

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN
HYBRID PADA BATERAI KENDARAAN LISTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK NGURAH PRADNYANA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM
PENDINGIN *HYBRID* PADA BATERAI KENDARAAN
LISTRIK**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK NGURAH PRADNYANA
NIM. 2115213010

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN *HYBRID* PADA BATERAI KENDARAAN LISTRIK

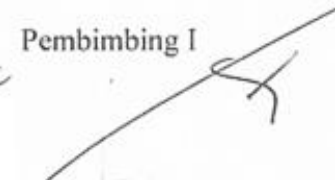
Oleh

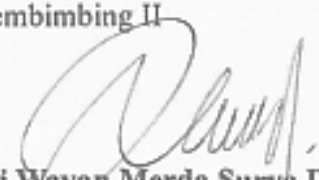
I KADEK NGURAH PRADNYANA

NIM. 2115213010

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

Disetujui Oleh:

Acc Pembimbing I

Gede Oka Pujihadi, S.T., M.Erg.
NIP. 196606181997021002

Pembimbing II

Ni Wayan Merda Surya Dewi, S.H., M.H.
NIP. 198411202009122002

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM PENDINGIN *HYBRID* PADA BATERAI KENDARAAN LISTRIK

Oleh

I KADEK NGURAH PRADNYANA
NIM. 2115213010

Proyek Akhir ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima
untuk dapat dicetak sebagai Buku Proyek Akhir pada hari/tanggal:
Senin, 19 Agustus 2024

Tim Penguji

Penguji I : Ir. I Wayan Suirya, M.T.
NIP : 196608201993031001

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

Penguji III : I Dewa Made Susila, S.T., M.T.
NIP : 195908311988111001

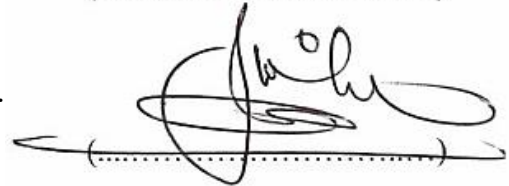
Tanda Tangan



(.....)



(.....)



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Kadek Ngurah Pradnyana
NIM : 2115213010
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Judul Proyek Akhir : RANCANG BANGUN SIMULASI SISTEM
PENDINGIN *HYBRID* PADA BATERAI KENDARAAN
LISTRIK

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, 19 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



I Kadek Ngurah Pradnyana

NIM. 2115213010

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 terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.e.Com., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Dr. Ir I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin
4. Bapak I Wayan Suastawa, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin
5. Bapak I Gede Oka Pujihadi, S.T., M.Erg., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ni Wayan Merda Surya Dewi, S.H., M.H., selaku dosen 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. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Kemudian terimakasih banyak untuk kakak/adik yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada penulis.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2024 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat, terimakasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini.
12. Serta banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi / proyek akhir yang tidak bisa dipeneliti sebutkan satu persatu Semoga Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada pihak civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 19 Agustus 2024

I Kadek Ngurah Pradnyana

ABSTRAK

Konsumsi bahan bakar fosil, terutama minyak bumi dan gas, terus meningkat setiap tahun. Berdasarkan survei oleh lembaga riset IEA (International Energy Agency) pada tahun 2015, konsumsi bahan bakar fosil mencapai 97 juta barel per hari, yang setara dengan 35 miliar barel per tahun. Penggunaan bahan bakar minyak secara massal dan berkelanjutan juga berdampak negatif pada lingkungan. Salah satu inovasi yang populer dalam kendaraan ramah lingkungan adalah kendaraan listrik. Dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak, kendaraan listrik memiliki beberapa kelebihan, termasuk tidak menghasilkan emisi dan mengurangi dampak gas rumah kaca karena tidak menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber utama.

Namun, pengembangan kendaraan listrik masih menghadapi tantangan, terutama terkait masalah *overheat* pada baterai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendingin baterai kendaraan listrik dengan memanfaatkan metode pendinginan *hybrid* sebagai media pendingin. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, di mana kami merancang sistem pendingin baterai dengan PCM dan air yang bersirkulasi untuk pendinginan tambahan. Baterai kendaraan listrik akan dilapisi dengan wadah yang terbuat dari material PCM, seperti parafin dan TiO_2 . Sebelum material komposit PCM digunakan sebagai pendingin baterai, kami mencampurkan parafin dan TiO_2 dalam variasi tertentu untuk mendapatkan karakteristik material PCM yang optimal dengan dikombinasi dengan air sirkulasi yang bertujuan membantu pendinginan pada PCM lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan PCM sebagai media pendingin baterai dapat mengurangi suhu baterai lebih baik daripada tanpa menggunakan pendinginan. Penambahan 5% TiO_2 pada parafin dapat menjaga suhu baterai tetap di bawah 45°C .

Kata kunci: pendingin baterai, *phase change material*, *hybrid*, kendaraan listrik

DESIGN AND SIMULATION OF A HYBRID COOLING SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLE BATTERIES

ABSTRACT

The consumption of fossil fuels, particularly oil and gas, continues to increase annually. According to a survey by the International Energy Agency (IEA) in 2015, fossil fuel consumption reached 97 million barrels per day, equivalent to 35 billion barrels per year. The widespread and continuous use of oil-based fuels also has environmental impacts. One popular environmentally friendly innovation is electric vehicles (EVs). Compared to traditional fossil fuel-powered vehicles, EVs offer several advantages, including zero emissions and reduced greenhouse gas impact due to their non-reliance on fossil fuels as the primary energy source.

However, the development of electric vehicles still faces challenges, particularly related to battery overheating. Therefore, this study aims to develop a cooling system for electric vehicle batteries using a hybrid cooling method. We conducted experiments by designing a battery cooling system with phase change material (PCM) and circulating water for additional cooling. The electric vehicle battery will be coated with a container made of PCM materials, such as paraffin and TiO₂. Before using the PCM composite material as a battery cooler, we mixed paraffin and TiO₂ in specific variations to obtain optimal PCM characteristics, combined with circulating water to enhance PCM cooling efficiency. The research results indicate that utilizing PCM as a battery cooling medium is more effective than without any cooling. Adding 5% TiO₂ to paraffin can maintain the battery temperature below 45°C.

Keywords: *battery cooling, phase change material, hybrid, electric vehicles.*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan anugerah-Nya, atas selesainya penulisan Buku Proyek Akhir ini. Disusun untuk melengkapi salah satu syarat bagi Mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulisan Buku Proyek Akhir ini sangat mempunyai banyak kekurangan karena terbatasnya pengetahuan, oleh karena itu peneliti sangat mengharapkan kritik, saran serta masukan dan koreksi yang sifatnya membangun.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak I Gede Oka Pujihadi, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing I dan juga Ibuk Ni Wayan Merda Surya Dewi, S.H., M.H. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu membimbing penulis selama penyusunan Buku Proyek Akhir ini, dan juga ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan Buku Proyek Akhir ini secara langsung maupun tidak langsung.

Akhirnya semoga Buku Proyek Akhir ini dapat berguna bagi seluruh pihak, dan akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Badung, 19 Agustus 2024

I Kadek Ngurah Pradnyana

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak dalam Bahasa Indonesia	viii
<i>Abstract</i> dalam Bahasa Inggris.....	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	iii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Lampiran	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum.....	3
1.4.2 Tujuan Khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat bagi Penulis:.....	4
1.5.2 Manfaat bagi Institusi Politeknik Negeri Bali.....	4
1.5.3 Manfaat bagi Masyarakat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Rancang Bangun.....	5
2.2 Simulasi	5
2.3 Mobil Listrik.....	6
2.4 Baterai Mobil Listrik	7

2.4.1	Jenis - jenis baterai mobil listrik	7
2.5	Komponan – Komponen Simulasi Sistem Pendingin Hybrid	11
2.5.1	Phase Change Material (PCM).....	11
2.5.2	Pipa tembaga	13
2.5.3	Air.....	14
2.5.4	Pendingin peltier	14
2.5.5	Alat pemanas / simulasi baterai.....	15
2.5.6	Plat aluminium	16
2.5.7	Regulator DC power suply	16
2.5.8	Termostat.....	17
BAB III	METODE PENELITIAN	18
3.1	Jenis Penelitian	18
3.2	Model rancangan	18
3.2.1	Rancangan sebelumnya	18
3.2.2	Rancangan yang diusulkan	19
3.3	Alur Penelitian.....	22
3.4	Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.4.1	Lokasi Penelitian	23
3.4.2	Waktu Penelitian	23
3.5	Penentuan Sumber Data.....	24
3.6	Sumber Daya Penelitian	24
3.7	Instrumen Penelitian	24
3.8	Prosedur Penelitian	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1	Hasil Penelitian	27
4.1.1	Tujuan penelitian	27
4.1.2	Prinsip kerja alat	28
4.1.3	Pembuatan alat.....	28
4.1.4	Pengujian alat.....	37
4.1.5	Data hasil pengujian	38
4.2	Pembahasan.....	42

4.2.1 Hasil pengujian simulasi baterai tanpa pendinginan	42
4.2.2 Pemanfaatan PCM murni sebagai pendingin baterai pada kendaraan listrik.....	43
4.2.3 Pemanfaatan parafin 98% + TiO ₂ 2% sebagai pendingin baterai pada kendaraan listrik	44
4.2.4 Pemanfaatan parafin 95% + TiO ₂ 5% sebagai pendingin baterai pada kendaraan listrik	45
4.2.5 Pengaruh pendinginan hybrid pada simulasi baterai kendaraan listrik	46
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Waktu penelitian.....	23
Tabel 3. 2	Contoh tabel yang digunakan untuk mencatat hasil pengujian.....	26
Tabel 4. 1	Data hasil pengujian temperatur terhadap waktu tanpa pendingin	38
Tabel 4. 2	Data hasil pengujian temperatur terhadap waktu dengan PCM parafin murni	39
Tabel 4. 3	Data hasil pengujian temperatur terhadap waktu dengan PCM parafin 98% + TiO ₂ 2%	40
Tabel 4. 4	Data hasil pengujian temperatur terhadap waktu dengan PCM parafin 95% + TiO ₂ 5%	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Mobil listrik.....	6
Gambar 2. 2	Baterai mobil listrik.....	7
Gambar 2. 3	Baterai li-ion.....	8
Gambar 2. 4	Baterai Ni-Mh	8
Gambar 2. 5	Baterai lead acid	9
Gambar 2. 6	Baterai solid state	9
Gambar 2. 7	Baterai Ni-CAD.....	10
Gambar 2. 8	Ultracapacitor	10
Gambar 2. 9	Paraffin	12
Gambar 2. 10	Plat aluminium	16
Gambar 2. 11	Regulator DC power suply	16
Gambar 2. 12	Termostat	17
Gambar 3. 1	Desain alat yang sudah pernah dibuat	19
Gambar 3. 2	Desain rancang bangun alat	20
Gambar 3. 3	Diagram Alur Penelitian.....	22
Gambar 4.1	Hasil rancangan	28
Gambar 4.2	Pemotongan plat aluminium.....	29
Gambar 4. 3	Proses melipat plat aluminium	29
Gambar 4. 4	Proses pengeleman menggunakan lem silent	30
Gambar 4. 5	Proses merangkai alat simulasi baterai.....	31
Gambar 4. 6	Proses merangkai kelistrikan pendingin peltier	31
Gambar 4. 7	Proses mengelas jalur pipa tembaga.....	32
Gambar 4. 8	Proses mengelas jalur air pipa tembaga	33
Gambar 4. 9	Proses mengelas jalur air pipa tembaga	34
Gambar 4. 10	Proses pembuatan tempat thermostat	34
Gambar 4. 11	Proses mendempul sisa pengelasan	35
Gambar 4. 12	Proses pengecatan	35

Gambar 4. 13	Proses mengukur jumlah material PCM dengan electronic balance	36
Gambar 4. 14	Pencampuran material PCM menggunakan thermoscientific	36
Gambar 4. 15	Proses pengujian alat.....	37
Gambar 4. 16	Grafik hasil pengujian tanpa pendinginan.....	42
Gambar 4. 17	Grafik hasil pengujian material PCM parafin murni.....	43
Gambar 4. 18	Grafik hasil pengujian material parafin 98% + TiO ₂ 2%	44
Gambar 4. 19	Grafik hasil pengujian material parafin 95% + TiO ₂ 5.....	45
Gambar 4. 20	Grafik perbandingan hasil keseluruhan data pengujian	46

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Form bimbingan proyek akhir tahun akademik 2023/2024 pembimbing I
- Lampiran 2 : Form bimbingan proyek akhir tahun akademik 2023/2024 pembimbing II
- Lampiran 3 : Desain rancang bangun proyek akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mobil listrik merupakan salah satu kendaraan tanpa emisi yang menjadi salah satu alternatif untuk menekan angka polusi udara. Seperti halnya mobil berbahan bakar minyak, mobil listrik juga dilengkapi dengan panel indikator yang berfungsi sebagai sarana informasi penting bagi pengemudi untuk mengetahui kondisi kendaraan secara langsung saat berkendara sehingga pengemudi merasa nyaman dan aman serta dapat melakukan tindakan dengan cepat dan tepat ketika terjadi sesuatu pada kendaraanya, misalnya untuk mengetahui kecepatan laju kendaraan, indikator kapasitas baterai, jarak yang masih dapat ditempuh, suhu motor, indikator lampu utama, lampu sein, dan indikator lainnya.

Perkembangan teknologi mobil listrik saat ini menyebabkan para ahli untuk terus meneliti kendaraan berbasis tenaga listrik. Salah satu hal yang mendasarinya adalah keterbatasan bahan bakar fosil yang semakin menipis. Menurut *Chief Executive Officer* dari *British Petroleum*, Tony Hayward, cadangan minyak di bumi hanya akan bertahan selama 42 tahun lagi. Salah satu hal yang menjadi pemicu dalam pembuatan mobil listrik adalah ramah lingkungan dan tidak menimbulkan polusi pada alam terbuka serta dapat mengurangi pemakaian minyak (BBM) yang semakin lama semakin berkurang.

Namun di samping keunggulannya, mobil elektrik bukan hadir tanpa kelemahan. Karena pada kenyataannya, masih banyak masalah teknis yang ditemui mobil ramah lingkungan ini. Masalah umum mobil elektrik menyangkut beberapa hal. Namun performa dan keamanan baterai masih menjadi isu utama. Baterai berfungsi untuk mensuplai arus listrik pada saat sistem starter agar mesin dapat dihidupkan, lampu-lampu dan komponen-komponen kelistrikan lainnya. Normalnya temperatur baterai kendaraan listrik itu berada di bawah batas optimal yaitu 45°C. Pengisian baterai dan beban yang diterima oleh baterai berpengaruh

menyebabkan baterai menjadi panas, Lamanya waktu pengisian baterai tergantung dari besar arus yang menjadi sumber energi untuk mengisi baterai, untuk mengisi baterai dengan metode *fast charging* memerlukan arus pengisian 40% dari kapasitas baterai, dan untuk metode *slow charging* memerlukan arus pengisian 10% dari kapasitas baterai. Selama siklus pengisian dan pengosongan, baterai menghasilkan panas dalam jumlah besar (Indah, dkk. 2019).

Meski beberapa pabrikan menyebutkan baterai yang digunakan dapat bertahan lama, namun menurut beberapa penelitian, kinerja baterai mobil listrik umumnya akan menurun ketika penggunaan telah mencapai di atas tiga tahun. Tak hanya itu, di negara empat musim, banyak yang mengeluhkan bahwa kemampuan baterai akan menurun drastis di suhu yang ekstrem dingin. Tesla menyebutkan bahwa usia pakai baterai mereka mencapai 1,6 juta kilometer. Ada beberapa kasus mencatat bahwa baterai rentan mengalami kerusakan yang menyebabkan terbakar atau meledak. Meski kasus ini sudah semakin jarang terjadi seiring pengembangan yang dilakukan oleh pabrikan kendaraan.

Berdasarkan permasalahan – permasalahan diatas perlu adanya solusi terkait permasalahan baterai pada kendaraan listrik tersebut, Maka dari itu penulis tertarik mengangkat judul Proyek Akhir ini dengan judul "*Rancang Bangun Simulasi Sistem Pendingin Hybrid Pada Baterai Kendaraan Listrik*", selain itu juga ini bisa menjadi salah satu solusi yang bisa digunakan terkait permasalahan pada baterai kendaraan listrik saat ini.

Rancang bangun pendingin baterai kendaraan listrik ini sudah pernah dikerjakan sebelumnya oleh mahasiswa lain tetapi dengan hasil yang kurang optimal dikarenakan ada beberapa kesalahan, yaitu pada proses pembuatan *PCM (Phase Change Material)* dan proses *hybrid* yang kurang maksimal yang hanya dengan menggunakan blower / fan saja pada proses pendinginannya. Dengan melihat beberapa permasalahan yang sebelumnya, penulis akan mengembangkan alat rancang bangun sistem pendingin *hybrid* pada baterai kendaraan listrik tersebut menjadi lebih optimal dengan cara mengubah proses pembuatan material PCM dan mengubah metode *hybrid* yang awalnya hanya menggunakan fan saja menjadi

menggunakan pipa berisi cairan sebagai media penyerap kalor panas dari baterai, kemudian akan dialirkan ke fan untuk mendinginkan cairan panas tersebut.

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 desain dari rancang bangun simulasi sistem pendingin *hybrid* pada baterai kendaraan listrik ?
2. Apakah rancang bangun simulasi sistem pendingin *hybrid* pada baterai kendaraan listrik dapat menjaga temperatur baterai di bawah suhu 45°C ?

1.3 Batasan Masalah

Proyek akhir ini akan menyelidiki pengaruh pemanfaatan menggunakan metode *hybrid*, dalam bentuk pendinginan baterai yang akan digunakan pada kendaraan listrik. Dirancang bangun ini baterai akan disimulasikan dengan alat pemanas yang akan dapat di kontrol temperaturnya agar sesuai dengan temperatur baterai yang terjadi sesungguhnya di kendaraan listrik.

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 ini yaitu: sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

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

1. Untuk menentukan desain dari simulasi sistem pendingin *hybrid* pada baterai kendaraan listrik.

2. Untuk mengetahui tingkat kualitas dari sistem pendingin hibryd pada baterai kendaraan listrik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan buku proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis/mahasiswa, institusi, serta masyarakat. Manfaat dari penulisan buku proyek akhir 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 Institusi 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

Desain dari sistem pendingin *hybrid* yang dirancang dan diuji dalam penelitian ini menggabungkan penggunaan Phase Change Material (PCM) yang akan menyerap panas dari baterai dalam bentuk panas laten, dan pendingin Peltier untuk mengoptimalkan pendinginan baterai kendaraan listrik dengan cara membantu pendinginan lebih cepat pada PCM yang panas akibat menyerap panas dari baterai. PCM yang digunakan terdiri dari tiga variasi: parafin murni, campuran parafin 98% dengan TiO₂ 2%, dan campuran parafin 95% dengan TiO₂ 5%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendingin hybrid pada baterai kendaraan listrik ini efektif dalam menjaga suhu baterai di bawah batas optimal 45°C. Pendingin Peltier yang memanfaatkan air bersirkulasi di dalam PCM juga terbukti efektif dalam membantu proses pendinginan. Air yang bersirkulasi membantu menyerap panas dari PCM yang telah menyerap panas dari baterai, sehingga mempercepat proses pendinginan. Dari ketiga variasi PCM, campuran parafin 95% dengan TiO₂ 5% menunjukkan performa terbaik dengan menurunkan suhu baterai hingga 35,225°C. Kombinasi kedua metode ini, yaitu PCM dan pendingin Peltier, menciptakan sistem pendingin *hybrid* yang mampu menjaga suhu baterai tetap stabil dan aman selama operasi. Secara keseluruhan, sistem pendingin *hybrid* ini menawarkan solusi yang efisien dan efektif untuk mengatasi masalah panas berlebih pada baterai kendaraan listrik, yang dapat meningkatkan kinerja dan umur pakai baterai.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan Material PCM Lain:

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan material PCM lain yang memiliki kapasitas penyerapan panas lebih tinggi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pendinginan dan memastikan performa yang lebih optimal.

2. Kombinasi laju air:

Pada penelitian selanjutnya bisa dengan mengkombinasikan dengan lajur air yang bervariasi, karena laju air bisa mempengaruhi daya penyerapan panas menjadi lebih optimal.

3. Teliti dalam Menguji:

Pada proses pengujian, sangat penting untuk melakukan pengujian dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap data yang diambil akurat dan dapat diandalkan. Ketelitian dalam pengujian akan mengurangi risiko terjadinya kesalahan atau misinformasi yang dapat mempengaruhi hasil akhir penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, Deni Yuni. 2009. Rancang Bangun Pengujian Model Kondensor Tipe Concentric tube counter current Ganda Dengan Penambahan Sirip. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Bejan, Adrian and Kraus, Alan D. 1948. Heat Transfer Handbook. John Wiley & sons. Newyork.
- Crompton, T.R. (2000). Battery Reference Book (edisi ke-3). Newnes, Boston.
- Fischer, U.R. 2006. Thermal Conductivity and Melting Point Measurements on Paraffin Zeolite Mixtures. Brandenburg University of Technology Cottbus, PF 101344, 03013 Cottbus Germany.
- Goodman, Marty (1997). "Lead-Acid or NiCd Batteries". Terdapat pada: https://www.sheldonbrown.com/marty_sla-nicad.html. Diakses tanggal 18 Januari 2023.
- Goodman, Marty (1997). "Lead-Acid or NiCd Batteries?". Terdapat pada: https://www.sheldonbrown.com/marty_sla-nicad.html. Diakses tanggal 18 Januari 2024.
- Holman, J.P. (1997). Perpindahan Kalor. Erlangga, Jakarta.
- Okta Veza, (2020). Pemodelan Simulasi Monte Carlo book (edisi ke-1). Kota Batam
- 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.
- 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.
- Toyota (2014). "Highlander Hybrid - Hybrid Vehicle Dismantling Manual".