

LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL TANIN#5

**“PEMANFAATAN LIMBAH BATERAI BEKAS LAPTOP *LITHIUM-ION*
18650 SEBAGAI ENERGI LISTRIK ALTERNATIF BERKELANJUTAN
PADA SEPEDA MOTOR LISTRIK”**



Diusulkan Oleh:

Bennedictus Abimanyu	0220230030	Angkatan 2023
Gusti Ivan Indie Mahardhika	0220230006	Angkatan 2023
Keva Khaila Agditia Rahmah	0220230033	Angkatan 2023

POLITEKNIK ASTRA

JAKARTA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Karya Tulis : Pemanfaatan Limbah Baterai Bekas Laptop
Lithium-Ion 18650 sebagai Energi Listrik
Alternatif Berkelanjutan pada Sepeda Motor Listrik
2. Instansi : Politeknik Astra
3. Sub Tema Karya : Lingkungan
4. Data Ketua
 - a. Nama Lengkap : Bennedictus Abimanyu
 - b. Nim : 0220230033
 - c. Jurusan/Fakultas : Teknik Mesin dan Industri
 - d. Perguruan Tinggi : Politeknik Astra
 - e. Alamat Rumah : Serang, Cikarang Selatan, Kab. Bekasi,
Jawa Barat
 - f. No. Telp/HP : 089652494874
 - g. Alamat Email : bennedictusa@gmail.com
5. Dosen Pembimbing I
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Neilinda Novita Aisa, S.T., M.T.
 - b. NIDN : 0323119106
 - c. Alamat dan No. Telp/HP : Jayasampurna Residen, Cikarang Selatan,
Kab. Bekasi, Jawa Barat (085717288834)
 - d. Alamat Email : neilinda.novita@polytechnic.astra.ac.id
6. Dosen Pembimbing II
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Andreansyah
 - b. NPK : 51903
 - c. Alamat dan No. Telp/HP : Serang, Cikarang Selatan, Kab.
Bekasi, Jawa Barat (082181362612)
 - d. Alamat Email : andreandriansyah690@gmail.com

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Neilinda Novita Aisa , S.T., M.T.
NIDN,0323119106

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Andreansyah
NPK,51903

Bekasi, 17 September 2024
Ketua Tim



Bennedictus Abimanyu
NIM, 0220230030

LEMBAR ORISINALITAS



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA LOMBA KARYA TULIS ILMIAH HMPS-PETERNAKAN 2024

Judul Karya Tulis :

Pemanfaatan Limbah Baterai Bekas Laptop *Lithium-Ion* 18650
sebagai Energi Listrik Alternatif Berkelanjutan pada Sepeda
Motor Listrik

Nama Ketua : Bennedictus Abimanyu

Nama Anggota : 1. Gusti Ivan Indie Mahardhika

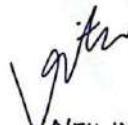
2. Keva Khaila Agditia Rahmah

Kami yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa karya tulis dengan judul di atas benar merupakan karya orisinal yang dibuat oleh penulis dan belum pernah dipublikasikan dan/atau dilombakan diluar kegiatan "Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional TANIN#5 2024" yang diselenggarakan oleh HMPS-PETERNAKAN Universitas Mataram. Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan apabila terbukti pelanggaran di dalamnya maka kami siap untuk didiskualifikasi dari kompetisi ini sebagai bentuk pertanggungjawaban kami.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ketua Tim


(...NEILINDA N.A.)
NIDN,0323119106


(...ANDREANYAH...)
NPK,51903


(...BENNEDICTUS A...)
NIM, 0220230030

Gambar 1 Lembar Pernyataan Orisinalitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena dengan berkat, rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini dengan baik dan benar.

Penyusunan karya tulis ini tidak terlepas dari peran banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya karya tulis ini, antara lain :

1. Kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya yang telah diberikan.
2. Kepada Orang tua dan keluarga penulis atas doa yang dipanjatkan.
3. Ibu Neilinda Novita Aisa, S.T., M.T. dan Bapak Andreansyah selaku dosen pendamping yang selalu mendukung, memberikan arahan, bimbingan, dan evaluasi dalam proses pembuatan karya tulis ini.
4. Rekan-rekan yang telah bekerja sama dalam pelaksanaan penelitian mulai dari tahap *brainstorming* ide, perencanaan, hingga penyusunan karya tulis ini.
5. Semua pihak yang telah membagikan pengetahuannya sehingga dapat penulis jadikan referensi dalam menyelesaikan karya tulis ini.

Harapan Penulis, semoga karya tulis ini dapat menjadi suatu manfaat bagi kita semua, sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan. Penulis menyadari karya tulis ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan karya tulis ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR ORISINALITAS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
RINGKASAN.....	ix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
a) Manfaat Ilmiah:.....	3
b) Manfaat Lingkungan:.....	3
c) Manfaat Sosial:.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2. Landasan Teori.....	4
2.1 Baterai.....	4
2.2 Baterai <i>Lithium-Ion</i>	4
2.3 <i>BMS (Battery Management System)</i>	4
2.4 <i>Battery Pack</i>	4
2.5 Rangkaian Seri-Paralel.....	5
2.6 Uji Voltase.....	5
2.6.1 Definisi.....	5
2.6.2 Pengukuran Voltase.....	5
2.7 <i>State of Health (SoH) Baterai</i>	5
2.8 Uji Daya Tahan Baterai.....	6
2.9 Penelitian Terdahulu.....	6
BAB III.....	9
METODE PENELITIAN.....	9

3.1 Waktu dan tempat.....	9
3.2 Kerangka Berpikir.....	9
3.3 Jenis Data.....	9
3.4 Teknik Pengumpulan Data	10
3.5 Variabel Dalam Penelitian	10
3.6 Alat dan Bahan.....	10
3.7 Langkah Kerja	12
3.8 Rincian Biaya.....	13
BAB IV	14
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Hasil Penelitian.....	14
4.1.1 Proses Pembuatan <i>Battery Pack</i>	14
4.2 Analisis Hasil	17
4.2.1 Desain Braket SMARTBATT : <i>Smart Battery Pack (IOT integrated)</i>	18
4.3 Pembahasan.....	18
4.3.1 Interpretasi	18
4.3.2 Kelebihan dan Kekurangam Penelitian	19
BAB V	20
PENUTUP	20
5.1 Simpulan.....	20
5.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	23
LAMPIRAN	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Lembar Pernyataan Orisinalitas	iii
Gambar 2 Kerangka Berpikir	9
Gambar 3 <i>Flowchart</i> Perakitan Battery Pack	12
Gambar 4 Rangkaian Listrik Battery Pack	14
Gambar 5 Desain Braket SMARTBATT : <i>Smart Battery Pack (IOT integrated)</i>	18
Gambar 6 Baterai Bekas Laptop Tipe 18650.....	25
Gambar 7 Alat dan Bahan Pembuatan Battery Pack.....	25
Gambar 8 Penyortiran Baterai Bekas Laptop	26
Gambar 9 Pengukuran Voltase Baterai	26
Gambar 10 Perakitan Battery Pack	27
Gambar 11 Proses <i>Spot Welding Battery Pack</i>	27
Gambar 12 Proses <i>Soldering</i> Komponen BMS	28
Gambar 13 Proses <i>Heat Shrink Wrapping</i>	28
Gambar 14 Hasil Proses <i>Heat Shrink Wrapping</i>	29
Gambar 15 Inspeksi Terakhir	29
Gambar 16 Pemasangan <i>Battery Pack</i> ke Sepeda Motor AstraTech.....	30
Gambar 17 Dokumentasi Bersama.....	30
Gambar 18 Wawancara dengan Pemilik Toko Service Elektronik.....	31
Gambar 19 Komponen Sepeda Motor Listrik (TORIK) ASTRAtch.....	31
Gambar 20 <i>Flowchart</i> Perakitan Diperbesar	32
Gambar 21 <i>Flowchart</i> Aplikasi Monitor Kesehatan Baterai	33
Gambar 22 <i>QR Code</i> Simulasi Aplikasi Battery Monitor App	33
Gambar 23 Grafik Pengujian Beban Listrik	34
Gambar 24 Tampilan Simulasi Aplikasi SMARTBATT.....	34
Gambar 25 Grafik Peningkatan Limbah Baterai Per Tahun	35
Gambar 26 Presentase Limbah Baterai Laptop yang dapat dikurangi.....	35
Gambar 27 Perhitungan Kapasitas Pemakaian Baterai.....	36
Gambar 28 Grafik Sortir Tegangan Baterai	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2 Rincian Biaya	13
Tabel 3 Data <i>Trial Error</i> 1.....	15
Tabel 4 Data <i>Trial Error</i> 2.....	15
Tabel 5 Data <i>Trial Error</i> 3.....	16
Tabel 6 Data Pengujian SoH	16
Tabel 7 Kelebihan dan Kekurangan Penelitian	19
Tabel 8 Data <i>Trial Error</i>	32

RINGKASAN

Di era modern ini, teknologi berkembang semakin pesat. Namun, tidak luput dengan adanya peningkatan limbah elektronik, seperti baterai bekas laptop yang limbahnya dapat mencapai 1,6 juta ton per tahunnya. Berdasarkan observasi langsung yang dilakukan oleh penulis di Kampung Jati Pilar, Desa Serang, Kabupaten Bekasi tepatnya berada di Kecamatan Cikarang Selatan. Kampung ini memiliki lebih dari 15 lapak penyedia jasa perbaikan alat elektronik. Berdasarkan keterangan dari para penyedia jasa perbaikan alat elektronik, ada lebih dari 20 *pack*/hari baterai *lithium-ion* laptop bekas dengan seri baterai 18650 menumpuk di gudang mereka dengan bobot masing-masing *battery pack* adalah 168-200gram dan tercampur dengan perangkat elektronik rusak lainnya. Sampai sekarang, belum ada tindakan dari pemerintah maupun warga sekitar terkait penanganan limbah jenis B3 ini.

Baterai *lithium-ion* tipe 18650, memiliki stabilitas yang baik dan lebih ramah lingkungan dibandingkan jenis baterai lainnya. Baterai ini banyak digunakan perangkat elektronik karena siklus hidup yang panjang serta efisiensi pengisian dan pengosongan yang tinggi. Berdasarkan observasi penulis, baterai bekas *lithium-ion* tipe 18650 dari baterai bekas laptop masih layak di daur ulang dan berpotensi dimanfaatkan kembali untuk menjadi *battery pack* sepeda motor listrik dan sumber cadangan listrik alternatif untuk rumah tangga.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara memanfaatkan limbah baterai bekas laptop tipe 18650 dalam pembuatan *battery pack*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode diskripsi dan eksperimen. Teknik pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data dikumpulkan melalui cara observasi, wawancara dan studi literatur. Teknik eksperimen dilakukan dengan tahapan penyortiran baterai, pembuatan *battery pack* dan melakukan pengujian pada *battery pack*. Rencana penelitian selanjutnya penulis akan membuat inovasi bernama “SMARTBATT” : *Smart Battery Pack (IOT integrated)*”. Ini merupakan inisiasi penulis yang didesain dengan slot *battery management system* dan modul *IOT* agar dapat dilakukan pengecekan langsung terhadap kondisi dan kesehatan baterai, serta memberikan peringatan pada pengguna apabila ada masalah pada *battery pack*, sehingga dapat didiagnosa lebih cepat dan dapat memperpanjang umur pakai *battery pack*.

Cara memanfaatkan limbah baterai bekas laptop menjadi *battery pack* yaitu dengan menyortir baterai berdasarkan uji voltase 2,0V-4,2V terlebih dahulu. Kemudian baterai disusun secara seri-paralel dengan total baterai 26 sel baterai dengan *braket battery holder*. Selanjutnya baterai di *spot weld* dan dilakukan inspeksi untuk menghasilkan *battery pack* yang sesuai dengan SNI No.8927 tahun 2020 tentang standar baterai kendaraan listrik. *Battery pack* yang dibuat ternyata juga dapat digunakan sebagai sumber energi listrik cadangan alternatif bagi rumah tangga yang ramah lingkungan. Hal ini selaras dengan SDGs di Indonesia point ke-7 (Energi Bersih dan Terjangkau), 13 (Penanganan dan Perubahan Iklim), 14 (Menjaga Ekosistem Laut) dan 15 (Menjaga Ekosistem Darat).

Kata Kunci: Baterai Bekas 18650, *Battery Pack*, *Braket SMARTBATT*, Uji Voltase

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern ini, perkembangan teknologi telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, mulai dari kemudahan dalam komunikasi, peningkatan efisiensi produksi, hingga munculnya inovasi di berbagai sektor seperti transportasi dan energi. Namun, di balik kemajuan tersebut, teknologi juga membawa dampak negatif, salah satunya adalah peningkatan limbah elektronik atau *e-waste* yang terus bertambah seiring dengan semakin cepatnya siklus pergantian perangkat elektronik.

Menurut laporan *Global E-Waste Monitor 2020*, Indonesia menghasilkan sekitar 1,6 juta ton limbah elektronik setiap tahunnya, menjadikannya salah satu penyumbang terbesar limbah elektronik di Asia Tenggara (Perkins *et al.*, 2019). Limbah ini mengandung bahan-bahan berbahaya seperti logam berat, yang jika tidak ditangani dengan benar dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Selain itu, limbah elektronik juga mengandung bahan bernilai seperti logam mulia dan komponen yang masih berfungsi, tetapi sering kali terabaikan dan tidak dimanfaatkan dengan baik.

Di antara limbah elektronik tersebut, baterai laptop bekas merupakan salah satu komponen yang banyak ditemukan. Ironisnya, baterai laptop yang sudah tidak digunakan sering kali dianggap tidak lagi memiliki nilai, padahal penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar sel dalam baterai tersebut masih berfungsi dengan baik. Sekitar 60-90% sel dalam baterai laptop yang dibuang masih dapat digunakan untuk aplikasi lain, seperti sumber daya pada sepeda motor listrik dan sumber cadangan listrik alternatif lainnya seperti penerangan dan alat elektronik rumah tangga lainnya (Fitriono *et al.*, 2022).

Pemanfaatan ini tidak hanya mengurangi limbah elektronik tetapi juga menekan permintaan bahan baku baru, sehingga berkontribusi pada konsep ekonomi sirkular sekaligus menyediakan alternatif sumber energi di tengah meningkatnya kebutuhan listrik di Indonesia. Proyek percontohan di Jerman dan India telah menunjukkan bahwa baterai daur ulang dapat digunakan dengan

efisiensi hingga 70% (Muzayanha *et al.*, 2019). Hal ini membuka peluang besar bagi Indonesia, mengingat semakin banyaknya limbah elektronik dan perangkat laptop yang beredar di masyarakat. Pemanfaatan baterai bekas untuk sepeda motor listrik dapat menurunkan biaya produksi, menjadikan teknologi ini lebih terjangkau dan mudah diakses oleh masyarakat luas.

Selain itu, pemanfaatan baterai daur ulang juga berkontribusi pada upaya pengurangan emisi karbon dan mendukung kebijakan pemerintah Indonesia dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Pemerintah Indonesia, melalui Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019, telah mendorong pengembangan kendaraan listrik untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi karbon. Dengan demikian, penelitian mengenai pemanfaatan baterai laptop bekas untuk sepeda motor listrik ini tidak hanya relevan dari segi ekonomi, tetapi juga mendukung target nasional dalam pengembangan energi terbarukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara memanfaatkan limbah baterai laptop bekas sebagai sumber cadangan energi listrik alternatif di Indonesia?
2. Apa keunggulan baterai laptop bekas dibandingkan dengan baterai baru dalam menyediakan daya untuk sepeda motor listrik dan instalasi listrik lainnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara memanfaatkan limbah baterai laptop bekas sebagai sumber cadangan energi listrik alternatif di Indonesia.
2. Mengetahui keunggulan baterai laptop bekas dibandingkan dengan baterai baru dalam menyediakan daya untuk sepeda motor listrik dan instalasi listrik lainnya.

1.4 Manfaat Penelitian

a) Manfaat Ilmiah:

1. Menambah pengetahuan tentang pemanfaatan limbah baterai laptop bekas sebagai sumber energi alternatif bagi sepeda motor listrik dan instalasi listrik lainnya.
2. Menjadi referensi bagi penelitian terkait energi alternatif.

b) Manfaat Lingkungan:

1. Mengurangi limbah B3 elektronik dan mendukung pengelolaan sampah elektronik yang lebih baik.
2. Mendorong penggunaan kendaraan listrik dan mengurangi emisi karbon.

c) Manfaat Sosial:

1. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah elektronik dan penggunaan kendaraan ramah lingkungan.
2. Mempermudah akses masyarakat terhadap kendaraan listrik dengan harga terjangkau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. Landasan Teori

2.1 Baterai

Baterai adalah tempat penyimpanan listrik arus searah atau *direct current* yang memanfaatkan energi kimia untuk menyimpan listrik di dalamnya untuk menghasilkan listrik, yang dapat digunakan oleh hampir semua perangkat elektronik portabel, seperti *smartphone*, laptop, senter, remot kontrol dan alat elektronik lainnya (Perdana, 2021). Dua jenis baterai yang biasa kita temukan dalam kehidupan sehari-hari adalah baterai yang dapat digunakan sekali pakai *single use* dan baterai yang dapat diisi ulang *rechargeable*.

2.2 Baterai *Lithium-Ion*

Baterai *lithium-ion* merupakan jenis baterai yang menggunakan *lithium* sebagai komponen utama dalam elektroda positif (katoda) dan grafit sebagai komponen negatif (anoda). Baterai *lithium-ion*, seperti tipe 18650 memiliki stabilitas yang baik dan lebih ramah lingkungan dibandingkan jenis baterai lainnya (Hilal *et al.*, 2024). Sejauh ini, baterai laptop bekas tipe 18650 biasanya dibuang bersama sampah lainnya di tempat sampah tanpa dilakukan pemilahan, dan hanya sebagian kecil dari baterai tersebut yang didaur ulang oleh masyarakat. Oleh karena itu, baterai laptop bekas jenis *lithium* tipe 18650 sebagian besarnya masih dapat dipergunakan dan dimanfaatkan kembali untuk menjadi penyimpanan energi listrik cadangan (Fitriono *et al.*, 2022).

2.3 BMS (*Battery Management System*)

Sistem manajemen baterai (*Battery Management System* atau *BMS*) adalah perangkat keras yang memiliki fungsi untuk menyeimbangkan, memantau, dan melindungi baterai yang dirangkai secara seri atau paralel. Penelitian menunjukkan bahwa *BMS* ini dapat menyeimbangkan tegangan antar sel, meningkatkan efisiensi pengisian dan umur baterai (Hilal *et al.*, 2024).

2.4 *Battery Pack*

Secara umum, *battery pack* terdiri dari sejumlah sel baterai kecil yang dihubungkan secara seri dan paralel, sehingga menghasilkan tegangan dan

kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan perangkat atau kendaraan (P, 2022). Saat ini, baterai jenis *lithium-ion* 18650 merupakan yang umum dipergunakan dalam pembuatan *battery pack* karena kemampuan energinya yang tinggi, daya tahan yang baik, serta efisiensi pengisian daya.

2.5 Rangkaian Seri-Paralel

Rangkaian seri-paralel merupakan gabungan dari rangkaian seri dan paralel, di mana beberapa komponen dihubungkan secara seri, sementara komponen lainnya dihubungkan secara paralel (Ayuni Febiana *et al.*, 2023). Kombinasi ini memungkinkan untuk memperoleh tegangan yang lebih tinggi.

2.6 Uji Voltase

2.6.1 Definisi

Uji voltase adalah pengukuran langsung yang sering digunakan sebagai parameter awal untuk menilai kondisi pengisian dan kesehatan baterai tipe 18650. Ini adalah pengujian penting yang dapat menunjukkan status pengisian daya, kondisi sel, dan kemungkinan masalah seperti kerusakan atau degradasi pada baterai, terutama untuk mengetahui apakah baterai tersebut masih layak digunakan (Eshetu & Alemu, 2018).

2.6.2 Pengukuran Voltase

Voltase dapat diukur secara langsung menggunakan avometer atau multimeter VDC. Pengukuran voltase dapat digunakan juga untuk pengujian *State of Health (SoH)* baterai, data terdapat di lampiran. Sehingga dapat dirumuskan bahwa voltase didapatkan dari voltase hasil pengukuran menggunakan multimeter VDC:

$$V = V \text{ terukur} \dots \dots \dots (1)$$

Di mana:

- V adalah voltase yang diukur dari baterai.
- V terukur adalah nilai voltase yang diperoleh langsung dari alat pengukur (*Multimeter VDC*).

2.7 State of Health (SoH) Baterai

State of Health (SoH) adalah ukuran kesehatan baterai yang dinyatakan dalam persentase. *SoH* menunjukkan perbandingan kapasitas penyimpanan energi yang

mencerminkan penurunan kinerjanya dari waktu ke waktu (Miao *et al.*, 2023). *International Energy Agency* menyatakan bahwa :

$SoH > 80\%$ sehat dan layak untuk mendukung performa kendaraan

$SoH < 80\%$ penurunan signifikan dalam kapasitas dan daya tahan

$SoH < 70\%$ kurang optimal (alternatif lain : penerangan, dll)

2.8 Uji Daya Tahan Baterai

Uji daya tahan baterai melibatkan pengukuran kapasitas retensi selama siklus pengisian dan pengosongan yang berulang. Pengujian ini penting untuk menentukan sejauh mana baterai dapat mempertahankan kapasitas aslinya setelah sejumlah siklus penggunaan. Semakin tinggi retensi kapasitas, semakin baik daya tahan baterai tersebut (Nadia Dwi Apriani *et al.*, 2021).

Untuk melakukan pengujian daya tahan baterai maka dilakukan dengan cara memberikan beban yaitu motor listrik dengan daya 1000 watt. Perhitungan batas daya pada pengujian dapat menggunakan rumus yang umum digunakan yaitu :

$$P = I \times V \dots \dots \dots (2)$$

Di mana:

- V adalah voltase dalam satuan *Volt*.
- P adalah Daya dalam satuan *Watt*.
- I adalah Arus dalam satuan *Ampere*.

2.9 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang penulis jadikan sebagai refrensi dalam penelitian, diantaranya adalah :

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	(Fitriano, <i>et al.</i> 2022)	Studi Pemanfaatan Baterai <i>Lithium</i> 18650 Bekas Sebagai	Memanfaatkan baterai jenis <i>lithium</i> tipe 18650 dari laptop bekas	Eksperimen	Kemampuan dalam menyimpan energi listrik <i>battery pack</i> <i>lithium</i> 18650

No	Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
		Penyimpan Energi Listrik Untuk Penerangan.	sebagai penyimpan energi listrik sebagai penerangan.		bekas didapat daya sebesar 77,83 Ah.
2	(Fajrin, 2024)	Pengujian Kapasitas Baterai <i>Lithium-ion</i> 18650 Menggunakan Metode <i>Charge and Discharge</i> .	Menguji kapasitas baterai dan membandingkan dengan kapasitas yang terpasang pada baterai.	Deskriptif	Baterai <i>Lithium-ion</i> 18650 mampu memberikan daya secara konsisten pada berbagai tingkat <i>discharge</i> .
3	(Nadia Dwi Apriani <i>et al.</i> , 2021)	Powerbank Laptop Portable sebagai Sumber Energi Mobile.	Mengetahui lama waktu pengecasan dengan tegangan 19V DC.	Eksperimen	Powerbank laptop portable ini apabila dibebani laptop dengan kapasitas baterai 5000 mAh dan arus 1,60 A maka lama waktu pengecasan 3 jam 8 menit. Lamanya waktu pengisian baterai laptop dengan tegangan 19V DC. Semakin besar

No	Penulis	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
					kapasitas baterai laptop maka semakin lama waktu pengisiannya.
4	(Cattaneo et al. 2023)	<i>Sorting, Characterization, Environmentally Friendly Recycling, and Reuse of Components from End-of-Life 18650 Li Ion Batteries.</i>	Mengetahui tata cara penyortiran baterai bekas dengan jenis 18650.	Deskriptif	Baterai <i>Lithium Ion</i> jenis 18650 masih layak digunakan apabila masih memiliki tegangan di dalamnya, dan dapat digunakan sebagai sumber energi listrik cadangan.
5	(Fuaddi et al., 2023)	Studi perkembangan kendaraan listrik di indonesia.	Mengetahui angka peminat sepeda motor listrik yang semakin pesat di indonesia.	Deskriptif	Data hasil peningkatan jumlah kendaraan listrik di kota padang.

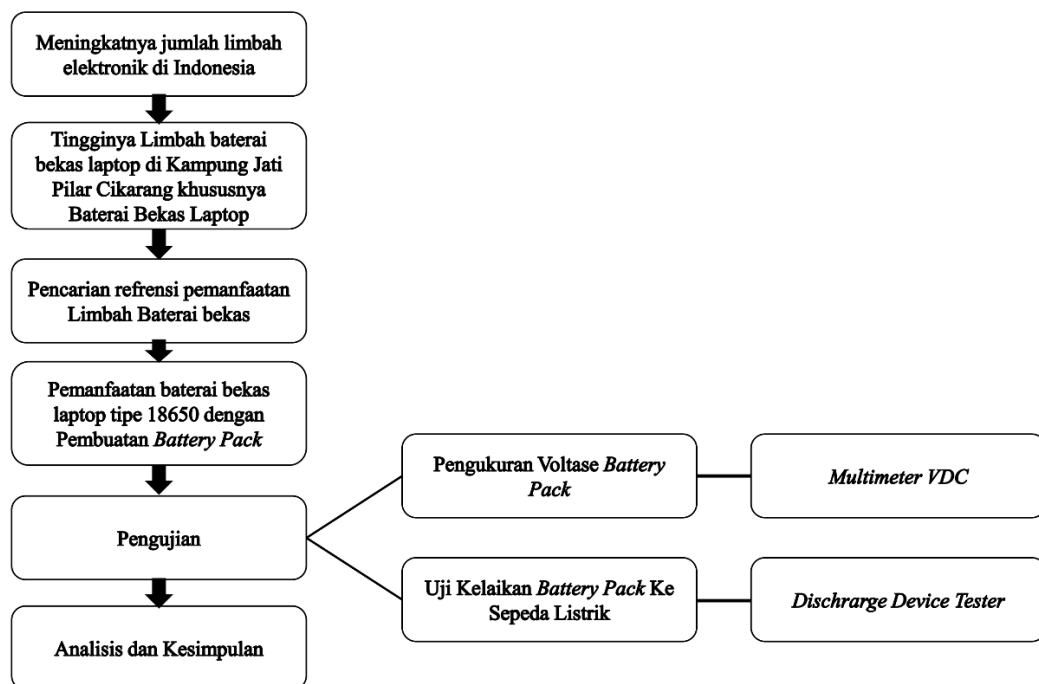
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan pada tanggal 15 Mei – 18 September 2024 di lokasi Kampung Jati Pilar, Desa Serang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, Indonesia. Kampung ini terletak di Kecamatan Cikarang Selatan dan memiliki populasi hingga 4.089 jiwa. Di kampung Jati Pilar, terdiri lebih dari 15 lapak usaha jasa perbaikan perangkat elektronik disekitarnya.

3.2 Kerangka Berpikir



Gambar 2 Kerangka Berpikir

3.3 Jenis Data

Jenis data yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu :

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang langsung memberikan informasi kepada peneliti. Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui wawancara dengan penyedia jasa servis elektronik di Kampung Jati Pilar, Desa Serang, Kecamatan Cikarang Selatan.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber informasi tidak langsung yang digunakan peneliti. Dalam penelitian ini, data sekunder kami diperoleh dari catatan dan dokumentasi survei langsung di Kampung Jati Pilar.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan untuk memperoleh informasi yang diperlukan demi mencapai tujuan penelitian. Beberapa tahapan yang menjadi metode dalam pengumpulan data penelitian ini, meliputi:

3.4.1 Observasi

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data melalui pengamatan langsung di lapangan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi aktual dan jumlah limbah baterai bekas laptop di beberapa lapak penyedia jasa perbaikan elektronik, dokumentasi dapat dilihat pada lampiran.

3.4.2 Wawancara

Metode wawancara adalah teknik pengumpulan data oleh dua orang atau lebih dengan cara bertukar informasi maupun suatu gagasan di waktu yang bersamaan.

3.5 Variabel Dalam Penelitian

3.5.1 Variabel Terikat

Variabel yang terikat dari penelitian kami yakni *bracket holder* baterai, *connection power cable*, *nickel strip*, dan *PVC heat shrink wrap*.

3.5.2 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah jumlah baterai bekas yang dapat digunakan.

3.5.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol dari penelitian ini adalah spesifikasi baterai jenis *Lithium Ion* 10 AH - 48 volt – Daya Motor 1000 watt-1/2 Jam berdasarkan SNI 8927:2020.

3.6 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

3.6.1 Alat

Alat adalah sesuatu yang digunakan untuk membuat sesuatu, berupa benda *non consumable*.

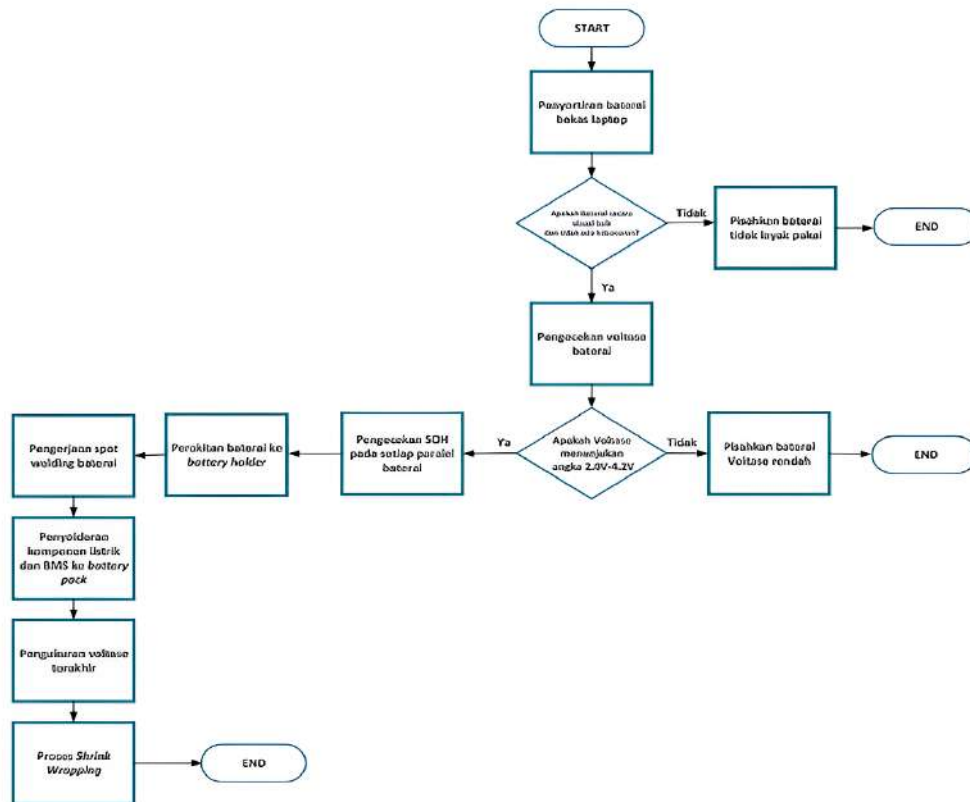
1. *Soldering Iron*.
2. *Spot Welder*.
3. Tang Potong.
4. *Hair dryer*.
5. *Avometer*.
6. Sarung tangan *Latex* tahan kimia.
7. *liitokala Battery charger*.

3.6.2 Bahan

Bahan adalah sesuatu yang diperlukan dan merupakan bagian dari sesuatu yang akan dibuat dan dikategorikan *consumable*.

1. Baterai Jenis *Lithium Ion* dengan seri 18650.
2. *Bracket Holder Battery*.
3. Timah Solder.
4. Strip Nikel.
5. Kabel Koneksi *Power*.
6. *BMS Battery Management System*.
7. *Female Power Socket 48V*.
8. *Male Power Socket 48V*.
9. *PVC Heat Shrink Wrap*.

3.7 Langkah Kerja



Gambar 3 Flowchart Perakitan Battery Pack

1. Membongkar baterai bekas laptop dan mengambil baterai jenis *lithium ion* dengan seri 18650 dari dalamnya. Dengan menggunakan tang potong dengan hati-hati.
2. Melakukan inspeksi visual baterai apakah ada tanda korosi, kebocoran kimia, dan terbakar/gosong. Apabila ditemukan baterai yang visualnya seperti tanda-tanda tersebut, maka baterai tidak layak untuk digunakan.
3. Melakukan pengecekan tegangan dengan avometer. Apabila baterai terbaca memiliki voltase dengan angka minimal 02.0 VDC maka baterai layak untuk digunakan. Apabila baterai terbaca kurang dari 02.0 VDC maka baterai tidak layak digunakan.
4. Menyamakan voltase dengan pengisian daya menggunakan *LiitoKala*.
5. Menyatukan baterai yang layak pakai dengan *bracket battery holder*. Lalu menyusunnya dalam rangkaian seri.
6. Melakukan *spot welding* strip nikel ke baterai yang telah disusun.

7. Melakukan pengujian voltase *battery pack* yang di rangkai dengan avometer.
8. Pengecekan *State of Health* pada *battery pack*.
9. Melakukan pemasangan *BMS* atau *Battery Management System*, yang berfungsi untuk mengatur tegangan baterai masuk saat di lakukan pengecasan, dan keluar saat digunakan.
10. Melakukan penyegelan baterai dengan menutup *Lid* dan *PVC heat shrink wrap*.

3.8 Rincian Biaya

Penggunaan anggaran yang dibutuhkan untuk penelitian ini sebesar Rp1.394.400,00. Rincian terhadap biaya tersebut yakni tertera pada tabel 2.

Tabel 2 Rincian Biaya

No	Perlengkapan	Harga Satuan	Quantity	Harga Total
1	<i>Soldering Iron</i>	Rp20.000	1 unit	Rp20.000
2	<i>Spot Welder</i>	Rp475.000	1 unit	Rp475.000
3	Tang Potong	Rp60.000	1 unit	Rp60.000
4	<i>Hair dryer</i>	Rp72.000	1 unit	Rp72.000
5	<i>Avometer</i>	Rp80.000	1 unit	Rp80.000
6	Sarung tangan <i>Latex</i> tahan kimia	Rp89.000	1 Pasang	Rp89.000
7	<i>Littokala Battery Charger</i>	Rp295.000	1 unit	Rp295.000
Sub-total				Rp1.091.000
No	Bahan Habis Pakai	Harga Satuan	Quantity	Harga Total
8	<i>Bracket Holder Battery 4x8 slot</i>	Rp25.000	2 Unit	Rp25.000
9	Timah Solder	Rp20.000	1 Roll	Rp20.000
10	Strip Nikel	Rp20.000	1 Meter	Rp20.000
11	Kabel Koneksi <i>Power</i>	Rp27.000	1 Meter	Rp27.000
12	<i>BMS Battery Management System</i>	Rp90.000	1 unit	Rp90.000
13	<i>Female Power Socket 48V</i>	Rp23.700	1 unit	Rp23.700
14	<i>Male Power Socket 48V</i>	Rp22.700	1 unit	Rp22.700
15	<i>PVC Heat Shrink Wrap</i>	Rp75.000	1 unit	Rp75.000
Sub-total				Rp303.400
Total Keseluruhan				Rp1.394.400
Terbilang Satu Juta Tiga Ratus Sembilan Puluh Empat Ribu Empat Ratus Rupiah				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

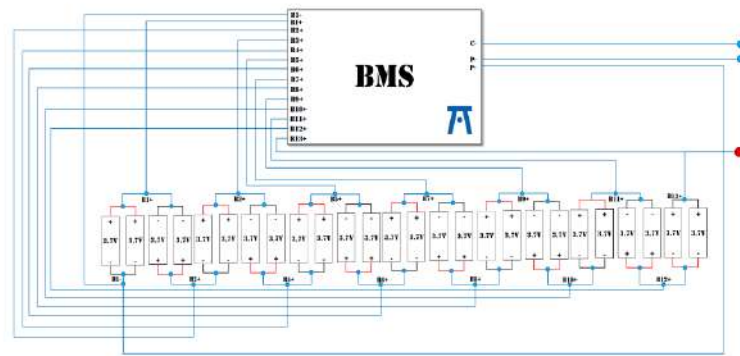
4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Proses Pembuatan *Battery Pack*

Percobaan digunakan untuk menentukan pendekatan konfigurasi yang sesuai dengan kapasitas spesifikasi yang ada. Pada penelitian ini, penulis melakukan tahap percobaan untuk menentukan kapasitas baterai yang diperlukan untuk memenuhi standar spesifikasi pada sepeda motor listrik yang memiliki sumber energi sebesar 48V. Pada pengujian ini, baterai lithium ion adalah komponen utama yang akan di rangkai secara seri-paralel.

Oleh karena itu untuk menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan perlu perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Baterai} = V_{\text{total}} : V_{\text{baterai}} \dots \dots \dots (3)$$



Gambar 4 Rangkaian Listrik *Battery Pack*

Pada rangkaian paralel, tegangan nominal setiap sel akan tetap sama dengan tegangan total yang di paralelkan.

$$V_{\text{paralel}} = V_{\text{nominal}} \dots \dots \dots (4)$$

Setelah baterai di rangkai secara paralel, kemudian baterai akan di rangkai secara seri dengan tujuan untuk meningkatkan tegangan pada baterai.

Untuk itu digunakan perhitungan dengan rumus :

$$V_{\text{total}} = V_{\text{bat1}} + V_{\text{bat2}} + V_{\text{bat3}} + V_{\text{bat..}} + V_{\text{bat13}} \dots \dots \dots (5)$$

atau

$$V_{\text{total}} = V_{\text{baterai}} \times n \dots\dots\dots(6)$$

Dimana ;

V : Tegangan baterai

N : Jumlah baterai (sepasang)

(Percobaan 1)

Perhitungan menggunakan baterai *lithium ion* dengan kapasitas sebesar 1,6V

$$\text{Jumlah Baterai} = 48V : 1,6V$$

Jumlah Baterai = 30 pasang baterai (paralel) (tidak sesuai)

Tabel 3 Data *Trial Error* 1

Baterai	B1	B2	B3	B4	B5	B...	B30
V total	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V	1.6V

$$V_{\text{total}} = V_{\text{baterai}} \times n \text{ (jumlah baterai paralel berpasangan)}$$

$$V_{\text{total}} = 1.6V \times 30$$

$$V_{\text{total}} = 48V$$

(Percobaan 2)

Perhitungan menggunakan baterai *lithium ion* dengan kapasitas sebesar 2,4V

$$\text{Jumlah Baterai} = 48.1V : 3,7V$$

Jumlah Baterai = 13 pasang baterai (paralel) (sesuai)

Tabel 4 Data *Trial Error* 2

Baterai	B1	B2	B3	B4	B5	B...	B13
V total	3,7V	3,7V	3,7V	3,7V	3,7V	3,7V	3,7V

$$V_{\text{total}} = V_{\text{baterai}} \times n \text{ (jumlah baterai paralel berpasangan)}$$

$$V_{\text{total}} = 3,7V \times 13$$

$$V_{\text{total}} = 48.1V \text{ (sesuai)}$$

(Percobaan 3)

Perhitungan menggunakan baterai *lithium ion* dengan kapasitas sebesar 3,3V

Jumlah Baterai = $48V : 3,3V$

Jumlah Baterai = 14,5 pembulatan ke 15 pasang baterai (paralel)

Tabel 5 Data *Trial Error* 3

Baterai	B1	B2	B3	B4	B5	B...	B15
V total	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V	3.3V

$V_{total} = V_{baterai} \times n$ (jumlah baterai paralel berpasangan)

$V_{total} = 3,3V \times 15$

$V_{total} = 49.5V$ (tidak sesuai)

Setelah dilakukan tiga kali pengukuran dan perhitungan, untuk menghasilkan *battery pack* dengan tegangan listrik 48 volt, 10 Ah, dan kapasitas daya sebesar 1000 watt, penulis menentukan percobaan ke-2 untuk penyeragaman voltase 3.7V dalam pembuatan *battery pack*. Dibutuhkan sebanyak 26 sel baterai dengan 2 sel baterai di rangkai paralel dengan voltase yang sama, kemudian baterai tersebut disusun kembali secara seri dengan 26 baterai, sehingga menjadi satu kesatuan. Data kesimpulan penujian dapat dilihat di lampiran.

4.1.2 Pengujian *Battery Pack*

a. Pengujian *State of Health (SoH)* Baterai

Pengujian *State of Health (SoH)* baterai dilakukan dengan cara membandingkan kapasitas baterai maksimum terukur dibagi dengan kapasitas maksimum baterai baru.

Tabel 6 Data Pengujian SoH

Parameter	Tegangan Saat Ini (V)	SoH (%)	Parameter	Tegangan Saat Ini (V)	SoH (%)
Sel Baterai 1	3.54	84.29	Sel Baterai 14	3.33	79.29
Sel Baterai 2	3.51	83.57	Sel Baterai 15	3.45	82.14
Sel Baterai 3	3.48	82.86	Sel Baterai 16	3.54	84.29
Sel Baterai 4	3.50	83.33	Sel Baterai 17	3.37	80.24
Sel Baterai 5	3.30	78.57	Sel Baterai 18	3.48	82.86
Sel Baterai 6	3.36	80.00	Sel Baterai 19	3.36	80.00
Sel Baterai 7	3.37	80.24	Sel Baterai 20	3.37	80.24
Sel Baterai 8	3.54	84.29	Sel Baterai 21	3.36	80.00

Parameter	Tegangan Saat Ini (V)	SoH (%)	Parameter	Tegangan Saat Ini (V)	SoH (%)
Sel Baterai 9	3.28	78.10	Sel Baterai 22	3.54	84.29
Sel Baterai 10	3.57	85.00	Sel Baterai 23	3.48	82.86
Sel Baterai 11	3.33	79.29	Sel Baterai 24	3.36	80.00
Sel Baterai 12	3.32	79.05	Sel Baterai 25	3.54	84.29
Sel Baterai 13	3.36	80.00	Sel Baterai 26	3.32	79.05
Kapasitas Awal (V)	54.6				
Kapasitas Saat Ini (V)	47.8				
SoH Total (%)	87.55				

b. Pengujian Beban Motor Listrik

Pada tahap pengujian ini pemakaian energi pada *battery pack* diuji dengan memberikan beban motor listrik dengan daya 1000 Watt. Grafik pengujian dapat dilihat di lampiran.

Dapat diketahui total daya *battery pack* 48,1 volt adalah 10 Ah. Untuk mengetahui batas daya dari hasil pengujian data grafik diatas maka digunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 P &= I \times V \\
 &= 10\text{Ah} \times 48\text{V} \\
 &= 480\text{Wh}
 \end{aligned}$$

480Wh (daya maksimal yang dapat digunakan/Jam) 1000Wh (daya total beban) 1000Wh-480Wh = 520Wh (adalah watt atau daya hilang berupa resistansi dan panas sepanjang penggunaan per jam).

4.2 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil penelitian telah berhasil dibuat sumber tenaga listrik alternatif dari baterai *lithium-ion* 18650 daur ulang yang menghasilkan tegangan 48V, 10Ah dengan kapasitas daya motor 1000watt, dan dapat diisi ulang sesuai dengan Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019 dan standar yang ditetapkan dalam SNI No.8927 tahun 2020 mengenai kendaraan listrik.

4.2.1 Desain Braket SMARTBATT : *Smart Battery Pack (IOT integrated)*

Alat monitor kesehatan baterai atau *BMS Battery Management System* dibuat berdasarkan kebutuhan mitra kendaraan listrik di era revolusi industri 5.0. Untuk mendukung mitra dalam perkembangan teknologi, maka penulis menginisiasikan sebuah desain braket “SMARTBATT : *Smart Battery pack (IOT integrated)*”. Braket ini di desain memiliki sebuah tutup dengan mekanisme *sliding* yang terdapat modul *Battery Management System (BMS)* dan terintegrasi dengan *Internet Of Things (IOT)*. Sistem ini akan terhubung dengan ponsel pengguna agar dapat dilakukan pengecekan langsung terhadap kondisi dan kesehatan baterai, serta memberikan peringatan pada pengguna apabila ada masalah pada *battery pack*, sehingga dapat di diagnosa lebih cepat dan dapat memperpanjang umur pakai *battery pack*.



Gambar 5 Desain Braket SMARTBATT : *Smart Battery Pack (IOT integrated)*

4.3 Pembahasan

4.3.1 Interpretasi

Baterai bekas laptop seri 18650 memiliki potensi sebagai solusi untuk mengurangi limbah B3 elektronik sekaligus menyediakan sumber energi alternatif bagi sepeda motor listrik dan cadangan listrik untuk rumah tangga. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan kembali baterai bekas laptop. Untuk mendapatkan *battery pack* yang sesuai dengan spesifikasi SNI No.8927 tahun 2020 tentang standar baterai kendaraan listrik, penulis memutuskan percobaan ke-2 sebagai acuan dalam penyeragaman tegangan setiap sel

baterai sebesar 3.7V. Hasil pengujian *State of Health (SoH)* pada *battery pack* sebesar 87.55%, menunjukkan bahwa baterai bekas dapat mendukung performa sepeda motor listrik, memberikan jarak tempuh sekitar 40-60 km per pengisian penuh, dan menekan biaya hingga 50,56% dari harga baterai baru. Kesimpulannya, pemanfaatan baterai ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga ekonomis, menegaskan pentingnya daur ulang limbah elektronik sebagai solusi energi alternatif.

4.3.2 Kelebihan dan Kekuramgam Penelitian

Untuk memahami metode strategi dalam pengembangan *battery pack* yang menggunakan bahan baku baterai bekas laptop seri 18650, diperlukan evaluasi menyeluruh mengenai kelebihan dan kekurangan penelitian ini.

Tabel 7 Kelebihan dan Kekurangan Penelitian

<i>Strengths</i>	<i>Weakness</i>
1. Mengurangi limbah baterai laptop bekas tipe 18650. 2. Mengurangi <i>cost</i> dalam pembuatan <i>battery pack</i> untuk sepeda motor listrik. 3. Mengurangi dampak negatif dan resiko berbahaya pada lingkungan. 4. Terciptanya braket multifungsi. 5. Sejalan dengan SDGs ke-7 tentang energi bersih dan terjangkau.	1. Belum banyak dikenali oleh masyarakat pemanfaatannya. 2. Mendapatkan baterai sel yang kondisinya sangat baik. 3. Masih dibuat dengan cara konvensional.
<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
1. Mendapatkan daya tarik masyarakat. 2. Dapat dijadikan energi alternatif dengan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan baterai baru. 3. Dapat membuka peluang bisnis baru. 4. Menambah penghasilan para pengepul limbah elektronik dan pengolahnya.	1. Persaingan ketat dengan <i>Battery Pack</i> yang baru. 2. Waktu produksi yang lebih lama. 3. Belum memiliki hak paten. 4. Masih dalam tahap penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, yaitu :

1. Cara memanfaatkan limbah baterai bekas laptop seri 18650 yaitu dengan menjadikan sel baterai bekas laptop menjadi *battery pack*. Langkah pembuatan *battery pack* dari limbah baterai bekas laptop adalah sebagai berikut : menyortir baterai berdasarkan voltase 2.00V-4.2V. Kemudian baterai disusun secara seri-paralel sebanyak 13 pasang. Selanjutnya baterai di hubungkan ke BMS dan dilakukan pengecekan nilai *SoH* pada *battery pack*.
2. Keunggulan *battery pack* kami adalah adanya Braket “SMARTBATT : *Smart Battery Pack (IOT integrated)*” yang didesain memiliki sebuah tutup dengan mekanisme *sliding* dan terdapat modul *BMS* yang terintegrasi dengan *IOT (Internet Of Things)*. Sistem ini nantinya akan terhubung dengan ponsel penggunaanya agar dapat dilakukan pengecekan langsung terhadap kondisi dan kesehatan baterai, serta memberikan peringatan pada pengguna apabila adanya masalah pada *battery pack*, sehingga dapat di diagnosa lebih cepat dan dapat memperpanjang umur pakai *battery pack*.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, adalah :

1. Sebaiknya dalam proses perakitan *battery pack* menggunakan braket *SMARTBATT* yang sudah dirancang penulis pada gambar 5.
2. Membangun UMKM dengan pemerintah setempat sehingga limbah baterai bekas laptop yang masih bisa digunakan dapat di sortir dengan baik dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriyono, F., Saputra, G. H., & Ancolo, A. (2022). Studi Pemanfaatan Baterai Lithium 18650 Bekas Sebagai Penyimpan Energi Listrik Untuk Penerangan. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 13–17. <https://doi.org/10.36269/jtr.v4i1.987>
- Wulansari, I., & Aziz, V. (2023). Challenges of transforming Indonesia's circular economy in the context of electric vehicle policy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1220(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1220/1/012037>
- Gerling, Jens., Winkler, Olaf. (2020). 4. Battery for a motor vehicle, motor vehicle and method for charging a battery
- Cattaneo, P., Callegari, D., Merli, D., Tealdi, C., Vadivel, D., Milanese, C., ... & Quartarone, E. (2023). Sorting, Characterization, Environmentally Friendly Recycling, and Reuse of Components from End-of-Life 18650 Li Ion Batteries. *Advanced Sustainable Systems*, 7(9), 2300161.
- Carmela, Velasco., Jun, Kelvin, D., Kimayong. (2020). 1. Mobile Phone Power Bank Out of Scrap Laptop Battery Packs. Social Science Research Network, doi: 10.2139/SSRN.3727820.
- Sommerville, R. (2021). Recycling used lithium-ion batteries for sustainability. *Sustainability Science Journal*
- Haifeng, Dai., Jiangong, Zhu. (2024). 1. Battery life test. doi: 10.1016/b978-0-443-15543-7.00006-6
- Lin, Z., Hao, Q., Zhao, B., Hu, M., & Pei, G. (2024). Performance analysis of solar electric bikes. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 132, 104261. Doi : <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104261>
- Mina, G., Bonadonna, A., Peira, G., & Beltramo, R. (2024). How to improve the attractiveness of e-bikes for consumers: Insights from a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 140957. doi : <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140957>
- Clark, Paul. (2019). 1. Voltage testing system.
- Fuaddi, R., Putra, D. S., Purwanto, W., & Dwiyani, N. (2023). *MSI Transaction*

on Education Studi Perkembangan Ekosistem Kendaraan Listrik di Kota Padang MSI Transaction on Education. 4(2), 85–94.

Miao, M., Yu, J., Yang, P., Yue, S., & Zhou, R. (2023). Battery health monitoring system. *2023 IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM)*, 9(20), 0–1.

Perkins, D. N., Brune Drisse, M. N., Nxele, T., & Sly, P. D. (2019). E-waste: A global hazard. *Annals of Global Health*, 80(4), 286–295.

<https://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.10.001>

Perdana, F. A. (2021). Baterai Lithium. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 113. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50082>

Eshetu, F., & Alemu, M. (2018). Students conception of voltage and resistance concepts after conventional instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3021–3033.

<https://doi.org/10.29333/ejmste/91603>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Ketua Tim

a. Biodata

Nama : Bennedictus Abimanyu
 TTL : Bekasi, 06 April 2005
 Alamat : Serang, Cikarang Selatan, Kab. Bekasi, Jawa Barat.
 Status : Mahasiswa

b. Pengalaman Organisasi

- 1) Staf Kementrian Keuangan BEM Politeknik Astra
- 2) Bendahara UKM KMK Politeknik Astra

c. Judul Karya Ilmiah yang Pernah Dibuat

- 1) “Pemanfaatan Tumbuhan Kaktus *Opuntia Cochenillifera* Sebagai Pengganti Kulit Binatang Untuk Mengurang *Carbon Footprint* Pada Industri Penyamakan Kulit”

d. Penghargaan Ilmiah

- 1) Peserta Lomba Seary Soedirman Event of Animal Husbandary 7.0 yang di adakan oleh dengan judul “Pemanfaatan Tumbuhan Kaktus *Opuntia Cochenillifera* Sebagai Pengganti Kulit Binatang Untuk Mengurang *Carbon Footprint* Pada Industri Penyamakan Kulit”

2. Anggota Tim

a. Biodata

Nama : Gusti Ivan Indie Mahardhika
 TTL : Kediri, 25 Agustus 2004
 Alamat : Serang, Cikarang Selatan, Kab. Bekasi, Jawa Barat
 Status : Mahasiswa

b. Pengalaman Organisasi

- 1) Staff Departemen Akademik Himpunan Mahasiswa Prodi TPM

c. Judul Karya Ilmiah yang Pernah Dibuat

- 1) “Pemanfaatan Tumbuhan Kaktus *Opuntia Cochenillifera* Sebagai Pengganti Kulit Binatang Untuk Mengurang *Carbon Footprint* Pada Industri Penyamakan Kulit”

d. Penghargaan Ilmiah

- 1) Peserta Lomba Seary Soedirman Event of Animal Husbandary 7.0 yang di adakan oleh dengan judul “Pemanfaatan Tumbuhan Kaktus *Opuntia Cochenillifera* Sebagai Pengganti Kulit Binatang Untuk Mengurang *Carbon Footprint* Pada Industri Penyamakan Kulit”

3. Anggota Tim

a. Biodata

Nama : Keva Khaila Agditia Rahmah
 TTL : Cirebon, 29 Agustus 2005
 Alamat : Serang, Cikarang Selatan, Kab. Bekasi, Jawa Barat
 Status : Mahasiswa

b. Pengalaman Organisasi

- 1) Staf Kementerian Luar Negeri BEM Politeknik Astra
- 2) Koordinator Kampus Forum Komunikasi Politeknik Indonesia (FKMPI)
 Politeknik Astra

LAMPIRAN



Gambar 6 Baterai Bekas Laptop Tipe 18650



Gambar 7 Alat dan Bahan Pembuatan *Battery Pack*



Gambar 8. Penyortiran Baterai Bekas Laptop



Gambar 9 Pengukuran Voltase Baterai



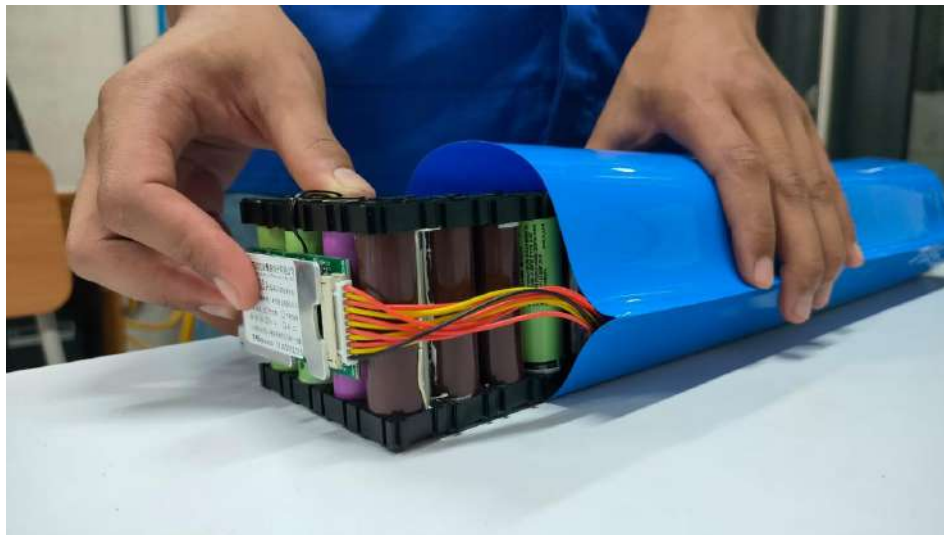
Gambar 10 Perakitan *Battery Pack*



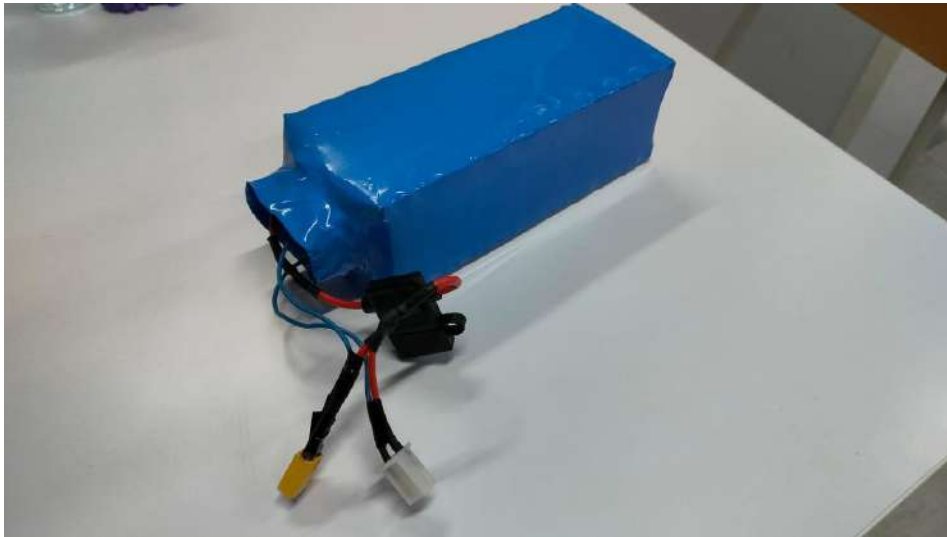
Gambar 11 Proses *Spot Welding Battery Pack*



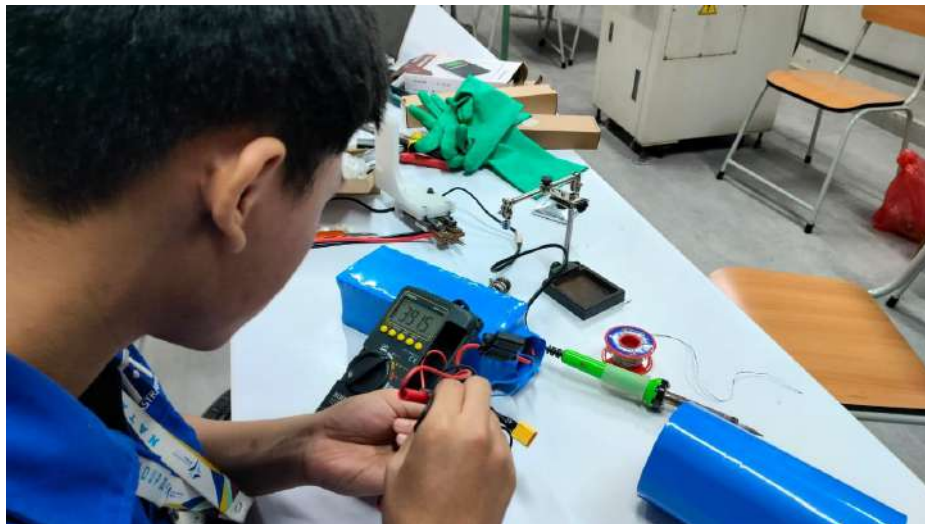
Gambar 12 Proses *Soldering* Komponen BMS



Gambar 13 Proses *Heat Shrink Wrapping*



Gambar 14 Hasil Proses *Heat Shrink Wrapping*



Gambar 15 Inspeksi Terakhir



Gambar 16 Pemasangan *Battery Pack* ke Sepeda Motor AstraTech



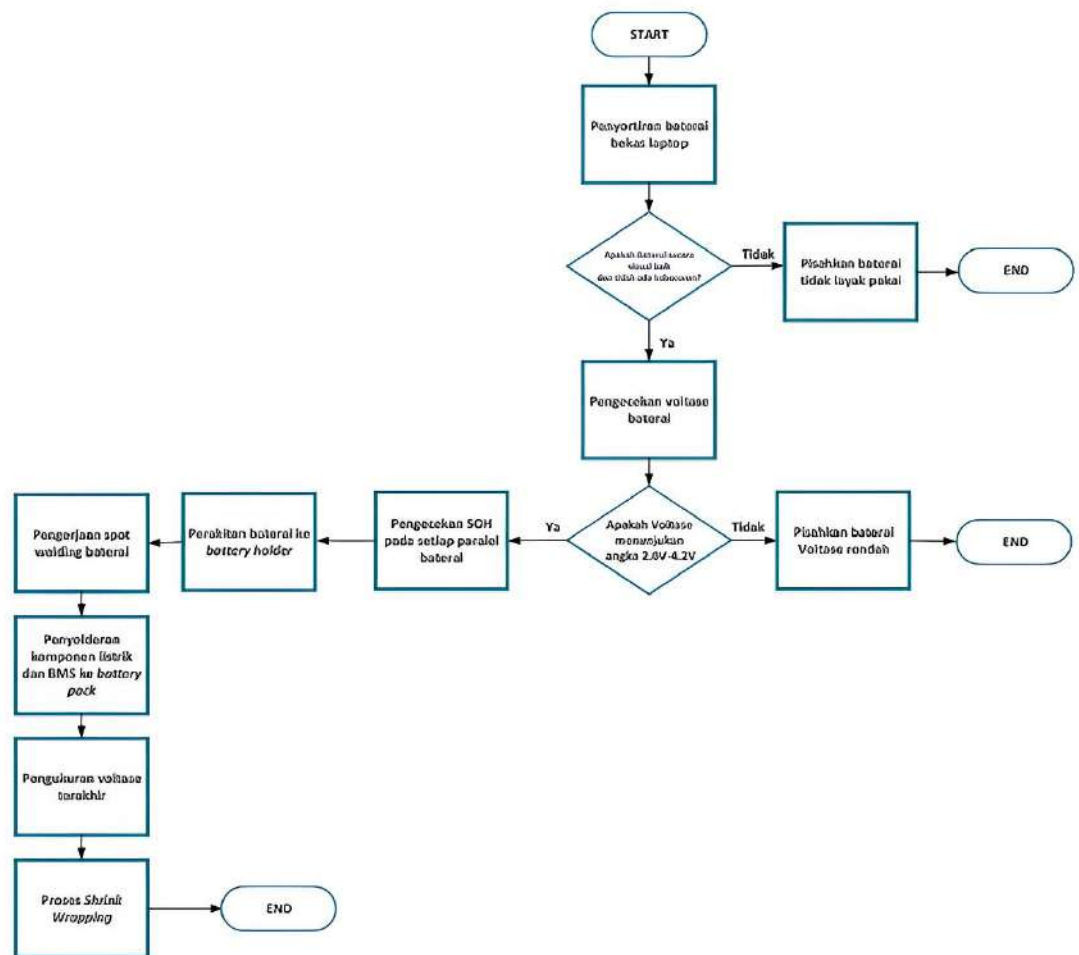
Gambar 17 Dokumentasi Bersama



Gambar 18 Wawancara dengan Pemilik Toko *Service Elektronik*



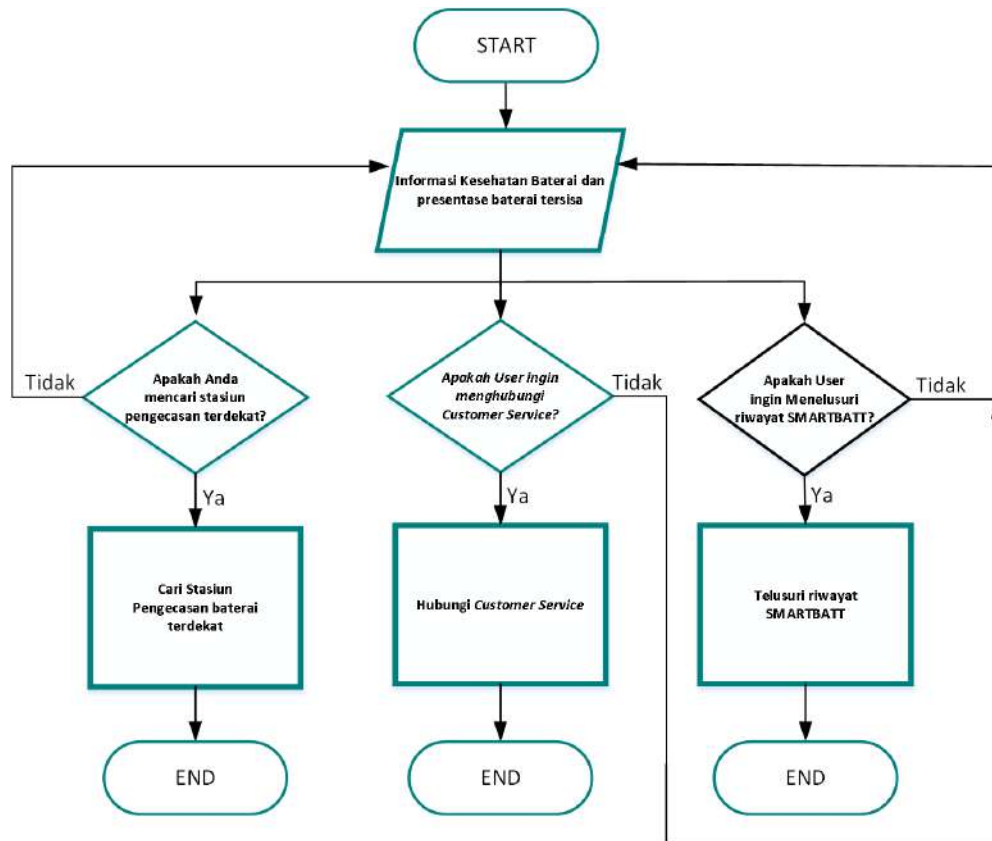
Gambar 19 Komponen Sepeda Motor Listrik (TORIK) ASTRatech



Gambar 20 Flowchart Perakitan Diperbesar

Tabel 8 Data Trial Error

No	Kode Error	Deskripsi Error	Tegangan (Volt)	Penyeragaman Tegangan (Volt)	Jumlah Baterai	Catatan
1	E01	Overmass	48V	1.6V	60pc	Undercharging, Overmass
2	E02	OK	48.1V	3.7V	26pc	Enough Capacity
3	E03	Overvoltage	49.5V	3.3V	30pc	Overheating

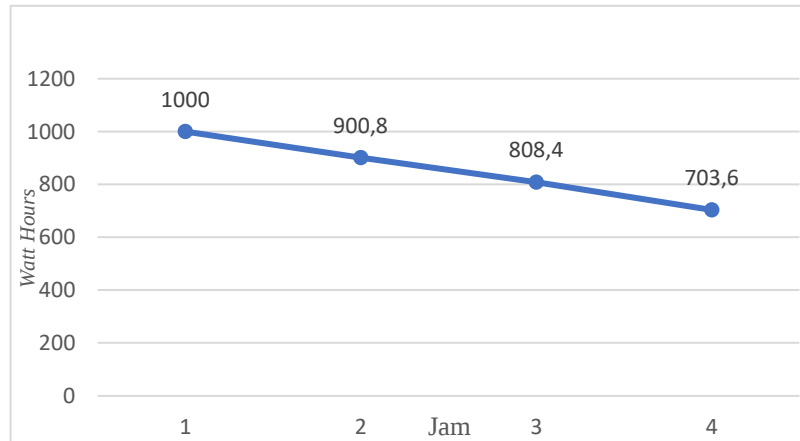


Gambar 21 *Flowchart* Aplikasi Monitor Kesehatan Baterai

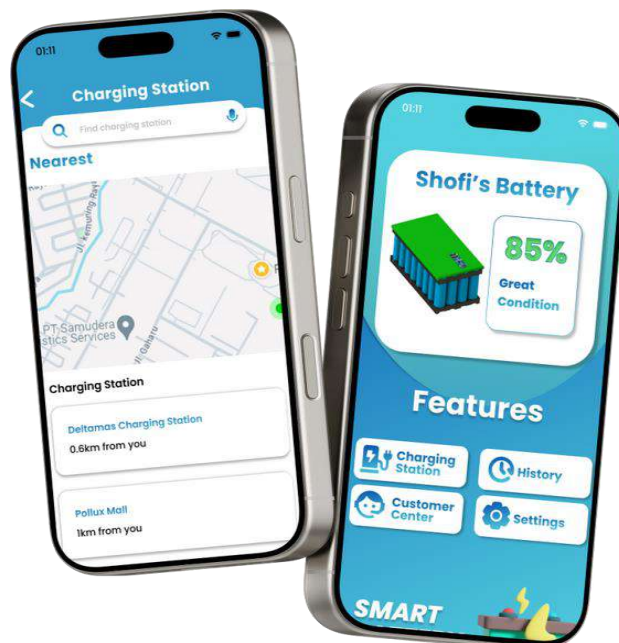


bit.ly/SMARTBATT

Gambar 22 QR Code Simulasi Aplikasi Battery Monitor App



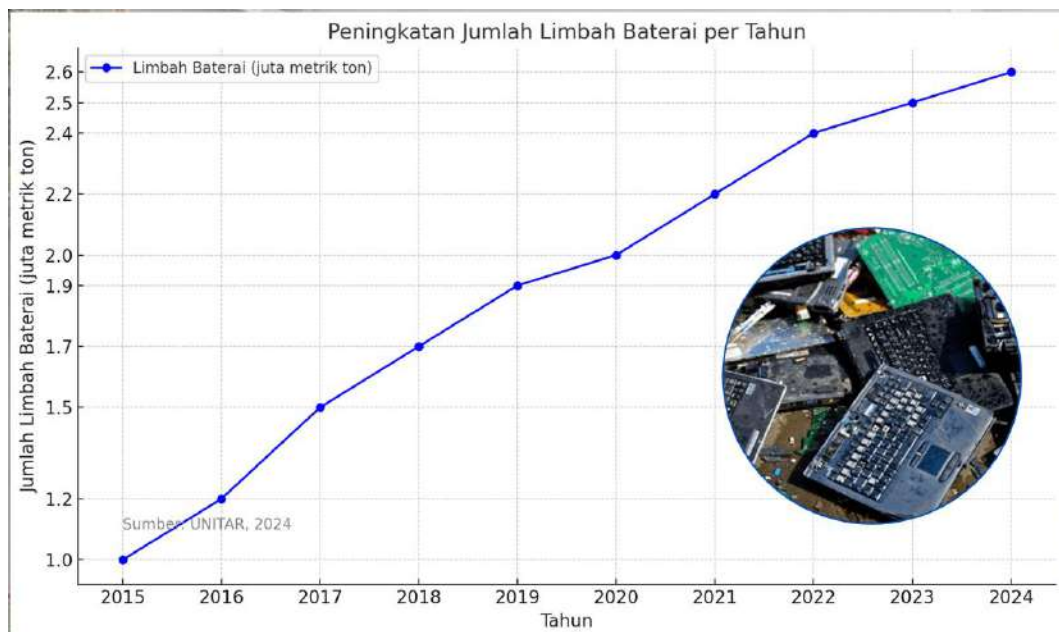
Gambar 23 Grafik Pengujian Beban Listrik



Gambar 24 Tampilan Simulasi Aplikasi SMARTBATT



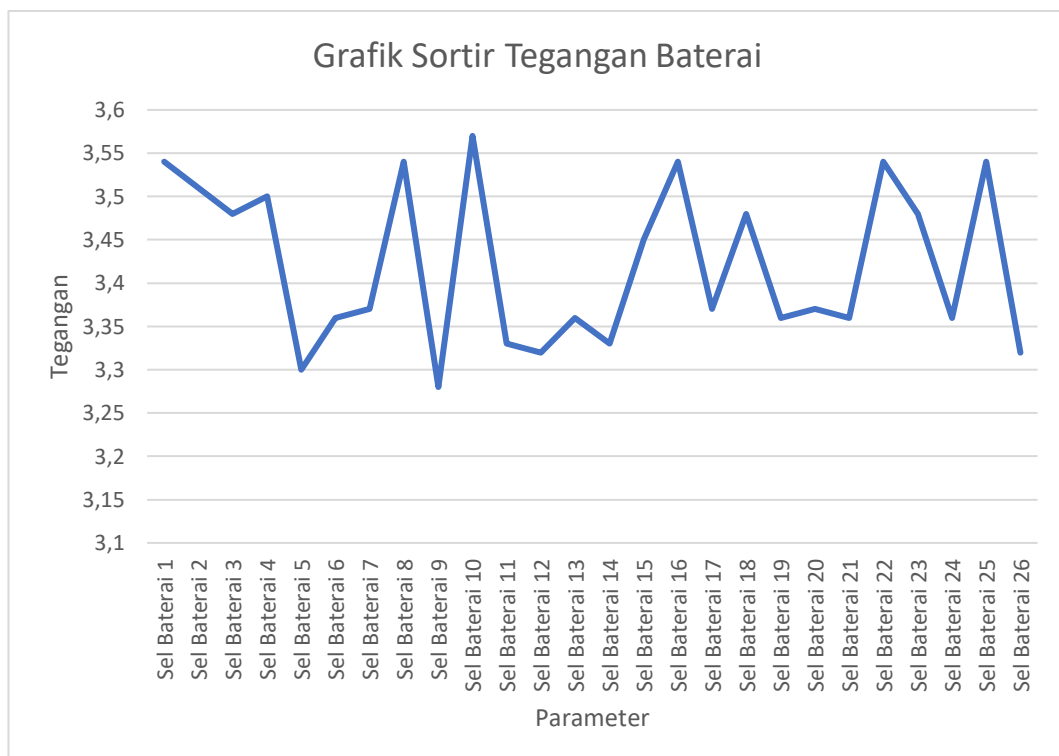
Gambar 26 Presentase Limbah Baterai Laptop yang dapat dikurangi



Gambar 25 Grafik Peningkatan Limbah Baterai Per Tahun



Gambar 27 Perhitungan Kapasitas Pemakaian Baterai



Gambar 28 Grafik Sortir Tegangan Baterai