UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi Eksperimen Transfer Panas dan Distribusi Suhu Pada Sel Baterai Tunggal Samsung INR 18650-25R
Menggunakan Metode Pendinginan Pasif Phase Change Material Lauric Acid
Rafli Maulana Balgis, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

UNDERGRADUATED THESIS ii

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii

LEMBAR PENGESAHAN iv

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v

NASKAH SOAL TUGAS AKHIR vi

HALAMAN PERSEMBAHAN vii

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xviii

DAFTAR LAMPIRAN xx

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xxi

INTISARI xxv

ABSTRACT xxvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 5

1.3 Batasan Masalah 5

1.4 Tujuan Penelitian 5

1.5 Manfaat Penelitian 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 BTMS (*Battery Thermal Management System*) 7

2.2 Perkembangan Studi BTMS 9

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi Eksperimen Transfer Panas dan Distribusi Suhu Pada Sel Baterai Tunggal Samsung INR 18650-25R
Menggunakan Metode Pendinginan Pasif Phase Change Material Lauric Acid
Rafli Maulana Balgis, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.1 *Immersion Cooling* Berbasis Fluida Dielektrik 9

2.2.2 PCM-*Based* BTMS 15

BAB III LANDASAN TEORI 19

3.1 Baterai *Lithium-Ion* 19

3.2 Parameter Baterai 21

3.2.1 *State of Charge* (SoC) 21

3.2.2 *Depth of Discharge* (DoD) 22

3.2.3 *C-Rate* 22

3.2.4 *Internal Resistance* 23

3.3 *Battery Heat Generation* 24

3.3.1 *Joule Heating* 26

3.3.2 *Entropy Heating* 27

3.4 *Phase Change Material* (PCM) 28

3.4.1 Klasifikasi *Phase Change Material* (PCM) 28

3.4.2 Panas Laten (*Latent Heat*) 31

3.4.3 Panas Sensibel (*Sensible Heat*) 32

3.4.4 Ekspansi Volume (*Volume Expansion*) 34

3.5 Mekanisme Perpindahan Kalor 35

3.5.1 Perpindahan Panas Konduksi 35

3.5.2 Perpindahan Panas Konveksi 37

3.6 Distribusi Temperatur dan Resistansi *Thermal* 40

3.7 Efisiensi Reduksi Temperatur (*Temperature Reduction Efficiency*) 43

BAB IV METODE PENELITIAN 45

4.1 Lokasi Penelitian 45

4.2 Diagram Alir Penelitian 45

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi Eksperimen Transfer Panas dan Distribusi Suhu Pada Sel Baterai Tunggal Samsung INR 18650-25R Menggunakan Metode Pendinginan Pasif Phase Change Material Lauric Acid
Rafli Maulana Balgis, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3 Skema Alat Penelitian 46
4.4 Alat Penelitian 50
4.4.1 Autodesk Inventor Professional 2026 50
4.4.2 BambuLab P1S 50
4.4.3 *DC Electronic Load* (Rigol DL3021) 51
4.4.4 *DC Power Supply* (Digital Ways DWPS3010D) 52
4.4.5 *Data Logger* (Omron ZR-RX45) 53
4.4.6 Rigol Ultra Load 54
4.4.7 SmartViewer RXW 55
4.4.8 Termokopel 55
4.5 Bahan Penelitian 55
4.5.1 Baterai *Lithium-ion* 55
4.5.2 *Phase Change Material* 57
4.5.3 PET-CF17 *Filament* 60
4.6 Prosedur Penelitian 62
4.6.1 Variabel Penelitian 62
4.6.2 Kalibrasi Instrumen Penelitian 64
4.6.3 Pengujian Kebocoran Wadah PCM 66
4.6.4 Penentuan *Infill Phase Change Material* 67
4.6.5 Prosedur Penempatan Termokopel 69
4.6.6 Pembuatan *Phase Change Material* 71
4.6.7 Pengambilan Data 72
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 74
5.1 Pengaruh Laju Pengosongan Terhadap Distribusi Temperatur Baterai 74
5.2 Pengaruh *Infill Phase Change Material* 80

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi Eksperimen Transfer Panas dan Distribusi Suhu Pada Sel Baterai Tunggal Samsung INR 18650-25R
Menggunakan Metode Pendinginan Pasif Phase Change Material Lauric Acid
Rafli Maulana Balgis, Ir. Indro Pranoto, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.3 Perhitungan *Heat Generation* 84

5.3.1 Perhitungan *Joule Heating* 85

5.3.2 Perhitungan Koefisien Entropi 87

5.3.3 Perhitungan *Entrophy Heating* 91

5.3.4 *Total Heat Generation* 92

5.4 Perhitungan *Heat Flux* 95

5.5 Analisis Penyerapan Panas Sensibel PCM 99

5.6 Analisis Penyerapan Panas Laten PCM 105

5.7 Estimasi Koefisien Perpindahan Panas (*Heat Transfer Coefficient*) 108

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 114

6.1 Kesimpulan 114

6.2 Saran 116

DAFTAR PUSTAKA 118

LAMPIRAN 121