

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM
PENDINGIN BATERAI LITHIUM-ION KENDARAAN
LISTRIK MENGGUNAKAN METODE HYBRID**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I DEWA GEDE ADITYA YOGAPRATAMA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2023

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM
PENDINGIN BATERAI LITHIUM-ION KENDARAAN
LISTRIK MENGGUNAKAN METODE HYBRID**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

**I DEWA GEDE ADITYA YOGAPRATAMA
NIM: 2015213065**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN
BATERAI LITHIUM-ION KENDARAAN LISTRIK
MENGUNAKAN METODE HYBRID**

Oleh

I DEWA GEDE ADITYA YOGAPRATAMA
NIM: 2015213065

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan
Program D3 pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

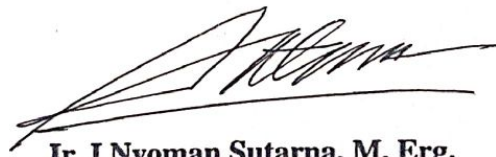
Disetujui oleh:

Pembimbing 1



I Made Arsawan, S.T., M.Si.
NIP. 197610241998031003

Pembimbing 2



Ir. I Nyoman Sutarna, M. Erg.
NIP. 195907141988031001

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



LEMBAR PERSetujuan

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN
BATERAI LITHIUM-ION KENDARAAN LISTRIK
MENGUNAKAN METODE HYBRID**

Oleh:

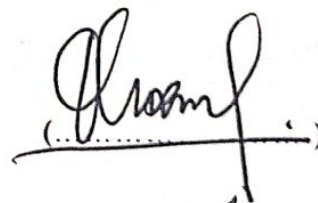
I DEWA GEDE ADITYA YOGAPRATAMA
NIM. 2015213065

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat dilanjutkan sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Senin / 14 Agustus 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

Penguji I : Dr. Drs. I Ketut Darma, M.Pd,
NIP : 196112311992031008



Penguji II : I Wayan Suastawa, S.T., M.T.
NIP : 197809042002121001



Penguji III: Dr. Ida Ayu Anom Arsani, S.Si., M.Pd.
NIP : 197008191998022001



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Dewa Gede Aditya YogaPratama
NIM : 2015213065
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun Simulasi Sistem Pendingin Baterai Lithium-ion Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Hybrid

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Proyek Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 14 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



I Dewa Gede Aditya YP.

NIM. 2015213065

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., MeCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.erg. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryantara, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak I Wayan Suastawa, ST., MT., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
5. Bapak I Made Arsawan, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan
6. Bapak Ir. I Nyoman Sutarna, M. Erg. selaku pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Orang Tua yang telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menjalankan Proyek Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2023 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.

ABSTRAK

Lithium-ion yang mulai berkembang menjadi sistem penyimpanan energi dari kendaraan listrik nyatanya memiliki beberapa permasalahan yang menghambat perkembangan kendaraan listrik. Permasalahan seperti pembatasan performa, biaya, masa pakai, dan juga keamanan dari baterai *lithium-ion* yang seluruhnya bergantung terhadap temperatur operasi baterai. Temperatur operasi yang berkisar $\leq 40^{\circ}$ C untuk baterai *lithium-ion* dapat bekerja secara optimal, menyebabkan sangat dibutuhkannya sebuah sistem manajemen yang dapat menjaga temperature baterai dengan baik sehingga kendaraan listrik dapat bekerja pada performa terbaiknya.

Proyek ini menyelidiki teknologi pendinginan untuk diaplikasikan pada baterai lithium ion secara efisien dan efektif. Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah menggabungkan pendinginan secara aktif dan reaktif, dengan menggunakan *fan* DC 12v dan *Phase Change Material* berupa campuran *parafin wax*, dan *titanium dioxide (TiO₂)*. Prototipe sistem pendingin baterai ini dirancang dan dibangun agar dapat dievaluasi dan dikaji kineja pendinginan *fan* dan *PCM* terhadap baterai *lithium-ion*, temperatur dan keunggulan sistem pada aplikasi sebagai sistem pendinginan baterai *lithium-ion*. Sistem pendingin ini dibangun di Laboratorium Mekanik, Politeknik Negeri Bali.

Hasil dari proyek akhir ini mencakup: rancang bangun, dan data keunggulan sistem *hybrid* yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan *PCM* dalam mendinginkan baterai *lithium-ion*.

Kata kunci: Pendingin Baterai, Lithium-ion, Kendaraan Listrik, Phase Change Material, dan Keunggulan sistem.

DESIGN OF SIMULATION ELECTRIC VEHICLE LITHIUM-ION BATTERY COOLING SYSTEM USING HYBRID METHOD

ABSTRACT

Lithium-ion, which is starting to develop into an energy storage system for electric vehicles, in fact has several problems that hinder the development of electric vehicles. Issues such as limiting performance, cost, service life, and also safety of lithium-ion batteries are all dependent on the operating temperature of the battery. Operating temperatures are around $\leq 40^{\circ}$ C for lithium-ion batteries to work optimally, causing a great need for a management system that can maintain battery temperature properly so that electric vehicles can work at their best performance.

This project investigates cooling technology to be applied to lithium-ion batteries efficiently and effectively. The research approach taken is to combine active and reactive cooling, using a 12v DC fan and Phase Change Material in the form of a mixture of paraffin wax and titanium dioxide (TiO_2). This battery cooling system prototype was designed and built so that it can be evaluated and studied the cooling performance of the fan and PCM for lithium-ion batteries, temperature and system advantages in applications as a lithium-ion battery cooling system. This cooling system was built at the Mechanical Laboratory, Bali State Polytechnic.

The results of this final project include: design, and data on the advantages of a hybrid system which is better than only using PCM in cooling lithium-ion batteries.

Keywords: *Battery, Lithium-ion, Electric Vehicles, Phase Change Material, and System Advantage.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini yang berjudul Rancang Bangun Simulasi Sistem Pendingin Baterai Lithium-ion Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Hybrid tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma III Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis dimasa yang akan datang.

Badung, 14 Agustus 2023

I Dewa Gede Aditya YP.

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Manfaat bagi Penulis	3
1.5.2 Manfaat bagi Intitusi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Rancang Bangun	4
2.2 Simulasi.....	4
2.3 Motor Listrik	5
2.3.1 Jenis Motor Listrik.....	6

2.3.2 Prinsip Kerja Motor Listrik DC	6
2.4 Baja.....	6
2.5 Baterai Mobil Listrik.....	7
2.6 Phase Change Material.....	11
2.7 Titanium Dioxide	12
2.8 Karbon.....	13
2.9 Perpindahan Panas	13
2.10 Metode Pendinginan pada Baterai Litium Ion	14
2.11 Cooling Fan.....	16
2.12 Baut dan Mur	17
2.13 Las	17
2.14 Akrilik	18
2.14.1 Karakteristik Akrilik.....	19
2.14.2 Jenis-jenis Akrilik.....	19
2.15 Nikel.....	20
2.16 Karet pintil	20
2.17 Sistem Manajemen Baterai	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Jenis Penelitian	23
3.2 Alur Penelitian.....	25
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.3.1 Lokasi Penelitian	26
3.3.2 Waktu Penelitian	26
3.4 Penentuan Sumber Data	26
3.5 Sumber Daya Penelitian	27
3.6 Instrumen Penelitian.....	27
3.7 Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Rancangan.....	29
4.2 Prinsip Kerja Alat.....	29
4.3 Pembuatan Alat	30

4.4 Proses Pengujian Alat	38
4.4.1 Persiapan Pengujian.....	38
4.4.2 Proses pengujian & Pengoprasian Alat	38
4.5 Hasil Pengujian Alat	39
4.5.1 Tanpa PCM.....	39
4.5.2 Dengan PCM	40
4.5.3 Hybrid.....	41
4.6 Analisis Data Hasil Pengujian.....	41
4.6.1 Tanpa PCM.....	41
4.6.2 Dengan PCM	42
4.6.3 Hybrid.....	43
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Diagram Alur Penelitian	25
Tabel 3.2 Waktu Penelitian	26
Tabel 3.3 Tabel Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Tanpa PCM	39
Tabel 4.2 PCM TiO_2	40
Tabel 4.3 Hybrid	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 motor listrik DC	5
Gambar 2.2 baja	7
Gambar 2.3 baterai mobil listrik	7
Gambar 2.4 baterai Li-Ion.....	8
Gambar 2.5 baterai Ni-Mh	8
Gambar 2.6 baterai Lead Acid	9
Gambar 2.7 baterai Solid State.....	9
Gambar 2.8 baterai Ni-CAD	10
Gambar 2.9 Ultracapacitor	11
Gambar 2.10 TiO_2	12
Gambar 2.11 Cooling Fan	16
Gambar 2.12 Baut dan Mur.....	17
Gambar 2.13 Mesin Las Listrik	18
Gambar 3.1 Gambar Alat	25
Gambar 4.1 Hasil Rancangan.....	29
Gambar 4.2 Pengukuran Akrilik	31
Gambar 4.3 Dudukan Baterai.....	31
Gambar 4.4 Pengeboran Akrilik	31
Gambar 4.5 Merangkai Baterai	32
Gambar 4.6 Menyambung Kabel	32
Gambar 4.7 Pemotongan Besi.....	33
Gambar 4.8 Pengelasan.....	33
Gambar 4.9 Menyatukan Rangka.....	34
Gambar 4.10 Pemotongan Aluminium	35
Gambar 4.11 Menekuk Aluminium	35
Gambar 4.12 Menimbang Bahan	36
Gambar 4.13 Mencampur Bahan	36
Gambar 4.14 PCM	37
Gambar 4.15 Merangkai Fan.....	37
Gambar 4.16 Merangkai Alat.....	38

Gambar 4.17 Pengujian Alat	38
Gambar 4.18 Grafik Tanpa PCM	42
Gambar 4.19 Grafik Parafin + TiO_2	42
Gambar 4.20 Grafik Fan	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Form Bimbingan Proyek Akhir Tahun Akademik 2022/2023
Pembimbing I.
- Lampiran 2 : Form Bimbingan Proyek Akhir Tahun Akademik 2022/2023
Pembimbing II.
- Lampiran 3 : Gambar Modul
- Lampiran 4 : Gambar Komponen 1
- Lampiran 5 : Gambar Komponen 2
- Lampiran 6 : Gambar Komponen 3
- Lampiran 7 : Gambar Komponen 4
- Lampiran 8 : Gambar Komponen 5
- Lampiran 9 : Gambar Komponen 6
- Lampiran 10 : Gambar Komponen 7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, teknologi merupakan hal yang tidak bisa terlepas dari berbagai kegiatan manusia. Kegiatan sehari-hari sudah lumrah dengan adanya teknologi. Teknologi terbilang sangat membantu dalam kegiatan sehari-hari manusia. Bahkan untuk saat ini, manusia sudah dimanjakan oleh keberadaan teknologi. Perkembangan teknologi sudah mencakup berbagai sektor dalam kehidupan manusia, seperti rumah tangga, industri, transportasi, konsumsi, hingga sektor kesehatan.

Dunia otomotif merupakan ilmu atau bidang yang membahas mengenai sistem kendaraan yang meliputi perencanaan, pengembangan, produksi, hingga perawatan. Salah satu kendaraan yang saat ini mulai berkembang di Indonesia yaitu kendaraan bertenaga listrik salah satunya kendaraan listrik. Kendaraan listrik adalah moda transportasi yang digerakkan oleh motor listrik menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai.

Kendaraan dengan penggerak motor listrik memiliki efisiensi yang tinggi, bekerja tanpa gas buang, serta memiliki torsi tinggi. Potensi yang sangat besar dari kendaraan listrik tersebut menyebabkan meningkatnya popularitas kendaraan listrik terutama setelah mulai banyaknya penggunaan baterai *lithium-ion*, (Sperling, dkk. 2009). *Lithium-ion* yang mulai berkembang menjadi sistem penyimpanan energi dari kendaraan listrik nyatanya memiliki beberapa permasalahan yang menghambat perkembangan kendaraan listrik. Permasalahan seperti pembatasan performa, biaya, masa pakai, dan juga keamanan dari baterai *lithium-ion* yang seluruhnya bergantung terhadap temperatur operasi baterai. Menurut P. Ramadass (2002), temperatur operasi berkisar $\leq 40^{\circ} \text{C}$ untuk baterai *Lithium-Ion* dapat bekerja secara optimal, menyebabkan sangat dibutuhkannya sebuah sistem manajemen yang dapat

menjaga temperature baterai dengan baik sehingga kendaraan listrik dapat bekerja pada performa terbaiknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, dapat ditemukan beberapa rumusan masalah yang berkaitan dengan latar belakang. Adapun rumusan masalah yang ditemukan antara lain:

1. Bagaimana rancangan atau desain dari Sistem Pendingin Baterai Lithium-ion Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Hybrid?
2. Apakah Sistem Pendingin Baterai Lithium-ion Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Hybrid memiliki kualitas yang lebih baik dibanding dengan hanya menggunakan PCM sebagai sistem pendingin?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini akan menyelidiki pengaruh pemanfaatan PCM dan *Air Cooling* dalam bentuk pendinginan baterai yang akan digunakan pada motor listrik. Material dan komponen yang digunakan pada rancang bangun ini yaitu PCM (Parafin, Titanium Dioksida, dan Karbon Bambu), Fan DC.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang diangkat untuk menjawab rumusan masalah dibagi menjadi tujuan umum dan tujuan khusus yaitu:

1.4.1 Tujuan Umum

Adapun tujuan umum yang ingin dicapai dari penelitian rancang bangun yang berkaitan dengan rumusan masalah antara lain:

1. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Pendidikan Diploma III di Politeknik Negeri Bali.
2. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama menempuh Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Mesin baik secara teori, maupun praktik.
3. Menguji dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang telah diperoleh selama mengikuti perkuliahan dan menerapkan ilmu tersebut ke dalam bentuk rancang bangun.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai dari penelitian rancang bangun yang berkaitan dengan rumusan masalah antara lain:

1. Untuk mengetahui rancangan atau desain dari Sistem Pendingin Baterai *Lithium-ion* Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Hybrid.
2. Untuk mengetahui tingkat kualitas dari Sistem Pendingin Baterai *Lithium-ion* Kendaraan Listrik Menggunakan Metode Hybrid dibandingkan dengan hanya menggunakan PCM.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan proposal ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis/mahasiswa, institusi, serta masyarakat. Manfaat dari penulisan proposal ini yakni :

1.5.1 Manfaat bagi Penulis

Rancang bangun ini sebagai sarana untuk menerapkan ilmu yang sudah di dapat selama mengikuti perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, agar dapat mengembangkan ide-ide atau gagasan dan menerapkannya langsung berdasarkan permasalahan yang sering kita temui sehari-hari.

1.5.2 Manfaat bagi Intitusi Politeknik Negeri Bali

Bagi perguruan tinggi, manfaat yang akan didapatkan berkaitan dengan perwujudan tri dharma perguruan tinggi yang ketiga. Keyakinan masyarakat terhadap Politeknik Negeri Bali pada rekayasa teknologi juga semakin kuat, sehingga Politeknik Negeri Bali dapat turut serta dalam penyelesaian masalah yang biasa ditemukan dalam kehidupan masyarakat.

1.5.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Manfaat yang didapatkan dari hasil rancang bangun ini yaitu dapat membantu masyarakat dalam mengurangi pencemaran lingkungan, karena telah mendorong penggunaan mobil listrik serta membantu masyarakat dalam mengatasi baterai mobil listrik mengalami overheat dengan menggunakan sistem pendingin hybrid.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun alat simulasi sistem pendingin baterai lithium-ion kendaraan listrik metode hybrid dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi alat Simulasi sitem pendingin baterai lithium-ion kendaraan listrik metode hybrid adalah sebagai berikut:
 - a. Baterai yang digunakan sebanyak 35 *cell* dirangkai 7S dan 5P dengan tegangan 24 V, 10AH.
 - b. Casing baterai dibuat menggunakan *acrylic sheet* dengan tebal 5mm, yang dibuat menyesuaikan ukuran 35 *cell* baterai.
 - c. Rangka dibuat menggunakan besi hollow 20mm x 20mm dengan Panjang 1160mm dan besi siku 40mm x 40mm dengan Panjang 1140mm
 - d. PCM terbuat dari campuran antara parafin dan TiO_2 dengan presentase campuran 98%, 97%, dan 96% parafin. Serta wadah yang terbuat dari allumunium.
 - e. Motor listrik DC yang digunakan yaitu motor listrik DC wiper dengan tegangan 12 volt, daya 80 watt, torsi 10 Nm dan putaran 30 Rpm.
 - f. Fan DC yang digunakan yaitu fan DC dengan tegangan 12 V.
2. Setelah dilakukan pengujian dan pengambilan data menggunakan alat simulasi sitem pendingin baterai lithium-ion kendaraan listrik menggunakan metode hybrid diperoleh hasil bahwa sistem pendinginan menggunakan metode hybrid memiliki kualitas pendinginan yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan PCM.

5.2 Saran

Setelah melakukan perakitan pada alat simulasi sistem pendingin baterai lithium-ion kendaraan listrik metode hybrid, dapat diperoleh saran sebagai berikut:

1. Perhatikan dengan baik dan jangan sampai membuat kesalahan ketika menggunakan sistem pendingin baterai lithium agar tidak terjadi insiden.
2. Gunakan alat pelindung diri, untuk memastikan keamanan bila terjadi kecelakaan.
3. Jauhkan baterai dari benda yang berbahan logam agar tidak terjadi korsleting.
4. Jangan biarkan baterai bekerja hingga 0% untuk mencegah turunnya performa dari baterai *lithium-ion*.
5. Lakukan perawatan secara berkala terhadap sistem pendingin dengan cara melakukan pengecekan terhadap kabel dan juga motor DC, serta mengganti karet pintil setiap penggunaan.
6. Lakukan perbaikan jika ditemukan kerusakan pada kabel dan motor DC.

Menyadari bahwa penulis masih jauh dari kata sempurna, kedepannya penulis akan lebih fokus dan details dengan sumber yang lebih baik dan dapat di pertanggung jawabkan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Pesaran, J. Gonder (2006). *“Recent Analysis of UCAPs in Mild Hybrids”*. *Prosiding: 6th Advanced Automotive Battery Conference, Baltimore, Maryland*.
- Anthony, John W., Bideaux, Richard A., Bladh, Kenneth W., Nichols, Monte C., eds. (1990). "Nickel". *Handbook of Mineralogy*. Vol. I. Chantilly, Virginia.
- Barsukov, Yevgen; Qian, Jinrong (2013). *“Battery Power Management for Portable Devices”*. Artech House, Boston.
- Byranvand, M.M., Kharat, A.N., Fatholahi, L., Beiranvand, Z.M., (2013). *“A Review on Synthesis of Nano-TiO₂ via Different Methods”*. Terdapat pada: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://jns.kashan.u.ac.ir/article_5436_20d28461e8600e7c915eab3d24924117.pdf&ved=2ahUK Ewjonq_6-5r9AhVoILcAHQrGAhkQFnoECA4QAQ&usg=AOvVaw0trpSmkrWxs48C ZUyBJX94. Diakses tanggal 20 Januari 2023.
- Crompton, T.R. (2000). *Battery Reference Book* (edisi ke-3). Newnes, Boston.
- Çengel, Y. (2003). *Heat Transfer: a practical approach. McGraw-Hill series in mechanical engineering*. McGraw-Hill, Boston.
- Encyclopædia Britannica (2017). *“Carbon | Facts, Uses, & Properties”*. Terdapat pada: <https://web.archive.org/web/20171024183827/https://www.britannica.com/science/carbon-chemical-element>. Diakses tanggal 20 Januari 2023
- Erich Penzel, Nicholas Ballard, José M. Asua (2018). *Polyacrylates*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, Weinheim.
- G. W. Hobbs and B. G. Elliott (1920). *“The Gasoline Automobile”*. McGraw Hill Book Co., Inc, New York.
- George, A. (1989). *“Hand Book of Thermal Design.” Phase Change Thermal Storage Materials*. McGraw Hill Book Co, New York.

- Goodman, Marty (1997). "*Lead-Acid or NiCd Batteries?*". Terdapat pada: https://www.sheldonbrown.com/marty_sla-nicad.html. Diakses tanggal 18 Januari 2023
- Jamaluddin (2018). *Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar, Makassar.
- John H. Lienhard (2017). "*COOLED by AIR or WATER*". Terdapat pada: <https://web.archive.org/web/20170809234658/http://www.uh.edu/engines/epi2558.html>. Diakses tanggal 22 Januari 2023.
- Law, Kelton. 1991. *Simulation Modeling and Analysis* (edisi ke-2). McGraw Hill Inc, NewYork, USA.
- P. Ramadass, B. Haran, R. White, and B. N. Popov., (2002). "*Capacity fade of Sony 18650 cells cycled at elevated temperatures: Part II. Capacity fade analysis*". Terdapat pada: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378775302004731>. Diakses tanggal 21 Januari 2023.
- Pistoia, G. (2005). *Batteries for Portable Devices*. Elsevier, Amsterdam
- Reddy, T. (2010). *Linden's Handbook of Batteries (edisi ke-4)*. McGraw Hill Education, New York.
- Reuters (2007). "*Mitsubishi Heavy to make lithium-ion car batteries*". Terdapat pada: <https://web.archive.org/web/20080111155214/http://sg.biz.yahoo.com/070123/1/464td.html>. Diakses tanggal 20 Januari 2023.
- Roger S. Pressman (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw Hill, New York.
- Schweber, B. (2015). "Lithium Batteries: The Pros and Cons". GlobalSpec. Terdapat pada: <http://electronics360.globalspec.com/article/5555/lithium-batteries-the-pros-and-cons>. Diakses tanggal 19 Januari 2023.
- Sonawan (2003). *Las Listrik SMAW dan Pemeriksaan Hasil Pengelasan*. ALFABETA, Bandung.

- Sperling, Daniel and Deborah Gordon (2009). *Two billion cars: driving toward sustainability*. Oxford University Press, New York.
- Sularso, Kiyokatsu Suga, (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradya Paramita, Jakarta.
- Tarkono, Siahaan, G. dan Zulhanif, 2012. Studi penggunaan elektroda las yang berbeda terhadap sifat mekanik pengelasan SMAW baja AISI1045. *Jurnal mechanical* 3.
- Timuda, G.E., Maddu, A., Irmansyah, W.B. (2010). "Sintesis Partikel Nanokristalline Tio₂ untuk Aplikasi Sel Surya Menggunakan Metode Sonokimia". *Prosiding: pertemuan ilmiah XXIV HFI jateng dan DIY*, hal: 104-109.
- Toyota (2014). *"Highlander Hybrid - Hybrid Vehicle Dismantling Manual"*. Terdapat pada: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/hlanderhvdisman3rd.pdf](https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/hlanderhvdisman3rd.pdf). Diakses tanggal 19 Januari 2023.
- Widharto, S. (1996). *Petunjuk Kerja Las*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wirjosumarto, H dan Toshie Okumura (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan Kesembilan. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yahya, S. M. (2010). *"Turbines Compressors and Fans"* (edisi ke-4). McGraw Hill, New York.
- Zainun, A. (2006). *Elemen Mesin I*. Refika Aditama, Bandung.
- Zumdahl, Steven S. (2009). *Chemical Principles*. Houghton Mifflin Company, Boston.