

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kendaraan listrik adalah solusi yang sangat baik untuk menjaga lingkungan di samping mengurangi penggunaan energy fosil kendaraan listrik tidak mengeluarkan zat sisa atau dengan kata lain emisi yang di hasilkan tidak ada sehingga udara sekitar tidak tercemar. Selain itu kendaraan listrik pada masa depan menuju konsep kendaraan yang hemat energi dan ramah lingkungan. Hal inilah yang mendorong pelaku industry otomotif nasional mulai mengembangkan kendaraan mobil atau sepeda motor listrik (Kurniawan dan Wulandari : 2013).

Cara kerja kendaraan listrik pada dasarnya sama dengan kendaraan bermotor bertenaga bahan bakar minyak dimana kendaraan itu didorong oleh sebuah mesin, dan mesin tersebut membutuhkan bahan bakar. Perbedaan utama adalah bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor konvensional diganti dengan baterai dalam bentuk energi listrik.

Baterai adalah salah satu media penyimpan dan penyedia aliran listrik melalui reaksi kimia. Pada baterai berlangsung proses reversible (bolak balik) yang merupakan proses perubahan kimia pada baterai menjadi listrik (proses penggunaan) dan dari listrik menjadi kimia (proses pengisian) .

Dilihat dari sejarah, beberapa nama yang terkait erat dengan pengembangan baterai dan ilmu yang berhubungan baterai yaitu Luigi Galvani, Alessandro Volta, Sir Humphry Davy, dan Gaston Plante. Pada tahun 1800, Volta

mempatenkan hasil penemuannya yaitu sel Volta. Hal tersebut menjadikannya sebagai orang pertama di zaman modern yang membuat baterai. Saat ini baterai yang banyak digunakan sebagai baterai kendaraan listrik adalah terbuat dari bahan lithium Ion dengan bentuk yang sudah standard, begitu juga kapasitas baterai tersebut. Hanya saja selain proses pembuatan yang sulit, baterai lithium Ion ini juga ada batas masa pakainya (Siregar, A. 2021).

## **1.2 Tujuan**

Berdasarkan batasan masalah tersebut, maka tujuan dari perancangan ini adalah untuk Pemanfaatan Baterai Lithium 18650 Bekas Sebagai Sumber Tegangan AC Dengan Menggunakan Modul Inverter DC-AC Kapasitas 150 W

## **1.3 Batasan Masalah**

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan di bahas di dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman. Adapun hal-hal yang akan dibahas dalam perancangan baterai Lithium ini sebagai berikut:

1. Proses perakitan baterai Lithium sebagai input tegangan inverter
2. Pengamatan hasil percobaan baterai.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari baterai Lithium 18650 ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Sebagai suatu penerapan teori dan praktek yang telah diperoleh pada saat dibangku perkuliahan.

- b. Melatih mahasiswa dalam Pendesainan produk atau komponen baterai dengan menggunakan computer.
  - c. Menambah pengetahuan mahasiswa dibidang teknologi baterai Li-Ion 18650.
2. Bagi Prodi teknik Mesin UHN Medan
- a. Sebagai bahan kajian di Prodi Teknik Mesin dalam mata kuliah bidang Teknik Mesin
3. Bagi Industri Manufaktur
- a. Memperoleh solusi dalam pembuatan baterai Li-Ion 18650 yang membutuhkan biaya yang mahal

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan ini disajikan dalam tulisan yang terdiri dari 5 bab, yaitu;

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai tugas akhir yang meliputi, pembahasan tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Landasan teori yang berisi tentang defenisi baterai, system seri-paralel baterai

### **BAB III : METODOLOGI EKSPERIMENTAL**

Bab ini berisi tentang bahan yang digunakan, variabel penelitian, langkah-langkah penelitian secara metode analisis data.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berisikan penyajian hasil data dan pembahasan yang diperoleh dari pengujian.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan jawaban dari tujuan penelitian.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Baterai

Baterai (*Battery*) adalah sebuah sumber daya yang merubah energy kimia yang disimpannya menjadi energy listrik yang dapat digunakan seperti pada perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik *portable* seperti handphone, laptop, dan mainan remote control menggunakan baterai sebagai sumber listrik (daya). Dengan adanya baterai, sehingga tidak perlu menyambungkan kabel listrik ke terminal untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik kita sehingga dapat mudah dibawa kemana-mana. Setiap baterai terdiri dari terminal positif (*Katoda*) dan terminal negatif (*Anoda*) serta elektrolit sebagai media penghantar (Sidiq, R. K. 2015).

Tumpukan volta dibuat dengan menumpuk piringan tembaga dan cakram seng secara berselingan dengan potongan karton yang dicelupkan dalam air garam ditempatkan di antara kedua piringan tersebut. Tumpukan tersebut mampu menghasilkan arus listrik. Penemuan ini diakui sebagai baterai pertama yang menghasilkan arus listrik secara konsisten dan dapat diandalkan.

##### 2.1.1 Jenis Baterai Lithium

###### 1. Litium kobalt oksida

Juga dikenal sebagai baterai lithium cobaltate atau lithium-ion cobalt, baterai lithium cobalt oxide terbuat dari lithium karbonat dan kobalt. Karena energi spesifiknya yang sangat tinggi, baterai ini digunakan untuk ponsel, laptop, dan kamera elektronik. Mereka memiliki katoda oksida kobalt dan menggunakan

karbon grafit sebagai bahan anoda mereka; selama pengosongan, ion litium berpindah dari anoda ke katoda, dengan aliran terbalik saat baterai sedang diisi.

Baterai jenis ini memiliki beberapa kelemahan, termasuk masa pakai baterai yang relatif singkat dan daya spesifik yang terbatas. Selain itu, Battery University mencatat bahwa baterai ini tidak seaman jenis lainnya. Meski begitu, karakteristiknya menjadikannya pilihan populer untuk ponsel dan perangkat elektronik portabel lainnya (Builder,2021.)

## **2. Lithium Mangan Oksida**

Baterai lithium mangan oksida juga biasa disebut lithium mangan atau baterai mangan lithium-ion dan kadang-kadang disebut sebagai li-mangan atau spinel mangan. Teknologi untuk jenis baterai ini ditemukan pada tahun 1980-an, dengan publikasi pertama tentang masalah ini muncul di Buletin Penelitian Material pada tahun 1983. Sel lithium-ion komersial pertama yang dibuat dengan lithium mangan oksida sebagai bahan katoda diproduksi pada tahun 1996 oleh Energi Moli.

Baterai lithium mangan oksida terkenal karena stabilitas suhunya yang tinggi dan juga lebih aman daripada jenis baterai lithium-ion lainnya. Untuk alasan ini, mereka sering digunakan dalam peralatan dan perangkat medis, tetapi mereka juga dapat digunakan dalam perkakas listrik, sepeda listrik, dan lainnya. Dimungkinkan juga untuk menggunakan baterai lithium mangan oksida untuk menyalakan laptop dan mobil powertrain listrik (Builder,2021)

### **3. Lithium Besi Fosfat**

Baterai lithium besi fosfat, juga dikenal sebagai baterai li-fosfat, menggunakan fosfat sebagai katoda. Mereka mendapat manfaat dari sifat resistansi rendah, yang meningkatkan keamanan dan stabilitas termal.

Manfaat lainnya termasuk daya tahan dan siklus hidup yang panjang- baterai yang terisi penuh dapat disimpan dengan sedikit perubahan pada total masa pakai baterai. Baterai li-fosfat seringkali merupakan pilihan yang paling hemat biaya juga ketika masa pakai baterai yang lama dipertimbangkan. Namun, tegangan baterai li-fosfat yang lebih rendah berarti baterai ini memiliki energi yang lebih sedikit daripada jenis baterai lithium lainnya (Builder,2021)

### **4. lithium Nikel Mangan Kobalt Oksida**

Juga dikenal sebagai lithium mangan kobalt oksida atau baterai NMC, baterai lithium nikel mangan kobalt oksida terbuat dari beberapa bahan yang umum dalam jenis baterai lithium-ion. Mereka termasuk katoda yang terbuat dari kombinasi nikel, mangan dan kobalt. Seperti jenis baterai lithium-ion lainnya, baterai NMC dapat memiliki kepadatan energi spesifik yang tinggi atau daya spesifik yang tinggi. Mereka tidak dapat, bagaimanapun, memiliki kedua properti. Jenis baterai ini paling umum di alat-alat listrik dan di powertrains untuk kendaraan.

Rasio kombinasi katoda biasanya 60 persen nikel, 20 persen mangan dan 20 persen kobalt. Ini berarti bahwa biaya bahan baku lebih rendah daripada opsi baterai lithium-ion lainnya, karena kobalt bisa sangat mahal. Baterai ini mungkin akan turun harganya lebih jauh di masa depan, karena beberapa pembuat baterai berencana untuk mengalihkan bahan kimia baterai mereka ke persentase nikel

yang lebih tinggi sehingga mereka dapat menggunakan lebih sedikit kobalt. Jenis baterai ini umumnya lebih disukai untuk kendaraan listrik karena tingkat pemanasan sendiri yang sangat rendah (Builder,2021)

### **5. Lithium Nikel Kobalt Alumunium Oksida**

Baterai lithium nikel kobalt aluminium oksida juga disebut baterai NCA, dan menjadi semakin penting dalam powertrain listrik dan penyimpanan jaringan. Baterai NCA tidak umum di industri konsumen, tetapi menjanjikan untuk industri otomotif. Baterai NCA memberikan pilihan energi tinggi dengan masa pakai yang baik, tetapi baterai ini tidak seaman dibandingkan dengan jenis baterai lithium-ion lainnya dan cukup mahal. Baterai NCA harus disertai dengan perangkat pemantauan untuk memastikan keselamatan pengemudi.

Mengingat penggunaan baterai NCA secara konsisten pada kendaraan listrik, ada kemungkinan permintaan baterai ini akan meningkat seiring dengan semakin umum penggunaan kendaraan listrik (Builder,2021)

### **6. Lithium Titanate**

lithium titanate, juga dikenal sebagai li-titanate, adalah kelas baterai yang memungkinkan aplikasi yang terus meningkat. Keuntungan utama baterai li-titanate adalah waktu pengisian ulang yang sangat cepat, berkat nanoteknologi canggihnya, tulis Battery Space.

Saat ini, produsen kendaraan dan sepeda listrik menggunakan baterai li-titanate, dan ada potensi baterai jenis ini digunakan di bus listrik untuk transportasi umum. Namun, baterai ini memiliki voltase bawaan yang lebih rendah, atau kepadatan energi yang lebih rendah, daripada jenis baterai lithium-ion lainnya, yang dapat menimbulkan masalah dengan menyalakan kendaraan secara efisien. Meski

begitu, kerapatan baterai lithium titanate masih lebih tinggi dibandingkan baterai non-lithium-ion lainnya, yang merupakan nilai plus. (Builder,2021).

### **2.1.2 Baterai Li-Ion 18650 dan Karakteristiknya**

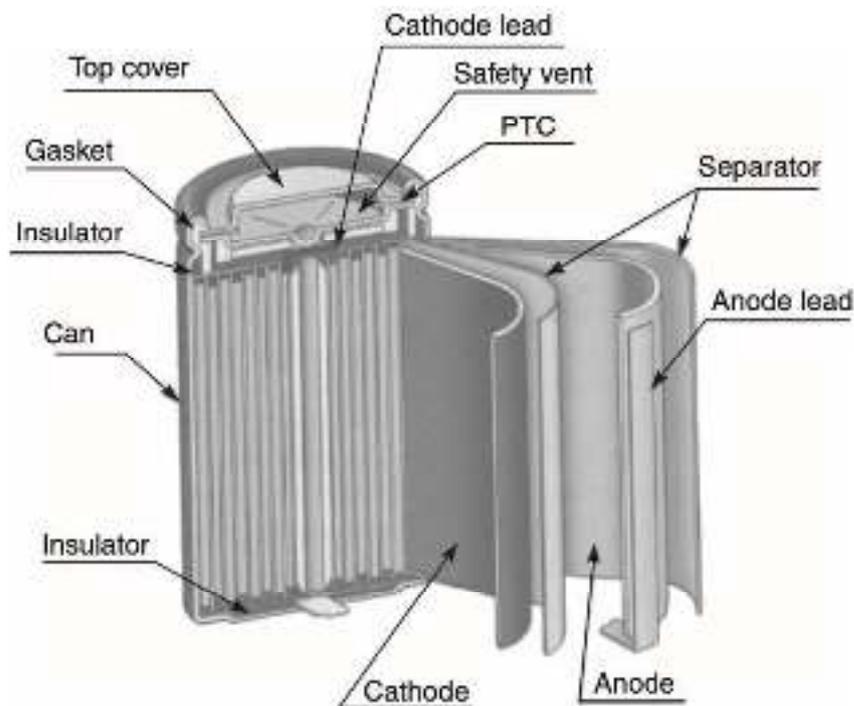
Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai yang banyak digunakan. Elektrode aktif pada baterai lithium-ion merupakan lithium metal oxide untuk elektrode positif sedangkan carbon pada elektrode negatif. Material ini menganut arus kolektor logam dengan bahan pengikat, berupa polivinilidena flourida (PVDF) atau kopolimer polivinilidena fluorida-hexafluoropropylene (PVDF-HFP) dan penencer konduktif (Sidiq, R. K. 2015).

Baterai Primer Lithium menawarkan kinerja yang lebih baik dibanding jenis - jenis Baterai Primer (sekali pakai) lainnya. Baterai Lithium dapat disimpan lebih dari 10 tahun dan dapat bekerja pada suhu yang sangat rendah. Karena keunggulannya tersebut, Baterai jenis Lithium ini sering digunakan untuk aplikasi Memory Backup pada Mikrokomputer maupun Jam Tangan. Baterai Lithium biasanya dibuat seperti bentuk Uang Logam atau disebut juga dengan Baterai Koin (Coin Battery). Ada juga yang memanggilnya Button Cell atau Baterai Kancing.

Sel-sel baterai lithium-ion terdiri dari empat komponen utama: katoda, anoda, elektrolit dan pemisah. Tabel 1 menggambarkan komponen-komponen penting dengan fungsi dan bahan umum dan prinsip kerja reaksi elektrokimia dalam baterai lithium-ion. Bahan elektroda dalam baterai lithium-ion adalah lithium metal oxide untuk bahan katoda yang memiliki sebuah struktur terowongan pada arus kolektor aluminium dan lithiated graphite untuk bahan anoda yang memiliki struktur berlapis pada tembaga arus kolektor.

Dalam proses discharge, lithium di anoda terionisasi dan dipancarkan ke elektrolit. Ion lithium bergerak melalui pemisah dan kemudian masuk ke dalam lubang berukuran atom di katoda lithium metal oxide. Pada saat yang sama, elektron dilepaskan dari anoda. Hal ini menjadi perjalanan arus listrik ke beban eksternal. Selama pengisian siklus, ion lithium pergi dari katoda ke anoda melalui separator. Oleh karena itu, sel lithium ion dapat diisi ulang berdasarkan reaksi reversible yang terjadi.

Ada beberapa jenis bahan lithium. Umumnya digunakan 2 campuran bahan atau lebih. Baterai lithium atau Li-Ion standar memiliki output stabil di 3,7V DC masih menjadi bahan yang paling banyak dipakai termasuk untuk baterai perangkat gadget. Tipe baterai paling umum dipakai adalah tipe *baterai 18650*. Bagaian dalam baterai Lithium berbentuk lembaran. Gambar kiri untuk produksi baterai lithium silinder, dan kanan baterai smartphone.



Gambar 2. 1 Baterai Lithium Berbentuk Lembaran

## 2.2. Jenis Baterai Li-Ion 18650

Berdasarkan senyawa kimia yang digunakan dalam baterai Li-Ion, maka baterai tersebut dibagi ke dalam 6 kelompok atau jenis, yaitu:

- Baterai Li-Ion yang menggunakan senyawa kimia  $\text{LiCoO}_2$  (Lithium Cobalt Oxide) atau di singkat dengan LCO.
- Baterai Li-Ion yang menggunakan senyawa kimia Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide ( $\text{LiNiMnCoO}_2$ ) atau disingkat dengan NMC.
- Baterai Li-Ion yang menggunakan senyawa kimia Lithium Iron Phosphate ( $\text{LiFePO}_4$ ) atau LFP.
- Baterai Li-Ion yang menggunakan senyawa kimia Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxide ( $\text{LiNiCoAlO}_2$ ) atau disingkat dengan NCA.
- Baterai Li-Ion yang menggunakan senyawa kimia Lithium Titanate ( $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ) atau di singkat dengan LTO.

Keenam jenis baterai Li-Ion digunakan pada device yang berbeda-beda, *dimana*:

- LCO digunakan pada cellphone, laptop, camera dsb.
- LMO digunakan pada alat-alat listrik (power tools), peralatan medis (medical devices), electric powertrains.
- NMC sering digunakan pada e-bikes, peralatan medis, EVs, dan di industry-industri.
- LFP digunakan pada stationer yang membutuhkan arus beban tinggi dan juga daya tahan tinggi.

- NCA digunakan pada peralatan medis, industry, electric powertrains (Tesla).
- LTO digunakan pada UPS, electric powertrain dan penerangan jalan bertenaga surya.

### 2.2.1 Istilah-Istilah Dalam Menyatakan kapasitas Baterai

Wh (watt-hour), atau watt-jam, sering dipakai untuk menyatakan jumlah energi yang tersimpan dalam suatu baterai (Suprianto, 2015)

Rumus energi adalah:

energi = daya x waktu, atau:

$$E = P \times T$$

Dengan:

- E: energi dalam joule (atau watt-jam)
- P: daya dalam watt
- T: waktu dalam detik (atau jam)

Jika waktu dinyatakan dalam jam, maka satuan energi adalah Wh (watt-hour / watt-jam), Jika waktu dinyatakan dalam detik, maka satuan energi adalah J (joule).

Hubungan antara arus dan daya adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I$$

Dengan:

- P: daya dalam watt
- V : tegangan dalam volt
- I : arus dalam ampere

Diketahui

$$P = V \times I$$

$$E = P \times T$$

maka arus (I) dapat dihitung:

$$I = P/V = E / (t \times V)$$

Jadi untuk mendapatkan arus (ampere) dari energi (Wh) kita perlu informasi tambahan waktu dalam jam dan tegangan. Jika kasus ini adalah baterai, untuk tegangan kita dapat menggunakan tegangan nominal batere tersebut. Waktu dalam jam adalah waktu untuk transfer energi baterai tersebut.

- **Perhitungan berapa lama sebuah baterai dapat mem-*backup* beban**

Rumus dasar :

$$P = V \times I \text{ atau } V = P/I \text{ atau } I = P/V$$

dimana,

I = Kuat Arus (Ampere)

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

- **Kapasitas Baterai**

Pada baterai dikenal istilah kapasitas baterai. Kapasitas baterai ini menunjukkan jumlah listrik yang disimpan baterai yang dapat dilepaskan sebagai sumber listrik, kapasitas baterai juga dapat diartikan sebagai besarnya energi listrik yang dapat diberikan oleh baterai saat baterai tersebut dalam kondisi terisi penuh.



Gambar 2. 2 Jenis-Jenis Baterai

Baterai yang dilengkapi sirkuit proteksi dijual lebih mahal. Jenis baterai lithium paling umum tanpa sirkuit pelindung. Baterai lithium dengan sirkuit proteksi umumnya memiliki ukuran sedikit lebih panjang 3 mm. Panjang yang lebih tinggi di baterai disebabkan bagian lempang sirkuit PCB yang ditambahkan di atas atau di bawah baterai.

### **2.2.2. Proteksi Baterai Li-Ion 18650**

Disebut model Protected 18650 Batteries atau ada kata Protected memiliki beberapa pengaman. PCT - Mencegah overheating dan otomatis baterai mereset, terdapat pressure valve lubang di atas baterai, mencegah beban, kelebihan pengisian. Rata rata disain baterai 18650 Protected disebut Button Top, ada lingkaran kecil diatas seperti desain baterai biasa.

Pengaman akan membatasi pengisian baterai tidak melewati batas dari sirkuit proteksi. Pelindung baterai lithium dari kalangan industri, dapat dikemas di bagian luar. Baterai lithium standar tanpa proteksi dapat di paket dalam modul baterai dan ditempelkan di dinding samping atau bagian atas baterai menjadi modul baterai dengan output voltase tertentu. Atau baterai smartphone umumnya

diberikansatu sirkuit dibagian atas yang menghubungkan baterai ke konektor di smartphone (Arfianto, F, D., DKK 3016).



Gambar 2. 3 Proteksi Baterai Li-Ion 18650

### 2.2.3 Baterai Flat Top dan Button Top

Baterai lithium 18650 lebih banyak ditawarkan dengan flat top. Tapi ada beberapa model dibuat untuk button top. Perbedaan pada bagian topi kutub plus, memiliki tonjolan di button top. Fungsinya berbeda. Sepertiudukan senter ada yang dibuat dengan per atau plat datar. Tapi disain baterai seperti ini dapat dimodifikasi sendiri. Misal, memberikan cap di baterai flat top menjadi button top.



Gambar 2. 4 Baterai Flat Top dan Button Top

### 2.3 Prinsip Kerja Baterai

Baterai lithium-ion memiliki kemampuan penyimpanan energi tinggi persatuan volume. Energi yang tersimpan merupakan jenis energi elektrokimia. Energi elektrokimia merupakan jenis energi listrik yang berasal dari reaksi kimia yang dalam hal ini terjadi di dalam baterai. Agar bisa berfungsi, setiap sel elektrokimia harus memiliki dua elemen penting yaitu elektroda dan elektrolit. Elektroda terdiri dari dua jenis yaitu anoda dan katoda yang menghantarkan energi listrik(ion) (Albarri, T. 2013).

Anoda dihubungkan ke terminal negatif baterai sementara katoda dihubungkan ke terminal positif baterai. Elektroda terendam dalam elektrolit yang bertindak sebagai medium cair untuk pergerakan ion. Elektrolit juga bertindak sebagai buffer dan berfungsi membantu reaksi elektro kimia dalam baterai. Pergerakan electron dalam elektrolit dan diantara elektroda akan menghasilkan arus listrik. Untuk cara kerja baterai litium ion anoda dan katoda baterai lithium ion terbuat dari karbon dan oksida lithium. Sedangkan elektrolit terbuat dari garam lithium yang dilarutkan dalam pelarut organik.

Bahan pembuat anoda sebagian besar merupakan grafit sedangkan katoda terbuat dari salah satu bahan berikut: lithium kobalt oksida ( $\text{LiCoO}_2$ ), lithium besi fosfat ( $\text{LiFePO}_4$ ), atau lithium oksida mangan ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ). Elektrolit yang umum digunakan adalah garam lithium seperti lithium hexafluorophosphate ( $\text{LiPF}_6$ ), lithium tetrafluoroborate ( $\text{LiBF}_4$ ), dan lithium perklorat ( $\text{LiClO}_4$ ) yang di larutkan dalam pelarut organik seperti etilen karbonat, dimetil karbonat, dan dietil karbonat.

Bahan baterai lithium ini secara jenis penggunaannya terbagi lagi menjadi 2 bagian yaitu Unrechargeable baterai Rechargeable baterai.

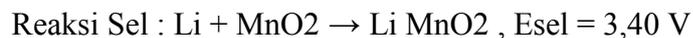
### 1. Sel primer/Un-rechargeable Battery (Litium Mangan Oksida)

Baterai ini tidak dapat diisi ulang, karena logam litium logam reaktif yang dapat meledak, terutama pada suhu yang relatif tinggi. Baterai ini menggunakan logam litium sebagai anoda dan MnO<sub>2</sub> sebagai katoda, dengan garam litium (misalnya LiClO<sub>4</sub>) sebagai elektrolit dalam pelarut bebas air.

#### • Cara kerja :

Pada anode Litium menerima elektron dari katode, dan menghasilkan potensial reduksi sebesar -3,05 volt. Oleh karena kenegatifannya inilah, litium dimanfaatkan sebagai anode. Kemudian direaksikan dengan Mangan Oksida yang berpotensi reduksi +0,35 volt. Agar reaksi terjadi secara spontan, mangan oksida ditempatkan sebagai katode. Terjadilah proses antara anoda dan katoda akan mengalir arus, yaitu dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif (katoda). Sedangkan elektron akan mengalir dari katoda menuju anoda. Proses ini adalah proses yang terjadi pada sel volta, dimana reaksi kimia dapat menghasilkan energi listrik.

Berikut adalah reaksinya (jika pada kondisi standar) :



Berdasarkan hasil reaksi tersebut, baterai Litium menghasilkan potensial 3,4 volt. Namun pada saat digunakan turun menjadi 2,8 volt. Penurunan potensial seperti ini mungkin saja terjadi seiring lamanya baterai digunakan karena electron

terus mengalir dan sel tidak pada kondisi standar, sesuai dengan percobaan Walther Nerst pada tahun 1889. (Kondisi standar 25°C, tekanan 1 atm, dan konsentrasi 1M).

## 2. Sel Sekunder / Rechargeable Battery (Baterai Litium Kobalt & Mangan)

Ini adalah jenis baterai isi ulang dimana ion litium bergerak antara anoda dan katoda. Pada sel sekunder, anode dan katode bereaksi secara kimia. Namun sel dapat diisi ulang dengan proses elektrolisis untuk mengembalikan anode dan katode ke kondisi awal. Ion litium sebagai anoda, bukan logam litium, maka reaksi sel didalamnya bukanlah reaksi redoks. Melainkan hanya pergerakan ion litium melalui elektrolit dari satu elektrode ke elektrode lainnya. Jenis baterai ini umum digunakan dalam peralatan elektronik portabel, karena tidak memiliki efek memori, dan daya hilang yang lambat sehingga tidak butuh perlakuan apapun jika tidak digunakan dan dapat menyimpan cadangan energi yang relatif besar dalam waktu yang relatif lama. Terbagi atas dua tipe, yaitu mangan (Mn) dan kobalt (Co).

### • Cara Kerja :

Pada saat digunakan berkerja sebagai sel volta: Lithium akan mengantarkan elektron dari anoda menuju alat yang membutuhkan elektron seperti kapasitor dan processor di handphone atau laptop kemudian berakhir di katoda. Sedangkan proton dari katoda masuk menembus separator diantara anoda dan katoda (proses interkalasi). Proses ini berlangsung terus menerus hingga kapasitas penggunaan baterai habis (ditunjukkan dengan garis atau persentase kapasitas baterai di layar handphone atau laptop).

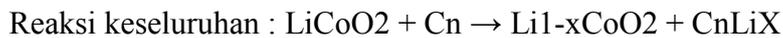
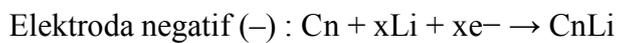
Pada saat di-charge dia bekerja sebagai elektrolisis: Sedangkan bila baterai diisi ulang atau recharge maka elektron akan kembali dari katoda ke anoda melalui alat pengisi ulang (charger) dan dengan dibantu arus 11 yang masuk dari charger, proton akan kembali menuju katoda. Sehingga kondisi kembali menjadi seperti semula.

Berikut adalah reaksinya saat pemakaian dan pengisian ulang energi listrik :

a) Discharging (pemakaian) :



b) Sebaliknya Charging (pengisian ulang) :



Dimana x menyatakan jumlah ion lithium yang berpindah dari LiCoO<sub>2</sub> ke grafit.

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa baterai Li-ion terbagi atas dua tipe, yaitu Mangan (Mn) dan Kobalt (Co). Untuk tipe mangan, sel terdiri dari anode Li<sub>1-x</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dan katode grafit. Elektrolitnya adalah garam Li yang larut dalam pelarut organik. Reaksinya :



Untuk tipe kobalt, sel terdiri dari anode Li<sub>1-x</sub>CoO<sub>2</sub> dan katode grafit. Elektrolitnya adalah garam Li yang larut dalam pelarut organik. Reaksinya :

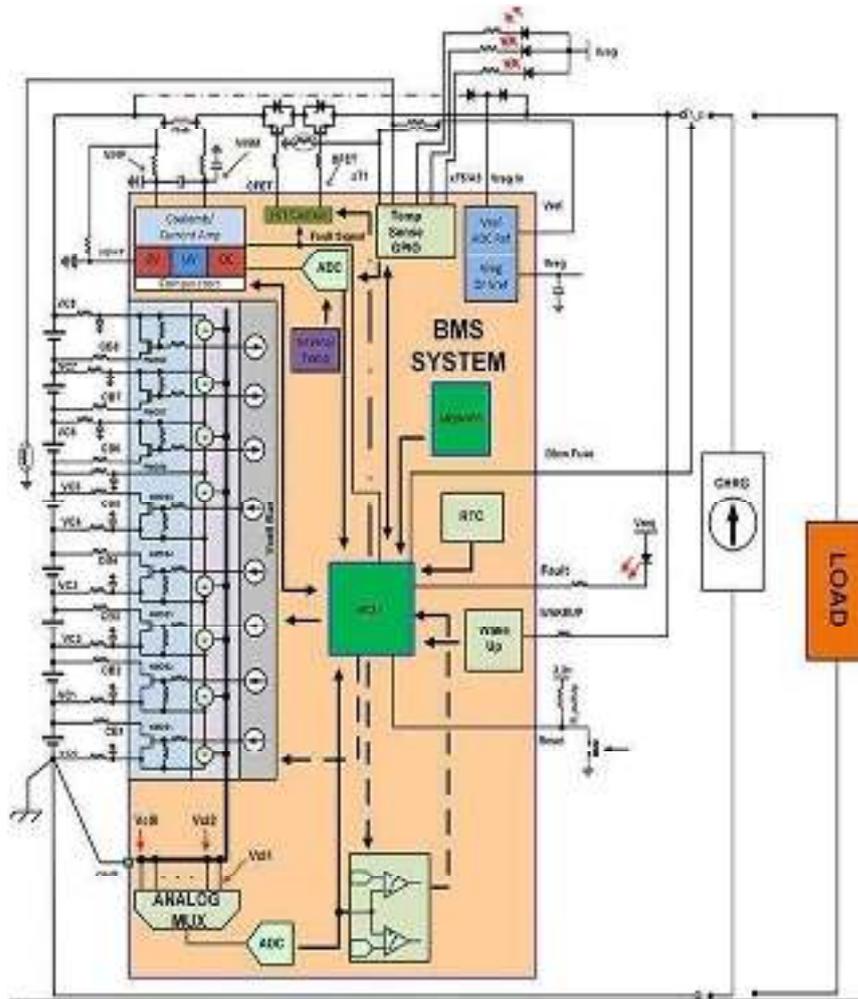


dimana  $x$  menyatakan jumlah ion lithium yang berpindah dari  $\text{LiCoO}_2$  ke grafit. Litium ion kobalt menghasilkan potensial yang relatif besar dibandingkan dengan litium ion mangan. Hal ini dikarenakan pada deret volta, kobalt bersifat lebih tereduksi dibanding mangan, sehingga menghasilkan beda potensial sel yang relative besar terhadap litium dibandingkan dengan mangan.

#### **2.4 Battery Management System (BMS)**

Baterai tipe lithium biasanya disusun untuk menghasilkan voltase dan kapasitas yang diinginkan. Karena rata-rata voltase baterai lithium adalah 3.7V maka diperlukan susunan 3S (seri) untuk menghasilkan 12V. Agar voltase dan arus susunan baterai ini bisa balance maka diperlukan sistem yang bisa mengaturnya yang disebut BMS.

*Battery management system* (BMS) adalah perangkat yang digunakan untuk penyeimbang, pemantauan dan proteksi pada baterai yang disusun secara seri atau baterai susun. BMS dilengkapi dengan *passive cell balancing*, sensor tegangan setiap baterai, sensor arus, sensor suhu, Rangkaian proteksi untuk memutus arus (Builder, 2020).



Gambar 2. 1 Desain Sirkuit BMS

Tujuannya adalah untuk memastikan baterai tetap berada dalam parameter kerja idealnya. Beberapa kimia baterai (seperti asam timbal) cukup toleran terhadap salah penggunaan, tetapi lithium serta NiMH keduanya dapat rusak secara permanen oleh satu insiden salah pakai seperti pengisian berlebih (*over charging*), *over discharging*, atau pemanasan berlebih.

### 2.4.1 Fungsi dan Cara Kerja BMS Baterai

Beberapa fungsi spesial sistem manajemen baterai (Builder, 2020) meliputi:

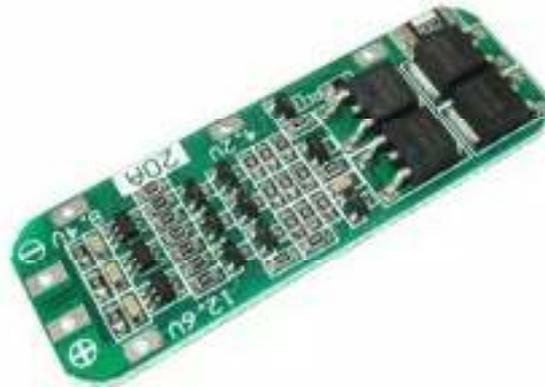
- Penyeimbangan muatan (*charge balancing*), untuk memastikan semua sel menyelesaikan pengisian pada waktu yang sama lalu untuk mencegah kerusakan melalui pengisian berlebih.
- Penyeimbangan aktif (*active balancing*), di mana energi dialihkan dari sel lebih kuat ke sel lebih lemah, untuk memastikan semua sel mencapai titik pembuangan maksimum pada saat bersamaan.
- Pemantauan suhu (*temperature monitoring*), untuk menghindari kerusakan karena terlalu panas.
- Cut-off tegangan rendah (*low-voltage cut-off*), cara mengisolasi baterai ketika sel mana pun mencapai tegangan minimum yang disarankan, serta untuk menghindari kerusakan karena pemakaian berlebih.
- Pemantauan *state of charge* (SOC) semua sel baterai untuk mobil listrik. Melalui pemantauan tegangan dan arus, sisa kapasitas masing-masing sel dapat dihitung.

### 2.4.2 Cara Kerja BMS pada Baterai

BMS yang digunakan pada baterai sepeda listrik pada umumnya, memiliki port : (Builder, 2020)

1. B- = Baterai cell negatif / 0V
2. P- = Power discharger negatif
3. C- = Charging port negatif
4. Cell komunication port = kabel yang terintegrasi dengan semua cell.

pada umumnya BMS hanya memiliki port, B-, C- , P- dan Baterai cell port



Gambar 2.2 Baterai Managemeny System

## 2.5 DC To DC Converter

DC converter sering disebut juga dengan istilah Chopper (pemangkas). DC Converter merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah sumber tegangan input DC menjadi tegangan output DC yang dapat dikendalikan atau diatur.



Chopper Step-Down (Buck Converter) adalah rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah listrik DC menjadi listrik DC dengan tegangan yang lebih rendah (Lubudi, M, N,H. 2020).

## **2.6 DC To AC Converter**

Konversi DC to AC yang disebut juga dengan inverter adalah suatu perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC(direct current) menjadi tegangan AC(alternating current). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified) (Taufiqullah 2021).

Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up transformer.

## BAB III

### METODOLOGI EKSPERIMENTAL

#### 3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam perancangan ini diantaranya ada 3, yaitu:

1. Fluks Solder



Gambar 3.1 Fluks Solder

Fluks adalah senyawa yang bersifat korosif dan berfungsi untuk menghilangkan lapisan oksidasi dari permukaan benda yang akan di solder dan menurunkan ketegangan permukaan (surface tension) timah solder cair.

2. Lem Lilin



Gambar 3.2 Lem Lilin

3. Kabel tunggal ukuran 1,5mm dan 2,5mm.



Gambar 3.3 Kabel ukuran 1.5 dan 2.5 mm

### 3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan diantaranya,ada 16 alat yaitu:

- a. Box Hitam X6



Box Hitam X6

Gambar 3.4 Box Hitam X6

- b. Modul Inverter 150 W 12 V DC to AC



Gambar 3. 5 Modul Inverter 150W 12V DC to AC

- c. Kipas DC Mini



Gambar 3.6 Kipas DC Mini

d. Converter DC-DC(chopper)



Gambar 3.7 DC Converter

e. Fitting Lampu



Gambar 3.8 Fitting Lampu

f. Soket Dc mur 2,1x5.5 mm



Gambar 3.9 Soket dc mur 2,1x5.5 mm

g. Stop Kontak



Gambar 3.10 Stop Kontak

h. Solder



Gambar 3.11 Solder

Berfungsi sebagai alat untuk merekat baterai dan kabel penghubung.

i. Multimeter Digital



Gambar 3.12 Multimeter Digital

Berfungsi sebagai alat untuk kontiniti kabel dan mengukur tegangan baterai pada saat penelitian.

j. Baterai Lithium 18650

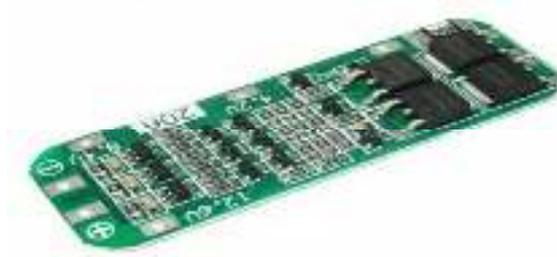
Spesifikasi Baterai :

- Tipe baterai : 18650
- Diameter : 1,8 cm
- Tinggi : 6,5 cm
- Tegangan : 3,7 V
- Jenis Baterai : Li-Ion



Gambar 3. 13 Baterai Lithium 18650

k. BMS (Baterai Management System) 3S 20A



Gambar 3.14 BMS (Battery Management System)

l. Liitokala Lii-402 Charger Baterai



Gambar 3. 15 Charger Baterai

Berfungsi sebagai pengisi ulang unit baterai Lithium.

Spesifikasi :

- Charger baterai : AA, AAA, Nicd, Nimh
- Max output : 500, 1000, 2000mA
- Battery Detection : Automatic

m. Adaptor 12 V 5A



Gambar 3.16 Adaptor 12V 5A

Berfungsi untuk merekatkan komponen pada box x6 pada percobaan.

n. Glue Gun



Gambar 3.17 Glue Gun

Berfungsi untuk membakar atau melelehkan lem lilin .

o. Cutter



Gambar 3.18 Cutter

Berfungsi untuk memotong dan membentuk desain pada box x6.

p. Tang Potong



Gambar 3.19 Tang Potong

Berfungsi untuk memotong dan mengupas kulit kabel.

### 3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

a) Waktu Penelitian

Lamanya perancangan atau pendesainan sekaligus dengan Baterai pack ini diperkirakan selama 2 bulan.

Tabel 3.1 Perencanaan Perancangan

Bulan Juni 2022	Bulan Juli 2022
Proses Perancangan	Proses Pengujian dan Pembuatan Laporan

b) Tempat penelitian

Lokasi perancangan (pendesainan) dan Baterai pack ini dilakukan di Lab. Inovasi dan Pengembangan Universitas HKBP Nommensen Medan yang bertempat di jalan sutomo no.4 Medan.

### 3.4 Spesifikasi Baterai 18650

Tabel 3.2 Spesifikasi Baterai 18650

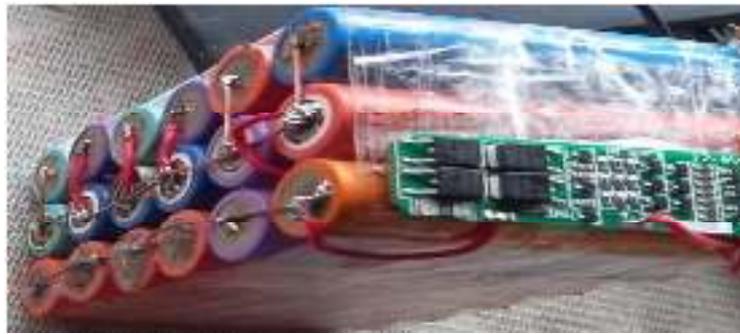
Tipe Baterai	18650
Diameter	1,8 cm
Tinggi	6,5 cm
Tegangan	3,7 v
Kuat Arus	0.9 A
Jenis Baterai	Lithium Ion
Berat	45 gram

### 3.5 Desain Baterai

- Desain Baterai Seri



- Desain Baterai Seri Paralel



Gambar 3. 20 Desain Baterai Susunan Seri Paralel



Gambar 3.21 Desain Baterai susunan seri dan paralel

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

