

SKRIPSI

**PEMBUATAN PROTOTIPE TEKNIK PENDINGINAN
MIST/SPRAYING PADA *BATTERY THERMAL*
MANAGEMENT SYSTEM (BTMS) MOTOR LISTRIK**



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

RAIHAN RAFIF

1501617031

PROGRAM STUDI

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

**PEMBUATAN PROTOTIPE TEKNIK PENDINGINAN
MIST/SPRAYING PADA BATTERY THERMAL MANAGEMENT SYSTEM
(BTMS) MOTOR LISTRIK**

Raihan Rafif

Dosen Pembimbing : Dr. Aris Sunawar, M.T. dan Moch. Djaohar, M.Sc.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah dilakukannya pembuatan prototipe Battery Thermal Management System (BTMS) dengan teknik pendinginan mist/spraying dan kemudian dilakukanlah eksperimen dengan tujuan mencari tahu efektivitas kinerja, kekurangan, dan kelebihan prototipe *Battery Thermal Management System* (BTMS) dengan teknik pendinginan *mist/spray* untuk mendinginkan baterai li-ion pada motor listrik.

Metode penelitian ini adalah metode Research and Development (R&D). Metode R&D yang digunakan adalah R&D dengan metode campuran. Penelitian meliputi desain, perencanaan, pengambilan data dan kesimpulan. Pengambilan data dilakukan dengan melihat perubahan suhu baterai tanpa beban dan dengan beban selama durasi waktu yang telah ditentukan.

Hasil uji coba memperlihatkan bahwa metode pendinginan *mist/spray* merupakan metode pendinginan yang efektif dikarenakan BTMS mampu mempertahankan suhu dengan jangkauan $\pm 34^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata pengurangan suhu mencapai $2,5^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan rumus, didapatkan nilai ΔT Tanpa Pendingin (ΔTTP) sebesar 3,35 dan (ΔTDP) sebesar 2,01. Jika kedua nilai dibandingkan maka akan didapat kesimpulan bahwa nilai $\Delta TTP > \Delta TDP$. Sehingga Battery Thermal Management System dapat dikatakan efektif.

Lalu dengan membandingkan nilai dari pendinginan yang telah diteliti dengan pendinginan yang diteliti. Pendinginan menggunakan kabut halus atau semprotan cairan untuk mendinginkan permukaan baterai secara langsung. Menghasilkan laju Pendinginan dengan laju biasanya antara 2°C hingga 5°C per menit. Berdasarkan data dapat hasil laju pendinginan pada variasi 2°C per setengah menit. Sehingga dapat dikatakan prototipe sistem BTMS yang dibuat adalah efektif karena berada pada jarak nilai suhu yang mirip. Maka dapat disimpulkan bahwa BTMS dengan metode pendinginan *mist/spray* pada motor listrik dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat.

Kata Kunci: *Prototipe, Battery Thermal Management System, Mist/Spray*

**MAKING PROTOTYPE OF MIST/SPRAYING COOLING
TECHNIQUE ON ELECTRIC MOTORCYCLES BATTERY THERMAL
MANAGEMENT SYSTEM (BTMS)**

Raihan Rafif

Supervisor : Dr. Aris Sunawar, M.T. dan Moch. Djaohar, M.Sc.

ABSTRACT

The aim of this research is to make a Battery Thermal Management System (BTMS) prototype using a mist/spraying cooling technique. And then an experiment is carried out with the aim of finding out the performance effectiveness, shortcomings and advantages of a Battery Thermal Management System (BTMS) prototype using a mist/spraying cooling technique. spray to cool li-ion batteries in electric motors.

This research method is the Research and Development (R&D) method. The R&D method used is R&D with mixed methods. Research includes design, planning, data collection and conclusions. Data is collected by looking at changes in battery temperature without load and with load over a predetermined time duration.

The test results show that the mist/spray cooling method is an effective cooling method because BTMS is able to maintain temperatures in the range of $\pm 34^{\circ}\text{C} - 36^{\circ}\text{C}$ with an average temperature reduction reaching 2.5°C . Based on the formula, the ΔT value without cooling (ΔT_{TP}) is 3.35 and (ΔT_{DP}) is 2.01. If the two values are compared, it will be concluded that the value of $\Delta T_{TP} > \Delta T_{DP}$. So the Battery Thermal Management System can be said to be effective.

Then by comparing the value of the cooling that has been studied with the cooling that is being studied. Cooling uses a fine mist or liquid spray to cool the battery surface directly. Produces Cooling rates at rates typically between 2°C to 5°C per minute. Based on the data, the cooling rate results can be a variation of 2°C per half minute. So it can be said that the BTMS system prototype created is effective because it is located at a similar temperature range. So it can be concluded that BTMS with the mist/spray cooling method on electric motors can work well and in accordance with the design that has been made.

Keywords: *Prototype, Battery Thermal Management System, Mist/Spray*

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pembuatan Prototipe Teknik Pendinginan *Mist/Spraying* pada *Battery Thermal Management System* (BTMS) Motor Listrik

Penyusun : Raihan Rafif


NIM : 1501617031


Tanggal Ujian : Senin, 01 Juli 2024

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II


Dr. Aris Sunawar, M.T.
NIP. 198206282009121003


Moch. Djaohar, M.Sc.
NIP. 197003032006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

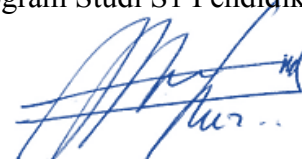
Anggota Penguji II


Dr. Muksin, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197105201999031002


Nur Hanifah Yuninda, M.T
NIP. 198206112008122001


Prof. Dr. Suyitno, M.Pd.
NIP. 195908271987031001

*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*
Mengetahui,
Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro


Dr. Muksin, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197105201999031002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 25 Juli 2024
Yang membuat pernyataan,



Raihan Rafif
NIM. 1501617031

Mempercepatkan
Memartabatkan Bangsa



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Raihan Rafif
NIM : 1501617031
Fakultas/Prodi : Teknik / Pendidikan Teknik Elektro
Alamat email : rei.rafif0@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PEMBUATAN PROTOTIPE TEKNIK PENDINGINAN *MIST/SPRAYING* PADA *BATTERY THERMAL
MANAGEMENT SYSTEM (BTMS)* MOTOR LISTRIK

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta , 26 Juli 2024

(Raihan Rafif)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pembuatan Prototipe Teknik Pendinginan *mist/spraying* pada *Battery Thermal Management System* (BTMS) Motor Listrik” yang merupakan salah satu persyaratan universitas dalam meraih gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) di program studi S1 Pendidikan Teknik Elektro. Skripsi ini ditulis dan disusun dengan sungguh-sungguh untuk memenuhi persyaratan kelulusan dan penyelesaian program studi S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dalam pembuatan skripsi ini, penulis tidak dapat lepas dari doa, bimbingan, bantuan, dorongan dan kerja sama dari berbagai pihak. Untuk itu dengan rendah hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Muksin, S.Pd., M.Pd. selaku koordinator program studi yang telah memberikan dorongan moral, dan literatur.
2. Dr. Aris Sunawar, MT selaku pembimbing penyusun skripsi yang telah memberikan dorongan moral, dan literatur.
3. Moch. Djaohar, M.Sc selaku pembimbing penyusun skripsi yang telah memberikan dorongan moral, dan literatur.
4. Seluruh dosen dan karyawan Pendidikan Teknik elektro yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata, saya harap insya'allah skripsi ini dapat menjadi manfaat bagi para pembaca dan berbagai pihak yang terkait.

Mencerdaskan dan
Penulis
Memartabatkan Bangsa



(Raihan Rafif)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.6.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.6.2 Manfaat Praktis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA & KERANGKA BERPIKIR	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Prototipe	6

2.1.2	Desain	6
2.1.3	Transfer Energi Panas	7
2.1.4	Baterai.....	9
2.1.5	Pengaruh Suhu Terhadap Baterai Lithium-Ion.....	18
2.1.6	Sistem Manajemen Suhu Baterai.....	20
2.1.7	BTMS dengan Teknik Pendinginan Baru	28
2.1.8	Arduino.....	31
2.1.9	<i>Thermocouple</i>	32
2.1.10	Pompa Air Portabel.....	32
2.1.11	Motor BLDC.....	33
2.1.12	<i>Electronic Speed Controller</i>	35
2.1.13	<i>Mist Nozzle</i>	36
2.2	Penelitian Relevan.....	37
2.3	Kerangka Berpikir.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.2	Metode Penelitian	40
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	41
3.4	Diagram Alir Penelitian	42
3.5	Analisis Kebutuhan	44
3.6	Perancangan Alat	45
3.6.1	Blok Diagram Alat.....	45
3.6.2	Diagram Alir Sistem.....	46
3.6.3	Desain Alat.....	47
3.7	Teknik Pengumpulan Data.....	50
3.8	Teknik Analisis Data.....	51
3.8.1	Pengujian Software	51
3.8.2	Pengujian Hardware	52

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Hasil Penelitian	54
4.1.1 Perencanaan Prototipe.....	54
4.1.2 Spesifikasi Desain	55
4.1.3 Pembuatan Alat.....	56
4.1.4 Uji <i>Software</i>	58
4.1.5 Uji <i>Hardware</i>	60
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	64
4.2.1 Pengujian Sensor	64
4.2.2 Pengujian Baterai	65
4.2.3 Pengujian Efektivitas BTMS	67
4.2.4 Suhu Baterai dengan Beban tanpa Pendingin	68
4.2.5 Suhu Baterai dengan Beban Memakai Pendingin	69
4.2.6 Perbandingan Suhu Baterai dengan Beban Tanpa Pendingin dan Memakai Pendingin.....	69
4.3 Kriteria Efektivitas BTMS	71
4.4 Kelebihan & Kekurangan.....	71
4.4.1 Kelebihan.....	72
4.4.2 Kekurangan	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 <i>Saran</i>	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN	80

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Kelebihan Dan Kekurangan Dari Baterai Li-Ion	17
2.2	<i>Datasheet</i> Arduino Uno R3 Ch340	31
3.1	Alat Pembuatan Dan Penelitian	41
3.2	Bahan Penelitian	41
3.3	Standar Suhu Baterai Li-Ion	45
3.4	Logika Pada Pengaturan Pompa	47
3.5	Tabel Pengujian Sensor Suhu	51
3.6	Pengujian Sistem Kendali Pompa	52
3.7	Pengujian Tampilan OLED LCD	52
3.8	Korelasi Tegangan Baterai Dengan Kecepatan Motor	52
3.9	Pengujian Suhu Baterai Dalam Ruang Tanpa Beban	52
3.10	Pengujian Suhu Baterai Diluar Ruang Tanpa Beban	53
3.11	Efektivitas Suhu Pendingin	53
3.12	Suhu Baterai Dengan Beban Tanpa Pendingin	53
3.13	Suhu Baterai Dengan Beban Memakai Pendingin	53
4.1	Pengujian Sensor Suhu Ds18b20	59
4.2	Pengujian Kendali Pompa	59
4.3	Pengujian Display OLED LCD	60
4.4	Pengujian Korelasi Tegangan Baterai Dengan Kecepatan Motor	60
4.5	Pengujian Suhu Baterai Dalam Ruang Tanpa Beban	61
4.6	Pengujian Suhu Baterai Diluar Ruang Tanpa Beban	62
4.7	Efektivitas Suhu Pendingin	62
4.8	Suhu Baterai Dengan Beban Tanpa Pendingin	63
4.9	Suhu Baterai Dengan Beban Memakai Pendingin	63
4.10	Perbandingan Suhu Baterai Dengan Beban Tanpa Pendingin Dan Memakai Pendingin	70
5.1	Perbandingan Suhu Baterai Dengan Beban Tanpa Pendingin Dan Memakai Pendingin	73

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Operasi Elektrokimia Dari Baterai (<i>Discharge</i>)	14
2.2	Operasi Elektrokimia Dari Baterai (<i>Charge</i>)	15
2.3	Ilustrasi Kategori Dan Proses Pembangkitan Panas Dalam Lib.	19
2.4	Kategori Utama Sistem Manajemen Suhu Baterai	22
2.5	Skema Aliran Udara Bolak-Balik Dengan Ventilasi Ekstra	24
2.6	Temperatur Maksimum (T_{max}) Dan Perbedaan Temperatur (ΔT) Dari Efek Ventilasi Tambahan	24
2.7	Temperatur Maksimum (T_{max}) Dan Perbedaan Temperatur (ΔT) Dari Efek Kecepatan Udara	25
2.8	Rangkuman Dari Kelebihan, Kekurangan, Dan Teknik Optimisasi Medium Pendingin Udara	26
2.9	Rangkuman Dari Kelebihan, Kekurangan, Dan Teknik Optimisasi Medium Pendingin Cairan	27
2.10	Skematik Dari Pengaturan Eksperimental	28
2.11	Variasi Suhu Pada Berbagai Suhu Awal	29
2.12	Pendinginan <i>Spray</i> : Skema Desain Yang Dikembangkan	30
2.13	Logo Dan Sirkuit Arduino	31
2.14	Skematik <i>Thermocouple</i>	32
2.15	Pompa Air	33
2.16	Stator Dari Motor BLDC	34
2.17	Tampak Tengah Magnet Rotor	35
2.18	Komponen ESC	36
2.19	<i>Mist Nozzle</i>	37
3.1	Diagram Alir Penelitian	44
3.2	Blok Diagram Alat	46
3.3	Diagram Alir Alat	46
3.4	Tampak Depan Desain	47
3.5	Tampak Belakang Desain	48
3.6	Tampak Samping Desain	48
3.7	Tampak Atas Desain	49

3.8	Tampak Prototipe Pada Sepeda	49
3.9	<i>Wiring</i> Kendali Sistem Pendingin	50
4.1	Rancangan Kasar Pendingin	54
4.2	Desain 3D Pada Aplikasi SketchUp	55
4.3	Komponen-Komponen Alat	55
4.4	Bentuk Konstruksi Motor	56
4.5	Stang Besi	57
4.6	Pengendali Mikro	57
4.7	Kotak Plastik Akrilik	58
4.8	Grafik Pengujian Sensor Suhu Ds18b20	64
4.9	Grafik Korelasi Tegangan Baterai Dengan Kecepatan Motor	66
4.10	Grafik Pengujian Suhu Penggunaan Baterai Dalam Tanpa Beban	66
4.11	Grafik Pengujian Suhu Penggunaan Baterai Luar Tanpa Beban	67
4.12	Grafik Pengujian BTMS	68
4.13	Grafik Suhu Baterai Dengan Beban Tanpa Pendingin	68
4.14	Grafik Suhu Baterai Dengan Beban Memakai Pendingin	69
4.15	Perbandingan Suhu Tanpa Dan Dengan Pendingin	70
5.1	Perbandingan Suhu Tanpa Dan Dengan Pendingin	74

*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Tabel	Halaman
1	Desain Awal Tiga Dimensi Prototipe Btms	80
<u>2</u>	Pemrograman Arduino	82



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*