

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN AKRONIM	xv
INTISARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Battery Thermal Management System (BTMS)</i>	5
2.1.1 <i>Air Cooling System</i>	5
2.1.2 <i>Phase Change Material (PCM)</i>	6
2.2 <i>Immersion Cooling</i>	7
2.3 Perkembangan Pengujian BTMS <i>Immersion Cooling</i>	7
2.3.1 Pengujian <i>Immersion Cooling</i> dengan Fluida CFX-70	7
2.3.2 Pengujian <i>Immersion Cooling</i> dengan Fluida HFE-7100	9
2.3.3 Pengujian <i>Immersion Cooling</i> dengan Fluida SF33	13
2.4 Rangkuman Penelitian	16
2.5 <i>Research Gap</i>	29
BAB III LANDASAN TEORI	31
3.1 Baterai Lithium-ion	31
3.1.1 <i>Thermal Runaway</i> pada Baterai	31
3.1.2 Rangkai Modul <i>Battery Pack</i>	34

3.2 Parameter Baterai	35
3.2.1 <i>State of Charge</i> (SoC)	35
3.2.2 <i>State of Health</i> (SoH)	36
3.2.3 <i>Depth of Discharge</i> (DoD)	36
3.2.4 <i>C – rate</i>	36
3.2.5 <i>E – rate</i>	37
3.3 Fluida Kerja	37
3.4 Mekanisme Perpindahan Kalor secara Konveksi	38
3.5 Parameter Perpindahan Kalor	38
3.5.1 Kecepatan dan Temperatur Rata – Rata Fluida Kerja	38
3.5.2 Kondisi Aliran Fluida	39
3.5.3 Aliran Melintasi Silinder	40
3.5.4 Aliran Melintasi <i>Tube Banks</i>	40
3.5.5 <i>Surface Heat Flux</i>	42
3.5.6 <i>Pressure Drop</i>	43
3.6 Bilangan Tak Berdimensi	43
3.6.1 Bilangan <i>Reynolds</i>	43
3.6.2 Bilangan <i>Nusselt</i>	44
3.6.3 Bilangan <i>Prandtl</i>	45
3.7 Rasio Perubahan <i>Heat Transfer Coefficient</i> dengan Perubahan <i>Pressure Drop</i>	45
3.8 Rasio <i>Absorbed Heat</i> dengan Kinerja Pompa	45
3.9 <i>Uncertainty Analysis</i>	45
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	47
4.1 Lokasi Penelitian	47
4.2 Diagram Alir Penelitian	47
4.3 Fasilitas Penelitian	48
4.3.1 Skema Penelitian	48
4.4 Alat Penelitian	50
4.4.1 <i>Battery Pack</i>	50
4.4.2 <i>DC Constant Current Supply</i>	51
4.4.3 <i>DC Electronic Load Test</i>	51
4.4.4 <i>Data Acquisition System</i>	52
4.4.5 <i>Heat Exchanger</i>	53
4.4.6 <i>Reservoir</i>	53

4.4.7 Pompa	53
4.4.8 Potensiometer	54
4.4.9 <i>Thermostat</i>	54
4.4.10 <i>Flowmeter</i>	54
4.4.11 <i>Pressure Gauge</i>	55
4.4.12 <i>Thermocouple</i>	55
4.4.13 <i>Uncertainty Analysis</i> Alat Penelitian	56
4.5 Bahan Penelitian	56
4.5.1 Baterai Li-Ion A	56
4.5.2 Baterai Li-Ion B	57
4.5.3 Fluida Dielektrik	57
4.6 Variabel Penelitian	58
4.7 Prosedur Penelitian	60
4.7.1 Kalibrasi Instrumen Pengukuran	60
4.7.2 Pengujian Kebocoran pada Peralatan Penelitian	61
4.7.3 Pengambilan Data	62
4.7.4 Pengolahan dan Analisis Data	63
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	64
5.1 Pengaruh Parameter Operasi terhadap Kinerja Termal Baterai	65
5.1.1 Pengaruh <i>C-rate</i> pada Baterai	67
5.1.2 Pengaruh Laju Aliran Fluida terhadap Temperatur Baterai	71
5.1.3 Analisis Hubungan <i>C-rate</i> dan Laju Aliran Fluida	74
5.2 Perhitungan Kalor pada Baterai	76
5.2.1 Perhitungan <i>Heat Generation</i>	76
5.2.2 Perhitungan <i>Absorbed Heat</i>	84
5.2.3 Perhitungan <i>Heat Loss</i>	84
5.2.5 Evaluasi Kalor Sistem	86
5.3 Analisis Perpindahan Panas dan Karakteristik Aliran Fluida	88
5.3.1 Perhitungan <i>Surface Heat Flux</i>	88
5.3.2 Perhitungan <i>Heat Transfer Coefficient</i>	90
5.3.3 Perhitungan Bilangan Tak Berdimensi	93
5.3.4 Hubungan <i>Heat Transfer Coefficient</i> terhadap <i>Pressure Drop</i>	95
5.3.5 Evaluasi Efektivitas Perpindahan Panas Fluida	96
5.4 Evaluasi Performa Sistem Pendingin dan Perbandingan Baterai	97

5.4.1 Rasio <i>Absorbed Heat</i> terhadap Kinerja Pompa	97
5.4.2 Perbandingan Kinerja Baterai A dan B	99
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	108