

**ANALISIS SISTEM PENDINGIN BATERAI *TIPE WAVY*
CHANNEL DENGAN MEDIUM UDARA**



TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Strata -1 (S1) Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:

Tubagus Muhammad Nuriman

3331180066

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

CILEGON – BANTEN

2024

TUGAS AKHIR

Analisis Sistem Pendingin Baterai Tipe Wavy Channel Dengan Medium Udara

Dipersiapkan dan disusun Oleh :


Tubagus Muhammad Nuriman
3331180066

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 27 Juni 2024

Pembimbing Utama

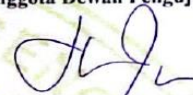


Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.
NIP.197910302003121001




Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T.
NIP.198902262015041002


Anggota Dewan Penguji



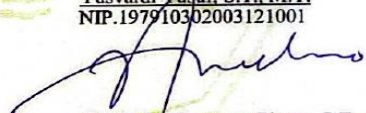
Shofianul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP.198403132019032009



Ir. Dedy Triawan Supravogi, ST., M. Eng., Ph. D.
NIP. 198206212022031001



Yusvardi Yusuf, S.T., M.T.
NIP.197910302003121001



Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T.
NIP.198902262015041002

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 10 Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.
NIP.198305102012121006

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini,

Nama : Tubagus Muhammad Nuriman

NPM : 3331180066

Judul : Analisis Sistem Pendingin Baterai Tipe Wavy Channel Dengan Medium Udara

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, Kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 20 Juli 2024



Tubagus Muhammad Nuriman
NPM. 3331180066

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala, berkat curahan karunia -Nya , penulis dapat Menyusun Proposal Tugas Akhir ini. Penulisan Proposal Tugas Akhir dengan Judul “Analisis Sistem Pendingin Baterai Tipe *Wavy Channel* Dengan Medium Udara” dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memulai penelitian dan Sidang Tugas Akhir di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak,dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan tugas akhir ini, mustahil dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng, sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., MT., sebagai Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membantu dan menuntun dalam penyelesaian tugas akhir.
3. Bapak Dr. Mekro Pinem, S.T., MT., sebagai Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah membantu dan menuntun dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Dr. Mekro Pinem, S.T., MT., sebagai Kordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Bapak TB.Faisal dan Ibu Ita Novita selaku kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung dalam menjalanin kegiatan perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir.
7. Teman – teman Teknik Mesin Angkatan 2018 yang telah membantu dan mendukung dalam perkuliahan selama ini.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak sekali tantangan yang dihadapi, akan tetapi semua dapat terwujud berkat bantuan dan dukungan dari segala pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua

pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir, semoga bantuannya mendapat balasan yang setimpal di sisi-Nya.

Penulis menyadari banyak sekali kekurangan dalam penyusunan dan penulisan dalam Penyelesaian Tugas Akhir ini, baik segi tata bahasa kalimat maupun isi. Oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran yang dapat membangun. Penulis berharap semoga Penyelesaian Tugas Akhir ini dapat memberikan banyak manfaat serta dapat menambah wawasan bagi seluruh pembaca.

Cilegon, Juni 2024

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS SISTEM PENDINGIN BATERAI *TIPE WAVY CHANNEL* DENGAN MEDIUM UDARA

Disusun oleh:

Tubagus Muhammad Nuriman

3331180066

Penggunaan sistem pendingin baterai tipe *wavy channel* adalah salah satu pengaruh fragmentasi aliran terhadap hidrotermal melalui studi eksperimental yang didukung oleh pemodelan. Sistem pendingin baterai *wavy channel* memiliki dua saluran fluida kerja untuk masuk (*inlet*) dan dua saluran keluar (*outlet*). Baterai adalah Baterai merupakan untuk meningkatkan jarak tempuh kendaraan listrik. Prinsip kerja baterai terdiri dari 4 bagian penting anoda, katoda, elektrolit dan separtor. Selama proses pemakaian listrik (*Discharge*) elektron dari anoda mengalir dari katoda melalui kabel konektor, sedangkan ion-lithium dalam sistem lepas dari anoda karena kekurangan elektron untuk melalui elektrolit. Selama pengisian (*Charge*), elektron dari katoda mengalir ke anoda melalui kabel konektor. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui temperatur baterai antara yang menggunakan pendingin udara dan tanpa pendingin udara, menganalisis performa baterai terhadap waktu *Discharge* dan *charge lithium* baterai dengan pendingin yang menggunakan udara dengan variabel laju aliran volume sebesar 5 lpm, 10 lpm, dan 15 lpm.

Sistem pendingin baterai dilakukan dengan jumlah 3 variasi tekanan udara yaitu 5 lpm, 10 lpm, 15 lpm. Hasil kondisi performa baterai

sistem pendingin tipe *wavy channel* didapatkan pada variasi *discharge* yaitu dengan tekanan udara 5 lpm sebesar 0,1998, tekanan udara 10 lpm sebesar 0,1838, tekanan udara 15 lpm sebesar 0,2096, variasi *charge* yaitu dengan tekanan udara 5 lpm sebesar 0,1827, tekanan udara 10 lpm sebesar 0,1854, dan tekanan udara 15 lpm sebesar 0,2083.

Kata Kunci: Baterai Tipe *Wavy Channel*, Tekanan Udara *Charge*, Tekanan Udara *Discharge*

ABSTRACT

ANALYSIS OF WAVY CHANNEL TYPE BATTERY COOLING SYSTEM WITH AIR MEDIUM

Submitted by :

Tubagus Muhammad Nuriman

33311800066

The use of a wavy channel type battery cooling system is one of the effects of flow fragmentation on hydrothermal through experimental studies supported by modeling. The wavy channel battery cooling system has two working fluid channels to enter (inlet) and two channels to exit (outlet). The battery is to increase the mileage of electric vehicles. The working principle of a battery consists of 4 important parts: anode, cathode, electrolyte and separator. During the process of using electricity (discharge), electrons from the anode flow from the cathode through the connector cable, while the lithium-ions in the system escape from the anode due to a lack of electrons to pass through the electrolyte. During charging, electrons from the cathode flow to the anode through the connector cable. The aim of this research is to determine the battery temperature between those using air cooling and those without air cooling, to analyze the performance of the battery over the time it is charged to the lithium battery with different load variations with a cooler using air with variable volume flow rates of 5 lpm, 10 lpm, and 15 lpm.

The battery cooling system is carried out with 3 variations of air pressure, namely 5 lpm, 10 lpm, 15 lpm. The results of the battery performance conditions of the wavy channel type cooling system were

obtained from discharge variations, namely with 5 lpm air pressure of 0.1998, 10 lpm air pressure of 0.1838, 15 lpm air pressure of 0.2096, charge variations namely with 5 lpm air pressure of 0.1827, 10 lpm air pressure of 0.1854, and 15 lpm of air pressure of 0.2083.

Keywords: Wavy Channel Type Battery, Charge Air Pressure, Discharge Air Pressure

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Dasar Baterai.....	5
2.2 Baterai Lithium-ion.....	5
2.2.1 Prinsip Kerja <i>Lithium-ion Battery</i>	6
2.2.2 Spesifikasi Baterai <i>Lithium-ion</i>	7
2.3 Sistem Pendingin Baterai	7
2.4 BMS (<i>Batttery Management System</i>).....	9
2.5 Kompresor.....	10
2.6 Alumunium Serpentine	11
2.7 Mekanisme Perpindahan Panas).....	11
2.8 Fluida.....	13
2.9 <i>Reynold Number</i>	14
2.10 Konduktivitas Thermal.....	15

2.11 <i>Heat Generation</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	17
3.2 Skema Kerja Alat	19
3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.4.1 Pengujian Tanpa <i>Wavy Channel</i>	24
3.4.2 Pengujian Menggunakan <i>Wavy Channel</i>	24
3.4.3 Prosedur Kalibrasi <i>Thermocouple</i>	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Hasil Pengujian.....	26
4.1.1 Laju aliran 5 LPM (Discharge)	26
4.1.2 Charge 5 LPM.....	28
4.1.3 Discharge 10 LPM	29
4.1.4 Charge 10 LPM.....	30
4.1.5 Disharge 15 LPM.....	32
4.1.6 Charge 15 LPM.....	33
4.2 Perbandingan Temperatur Medium Udara Dengan Tanpa Pendingin.....	34
4.3 Tahapan Perhitungan.....	35
4.3.1 Variasi Aliran Searah (Pararel Flow)	35
4.4 Analisa Hasil Perhitungan.....	44
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan baterai dibidang *industry* saat ini sangat pesat, dengan meningkatnya kebutuhan *power supply*. Untuk mengetahui kelayakan dan ketahanan dari baterai, maka harus mengetahui kualitas baterai dalam menahan beban yang diberikan. Untuk mengetahui apakah baterai terjadi jatuh tegangan atau tidak, sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Saat ini pemanfaatan energi listrik di sudah mulai diminati oleh seluruh lapisan masyarakat. Penggunaan energi listrik baik pada kendaraan pribadi maupun kendaraan umum terutama didorong oleh ketersediaan dan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) yang relatif tinggi, serta meningkatnya pencemaran udara akibat asap kendaraan bermotor. Pada permulaan era kendaraan listrik di Indonesia sekitar tahun 1900, kendaraan listrik merupakan yang paling banyak dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak atau uap. Pada periode inilah kendaraan listrik pertama kali muncul dalam sejarah. (Kumara, 2008)

Baterai merupakan teknologi kunci untuk meningkatkan jarak tempuh kendaraan listrik. Baterai berfungsi sebagai alat penyimpan energi listrik yang akan digunakan untuk mensuplai motor listrik selama kendaraan bergerak. perangkat penyimpan energi listrik, dan merupakan bagian paling penting perangkat elektronik portable. Baterai berbasis lithium memiliki keunggulan karena terbuat dari logam lithium, yang merupakan logam paling ringan di antara logam lainnya, sehingga dapat menghasilkan kepadatan energi yang tinggi dan memiliki masa pakai yang lama. Sistem manajemen baterai (BMS) adalah sistem elektronik yang mengelola baterai isi ulang (sel atau cell), melindungi baterai agar tidak beroperasi di luar batas aman, memantau kondisinya, dan mengontrol suhu sekitar. Ada berbagai jenis baterai untuk kendaraan

listrik: *ultracapacitor*, *lithium-ion*, *nickel-metal hydride*, *leadacid*, *solit-state*, dan *nickel-cadmium*. Jenis baterai untuk motor listrik antara lain: *leadacid*, *lithium polymer*, dan *lithium ion*. Baterai Li-ion menjadi kandidat yang menjanjikan sebagai sumber listrik karena keunggulannya, seperti biaya yang relatif rendah, tingkat *self-discharge* (pengeluaran arus listrik dalam keadaan tanpa beban) yang rendah, masa pakai yang lama, serta daya dan densitas energi yang tinggi. (Giant Philip Dewanta, 2022)

Pengolahan baterai terjadi adanya proses *electrochemical* (reaksi elektrokimia didalam baterai) dan *joule heating* (panas akibat arus listrik melewati konduktor) yang terjadi saat baterai beroperasi. Kendaraan listrik adalah kendaraan yang tidak menggunakan gas dan ditenagai oleh generator, motor listrik, dan baterai atau baterai *lithium-ion*. Kendaraan listrik pada umumnya menggunakan baterai, untuk pengisian energinya dapat dilakukan dengan cara di *charge* yang dihasilkan dari sumber pembangkit listrik. Kendaraan Listrik terdiri dari kendaraan listrik, sepeda motor listrik, dan sepeda listrik. Maka, suhu baterai li-ion yang akan digunakan 25-40°C agar berfungsi baik dan tahan lama. Jika baterai dapat disusun dengan baik maka sel-sel baterai tersebut tersusun rapih, perbedaan suhu antara setiap sel baterai tidak melebihi 5°C yang dianggap sebagai suhu optimal saat baterai beroperasi. (Yoga Pratama, 2023)

Kebutuhan akan pengisian baterai cepat menjadi salah satu pilihan untuk baterai dapat berbeda dari kapasitas nominalnya, diantaranya karena kapasitas baterai bergantung pada umur dan keadaan baterai, parameter *charging* dan *discharging*, dan temperatur. (Udin M., 2017.)

Pada kondisi baterai digunakan, diperlukan sistem pendingin baterai dengan memanfaatkan perpindahan panas secara konduksi dengan jenis pendingin. Ada beberapa jenis pendingin yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain nanofluids, air dan fluida udara yang akan dialirkan pada *wavy mini channel*. Baterai tipe *Wavy Mini Channel*

adalah perangkat pendingin yang terbuat dari alumunium untuk memenuhi kebutuhan pendinginan perangkat elektronik yang berbentuk paket sirkuit bergelombang. Selain itu, kapasitas baterainya memungkinkannya menempuh jarak tertentu melalui pengisian daya yang efisien, sehingga menghasilkan kemampuan pengisian cepat. Tetapi dengan pengisian cepat baterai akan berdampak pada peningkatan termal yang terjadi pada kemasan baterai. Sehingga perlu dibuatkan desain sistem pendingin yang mampu mengurangi panas yang terjadi pada saat pengisian.

Penelitian tugas akhir ini, akan menganalisis sistem pendingin baterai pada modul baterai lithium-ion 18650, yang disusun secara seri dan terdiri dari 13 sel baterai. Untuk mendinginkan baterai selama pengosongan, modul baterai dilengkapi dengan sistem pendingin berbasis saluran bergelombang. Dengan adanya beberapa studi kasus diatas, maka dari itu penulis mengajukan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Sistem Pendingin Baterai Tipe *Wavy Channel* dengan Medium Udara**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah beberapa rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana perbedaan penurunan temperatur baterai dengan media pendingin udara?
2. Bagaimana performa baterai lithium saat diberikan beban lampu, setelah diberikan pendingin berupa udara, dengan variabel laju aliran volume sebesar 5 lpm, 10 lpm, dan 15 lpm ?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang didapat dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Pendingin yang digunakan untuk penelitian ini yaitu menggunakan udara.
2. Fluida yang digunakan udara pada kompresor.
3. Pengujian dengan variasi laju aliran 5 lpm, 10 lpm, 15 lpm.
4. Pengatur laju aliran volume menggunakan katup yang di atur, dan dibaca dengan menggunakan alat ukur *flow meter*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pengujian baterai ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui temperatur baterai yang menggunakan pendingin udara.
2. Menganalisis performa baterai terhadap waktu *Dicharge* dan *Charge lithium* baterai dengan beban lampu, dengan pendingin yang menggunakan udara dengan variabel laju aliran volume sebesar 5 lpm, 10 lpm, dan 15 lpm.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini adalah manfaat yang akan di dapat setelah dilakukan penelitian, yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai inovasi perkembangan teknologi baterai guna meningkatkan efisiensi terhadap penggunaan baterai pada kendaraan listrik agar mendapat performa yang maksimal.

1.6 Metode Penelitian

Adapun sistematika dalam penulisan proposal skripsi ini di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Tahap literatur

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data serta informasi yang berkaitan dengan pendinginan baterai yang berasal dari jurnal dan buku.

2. Tahap Percobaan

Pada tahap ini dilakukan percobaan pengukuran temperatur baterai dengan pendinginan baterai yang berasal dari jurnal dan buku.

3. Tahap Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan tahap terakhir dimana hasil dari percobaan akan dianalisa dan dibahas serta dibuat kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwi Sulistyanyingtyas, A. (2017). *EFFECT OF VISCOELASTIC FLUID FLOW PAST AN ELLIPTIC CYLINDER*.
- Inovtek, J., & Elektro, S. (2019). *Aplikasi Battery Management System (BMS) dengan State of Charge (SOC) Menggunakan Metode Modified Coulomb Counting*. 1(1).
- Irawati, E., Huda, C., & Kurniawan, W. (2019). *Prosiding Seminar Nasional The 5 th Lontar Physics Forum*.
- Kartasasmita, M., & Laksanawati, W. D. (2015). *UJI KONDUKTIVITAS TERMAL PADA BAHAN MASONITE DENGAN STIM GENERATOR TD 8556*.
- Kumara, N. S. (2008). *Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang*.
- Marausna, G., A, D. M., Sitepu, E. L., & Kusuma, M. B. A. (2022). Eksperimen Heat Transfer pada Minichannel Baterai Pesawat Listrik dengan Fluida Etilen Glikol-Air. *Energy - Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 12(1), 1–5. doi: 10.51747/energy.v12i1.1021
- Nazri, G.-A., & Rome, C. (2008). LITHIUM BATTERIES Science and Technology Edited by Gianfranco Pistoia.
- RAMA_21401_2015213065_0024107603_0014075909_part. (2023).
- RANCANG BANGUN WATER RHEOSTAT UNTUK BEBAN TIRUAN DALAM PENGUJIAN BATERAI LITHIUM-ION PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BALI 2022. (2023).
- Syahrir, M. (2016). KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS PADA PIPA PENUKAR KALOR SELONGSONG ALIRAN SEARAH VERTIKAL. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 01(02).
- Udin, M., Kaloko, B. S., Hardianto, T., & Elektro, J. T. (2017). *Peramalan Kapasitas Baterai Lead Acid pada Mobil Listrik Berbasis Levenberg Marquardt Neural Network (Prediction Capacity of Lead Acid Battery on Electric Vehicle Based Neural Network Levenberg)*.
- Mardwianta, B. (2017). Pembangkitan Energi Listrik Pada Baterai Udara dengan Bahan Karbon Aktif dan Elektrolit Air Laut. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Kedirgantaraan (SENATIK) Vol III*.

