

**PERANCANGAN BATERAI LITHIUM-ION (LION) 72VOLT 20AMPERE  
PADA MOTOR LISTRIK TEKNIK MESIN UNIVERSITAS FAJAR**

**TUGAS AKHIR**

**Karya Tulis Sebagai Salah Satu syarat  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik mesin  
Universitas Fajar**

**Oleh:**

**Andi Muh. Reskiman**

**1720521038**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR  
MAKASSAR  
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

**“PERANCANGAN BATERAI LITHIUM-ION (LION) 72VOLT 20AMPERE  
PADA MOTOR LISTRIK TEKNIK MESIN UNIVERSITAS FAJAR”**

Oleh

**ANDI MUH. RESKIMAN**

**1720521038**

Menyetujui,

Tim Pembimbing,

Makassar, Oktober 2022

Pembimbing I



**Irwan Paserangi, S.Pd., MT.**  
NIDN.0021118305

Pembimbing II



**Ir. Ahmad Thamrin, ST., MT.**  
NIDN.0901019101

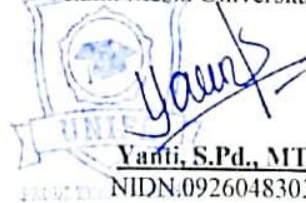
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Fajar



**Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT.**  
NIDN.0906107701

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin Universitas Fajar



**Yanti, S.Pd., MT**  
NIDN.0926048303

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir

“PERANCANGAN BATERAI LITHIUM-ION (LION) 72VOLT 20AMPERE PADA MOTOR LISTRIK TEKNIK MESIN UNIVERSITAS FAJAR” adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan yang di tulis sesuai dengan panduan penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, oktober 2022

Yang menyatakan



Andi Muh. Reskiman

## ABSTRAK

**Perancangan baterai litium-ion (lion) 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar, Andi muh reskiman.** Baterai yang di gunakan pada motor listrik umumnya menggunakan baterai kering dan memiliki bobot yang berat. Baterai kering motor listrik pada saat melakukan pengisian ulang membutuhkan waktu yang cukup lama untuk terisi penuh. Dengan begitu dilakukan perancangan baterai yang cukup ringan dan mempunyai daya yang cukup tinggi. Perancangan kali ini menggunakan 24 sel baterai litium-ion dengan spesifikasi tegangan 3,4 Volt dan arus malsimal sebesar 20 ampere dari setiap baterai. Keadaan baterai yang akan dirangkakai seri pada kondisi tengangan awal. baterai yang diukur dalam pengujian kali ini adalah tengangan penuh 81,6 volt dengan sisa tengangan keluaran 79.1 volt setelah masa percobaan perancangan baterai litium-ion pada motor listrik. Adapun proses dari perancangan baterai litium-ion 72volt 20ampere sebagai beriku: 1 perancangan baterai litium-ion dengan rangakai seri sebanyak 24 sel baterai 3,4 volt, 2 pemasangan BMS pada baterai litium-ion, 3 pemasangan cesing dan isolasi gypsum pada baterai litium-ion, 4 pengujian baterai litium-ion pada motor listrik.

Kata Kunci : Pengisian, Baterai, BMS

## **ABSTRACT**

*Desing of litium-ion battery (lion) 72 volt 20 ampere in elictric motor, mechanical engineering, fajar universitas, Andi muh reskiman. Batteries used in electric motors generally use dry batteries and have a heavy weight. The dry battery of the electric motor at the time of recharging takes a long time to be fully charged. That way, the design of a battery that is quite light and has a high enough power. This design uses a lithium-ion battery with a voltage specification of 3.4 Volts and a maximum current of 20 amperes from each battery. The state of the battery to be connected in series at the initial voltage condition. The battery measured in this test is a full voltage of 81.6 volts with a remaining output voltage of 79.1 volts after the trial period of designing a lithium-ion battery in an electric motor. The process of designing a 72volt 20ampere lithium-ion battery is as follows: 1 design of a lithium-ion battery with a series circuit of 24 3.4 volt battery cells, 2 installations of BMS on lithium-ion batteries, 3 installation of casing and gypsum insulation on lithium-ion batteries. ion, 4 lithium-ion battery tests in electric motors.*

*Keywords: Battery, lithium-ion Series Circuit, BMS.*

## **KATA PENGANTAR**

*Bismillahirrahmanirahim*

*Assalamualaikum Warahmatullahi*

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang maha kuasa atas segalanya, karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “perancanganbaterai lithium-ion (lion) 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar”. Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan berbagai pihak yang turut memberikan bantuan berupa motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada.

1. Rektor Universitas Fajar, Bapak Ir. Mulyadi Hamid, SE.,M.Si.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar, ibu Prof. Dr. Ir. Erniati, ST.,MT.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Fajar Makassar, ibu yanti, S.pd.,MT.
4. Pembimbing I, Irwan Paserangi, S.Pd., MT. yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal dan hingga selesainya penulisan ini.
5. Pembimbing II, Ahmad Thamrin, ST., MT yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal dan hingga selesainya penulisan ini.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin Dan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar
7. seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar

8. Sahabat dan saudara mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Fajar  
Makassar, terkhusus Teknik Mesin 17

Semoga apa yang terdapat dalam penulisan proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi kami dan para pembaca utamanya untuk memperluas wawasan berfikir dan khazanah ilmu pengetahuan kita semua, Aamiin.

Makassar, oktober 2022

penulis

## DAFTAR ISI

<b>SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan Penelitian .....	2
I.4 Batasan masalah .....	3
I.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
II.1 Motor Listrik.....	4
II.2 batrai kering .....	5
II.3 batrai lithium-ion .....	6
II.4 Karakteristik baterai lithium-ion.....	6
II.5 Perbandingan baterai lithium-ion dengan jenis lain .....	7
II.6 Prinsip kerja baterai .....	8



II.7 Cara Kerja Motor Listrik .....	8
II.8 Pengertian motor.....	9
II.9 <i>Battery management system</i> (BMS) .....	10
II.9.1 Fungsi dan cara kerja BMS baterai.....	11
II.9.2 Cara kerja BMS pada baterai .....	11
II.10 Rangkaian seri dan paralel baterai .....	12
II.11 Rangkaian seri baterai.....	12
II.12 Rangkaian paralel baterai.....	13
II.13 Penelitian terdahulu .....	14
<b>BAB III METOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
III.1 waktu dan tempat pelaksanaan .....	15
III.2 Alat dan bahan.....	16
III.3 Prosedur perancangan baterai.....	18
III.3.1 Perancangan baterai motor listrik.....	18
III.3.2 pemilihan dan perancangan baterai motor listrik .....	18
III.3.3 Pengujian baterai pada motor listrik.....	19
III.4 Bagang alur penelitian.....	19
III.5 Teknik analisis data .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
<b>IV.1 Hasil penelitian.....</b>	<b>21</b>
IV.1.1 Perancangan baterai litium-ion (lion) 72volt 20 ampere.....	21
IV.1.2 Setelah masa percobaan pemakaian baterai.....	23
<b>IV.2 Pembahasan.....</b>	<b>23</b>

IV.2.1 Rangkain seri baterai 3,4 volt 20 ampere sebanyak 24 seri.....	23
IV.2.2 Untuk menghasilkan baterai dengan kapasitas 72volt 20ampere maka baterai 3,4 volt dirangkai seri sebanyak 24 dengan keluaran tegangan penuh 81,6 volt.....	28
IV.2.3 Perbandingan baterai kering dan batrai lithium-ion 72volt 20ampere.....	29
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>31</b>
V.1 Kesimpulan.....	31
V.2 Saran.....	31
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>32</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Motor Listrik.....	5
Gambar II.2 baterai kering.....	5
Gambar II.3 Baterai Lithium-Ion (Li-On).....	6
Gambar II.4 Motor listrik.....	9
Gambar II.5 <i>Battery Management System</i> (BMS) .....	10
Gambar II.6 Rangkaian seri baterai .....	12
Gambar II.7 Rangkaian paralel baterai .....	12
Gambar III.8 Diagram alir penelitian.....	19
Gambar IV.9 Casing fiber akrilik baterai litium-ion.....	21
Gambar IV 10 <i>Battery Management System</i> (BMS) 24s 72V.....	22
Gambar IV. 11 baterai litium polymer 3,4volt 20ampere.....	22
Gambar IV. 12 Baterai litium-ion yang sudah terbungkus isolasi gypsum.....	23
Gambar IV. 13 Sisa daya setelah masa percobaan baterai.....	23
Gambar.14 baterai 3,4 volt 20 ampere yang dirangkai seri sebanyak 24.....	28
Gambar IV.15 Baterai kering.....	29
Gambar IV.16 Baterai litium-ion.....	30

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 komponen dan reaksi dalam baterai lithium-ion .....	7
Tabel II.2 perbandingan baterai lithium-ion dengan jenis lain.....	7
Tabel III.1. Waktu pelaksanaan, perakitan, dan penelitian.....	15
Tabel III.2 Alat dan bahan penelitian.....	16

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar belakang**

Peradaban semakin modern sehingga teknologi semakin berkembang dan inovatif pula manusia mengembangkannya guna mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaan. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi yang tidak lepas dari sumber energi yang digunakan. Salah satu teknologi yang berkembang adalah kendaraan. Di dunia ini hampir semua kendaraan bermotor menggunakan energi bahan bakar fosil atau yang biasa disebut dengan BBM (Bahan Bakar Minyak). Seperti saat ini, sumber energi semakin hari semakin menipis, maka dibutuhkan energi lain sebagai alternatif sumber energi baru untuk mengurangi krisis energi yang dapat meningkatkan kesejahteraan manusia. Energi alternatif sebagai energi yang bertujuan untuk menghentikan penggunaan sumber daya alam atau pengrusakan lingkungan. Di alam terdapat banyak sumber daya primer yang dapat terbarukan dan dapat menghasilkan energi salah satunya adalah energi listrik.

Untuk sebuah motor listrik tentu membutuhkan beberapa komponen pendukung, yang salah satunya adalah baterai. Dalam hal ini baterai adalah sebagai komponen utama, yang berfungsi sebagai sumber daya arus listrik pada motor listrik. Baterai Merupakan penyimpan energy yang sangat penting bagi kendaraan listrik saat ini sebagai sumber daya. Tanpa adanya baterai, kendaraan listrik tidak akan bisa di gerakkan. Baterai adalah salah satu media penyimpanan 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).

baterai adalah sumber energi utama dibanyak aplikasi (penerapan). Baterai lithium ion pertama kali dipasarkan oleh Sony pada awal tahun 1990. baterai lithium ion memiliki keunggulan diantaranya performa yang baik, ringan. Sama dengan

baterai pada umumnya, Lithium Ion menggunakan katoda, anoda, dan elektrolit. Pada saat pengosongan, electron mengalir dari anoda ke beban kemudian berakhir di katoda. Sedangkan saat pengisian (charging), terjadi proses kebalikannya, yaitu elektron ke anoda melalui charging dan ion-ion kembali ke katoda. (Dickson Kho,2007)

Namun berkembang pesatnya teknologi dibidang otomotif terkhusus di teknik mesin universitas fajar, Pada tahun 2018 teknik mesin universitas fajar mendapatkan motor listrik dari yayasan universitas fajar yang merupakan motor listrik pertama yang ada di fakultas teknik. Namun Motor listrik yang di miliki teknik mesin universitas masih banyak kelemahan dari komponen baterainya. Motor listrik ini menggunakan baterai kering sebanyak 6 baterai. Dan pada masing-masing baterai memiliki berat 7kg dengan kapasitas 12volt 20ampere tiap 1buah baterainya.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan baterai lithium-ion untuk mendukung performa kinerja motor listrik. penelitian ini menggunakan 1buah baterai lithium-ion (lion) kapasitas 72volt 20ampere.

## **I.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dalam penelitian ini penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana merancang baterai lithium-ion 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar
2. Bagaimana perbandingan baterai kering dan batrai lithium-ion 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar

## **I.3 Tujuan penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan perancangan baterai lithium-ion adalah:

1. Merancang baterai lithium-ion 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar

2. Perbandingan baterai kering dan batrai lithium-ion 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar

#### **I.4 Batasan masalah**

Supaya permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini dapat lebih terarah maka perlu adanya batasan terhadap ruang lingkup pembahasan sebagai berikut:

1. Merancang batrai menggunakan lithium-ion
2. Hanya membahas daya luaran 72volt 20ampere

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis dan manfaat praktis:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menamba pengetahuan tata cara perancangan baterai lithium-ion 72volt 20ampere.
2. Manfaat bagi mahasiswa penelitian ini bisa digunakan untuk bahan kajian dan referensi untuk penelitian selanjutnya tentang baterai litium-ion 72volt 20ampere.
3. Baterai ini Dapat digunakan pada motor listrik teknik mesin universitas fajar untuk dipakai mahasiswa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Motor Listrik**

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk menggerakkan pompa, fan atau blower, kompresor, purifier, mengangkat bahan dan lain – lain.

Motor listrik dibagi menjadi dua yaitu motor listrik DC (Direct Current) dan motor AC (Alternating Current) Motor listrik DC adalah sumber arus berasal arus DC yang terdiri atas 2 bagian utama yaitu stator dan rotor. Pada stator terdapat lilitan (winding) atau magnet permanen, sedangkan rotor adalah bagian yang dialiri dengan sumber arus DC. Arus yang melalui medan magnet inilah yang menyebabkan rotor dapat berputar. Motor arus AC adalah sumber arus berasal arus AC, tegangan sumber AC dapat berupa satu fasa maupun tiga fasa Jenis motor listrik berdasarkan rotornya adalah motor sikron dan motor induksi. Motor induksi adalah salah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu disisi stator, sedangkan sistem kelistrikan disisi rotornya diinduksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnetik

Menurut Robert Rosenberg (1985: 91) mengemukakan bahwa motor berfasa banyak adalah motor arus bolak-balik (AC) yang direncanakan baik untuk tiga fasa maupun yang lainnya. Jadi pengertian motor induksi tiga fasa adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandingan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor yang dioperasikan pada sistem tenaga tiga fasa. (repository.pip-semarang.ac.2011.)





Gambar II.1 Motor Listrik

## II.2 Baterai kering

Baterai adalah perangkat penyimpanan energi elektrokimia. Energi kimia yang terkandung dalam baterai dapat diubah menjadi energi listrik DC. Pada baterai isi ulang, proses tersebut dapat dibalik yaitu mengubah energi listrik DC menjadi energi kimia. (Martha, E. (2018))

Sel Kering atau baterai pertama kali dibuat oleh Laclance. Baterai disebut juga elemen kering, karena elektrolitnya merupakan campuran antara serbuk karbon, batu kawi, dan salmiak yang berwujud pasta (kering). Bagian dari elemen kering adalah kutub positif (*anoda*) terbuat dari batang karbon (*C*). kutub negatif (katoda) terbuat dari seng (*Zn*). larutan elektrolit terbuat dari amonium klorida (*NH<sub>4</sub>Cl*). dispolarisator terbuat dari mangan dioksida (*MnO<sub>2</sub>*)

Batang karbon (batang arang) memiliki potensial tinggi, sedangkan lempeng seng memiliki potensial rendah. Beda potensial antara batang karbon dengan seng adalah 1,5 volt. ([https://www.academia.edu/8937901/Baterai\\_Sel\\_Kering\\_Sel](https://www.academia.edu/8937901/Baterai_Sel_Kering_Sel))



Gambar II.2 baterai kering

### **II.3 Baterai lithium-ion**

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 mengikat arus kolektor logam dengan bahan pengikat, berupa polivinilidena flourida (PVDF) atau kopolimer polivinilidena flourida-hexafluoropropylene (PVDF-HFP) dan zatpenencer konduktif.



Gambar II.3 Baterai Lithium-Ion (Li-On)

### **II.4 Karakteristik Baterai Lithium-Ion**

Sel-sel baterai lithium-ion terdiri dari empat komponen utama: katoda, anoda, elektrolit dan pemisah. Tabel II.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.

Tabel II.1 Komponen dan reaksi dalam baterai lithium-ion

Components	Operations	Materials
Cathode	Lithium ions enter the cathode when the battery discharges and leave when the battery charges	Lithium metal oxide powder
Anode	Lithium ions leave the anode when the battery discharges and enter the anode when the battery charges	Graphitic carbon powder
Electrolyte	The electrolyte allows transport of lithium ions between cathode and anode but not electrons	Lithium salts and organic solvents
Separator	The separator prevents short circuit between cathode and anode and only pass lithium ions through pores	Micro-porous membranes
<b>Electrochemical reactions</b>		
Cathode:	$\text{LiMO}_2 \xrightleftharpoons[\text{discharge}]{\text{charge}} \text{Li}_{1-x}\text{MO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^-$	
Anode:	$\text{C} + x\text{Li}^+ + xe^- \xrightleftharpoons[\text{discharge}]{\text{charge}} \text{Li}_x\text{C}$	
Overall:	$\text{LiMO}_2 + \text{C} \xrightleftharpoons[\text{discharge}]{\text{charge}} \text{Li}_x\text{C} + \text{Li}_{1-x}\text{MO}_2$	

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.

## II.5 Perbandingan Baterai Lithium-Ion dengan Jenis lain

Baterai lithium-ion memiliki beberapa kelebihan dibandingkan jenis lain yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel II.2 perbandingan baterai lithium-ion dengan jenis lain

Battery type	Lead-acid	Ni-Cd	Ni-MH	Lithium-ion
Energy density (w/kg)	30-50	45-80	60-120	110-160
Power density	180	150	250-1000	3.6V
Nominal voltage	2V	1.25V	1.25V	Very low
Overcharge tolerance	high	moderate	low	Very low
Self-discharge	Low	Moderate	High	Very low
Operating temperature	-40-60C	-40-60C	-20-60C	-20-60C

<b>Cycle life</b>	200-300	1500	300-500	500-1000
-------------------	---------	------	---------	----------

## **II.6 Prinsip kerja baterai**

Baterai lithium-ion memiliki kemampuan penyimpanan energi tinggi per satuan 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). 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 elektrokimia dalam baterai. Pergerakan elektron dalam elektrolit dan di antara elektroda akan menghasilkan arus listrik. Untuk cara kerja baterai lithium-Ion Anoda dan katoda baterai lithiumion 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 dilarutkan dalam pelarut organik seperti etilen karbonat, dimetil karbonat, dan dietil karbonat.

## **II.7 Cara Kerja Motor Listrik**

Mekanisme kerja untuk seluruh jenis motor secara umum sama. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya. Jika kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop yaitu, pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/torque untuk memutar kumparan . Motor-motor

memiliki beberapa loop pada dinamonya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan. Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/torque sesuai dengan kecepatan yang diperlukan.

## **II.8 Pengertian Motor**

Motor didefinisikan sebagai sebuah benda atau alat konversi energi, sedangkan motor listrik dapat didefinisikan sebuah benda atau alat yang mampu mengkonversi atau mengubah energi yaitu dari energi listrik menjadi energi mekanik yang memiliki kecepatan tertentu melalui proses elektro magnet. Motor listrik memiliki jenis yang beragam. Dari suplay motor dibedakan menjadi dua yaitu motor AC (alternating current) dan motor DC (direct current)

kemudian berdasarkan sumber energi listrik AC motor listrik dapat dibedakan menjadi motor AC tiga fasa dan motor AC satu fasa Kerja motor Seri AC sangat menyerupai motor seri DC, kecepatan menjadi tinggi dengan berkurangnya beban. Dalam motor seri yang sangat kecil, rugi-rugi biasanya cukup besar pada keadaan tanpa beban untuk membatasi kecepatan pada suatu nilai tertentu. Untuk arus jangkar yang besar, kopelnya pun juga besar, sehingga memberikan kopel awal yang baik. Karena reaktans induktif berbanding lurus dengan frekuensi, maka karakteristik kerja motor AC seri lebih baik pada frekuensi yang lebih rendah. Beberapa motor seri dibuat dalam ukuran yang besar untuk melayani traksi yang besar dan dirancang untuk frekuensi yang rendah, yakni 25 Hz atau kurang. Akan tetapi motor AC seri yang mempunyai ukuran sepersekian daya kuda dirancang agar bekerja dengan baik pada frekuensi 50 atau 60 Hz. Untuk beberapa pemakaian diinginkan penggunaan motor seri yang dapat bekerja pada rangkaian AC maupun DC.(Fadianto, A. A. (2019).



Gambar II.4 Motor listrik

### **II.9 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 menyeimbang, pemantauan dan proteksi pada baterai yang disusun secara seri atau baterai susun. BMS dilengkapi dengan passive cell balancing, sensor tegangan setiap baterai, 9 sensor arus, sensor suhu, Rangkaian proteksi untuk memutus arus.



Gambar II.5 *Battery Management System* (BMS)

### **II.9.1 Fungsi dan Cara Kerja BMS Baterai**

Beberapa fungsi spesial sistem manajemen baterai 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.

### **II.9.2 Cara Kerja BMS pada Baterai**

BMS yang digunakan pada baterai motor listrik pada umumnya, memiliki port:

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

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

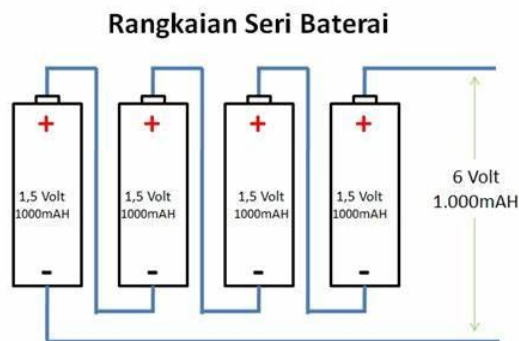
## II.10 Rangkaian Seri dan Paralel Baterai

Hampir semua peralatan elektronika portable menggunakan baterai sebagai sumber dayanya. Untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan, biasanya kita merangkai Baterai dalam bentuk rangkaian Seri. Contoh rangkaian seri baterai yang paling sering ditemukan adalah penggunaan Baterai dalam lampu senter dan remote control televisi.

Biasanya kita akan menemui instruksi dari peralatan tersebut untuk memasukan 2 buah baterai atau lebih dengan arah Baterai yang ditentukan agar dapat menghidupkan peralatan yang bersangkutan. rangkaian baterai tersebut umumnya adalah rangkaian seri baterai.

Pada dasarnya, Baterai dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Tetapi hasil output dari kedua Rangkaian tersebut akan berbeda. Rangkaian seri baterai akan meningkatkan tegangan (Voltage) output baterai sedangkan current/arus listriknya (Ampere) akan tetap sama. Hal ini berbeda dengan rangkaian paralel baterai yang akan meningkatkan current/arus listrik (Ampere) tetapi tegangan (Voltage) outputnya akan tetap sama.

## II.11 Rangkaian Seri Baterai



Gamabat II.6 Rangkaian seri baterai



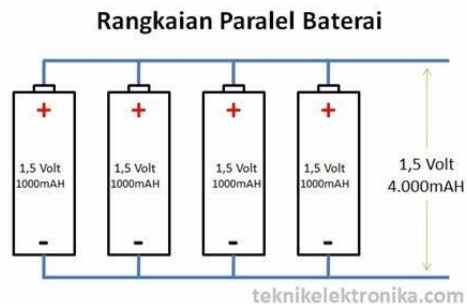
Dari gambar rangkaian seri baterai diatas, 4 buah baterai masing-masing menghasilkan current atau kapasitas arus listrik (Ampere) yang sama seperti arus listrik pada 1 buah baterai, tetapi Tegangannya yang dihasilkan menjadi 4 kali lipat dari tegangan 1 buah baterai. Yang dimaksud dengan tegangan adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt. Seperti yang digambarkan pada rangkaian seri baterai diatas, 4 buah baterai yang masing masing bertegangan 1,5 Volt dan 1.000 miliampere per jam (mAh) akan menghasilkan 6 Volt tegangan tetapi kapa sitas arus listriknya (Current) akan tetap yaitu 1.000 miliampere per jam (mAh).

$$V_{tot} = V_{bat1} + V_{bat2} + V_{bat3} + V_{bat4}$$

$$V_{tot} = 1,5V + 1,5V + 1,5V + 1,5V$$

$$V_{tot} = 6 V$$

## II.12 Rangkaian Paralel Baterai



Gamabat II 7 Rangkaian paralel baterai

Gambar II.7 merupakan rangkaian paralel yang terdiri dari 4 buah Baterai. Tegangan yang dihasilkan dari rangkaian paralel adalah sama yaitu 1,5 Volt tetapi current atau kapasitas arus listrik yang dihasilkan adalah 4.000 mAH (miliampere per Jam) yaitu total dari semua kapasitas arus listrik pada baterai.

$$I_{tot} = I_{bat1} + I_{bat2} + I_{bat3} + I_{bat4}$$

$$I_{tot} = 1.000\text{mAh} + 1.000\text{mAh} + 1.000\text{mAh} + 1.000\text{mAh}$$

$$I_{tot} = 4.000\text{Ma}$$

### **II.13 Penelitian terdahulu**

(Rizki dwi prawira, 2018). Uji karakteristik baterai lithium-ion terhadap variasi pembebanan. pembebanan pada baterai lithium-ion berpengaruh terhadap kapasitas terpakai pada baterai, semakin besar beban yang digunakan maka kapasitas yang terpakai semakin kecil, pada kapasitas baterai 3Ah dengan pembebanan 10% kapasitas yang terpakai sebesar 1,401 Ah pada pack 1 dan dengan pembebanan 30% kapasitas terpakai sebesar 1,046 Ah pada pack 1.

(Ardiansyah,2022). Pembuatan cas cepat baterai VRLA (valve regulated lead acid) pada motor listrik (byvin) teknik mesin unifa. Spesifikasi cas cepat pada motor listrik dengan Sistem ini menggunakan kapasistas arus maksimal yang tinggi sebesar 20A dan trafo yang dapat mengeluarkan tegangan 82,5 volt dengan hasil pengujian pengecasan aki sebanyak 6 buah dengan kapasitas 72 volt dan 20 ampere di peroleh waktu pengisian pengecasan 168 menit.

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**III.1 Waktu dan Tempat pelaksanaan**

berkaitan dengan perancangan, perakitan, baterai litium-ion pada motor listrik, bertempat di lap teknik mesin universitas fajar, sulawesi selatan.

Adapun waktu waktu pelaksanaan, perakitan, dan penelitian terliat pada tabel dibawa ini:






Tabel III.1. Waktu pelaksanaan, perakitan, dan penelitian.

NO	Keterangan	Bulan											
		Juli				Agustus 2022				September 2022			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan												
2	Proposal												
3	Pembelian alat dan bahan												
4	Perancangan baterai motor listrik												
5	Pengambilan data												


### III.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan baterai litium-ion motor listrik ada pada tabel berikut:

Tabel III.2 Alat dan bahan penelitian

NO	Nama Alat/Bahan	Gambar
1	Baterai Lithium	
2	BMS (Baterai Management System)	
3	plat nikel baterai lithium	
4	Bracket Case Battery (dudukan baterai)	
5	kabel awg	

6	welding baterai lithium	
7	Battery Capacity Meter	
8	isolasi bakar kabel	
9	Timah	
10	Avometer	
11	Fluks Solder	

12	tang lancip	
----	-------------	--

### III.3 Prosedur Perancangan

Adapun proses dari perancangan baterai motor listrik adalah sebagai berikut:

#### III.3.1 Perancangan baterai Motor Listrik

Sebelum melakukan perancangan, terlebih dahulu dilakukan simulasi untuk meyakinkan bahwa alat baterai motor listrik yang akan di buat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan tujuan perancangan tersebut.

#### III.3.2 Pemilihan dan Pembuatan baterai Motor Listrik

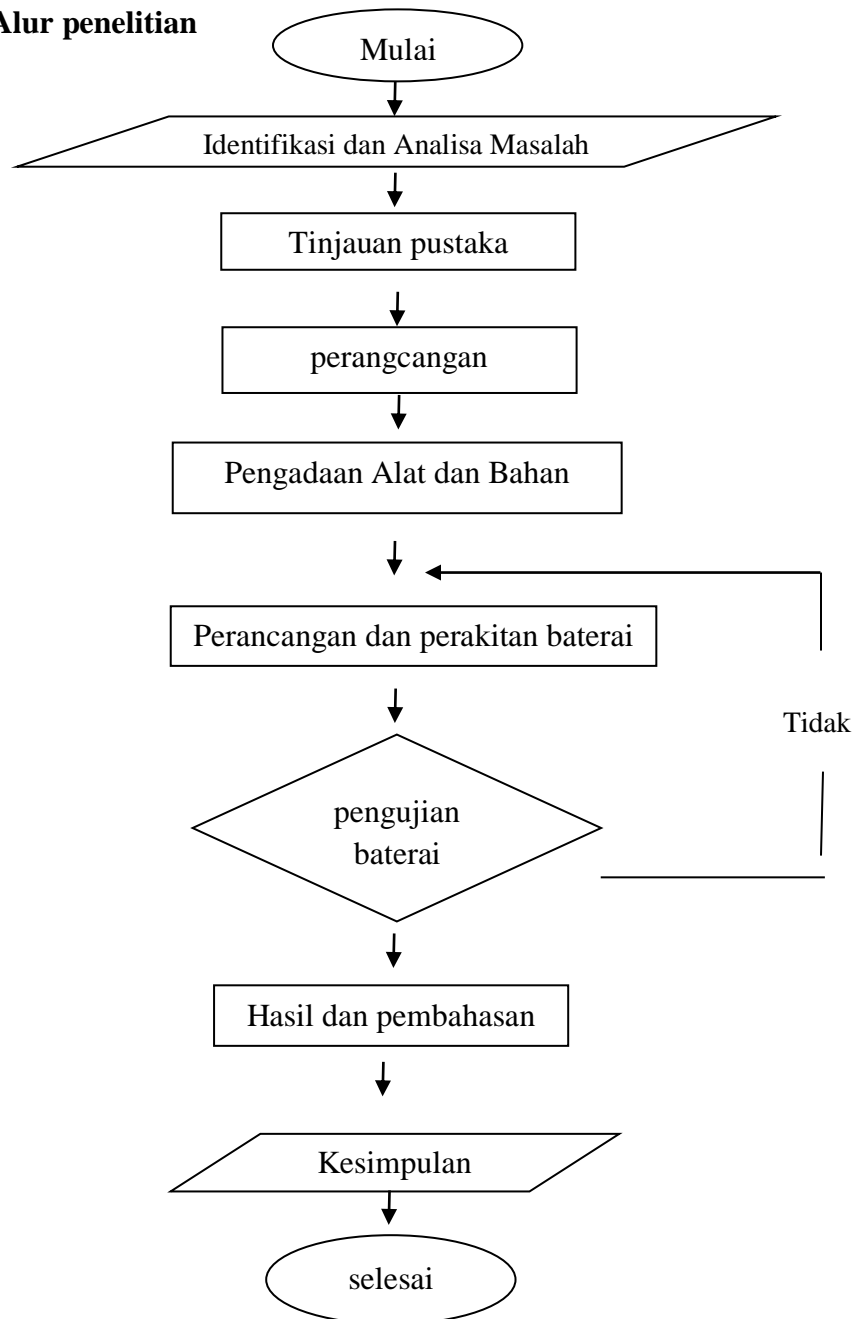
Adapun proses pemilihan dan perancangan baterai motor listrik dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

1. Rancangan spesifikasi Design baterai motor listrik setelah memahami prinsip kerja alat yang akan dibuat selanjutnya akan dilakukan adalah merangkaikan komponen-komponen baterai motor listrik dan bahan-bahan lainnya yang akan digunakan dalam proses pembuatan.
2. Proses perancangan baterai motor listrik
  - a. merancang Rangkaian seri baterai dan rangkaian paralel baterai.
  - b. Pemasangan plat nikel pada bateri menggunakan welding
  - c. Pemasangan *Battery Management System* (BMS) pada baterai
  - d. Langkah finishing, Langkah ini meliputi pemeriksaan bahan dan alat sebelum digunakan pada motor listrik.

### III.3.3 Pengujian Baterai pada Motor Listrik

Mengecek seluruh komponen-komponen baterai pada saat dilakukan pengujian dimotor listrik.

### III.4 Bagan Alur penelitian



Gambar III.8 Diagram alir penelitian

### **III.5 Teknik Analisis Data**

Adapun pengujian kali ini baterai dengan sambungan seri untuk mendapatkan tegangan dengan spesifikasi keluaran pada 72 Volt dan arus maksimal 20 Ampere dari baterai.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASA**

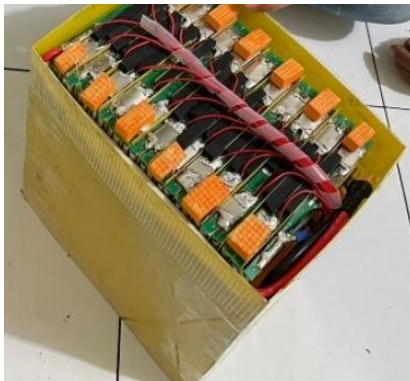
#### **IV.I Hasil penelitian**

##### **IV.1.1 Perancangan baterai litium-ion (lion) 72volt 20ampere Pada Motor Listrik**

Dalam perancangan baterai litium-ion 72volt 20ampere Pada Motor Listrik memiliki beberapa komponen yaitu:

1. Casing fiber akrilik Baterai litium-ion

Casing fiber akrilik baterai litium-ion berfungsi sebagai pelindung dan pengaman komponen-komponen seperti sel-sel baterai litium-ion 3,4volt, dan BMS (*battery magement system*)



Gambar IV.9 casing fiber akrilik baterai litium-ion

2. *Battery Management System (BMS) 24s 72V*

*Battery management system (BMS)* merupakan sistem elektronik yang berfungsi untuk mengatur, memonitoring, dan menjaga baterai dari kondisi-kondisi yang dapat merusak baterai.



Gambar IV 10 *Battery Management System (BMS) 24s 72V*

### 3. Baterai litium-ion 3,4volt 20ampere

Baterai litium-ion 3,4volt 20ampere merupakan salah satu jenis baterai yang tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Baterai litium-ion dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran.



Gambar IV. 11 baterai litium polymer 3,4volt 20ampere

### 4. Isolasi gypsum

Isolasi gypsum digunakan sebagai lakban untuk membungkus casing fiber akrilik baterai litium-ion agar baterai dapat tertutup rapi, halus, kuat, dan bertahan lama.



Gambar IV. 12 Baterai litium-ion yang sudah terbungkus isolasi gypsum

**IV.1.2 Setelah masa percobaan pemakaian baterai tersisa daya 76,9 volt dari tegangan penuh 81,6 volt.**

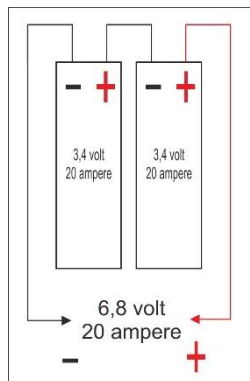


Gambar IV. 13 Sisa daya setelah masa percobaan baterai

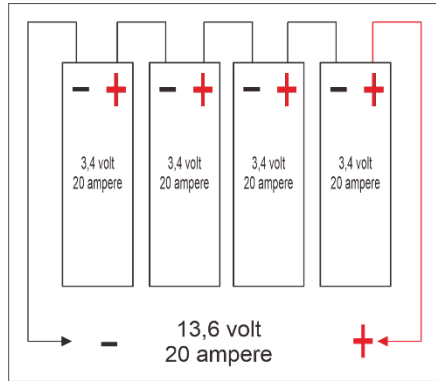
## IV.2 Pembahasan

### IV.2.1 Rangkain seri baterai 3,4 volt 20 ampere sebanyak 24 seri

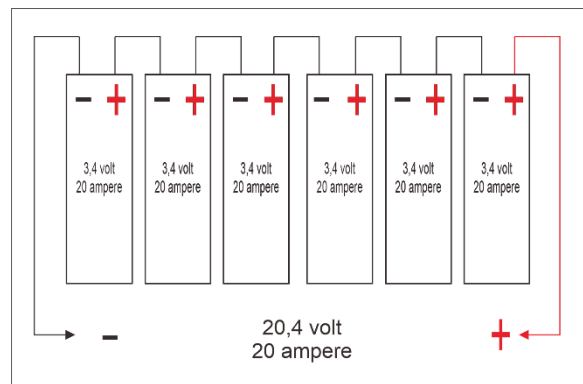
1. Rangkain seri 2 baterai 6,8 volt



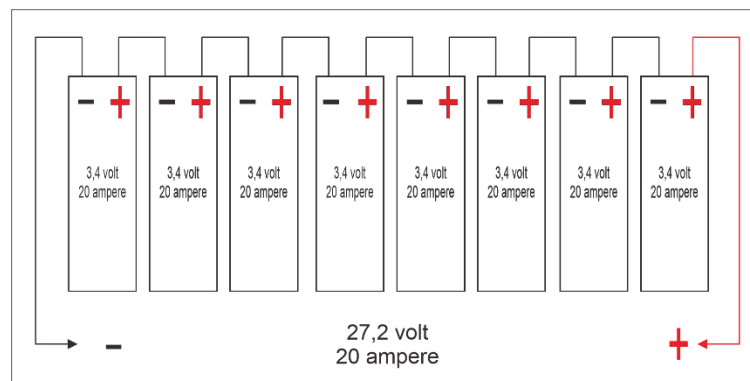
2. Rangkain seri 4 baterai 13,6 volt



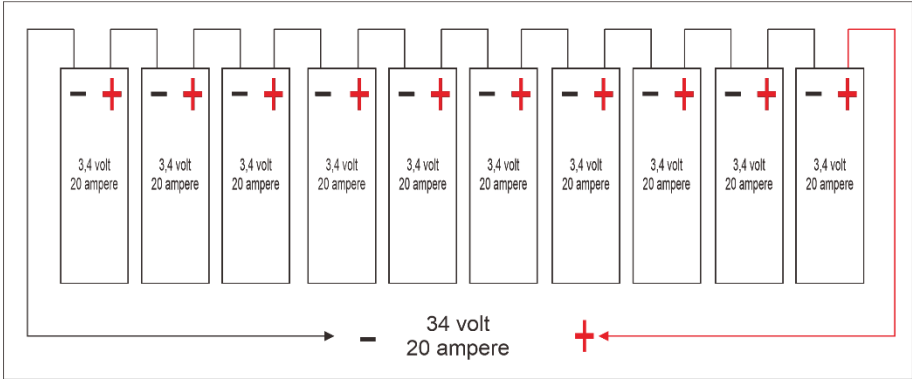
3. Rangkain seri 6 baterai 20,4 volt



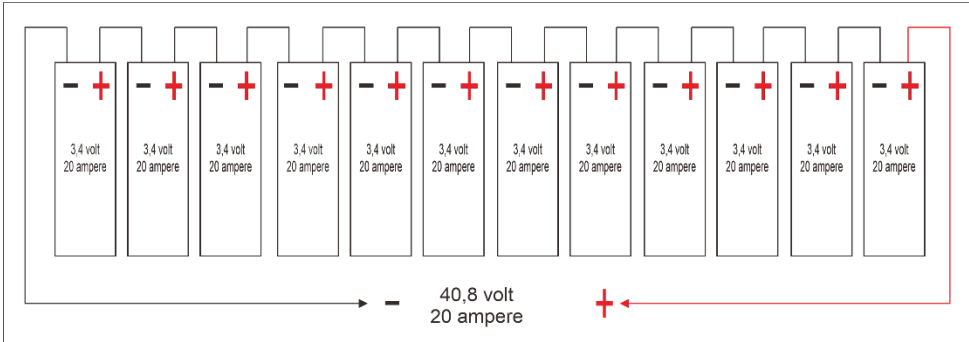
4. Rangkain seri 8 baterai 27,2 volt



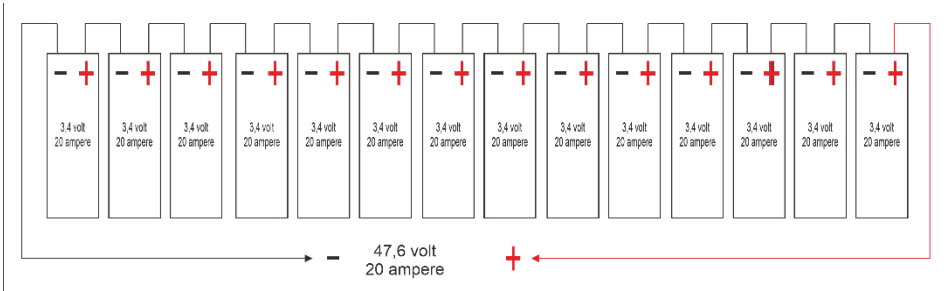
5. Rangkain seri 10 baterai 34 volt



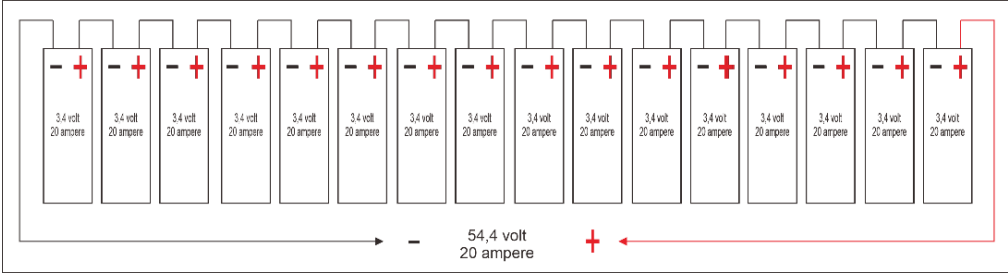
6. Rangkain seri 12 baterai 40,8 volt



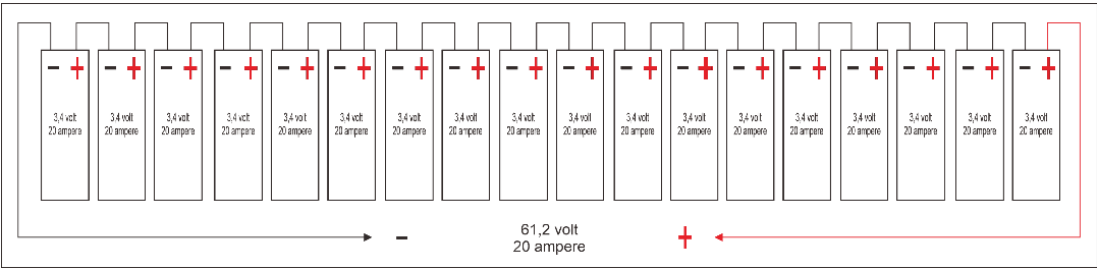
7. Rangkain seri 14 baterai 47,6 volt



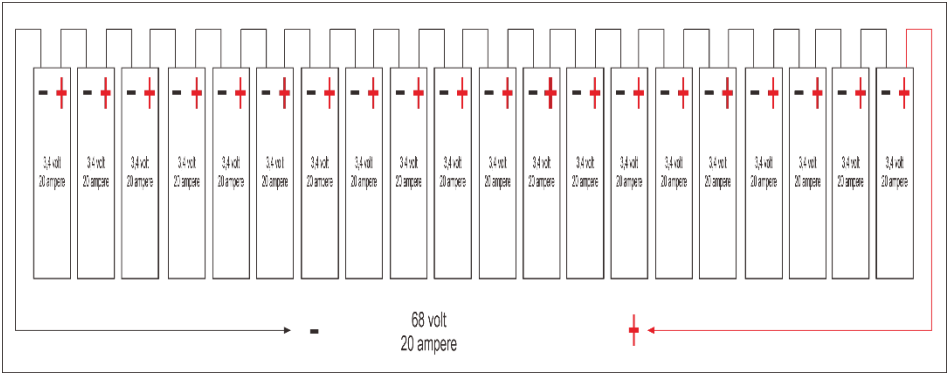
8. Rangkain seri 16 baterai 54,4 volt



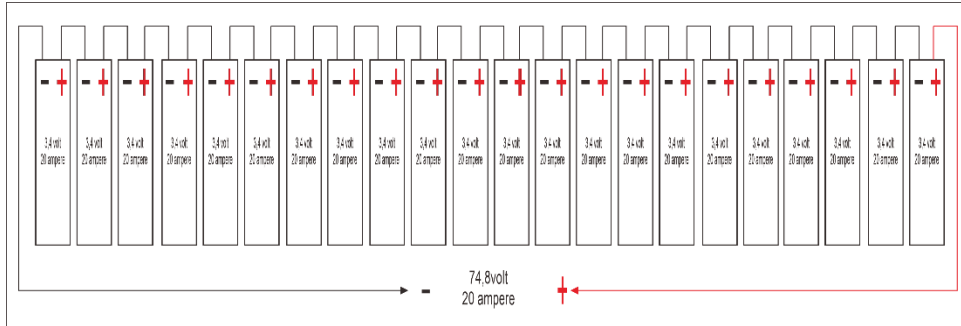
9. Rangkain seri 18 baterai 61,2 volt



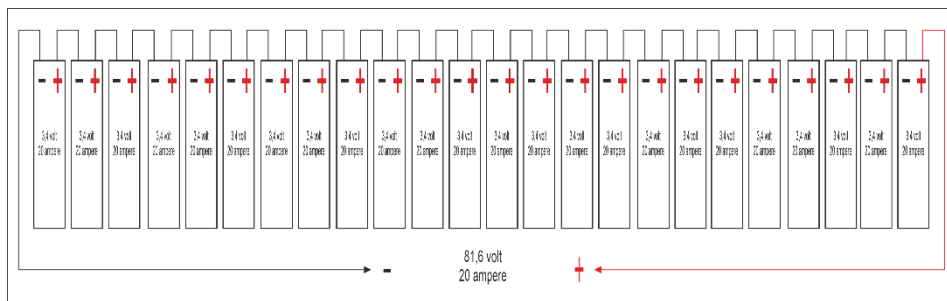
10. Rangkain seri 20 baterai 68 volt



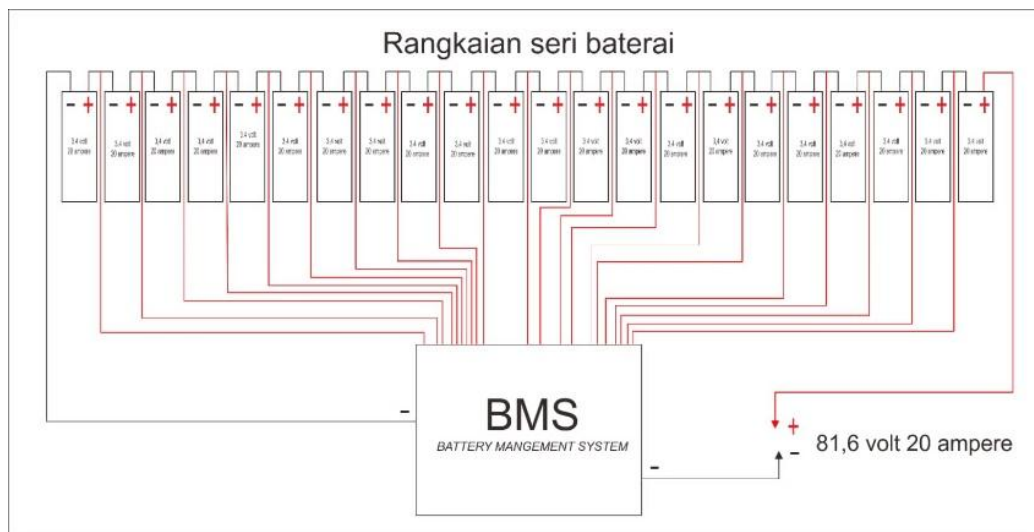
### 11. Rangkain seri 22 baterai 78,8 volt



### 12. Rangkain seri 24 baterai 81,6 volt



**IV.2.2 Untuk menghasilkan baterai dengan kapasitas 72volt 20ampere maka baterai 3,4 volt dirangkai seri sebanyak 24 dengan keluaran tegangan penuh 81,6 volt**



Gambar.14 baterai 3,4 volt 20 ampere yang dirangkai seri sebanyak 24

Dari gambar rangkaian seri baterai diatas, 24 buah baterai masing-masing menghasilkan current atau kapasitas arus listrik (Ampere) yang sama seperti arus listrik pada 1 buah baterai, tetapi Tegangannya yang dihasilkan menjadi 24 kali lipat dari tegangan 1 buah baterai. Yang dimaksud dengan tegangan adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik yang dinyatakan dengan satuan Volt. Seperti yang digambarkan pada rangkaian seri baterai diatas, 24 buah baterai yang masing masing bertegangan 3,4 Volt dan  $2.0 \times 10^4$  miliampere [mA] akan menghasilkan 81,6 Volt tegangan tetapi kappasitas arus listriknya (Current) akan tetap yaitu  $2.0 \times 10^4$  miliampere [mA]

$$V_{tot} = V_{bat1} + V_{bat2} + V_{bat3} + V_{bat4} + V_{bat5} + V_{bat6} + V_{bat7} + V_{bat8} + V_{bat8} + V_{bat9} + V_{bat10} + V_{bat11} + V_{bat12} + V_{bat13} + V_{bat14} + V_{bat15} + V_{bat16} + V_{bat17} + V_{bat18} + V_{bat19} + V_{bat20} + V_{bat21} + V_{bat22} + V_{bat23} + V_{bat24}$$



$$V_{tot} = 3,4V + 3,4V$$

$$V_{tot} = 81,6 \text{ V}$$

#### IV.2.3 Perbandingan baterai kering dan batrai lithium-ion 72volt 20ampere

Perbandingan baterai kering dan batrai lithium-ion 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar

##### 1. Baterai kering

Baterai kering yang lama memiliki kapasitas 20volt setiap 1 baterai dengan jumlah sebanyak 6 buah baterai.

$$12 \times 6 = 72 \text{ Volt}$$

Diketahui sebagai berikut:

$$\text{Panjang} : 7,5 \text{ cm} \times 6 = 45 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar} : 18 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} : 17 \text{ cm}$$

$$\text{Berat} : 7 \text{ kg} \times 6 = 42 \text{ kg}$$

Maka volume baterai kering adalah  $13.770 \text{ cm}^3$  dengan berat 42kg



Gambar IV.15 Baterai kering

## 2. Baterai litium-ion

Baterai litium-ion 72volt 20ampere yang memiliki kapasitas dengan tegangan penuh 81,6volt.

Diketahui sebagai berikut:

Panjang : 23 cm

Lebar : 15,5 cm

Tinggi : 26 cm

Berat : 14,5 cm

Maka volume baterai litium-ion adalah  $9.269 \text{ cm}^3$  dengan berat 14,5kg



Gambar IV.16 Baterai litium-ion

Perbandingan baterai kering volume  $13.770 \text{ cm}^2$  dengan berat 42 kg dan baterai litium-ion volume  $9.269 \text{ cm}^3$  dengan berat 14,5 kg.

Maka hasil perbandingan baterai litium-ion lebih ringan 27.5 kg dari baterai kering

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

1. Spesifikasi baterai litium-ion 72volt 20ampere yang dirangkai seri sebanyak 24 dengan 3,4 volt disetiap 1 sel baterai mengeluarkan tegangan penuh sebesar 81,6 volt.
2. Hasil perbandingan baterai lama sebanyak 6 buah dengan kapasitas 72 volt 20 ampere dengan volume 13.770 cm<sup>2</sup> dengan berat 42 kg dan baterai litium-ion volume 9.269 cm<sup>3</sup> dengan berat 14,5 kg . Maka dapat mengurangi berat pada baterai sebesar 27.5 kg .

#### **V.2 Saran**

Penulis berharap pada perancangan baterai lithium-ion (lion) 72volt 20ampere pada motor listrik teknik mesin universitas fajar berikutnya dapat dikembangkan dan dilanjutkan kembali agar baterai denganTegangan tinggi ini dapat berpungsi dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Borni Florus King, S. D. (2020). SISTEM KONTROL CHARGING DAN DISCHARGING SERTA MONITORING KESEHATAN BATERAI.
- Indah Susanti, R. C. (2019). ANALISA PENENTUAN KAPASITAS BATERAI DAN PENGISIANNYA PADA MOBIL LISTRIK. *ELEKTRA*, Vol.4, No.2, Juli 2019, 29 – 37.
- Kamajaya, F. S. (2015). Analisis Teknologi Charger Untuk Kendaraan Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6, No.3 Tahun 2015*: , 163-166.
- Matarru, A. A. (n.d.). ANALISA PENGEMBANGAN FAST CHARGING SYSTEM UNTUK IMPLEMENTASI KENDARAAN LISTRIK. *Analisa Pengembangan Fast Charging System untuk Implementasi Kendaraan Listrik / Matarru*.
- Nalaprana Nugroho, S. A. (2015). ANALISA MOTOR DC (DIRECT CURRENT) SEBAGAI PENGGERAK MOBIL LISTRIK. *Mikrotiga, Vol 2, No. 1 Januari 2015* , 28-34.
- SIDIQ, R. K. (2015). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGISI BATERAI MOBIL LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16*. Universitas Jember: 2015.
- Sidiq, R. K. (2019). Rancang Bangun sistem pengisi baterai mobil listrik berbasis mikrokontroller Atmega16.
- STUDI PERANCANGAN DAN ANALISIS SISTEM PENGISIAN CERDAS. (2019). *Reko Rivani 1), Ayong Hiendro 2), Syaifurrahman3)*, 1-10.

Wijaya, N. M. (2021). PERKEMBANGAN BATERAI DAN CHARGER UNTUK  
MENDUKUNG PEMASYARAKATAN SEPEDA LISTRIK DI  
INDONESIA. *Jurnal SPEKTRUM Vol. 8, No. 1 Maret 2021*, 15-26.

## LAMPIRAN



Gambar 1

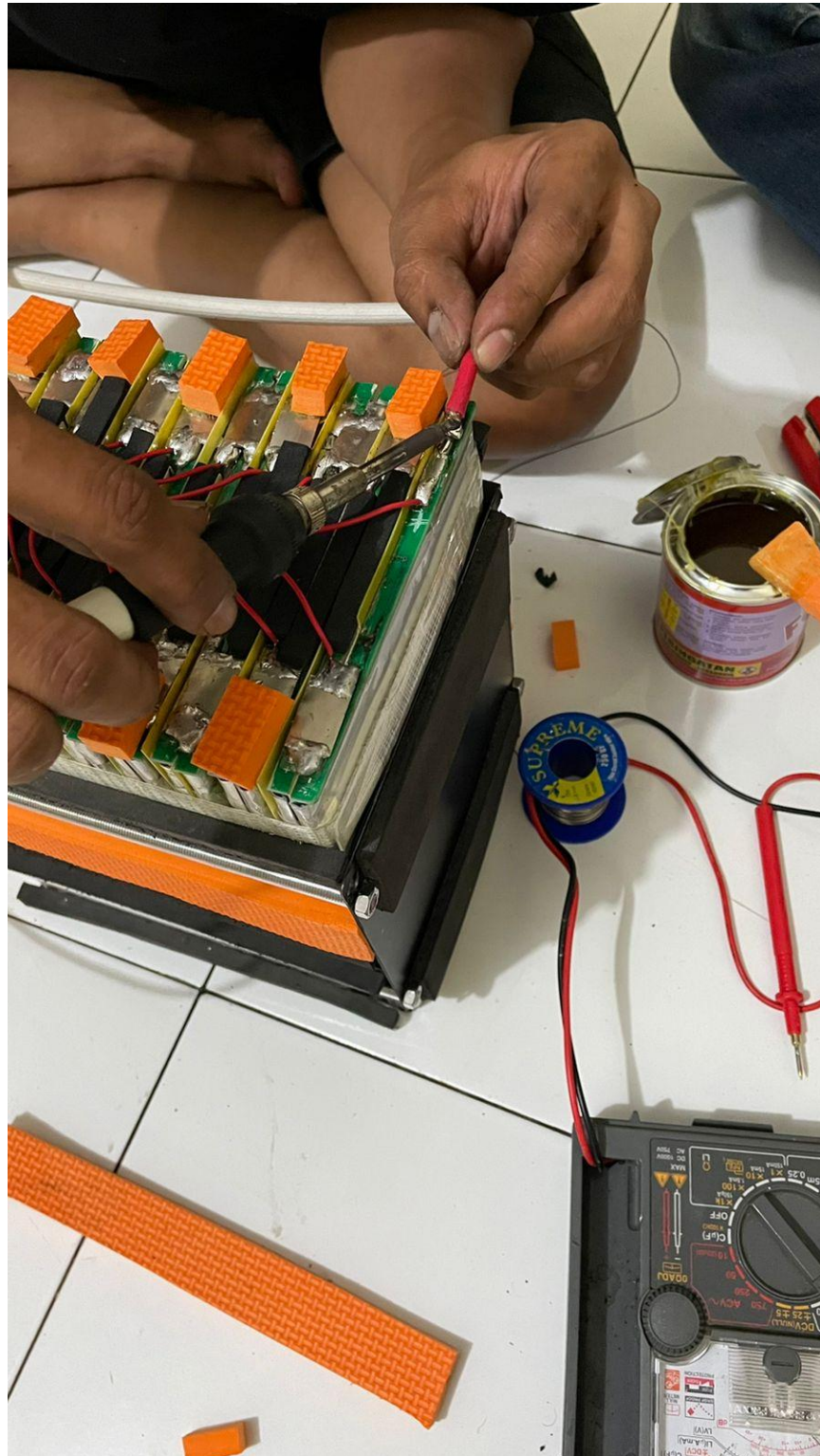


Gambar 1 dan 2. Pemasangan isolasi gypsum



Gambar 3.. pemasangan rangkain seri baterai





Gambar.4 Pemasangan BMS pada baterai



Gambar 4 Pemasangan Akrilik pada baterai