

**PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TERHADAP  
KINERJA BATERAI *CELL* LITHIUM-ION 3.7V DAN BATERAI  
PACK 12V**

**CRISTOFORUS TANGDILINTIN**

**D021191144**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TERHADAP  
KINERJA BATERAI CELL LITHIUM-ION 3.7V DAN BATERAI  
PACK 12V**

**CRISTOFORUS TANGDILINTIN**

**D021191144**



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2024**



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TERHADAP KINERJA BATERAI  
LITHIUM-ION 3.7V DAN BATERAI PACK 12V

CRISTOFORUS TANGDILINTIN

D021191144

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Teknik Mesin

pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



**SKRIPSI**  
**PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TERHADAP KINERJA BATERAI**  
**BATERAI CELL LITHIUM-ION 3.7V DAN BATERAI PACK 12V**

**CRISTOFORUS TANGDILINTIN**  
**D021191144**

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 15 Oktober 2024 dan  
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Teknik Mesin  
Departemen Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,



Prof. Dr. Eng. Andi Erwin Fka Putra, ST., MT.  
NIP 19711221 199802 1 001

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Muhammad Syahid, ST., MT.  
NIP 19770707 200511 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Terhadap Kinerja Baterai *Cell* Lithium-ion dan Baterai Pack 12V” adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT.). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 15 Oktober 2024



Cristoforus Tangdilintin  
D021191144



## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari dalam menyelesaikan skripsi dan penelitian ini tidaklah mudah, banyak hambatan dan masalah yang dihadapi hingga sampai ke titik ini. Namun berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya penelitian dan skripsi ini telah selesai. Dengan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TERHADAP KINERJA BATERAI LITHIUM-ION 3.7V DAN BATERAI PACK 12V”**, ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan pembaca dan juga kepada penulis dalam memahami penggunaan baterai untuk mengoptimalkan kinerjanya. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, petunjuk dan perhatian dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta jajaran staffnya.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Syahid, ST., MT selaku ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan beserta seluruh staff Departemen Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.
4. Bapak Prof. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT., selaku pembimbing, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta motivasi mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Seluruh dosen penguji, bapak Ir. Andi Mangkau, MT. dan ibu Dr. Eng. Novriany Amaliyah, ST., MT., yang telah memberikan masukan yang sangat berharga dalam menyelesaikan penelitian ini.



istrasi Departemen Teknik Mesin yang membantu mengurus dan an berkas menuju Rektorat.

lis persembahkan kepada:

Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

yang tercinta, yaitu ayahanda Anthon Massa dan ibunda Katrina n mendukung dan mendoakan penulis selama ini. Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua tercinta, semangat, cinta, dan doa restu dari mereka tetap menjadi pendorong utama dalam setiap

langkah penulis.

2. Kakak dan adik tercinta penulis yang telah memberikan semangat kepada penulis selama proses penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih dan juga kepada keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan moral dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

3. Saudari Ina Tu'dae Panggalo, penulis berterima kasih banyak atas dukungan, motivasi serta doa yang diberikan dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Seluruh saudaraku BRUZHLEZZ 2019. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya serta semangat yang diberikan.

5. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Motor Bakar yang setia menemani selama masa-masa pengambilan data dan penulisan tugas akhir.

6. Kanda-kanda Senior serta dinda, penulis berterima kasih telah membantu pada proses perkuliahan maupun memberikan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir.

7. Kepada Kanda Surahman S.Pd, MT. yang senantiasa selalu menjadi teman diskusi yang sudah membantu penulis dalam memecahkan berbagai kendala dalam menjalankan penelitian ini.

8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu dengan semua bantuan dan dukungan hingga penyelesaian tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini banyak kekurangan dan memerlukan perbaikan. Oleh karena itu, dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak. Akhir kata semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Mesin.

Gowa, 15 Oktober 2024

Penulis



## ABSTRAK

**CRISTOFORUS TANGDILINTIN.** *Pengaruh Temperatur Dan Kelembaban Terhadap Kinerja Baterai Cell Lithium-Ion 3.7V Dan Baterai Pack 12V* (dibimbing oleh Prof. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT.)

Dalam era transisi energi global dari bahan bakar fosil menuju energi terbarukan, baterai memegang peran krusial sebagai solusi penyimpanan energi yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi suhu dan kelembaban terhadap kinerja baterai lithium-ion dan baterai pack 12V. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat corrttest untuk mengukur kemampuan pengisian dan pengosongan muatan pada berbagai kondisi suhu dan kelembaban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi suhu dan kelembaban secara signifikan mempengaruhi kinerja baterai lithium-ion. Pada suhu dan kelembaban normal, baterai menunjukkan peningkatan tegangan yang stabil selama pengisian, namun pada suhu yang lebih tinggi dan kelembaban tinggi, kinerja baterai menurun dengan adanya fluktuasi tegangan yang signifikan. Penelitian ini juga menemukan bahwa kelembaban tinggi menyebabkan penurunan efisiensi pengosongan baterai, memperpendek masa hidup baterai. Temuan ini memberikan wawasan penting untuk pengembangan baterai lithium-ion yang lebih efisien dan tahan lama dalam berbagai kondisi lingkungan.

Kata Kunci: baterai lithium-ion, suhu, kelembaban, pengisian muatan, pengosongan muatan, kinerja baterai.



## ABSTRACT

**CRISTOFORUS TANGDILINTIN.** Temperature and Humidity Effect on the Performance of 3.7V Lithium-Ion Cell Batteries and 12V Battery Packs (supervised by Prof. Dr. Eng. Andi Erwin Eka Putra, ST., MT.)

In the era of global energy transition, batteries play a crucial role as vital energy storage solutions. This research aims to examine the effects of temperature and humidity variations on the performance of lithium-ion batteries and 12V battery packs. Testing was conducted using a corrttest device to measure the charging and discharging capabilities under various environmental conditions. The results indicate that temperature and humidity significantly influence battery performance. Under normal conditions, the batteries exhibited a stable voltage increase during charging. However, at higher temperatures and elevated humidity, there was a noticeable decline in performance, marked by significant voltage fluctuations. Additionally, high humidity led to decreased discharge efficiency, potentially shortening the battery's lifespan. These findings provide important insights for the development of more efficient and durable lithium-ion batteries in diverse environmental conditions.

Keywords: lithium-ion battery, temperature, humidity, charging, discharging, battery performance





3.4	Prosedur Kerja.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Rancangan Battery Pack .....	27
4.2	Hasil Pengujian Pengisian dan Pengosongan.....	27
4.3	Hasil Pengujian Pengisian dan Pengosongan Baterai Pack 12V .....	54
4.4	Hasil Pengujian 500 Siklus .....	59
4.5	Analisis Karakteristik Permukaan Baterai.....	60
BAB V PENUTUP.....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran .....	62
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN .....		64



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Konstruksi Baterai	9
Gambar 2 Proses discharging baterai	9
Gambar 3 Corrtest	16
Gambar 4 Solder listrik	17
Gambar 5 Termokopel	17
Gambar 6 Watt meter	18
Gambar 7 multimeter	18
Gambar 8 Humidifier	19
Gambar 9 Komputer	19
Gambar 10 Pengukur kelembaban	20
Gambar 11 Air Conditioner	20
Gambar 12 Baterai lithium-ion	21
Gambar 13 BMS	21
Gambar 14 Kawat timah	22
Gambar 15 Kawat nikelin pipih	22
Gambar 16 Bracket holder baterai	23
Gambar 17 Kabel	23
Gambar 18 Volt meter	24
Gambar 19 Kipas DC 12V	24
Gambar 20 Akrilik	25
Gambar 21 Busa styrofoam	25
Gambar 22 Skema Penelitian	26
Gambar 23 Rancangan baterai pack 12V	30
ir 24 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 65,5% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	31
ir 25 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 62,5% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus	



500mA	32
Gambar 26 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 64,7% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	32
Gambar 27 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 54,5% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	32
Gambar 28 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban normal dengan arus 500mA	33
Gambar 29 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban normal dengan arus 500mA	33
Gambar 30 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 65,2% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	34
Gambar 31 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 62,3% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	34
Gambar 32 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 62,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	35
Gambar 33 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 54,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	35
Gambar 34 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban normal dengan arus 1000mA	35
Gambar 35 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban normal dengan arus 1000mA	36
Gambar 36 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 65,5% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	37



Gambar 37 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 63,8% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	37
Gambar 38 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 62,7% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	37
Gambar 39 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 50,5% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	38
Gambar 40 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban normal dengan arus 1500mA	38
Gambar 41 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban normal dengan arus 1500mA	39
Gambar 42 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 64,7% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	39
Gambar 43 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 61,8% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	40
Gambar 44 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 62,3% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	40
Gambar 45 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 51,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	40
Gambar 46 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban normal dengan arus 2000mA	41
Gambar 47 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban normal dengan arus 2000mA	41
Gambar 48 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 83,3% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	42
Gambar 49 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 84,8% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	43
Gambar 50 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 93,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	43
Gambar 51 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 90,1% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 500mA	43
ir 52 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban tinggi dengan arus 500mA	44
ir 53 Penurunan tegangan saat pengisian pada kelembaban tinggi dengan arus 500mA	44
ir 54 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 81,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	45
ir 55 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 83,3% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	46



Gambar 56 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 93,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	46
Gambar 57 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 91,1% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1000mA	46
Gambar 58 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban tinggi dengan arus 1000mA	47
Gambar 59 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban tinggi dengan arus 1000mA	47
Gambar 60 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 82,3% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	48
Gambar 61 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 85,3% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	49
Gambar 62 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 93,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	49
Gambar 63 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 93,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 1500mA	49
Gambar 64 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban tinggi dengan arus 1500mA	50
Gambar 65 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban tinggi dengan arus 1500mA	50
Gambar 66 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 20°C kelembaban 80,9% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	51
Gambar 67 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 25°C kelembaban 83,8% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	52
Gambar 68 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 30°C kelembaban 93,6% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	52
Gambar 69 Pengisian dan pengosongan baterai pada temperatur 35°C kelembaban 91,1% setiap 30s sebanyak 5 siklus dengan arus 2000mA	52
Gambar 70 Kenaikan tegangan saat pengisian pada kelembaban tinggi dengan arus 2000mA	53
Gambar 71 Penurunan tegangan saat pengosongan pada kelembaban tinggi dengan arus 2000mA	53
Gambar 72 Grafik tegangan discharging baterai pack 12V pada keadaan kelembaban normal	55
Gambar 73 Grafik tegangan discharging baterai pack 12V pada keadaan kelembaban tinggi	56
Gambar 74 Grafik tegangan charging baterai pack 12V pada keadaan kelembaban normal	57
Gambar 75 Grafik tegangan charging baterai pack 12V pada keadaan kelembaban tinggi	58
Gambar 76 Pengujian 500 siklus pada baterai cell	59



Gambar 77 Korosi yang terjadi pada permukaan baterai 60

Gambar 78 Korosi yang terjadi pada permukaan baterai 60



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
V	Tegangan
mAH	muatan listrik per jam
A	Arus
°C	Temperatur
s	Waktu per detik
mA	Arus
DC	Arus searah



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Charging dan discharging baterai cell	64
Lampiran 2. Kenaikan dan penurunan tegangan	75
Lampiran 3. Pengisian dan pengosongan baterai pack 12V	81
Lampiran 4. Dokumentasi	83



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Di era saat ini, terjadi pergeseran besar dari ketergantungan pada bahan bakar fosil menuju energi terbarukan. Baterai menjadi salah satu fokus utama dalam upaya global untuk mengurangi emisi karbon dan memanfaatkan sumber energi yang ramah lingkungan. Meskipun baterai menawarkan potensi besar sebagai sumber energi terbarukan, menggarisbawahi pentingnya penyimpanan energi yang efisien.

Dari sekian banyak sumber energi, baterai termasuk bagian yang memiliki peranan sangat besar bagi kebutuhan manusia. Baterai merupakan salah satu sumber energi listrik yang sangat diandalkan untuk mengoperasikan peralatan elektronik yang bersifat portabel atau dapat dibawa kemana-mana. Berdasarkan kepraktisan tersebut maka dibuat benda yang dapat menyimpan sumber energi listrik dalam waktu tertentu. Pengembangan baterai dengan kapasitas penyimpanan yang lebih baik menjadi fokus utama dalam menjembatani kesenjangan antara produksi dan konsumsi energy.

Ada beberapa jenis baterai yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Kedua baterai tersebut memiliki sifat yang sama yaitu mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai sekunder adalah baterai yang dapat diisi ulang (Rechargeable Battery) misal baterai telepon genggam. Baterai primer adalah baterai yang bersifat disposable/sekali pakai. Baterai primer mempunyai nilai ekonomis yang tinggi sehingga baterai jenis ini banyak dijumpai di toko-toko besar maupun kecil (Muslih Nasution, 2021).

Baterai adalah suatu sel elektrokimia yang mengubah dari energi kimia menjadi energi listrik. Salah satu jenis baterai yang saat ini berkembang adalah baterai lithium ion. Bagian utama yang menyusun *Lithium-ion* adalah elektroda negatif (anoda), elektroda positif (katoda), elektrolit dan sel pembungkam. Pada tahun 1970 M.S. Whittingham melakukan penelitian pada baterai dengan logam lithium sebagai anoda. Pada tahun 1980,



Rachid Yazami mengganti logam lithium pada anoda dengan material lain, yaitu grafit. Penggantian material dari logam lithium menjadi grafit memberikan pengaruh pada performa Lithium Ion Battery sehingga dapat diisi ulang/rechargeable batteries (Krysten Oates, 2010).

Baterai lithium-ion merupakan salah satu jenis baterai sekunder (rechargeable battery) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yg berkembang lebih dahulu yaitu baterai Ni-Cd dan Ni-MH. Baterai ini memiliki kelebihan dibandingkan baterai sekunder jenis lain, yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik (daya tahan sampai 10 tahun atau lebih), energi densitas tinggi, tidak ada memori efek dan berat yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan baterai jenis lain. Sehingga dengan berat yang sama energi yang dihasilkan baterai lithium dua kali lipat dari baterai jenis lain. (Lawrence et al. 1992).

Permintaan baterai Lithium-Ion Battery dari tahun ke tahun selalu meningkat dan juga permintaan akan kemampuan menyimpan energi yang lebih lama dan juga siklus hidup yang meningkat, itu semua berkaitan dengan perkembangan dunia industri elektronika dan telekomunikasi yang berkembang sedemikian cepat. misalnya telepon selular, komputer Tablet ataupun mobil listrik. Lithium-Ion Baterai adalah baterai dapat menyimpan energi listrik dalam jangka waktu yang panjang, dan salah satu faktor yang mempengaruhi sifatnya adalah kualitas bahan elektroda (anoda/katoda), di samping faktor lainnya. Dan salah satu usaha untuk memperbaiki performa dari baterai, maka salah satu jalannya adalah memperbaiki kualitas dari elektroda yang digunakan (AntonPrasetyo, 2012:400).

Pada saat ini, Lithium-Ion Battery menjadi baterai yang sangat dibutuhkan antara lain untuk kebutuhan energi listrik pada telepon seluler (ponsel), mp3 player, kendaraan listrik dan lain-lain. Selain itu, temperatur dan kelembaban dapat mempengaruhi kinerja baterai. Lithium-Ion Battery sangat dibutuhkan



kendaraan yang sumber energinya dari energi listrik/electric dalam situasi dengan temperatur dan kelembaban. Kemampuan penyimpanan energi yang andal dan efektif menjadi kunci tidak stabil pasokan energi terbarukan. Ini menjadi faktor untuk memastikan ketersediaan energi yang konsisten.

Berdasarkan penjelasan di atas, kualitas dan kapasitas baterai sangat penting agar kita bisa menyimpan banyak listrik dengan aman dan efisien. Karena latar belakang tersebut maka disini penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul :

“PENGARUH TEMPERATUR DAN KELEMBABAN TERHADAP KINERJA BATERAI LITHIUM-ION DAN BATERAI PACK 12V”



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti dapat merumuskan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan charging dan discharging pada baterai lithium-ion?
2. Bagaimana pengaruh temperatur dan kelembaban terhadap kemampuan baterai lithium-ion?
3. Berapa lama masa hidup baterai?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui:

1. Menganalisa kemampuan charging dan discharging baterai lithium-ion
2. Menganalisa pengaruh temperatur dan kelembaban terhadap performa baterai lithium-ion
3. Menganalisa masa hidup baterai

## 1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini maka penulis memberikan batasan masalah yang terdiri dari:

1. Pengujian dilakukan dengan baterai lithium ion 3.7V
2. Pengujian dilakukan dengan baterai diseri 3 dan 7 paralel
3. Waktu persiklus 30 detik pada pengujian 1 baterai
4. Waktu charging dan discharging diperiksa setiap 10 menit
5. Pengukuran suhu menggunakan termokopel
6. Pengukuran kelembaban menggunakan humidimeter

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agar mampu lebih mengoptimalkan kembali energi pada baterai yang dapat dikonversi menjadi energi listrik.
2. Sebagai referensi alternatif dalam penggunaan baterai lithium-ion dalam kehidupan sehari-hari masyarakat.



Penulisan

Sebagai penutup, penulis menggunakan sistematika penulisan

.N

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang landasan teori dan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya yang berhubungan dengan tema penelitian dan dasar-dasar teori yang mendukung penelitian.

#### BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini di jelaskan mengenai metode pengumpulan data, alat dan bahan yang digunakan, diagram alir penelitian serta langkah dan proses penelitian.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang pembahasan dari penelitian disertai dengan tabel dan grafik yang di dapatkan selama melakukan pengambilan data.

#### BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan, saran untuk penelitian selanjutnya dan lampiran



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sejarah Baterai

Jenis baterai ini pertama kali pada tahun 1970 yang diperkenalkan oleh peneliti dari Exxon yang bernama M. S. Whittingham yang melakukan penelitian dengan judul “Electrical Energy Storage and Intercalation Chemistry”. Beliau menjelaskan mengenai proses interkalasi pada baterai litium ion menggunakan titanium (II) sulfide sebagai katoda dan logam litium sebagai anoda. Proses interkalasi adalah proses perpindahan ion litium dari anoda ke katoda dan sebaliknya pada baterai litium ion. Pada tahun 1980, logam litium pada anoda diganti dengan materail lain yaitu grafit. Hal ini dilakukan oleh Rachid Yazami dan kawan-kawan di Grenoble Institute of Technology (INPG) dan French National Centre for Scientific Research (CNRS) (Krysten Oates, 2010).

### 2.2 Jenis-jenis Baterai

Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Terdapat 2 jenis baterai berdasarkan pada proses yang terjadi, yaitu:

1. Primary battery Baterai yang hanya dapat digunakan sekali saja dan dibuang. Material elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan.
2. Secondary battery Baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali, proses kimia yang terjadi di dalam baterai ada reversibel, dan baha aktifdapat kembali ke kondisi semula dengan pengisian sel. Baterai sekunder sendiri terdapat banyak jenisnya di pasaran, antara lain:
  - a. Baterai ion litium (Li-ion atau LIB)

Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li- ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang. Baterai ion litium umumnya dijumpai pada barangbarang elektronik konsumen.

Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang yang paling populer untuk peralatan elektronik portabel, karena memiliki salah satu kepadatan aik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang : tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik LIB juga sering digunakan oleh industri militer, kendaraan dirgantara. Sejumlah penelitian berusaha memperbaiki



teknologi LIB tradisional, berfokus pada kepadatan energi, daya tahan, biaya, dan keselamatan intrinsik.

b. Baterai Lithium Polymer (Li-Po)

Hampir sama dengan baterai Li-Ion akan tetapi baterai Li-Po 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. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering.

Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari. Seandainya para ilmuwan dapat memecahkan masalah ini maka risiko keamanan pada baterai jenis lithium akan sangat berkurang.

c. Baterai Lead Acid (Accu)

Baterai Lead Acid atau biasa disebut aki merupakan salah satu jenis baterai yang menggunakan asam timbal (lead acid) sebagai bahan kimianya. Secara umum terdapat dua jenis baterai leadacid, yaitu : (a). Starting Battery, dan (b). Deep Cycle Battery.

d. Baterai Nickel-Metal Hydride (Ni-MH)

Baterai jenis ini dibuat dengan komponen yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan. Baterai Ni-MH menggunakan ion hidrogen untuk menyimpan energi, tidak seperti baterai lithium ion yang menggunakan ion lithium. Baterai Ni-MH terdiri dari campuran nikel dan logam lain seperti titanium. Baterai ini biasanya mengandung pula komponen logam lain seperti mangan, aluminium, kobalt, zirconium, dan vanadium. Logam-logam tersebut pada umumnya berfungsi sebagai penangkap ion hidrogen yang dilepaskan untuk memastikan tidak mencapai fase gas.

## 2.3 Konstruksi Baterai

### 1. Elektroda

Elektroda adalah plat berbahanebuah plat berbahan materail aktif yang akan bereaksi dengan elektrolit saat proses pengisian maupun pengosongan muatan,



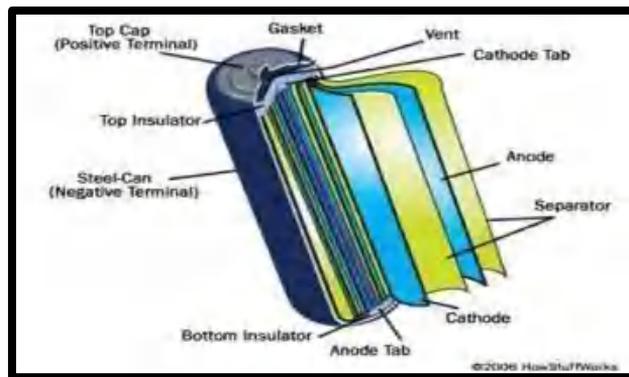
nya berbahan grafit atau karbon. Terdapat dua elektroda elektroda (+) atau katoda dan elektroda (-) atau anoda.

isian yang berfungsi sebagai penghantar ion lithium dari ke sebaliknya. Elektrolit merupakan larutan yang terdiri dari baterai yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dan

menyimpan energi listrik pada baterai, senyawa kimia yang terkandung pada elektrolit dapat menghasilkan ion positif maupun negatif, banyaknya ion yang dihasilkan dari proses pengisian maupun pengosongan muatan yang mempengaruhi daya hantar listrik pada baterai.

### 3. Separator

Separator atau penyekat berfungsi untuk memisahkan katoda dan anoda, separator berada diantara katoda dan anoda dan memiliki struktur berongga sehingga dapat dilalui oleh larutan elektrolit.



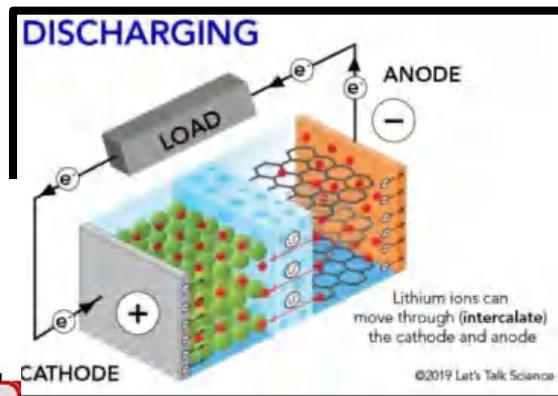
Gambar 1. Konstruksi Baterai

## 2.4 Prinsip Kerja Baterai Lithium

Pada dasarnya prinsip kerja baterai lithium adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks).

### 1. Discharging

Discharging merupakan proses dimana ion lithium bermuatan positif ( $\text{Li}^+$ ) bergerak dari anoda ke katoda. Ion ini bergerak melalui elektrolit hingga mencapai elektroda positif.



Gambar 2. Proses discharging baterai

## 2. Charging

Charging merupakan proses sebaliknya dari discharging. Ion-ion lithium bergerak kembali dari katoda ke anoda.

### 2.5 Perbandingan Jenis Baterai Lithium

Menurut Albright, (2012) dalam penelitiannya mengenai perbandingan antara Lead Acid dan Lithium-Ion dalam aplikasi penyimpanan stasionar menyebutkan bahwa pada saat ini baterai Lithium-Ion merupakan baterai yang lebih baik untuk digunakan dalam berbagai situasi, khususnya pada iklim panas, meskipun memiliki biaya awal yang lebih tinggi. Selain itu, baterai Lithium-Ion memiliki efisiensi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan baterai Lead Acid. Menurut Fendy, (2012) dalam penelitiannya tentang karakteristik Baterai Lithium-Polymer menyebutkan bahwa baterai jenis Lithium-Polymer memiliki standar yang lebih baik bila dibandingkan dengan baterai NiMH seperti memiliki massa yang lebih ringan dan tersedia dalam berbagai macam bentuk, memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar, serta memiliki tingkat discharge rate energi yang tinggi.

Menurut Suppo, (2014) dalam jurnalnya mengenai perbandingan antara baterai Lithium-Ion dengan Baterai Nickel-Metal Hydrade menjelaskan bahwa baterai Li-ion merupakan pilihan terbaik apabila dilihat dari segi massa baterai karena memiliki massa yang ringan. Sedangkan apabila dilihat dari segi keamanan dan ekonomi baterai Ni-MH merupakan pilihan yang terbaik.

### 2.6 Baterai Manajemen Sistem

Baterai adalah sistem penyimpanan energi listrik yang dapat menyimpan sejumlah besar energi untuk durasi yang lama. Sistem manajemen baterai (BMS) adalah unit kontrol sistem yang dimodelkan untuk memastikan keamanan operasional paket baterai sistem. Operasi utama BMS adalah untuk melindungi baterai. Karena alasan keamanan, keseimbangan sel, dan masalah penuaan, pengawasan setiap sel sangat diperlukan. Selain itu, BMS memastikan tindakan korektif yang telah ditetapkan terhadap kondisi abnormal pada infrastruktur sistem. Selain itu, karena suhu sistem mempengaruhi profil konsumsi daya, BMS juga memastikan prosedur yang tepat untuk mengontrol suhu sistem.



bervariasi dari aplikasi ke aplikasi. Secara umum, BMS utama manajemen yang memantau, mengontrol, dan menjaga individu atau beberapa modul baterai dalam sistem. BMS dapat mengontrol pemutusan modul dari sistem jika normal. Ini digunakan untuk meningkatkan kinerja baterai dan menjaga keamanan yang tepat dalam suatu sistem. Dalam BMS diperkenalkan untuk memantau, mengontrol, dan

mengalirkan daya baterai pada efisiensi maksimumnya (masa pakai baterai juga dipertimbangkan di sini).

Dalam aplikasi mobil, BMS digunakan untuk manajemen energi di antarmuka sistem yang berbeda dan memastikan keamanan sistem dari berbagai bahaya. BMS terdiri dari blok fungsional yang berbeda. Arsitektur yang tepat, blok fungsional, dan sirkuit canggih dapat memperpanjang masa pakai baterai sistem. Beberapa BMS komersial tersedia di pasar. Misalnya, NUVATION Energy menyediakan BMS yang fleksibel, modul, andal, dan diakui UL 1973 untuk aplikasi penyimpanan energi bergerak dan stasioner (Gabbar *et al.*, 2021).

## 2.7 Fungsi BMS

BMS berurusan dengan paket baterai yang terhubung secara internal atau eksternal. Ini menghitung jumlah baterai, dengan pengukuran tipikal yang dilakukan untuk voltase sel, arus pak, voltase pak, dan suhu pak. BMS menggunakan pengukuran ini untuk memperkirakan status pengisian daya (SOC), status kesehatan (SOH), kedalaman pelepasan (DOD), dan parameter kunci operasional sel/kemasan baterai. Pengukuran juga membantu meningkatkan masa pakai baterai dan mengimbangi persyaratan permintaan jaringan daya asli. BMS dibangun menggunakan blok unit fungsional dan teknik desain. Persyaratan baterai untuk berbagai aplikasi akan membantu menunjukkan arsitektur yang sesuai, blok unit fungsional, dan sirkuit elektronik terkait untuk merancang skema pengisian daya BMS dan BMS. Masa pakai baterai dapat dioptimalkan berdasarkan fitur-fitur berikut:

1. Sistem manajemen energi dengan antarmuka pengguna untuk mengontrol dan memeriksa kinerja sistem baterai di berbagai blok sistem.
2. Performa baterai dan fitur keamanan.
3. Ketahanan di antara unit sistem dalam skenario kecelakaan yang berbeda.
4. Teknologi canggih yang mengintegrasikan baterai dengan sumber energi konvensional/ nonkonvensional.
5. Internet-of-things (IoT), yang memantau dan mengontrol sistem manajemen energy.

BMS akan menyelidiki kemampuan dan fungsi penting berikut:



an otomatis, perlindungan, pemantauan, serta stabilitas yang baik berikut menyediakan pohon fungsional BMS. Selain itu, dampak efisiensi terkait akurasi dan masa pakai baterai. Ini dapat meningkatkan masa pakai baterai dengan pengukuran dan kontrol yang akurat. BMS menerapkan metode yang berbeda untuk manajemen energi, yang dapat memberikan peningkatan yang signifikan dalam estimasi SOC. Selain itu, keakuratan penyeimbangan sel

adalah manfaat lain dari fungsi BMS dalam melayani optimalisasi kinerja energi. Ini digunakan untuk meningkatkan kinerja baterai dengan langkah-langkah yang tepat dalam suatu sistem. BMS mampu mengontrol daya baterai pada efisiensi maksimumnya dengan masa pakai baterai yang lebih lama. Sistem akan melindungi paket baterai, memperpanjang masa pakai baterai, mengelola permintaan daya, dan berinteraksi dengan jaringan yang berbeda. (Gabbar *et al.*, 2021).

## 2.8 Temperatur dan Kelembaban Udara

Suhu atau temperatur adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Suhu dikatakan sebagai derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan skala tertentu dengan menggunakan thermometer. Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam uap air. Kelembaban udara mempunyai beberapa istilah, yaitu kelembaban mutlak, kelembaban spesifik dan kelembaban nisbi atau kelembaban relatif. Tinggi rendahnya kelembaban udara di suatu tempat sangat bergantung pada beberapa faktor yaitu suhu, tekanan udara, pergerakan angin, kuantitas dan kualitas penyinaran dan vegetasi.

Kelembaban spesifik atau rasio kelembaban suatu sampel udara adalah rasio berat uap air yang terkandung dalam sampel dibandingkan dengan berat udara kering dalam sampel yang sama. Entalpi adalah jumlah panas (energi) di udara per satuan massa. Entalpi adalah jumlah total energi yang ada di udara, baik dari udara maupun uap air yang terkandung di dalamnya. Dan, Entalpi spesifik udara lembab didefinisikan sebagai entalpi total udara kering dan campuran uap air - per satuan massa udara kering. Hasil penelitian akan mengungkap besarnya Suhu, Kelembaban Udara (Kelembaban Relatif), Rasio Kelembaban, dan Entalpi spesifik yang berhubungan antara satu sama lainnya yang merupakan pengaruh-pengaruh untuk mencapai kenyamanan termal suatu ruang.

Suhu mempengaruhi kelembaban. Interaksi antara suhu dengan kelembaban juga secara langsung mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan manusia. Kelembaban relatif (RH) udara merupakan indikasi berapa banyak uap air yang ada di udara pada suhu tertentu dibandingkan dengan berapa banyak uap air yang sebenarnya dapat ditampung oleh udara pada suhu tersebut. Udara pada kelembaban relatif 100% menahan jumlah air maksimum

dan itu dikatakan udara jenuh. Oleh karena itu, udara pada 50%, terlepas dari suhu, menahan setengah dari total mungkin. Pada dasarnya, udara dingin tidak dapat sebanyak udara hangat. (Edar dan Wahyuni, 2021).



## 2.9 Arus listrik

Perpindahan muatan listrik dikenal dengan nama arus listrik, besarnya diukur dalam ampere. Arus dapat terdiri dari partikel bermuatan apapun yang berpindah; biasanya adalah elektron, tetapi muatan apapun yang berpindah menghasilkan arus. Menurut konvensi lama, arus positif didefinisikan sebagai yang memiliki arah yang sama dari aliran muatan positif yang dikandungnya, atau aliran dari bagian paling positif dari sirkuit ke bagian paling negatif. Saat ini disebut dengan arus konvensional. Gerakan elektron bermuatan negatif di sekitar sirkuit listrik, maka dianggap positif pada arah "berlawanan" dari elektron tersebut. Meski begitu, tergantung kondisinya, arus listrik dapat terdiri dari aliran partikel bermuatan dari salah satu arah, atau bahkan bersamaan dari kedua arah. Konvensi positif ke negatif digunakan luas untuk menyederhanakan kondisi ini.

Proses ketika arus listrik melewati material disebut konduksi listrik, dan sifatnya bervariasi tergantung dari partikel bermuatan dan material yang mereka lewat. Contoh arus listrik misalnya konduksi logam, di mana elektron mengalir melalui konduktor listrik seperti dan elektrolisis, di logam, mana ion (atom bermuatan) mengalir melalui cairan atau plasma. Ketika partikel itu sendiri dapat berpindah agak lambat, medan listrik yang menggerakkan mereka dapat memperbanyak mendekati kecepatan dengan cahaya, kecepatan memungkinkan signal listrik untuk lewat dengan cepat pada kawat. Arus akan menyebabkan beberapa pengaruh. Air bisa terdekomposisi melalui arus dari tumpukan volta, ditemukan oleh Nicholson dan Carlisle tahun 1800, proses ini sekarang dikenal dengan elektrolisis. Hasil karya tersebut kemudian dikembangkan Michael Faraday tahun 1833. Arus yang melalui resistansi listrik akan menyebabkan panas, efek yang dipelajari matematis oleh James Prescott Joule tahun 1840.

Salah satu penemuan terpenting dalam ilmu tentang arus oleh Hans Christian Ørsted tahun 1820, ketika ia menyaksikan arus dalam kawat mengganggu kerja jarum kompas magnet. Ia menemukan elektromagnetisme, interaksi dasar antara listrik dan magnet. Tingkat keluaran elektromagnetik yang dihasilkan api listrik cukup tinggi untuk menghasilkan gangguan elektromagnet yang bisa mengganggu kerja alat. Pada teknik atau aplikasi rumah tangga, arus sering kali dijelaskan dalam arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC). Sebutan ini merujuk pada bagaimana arus bervariasi terhadap waktu. Arus searah, diproduksi sebagai contoh dari baterai dan diperlukan oleh hampir seluruh peralatan elektronik, adalah aliran dari bagian positif sirkuit ke bagian lainnya dibawa oleh elektron, mereka akan berpindah melalui



alir adalah arus yang berbalik arah berulang ulang; hampir gelombang sinus. Arus bolak-balik akan bergetar bolak-balik tanpa muatan berpindah tiap jarak seiring waktu. Nilai bolak-balik adalah nol, tetapi energi akan dikeluarkan pada kebalikannya. Arus bolak-balik dipengaruhi oleh sifat-

sifat listrik yang tidak dapat dilihat pada arus searah keadaan tunak, seperti induktansi dan kapasitansi. Sifat-sifat ini menjadi penting ketika rangkaian ditujukan pada respon transien, seperti ketika pertama kali diberi energi (Nasution, 2021).



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)