu. Rangkaian pengujian terlihat pada Gambar 1.

Untuk memastikan kondisi baterai dalam kondisi baik dan tidak mengalami kebocoran, baterai bekas yang sudah tak terpakai di ukur dan selanjutnya baterai dikosongkan kembali sampai baterai mencapai tegangan dan arus yang sama dengan meletakkan baterai pada tempat pengosongan atau discharge. Didapatkan kondisi baterai memiliki tegangan yaitu 1,11 Volt dan arus pada baterai atau I<sub>sc</sub> memiliki 1 A. Setelah baterai dalam kondisi yang sama, selanjutnya di lakukan pengisian dengan meletakkan baterai pada tempat uji yang telah dilapisi dinding akrilik tembus pandang agar dapat mengetahui kondisi baterai. Terdapat power supply dan 2 Multimeter. Salah satu multimeter mengukur Tegangan dan multimeter lainnya mengukur arus listrik. Selama pengujian, baterai alkalin *non-rechargeable* dengan ukuran AA diperlakukan 3 metode pengisian, yaitu metode pengisian dengan tegangan konstan, metode pengisian arus konstan dan terakhir dengan metode kombinasi tegangan dan arus konstan dengan rentang waktu pengukuran adalah 15 menit dan 10 menit.



(a)



(b)

**Gambar 1.** (a) *Rig* eksperimen penelitian pengisian ulang baterai *alkalin* (b) alat pengisi ulang baterai *alkalin*

## 3. Tahap Perkiraan Jumlah Siklus Pengisian Efektif

Tahap selanjutnya adalah perkiraan jumlah siklus pengisian efektif. Bahan yang digunakan pada tahap ini adalah baterai *alkalin* bekas yang sudah melalui tahap pemilihan dengan proses pemilahan dan menggunakan detektor kerusakan baterai yang sudah dibuat sebelumnya yang merupakan hasil dari tahap pertama. Kemudian baterai tersebut akan dikosongkan hingga arus hubung singkat tertentu, dalam hal ini ditetapkan 0,1 A. Pengosongan atau *discharge* dilakukan dengan menghubungkan baterai ke baban resistor 1 Ohm. Selanjutnya dilakukan pengisian dengan alat pengisi yang sesuai dengan hasil pada tahap kedua. Proses pengosongan dan pengisian tersebut dilakukan berulang, hingga baterai tidak dapat diisi kembali atau mengalami kerusakan. Jumlah siklus pengosongan - pengisian kemudian dihitung.

Pada penelitian ini variabel yang akan di cari dalam pengolahan data adalah:

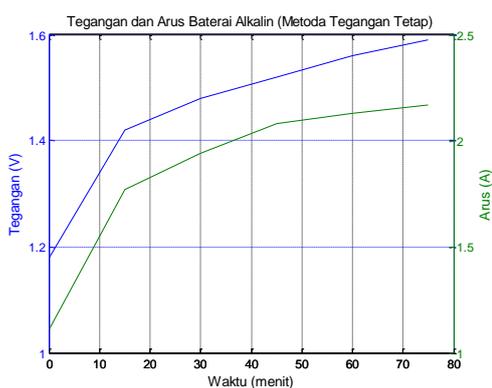
- a. Arus hubung singkat baterai. Pada baterai, akan dilihat grafik arus terhadap waktu pengisian, dimana akan menunjukkan kondisi arus pada baterai dan kemampuan baterai dalam menyimpan arus setelah dilakukan pengujian pengisian dengan metode yang ada.
- b. Tegangan hubung buka baterai. Pada baterai akan dilihat grafik tegangan, dimana akan dilihat kondisisi tegangan listrik pada baterai dan kemampuan baterai dalam menyimpan tegangan setelah dilakukan pengisian dengan metode yang telah ditentukan.

Proses pengisian dilakukan dalam batas waktu 10 menit, setelah itu dilakukan pengukuran menggunakan multimeter, baik untuk pengukuran arus hubung singkat maupun tegangan hubung buka. Pada penelitian ini bahan/baterai berjumlah 9 buah baterai dengan kondisi bekas pakai.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil penentuan strategi pengisian ulang

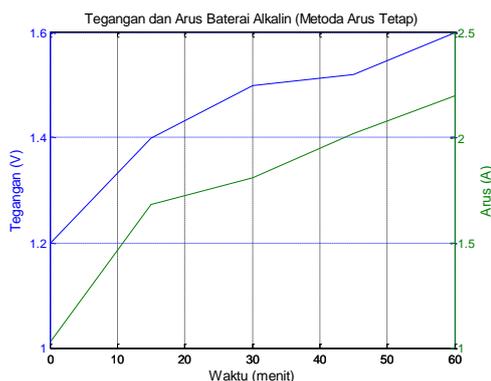
Hasil pengukuran pengisian baterai dengan tegangan tetap dan arus berubah dimana diberikan tegangan 3 V diperlihatkan pada Gambar 2. Pengisian dilakukan dalam kurun waktu 15 menit dan waktu jeda tertentu dan mengukur kembali tegangan dan arus hubung singkat baterai.



**Gambar 2.** Kurva tegangan hubung buka dan arus hubung singkat baterai terhadap waktu pengisian baterai dengan metode tegangan konstan

Pada kurva nilai rata-rata dari pengujian Gambar 2 terlihat tegangan hubung terbuka baterai (garis berwarna biru) dengan kondisi awal 1,175 V mengalami kenaikan dengan nilai yang variatif. Pada 15 menit pertama mengalami kenaikan menjadi 1,422 V atau dengan naik 0,25 V. Untuk 15 menit selanjutnya tidak mengalami kenaikan, dan tetap berada pada 1,422 V. Kemudian, kembali meningkat pada menit ke-45 dengan selisih kenaikan sedikit yaitu 0,03 V. Pada menit ke-45 hingga menit ke-75, tegangan hubung buka baterai mengalami kenaikan yang lambat namun tetap berada dikisaran tegangan 1,5 V. Proses pengisian diakhiri pada menit ke-75 dengan tegangan hubung buka baterai rata-rata terukur sebesar 1,59 V. Sedangkan untuk arus hubung singkat baterai yaitu ditunjukkan oleh garis berwarna kuning dengan arus awal sebesar 1,1 A, selama proses pengisian berlangsung pada 15 menit pertama arus pada baterai mengalami kenaikan yang begitu tinggi hingga 1,76 A atau dengan kenaikan sebesar 0,6 A. Selanjutnya untuk 15 menit berikutnya arus mengalami kenaikan namun tidak terlalu tinggi dengan kenaikan sekitar 0,1 A. Dari menit ke-60 hingga ke-75, baterai sedikit mengalami kenaikan arus hubung singkat hingga 2,1 A. Proses pengisian dihentikan pada menit ke-75 dengan nilai arus hubung singkat atau  $I_{sc}$  terukur sebesar 2,17 A.

Pengujian selanjutnya dengan metode pengisian arus tetap dan tegangan berubah. Arus pengisian baterai ditetapkan sebesar 550 mA. Pemilihan arus pengisian 550 mA mempertimbangkan kemampuan baterai dialiri arus sebesar mungkin namun tidak menimbulkan kerusakan. Nilai arus tersebut didapat dari percobaan pendahuluan melalui pengamatan visual dan suhu terhadap baterai saat diisi dengan berbagai variasi arus. Hasil percobaan metode arus tetap diperlihatkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Kurva tegangan hubung buka dan arus hubung singkat baterai terhadap waktu pengisian baterai metode arus konstan

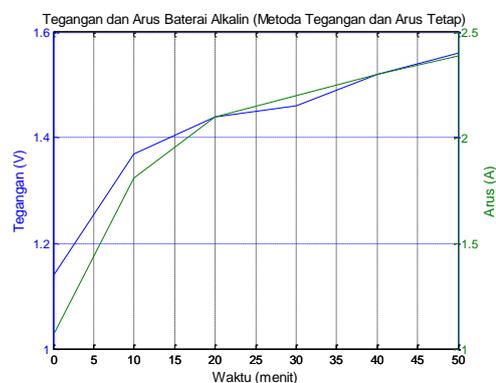
Pada Gambar 3 yang memperlihatkan kurva nilai rata-rata pengujian terlihat bahwa tegangan (garis berwarna biru) dengan kondisi awal 1,15 V terus mengalami kenaikan. Pada 15 menit pertama mengalami kenaikan sebesar 0,27 V atau mencapai 1,42 V. Untuk 15 menit selanjutnya, cenderung tetap pada tegangan sekitar 1,4 V. Namun kembali naik pada menit ke-45 hingga tegangan sebesar 1,53 V. Hingga menit ke-60, tegangan berada sekitar 1,5 V. Proses pengisian diakhiri pada menit ke-60 dengan tegangan akhir baterai rata-rata terukur sebesar 1,59 V.

Kemudian untuk variabel arus hubung singkat baterai, pada grafik ditunjukkan garis berwarna kuning, dengan arus awal sebesar 1,02 A. Selama proses pengisian berlangsung, pada 15 menit pertama, arus hubung singkat baterai mengalami kenaikan yang cukup tinggi hingga 1,68 A. Selanjutnya untuk 15 menit berikutnya arus terus mengalami kenaikan namun tidak terlalu tinggi hanya sekitar 0,2 A. Proses pengisian terlihat lebih cepat dari metode tegangan tetap/konstan, ditunjukkan pada menit ke-60 nilai arus hubung singkat terukur atau  $I_{sc}$  sudah mencapai 2,19 A.

## 2. Metode Pengisian Kombinasi Tegangan Dan Arus Konstan

Pada pengisian ulang dengan metode kombinasi tegangan konstan dan arus konstan, pengisian baterai dilakukan dengan dua metode secara bergantian, dengan cara pertama yaitu tegangan konstan selama 10 menit. Sama halnya dengan metode-metode sebelumnya, baterai akan di berikan tegangan dan arus

sebesar 3 V dan 550 mA. Selama selang 10 menit, demikian juga baterai akan di ukur untuk melihat tegangan dan arus pada baterai, sebelum metode berganti. Data hasil pengujian diperlihatkan pada kurva Gambar 4



**Gambar 4.** Kurva tegangan hubung buka dan arus hubung singkat baterai terhadap waktu pengisian baterai metode tegangan konstan- arus konstan

Pada Gambar 4 dapat dilihat tegangan hubung buka baterai (garis berwarna biru) dengan kondisi awal 1,14 V terus mengalami kenaikan. Pada 10 menit pertama mengalami kenaikan sebesar 0,3 V atau hingga 1,368 V, untuk 10 menit selanjutnya mengalami kenaikan tetapi tidak terlalu tinggi dengan kenaikan sebesar 0,1 V. Pada 10 menit berikutnya yaitu pada menit ke-20 dan menit ke-30, tidak mengalami kenaikan yaitu bertahan disekitar tegangan 1,4 V. Namun kembali naik pada menit ke-40 hingga tegangan sebesar 1,52 V. Hingga menit ke-50 tegangan tetap berada disekitara 1,5 V. Proses pengisian terhenti pada menit ke-50 dengan tegangan hubung buka baterai terukur sebesar 1,56 V.

Selanjutnya, untuk arus hubung singkat baterai ditunjukkan oleh garis berwarna kuning pada grafik Gambar 4, dengan arus awal sebesar 1,07 A. Selama proses pengisian ulang berlangsung, pada 10 menit pertama, arus hubung singkat baterai mengalami kenaikan cukup tinggi hingga 1,81 A atau naik sebesar 0,8 A. Selanjutnya untuk 10 menit berikutnya, arus terus mengalami kenaikan cukup tinggi dengan rata-rata 0,2 A. Pada menit ke-40 hingga menit ke-50, arus tidak mengalami kenaikan signifikan, berujung disekita 2,3 A. Proses pengisian ulang diakhiri pada menit ke-50 dengan nilai arus terukur hubung singkat atau  $I_{sc}$  sebesar 2,39 A. Proses pengisian diakhiri karena arus hubung

singkat baterai sudah tinggi atau dengan kata lain baterai sudah hampir terisi penuh.

### 3. Perbandingan hasil metode pengisian

Dari ketiga metode pengisian ulang yang telah diujicoba, terdapat perbedaan untuk kurva arus pada tiap metode selama proses mengisi berlangsung. Dari Gambar 2, 3 dan 4 terlihat untuk seluruh metode, baik nilai tegangan hubung buka atau arus hubung singkat mengalami kenaikan selama proses pengisian ulang berlangsung. Namun terdapat perbedaan nilai arus hubung singkat baterai yang terukur serta waktu dalam mencapai titik puncak nilai arus tersebut. Dari 3 metode tersebut, metode pengisian ulang yang lebih cepat mengisi baterai adalah metode kombinasi tegangan dan arus konstan, yakni pada waktu 50 menit dengan nilai arus hubung singkat baterai akhir adalah sebesar 2,39 A.

Sedangkan untuk metode pengisian arus konstan, pencapaian pengisian puncak terjadi pada menit ke-60, dengan selisih jauh dengan metode kombinasi tegangan dan arus konstan. Selanjutnya, dapat dilihat pula pada durasi waktu 15 menit berikutnya kenaikan pengisian melambat. Dan terakhir yaitu metode tegangan konstan, terlihat pada kurva tegangan hubung buka dan arus hubung singkat, juga mengalami kenaikan pengisian baterai. Namun pada menit ke-45 nilai arus hubung singkat baterai melandai bahkan hingga akhir durasi percobaan pada menit ke-75. Terlihat metode tegangan konstan paling rendah kinerja pengisiannya dibawah 2 metode lainnya.

Berdasarkan nilai arus hubung singkat dan tegangan hubung buka baterai dapat diperoleh bahwa metode pengisian ulang baterai *alkalin non-rechargeable* terbaik dari ketiga metode pengisian yang diuji adalah pengisian dengan metode kombinasi tegangan dan arus konstan.

### 4. Perkiraan Jumlah Siklus Pengisian Efektif

Perkiraan jumlah siklus diperoleh dengan uji 27 baterai dengan metode pengisian ulang kombinasi tegangan konstan – arus konstan didapat rata-rata 8 kali pengisian ulang sebelum baterai menjadi rusak atau tidak bisa diisi lagi.

### 5. Penelitian Lanjutan

Dari hasil penelitian terlihat bahwa baterai alkalin *non-rechargeable* yang biasanya dianggap tidak bisa diisi ulang ternyata masih dapat diisi ulang dan digunakan kembali, namun memang ada batasnya. Selain itu pada beberapa baterai yang sudah rusak, bila dipaksa diisi ulang tanpa kehati-hatian bisa terjadi kebocoran bahkan resiko meledak. Oleh sebab pemilahan baterai secara seksama sangat diperlukan. Tahap pemilahan memerlukan pengukuran berbagai besaran seperti arus, tegangan, suhu dan lain sebagainya. Sehingga penelitian ke depan akan lebih diarahkan dalam perancangan alat pemilah baterai yang berupa detektor cerdas untuk kerusakan baterai alkalin sehingga lebih menjamin keamanan ketika diisi ulang.

### KESIMPULAN

Baterai alkalin *non-rechargeable* yang masih dapat diisi ulang adalah bila tegangan hubung buka tersisa lebih dari 0,9volt dan tidak terdapat kebocoran. Metode terbaik untuk pengisian ulang baterai alkalin *non-rechargeable* adalah metode kombinasi tegangan konstan dan arus konstan. Dengan metode tersebut untuk satu baterai alkalin dengan ukuran AA, nilai tegangan konstan diberikan 10 menit pertama sebesar 3 V dan selanjutnya arus konstan sebesar 550 mA. Baterai alkalin *non-rechargeable* ukuran AA dapat diisi ulang rata-rata hingga 8 kali.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada LPPM Universitas Mataram atas kerjasama dan dukungan pendanaan. Terima kasih pula ditujukan untuk teman-teman yang tergabung di Kelompok Riset Power Electronics and Drives, Universitas Mataram dan juga untuk I Komang Yudhi Satya Nugraha, mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mataram atas bantuannya khususnya dalam mempersiapkan peralatan eksperimen.

### REFERENSI

- [1]. Anonim, (2020), Alkaline Battery Market Insights, Trends, Opportunity & Forecast <https://www.fastmr.com/report/28/alkaline-battery-market>.
- [2]. Kemenperin, (2014), Perkembangan Jumlah Unit Usaha Industri Besar dan

- Sedang di Indonesia, dapat diakses pada [https://kemenperin.go.id/statistik/ibs\\_indikator.php?indikator=1](https://kemenperin.go.id/statistik/ibs_indikator.php?indikator=1), tanggal akses 19-01-2020
- [3]. Anonim, (2017). All About Batteries: Environmental Fact Sheet, New Hampshire Departement of Enviromental Services
- [4]. Fahad, H., (2017), Cara memproses daur ulang baterai bekas. <https://www.jk2lhpurwakarta.org/2017/12/Daur-ulang-baterai-bekas.html> diakses 27 Des 2019
- [5]. Jati, Y. W., (2009), Baterai dikenai SNI wajib. [https://bsn.go.id/main/berita/berita\\_d\\_et/935/Baterai-dikenai-SNI-wajib](https://bsn.go.id/main/berita/berita_d_et/935/Baterai-dikenai-SNI-wajib) diakses 27 Des 2019.
- baterai alkaline? pakai alat ini aja! <https://jalantikus.com/news/6376> diakses 2 Januari 2020
- [7]. Roohparvar, B., (2019), Batteroo: Extend battery life significantly. <https://www.indiegogo.com/projects/batteroo-extend-battery-life-significantly#/> diakses 27 Des 2019.
- [8]. Lan, C. W., Lin, S. S., Liu, H. Y., Chen, L. H., and Huang, T. C., (2018), The development of portable intelligent battery management system with adequate charging method, Journal of the Chinese Institute of Engineers, vol. 41, no. 8, pp. 678-686.
- [6]. Wijaya, C. D., (2015), Mau perpanjang usia