

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL BAHASA INDONESIA	i
HALAMAN JUDUL BAHASA INGGRIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
INTISARI	xix
<i>ABSTRACT</i>	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sifat Termal Baterai Lithium Ion (LIB)	7
2.2 <i>Battery Thermal Management Systems</i> (BTMS)	10
2.3 <i>Immersion Cooling</i>	12
2.3.1 Perkembangan <i>Immersion Cooling</i> pada Baterai Tunggal	14
2.3.2 Perkembangan <i>Immersion Cooling</i> pada Baterai Modul	17
BAB III DASAR TEORI	24
3.1 Baterai Lithium-Ion	24
3.2 <i>Heat Generation</i> Baterai	24

3.3 Rangkaian Modul Baterai	25
3.4 Parameter Baterai	26
3.4.1 <i>State of Charge</i> (SoC)	26
3.4.2 <i>Depth of discharge</i> (DOD)	27
3.4.3 <i>C-Rate</i>	27
3.5 Fluida Kerja	27
3.6 Mekanisme Perpindahan Kalor	28
3.7 Laju Perpindahan Kalor pada Fluida	30
3.8 Konveksi Paksa Aliran Internal dan Aliran Eksternal	31
3.8.1 Kondisi Aliran	32
3.8.2 Aliran Melintasi Silinder dan <i>Tube Banks</i>	33
3.9 Bilangan Tak Berdimensi	36
3.9.1 Bilangan Reynolds	36
3.9.2 Bilangan Nusselt	37
3.9.3 Bilangan Grashof	38
3.9.4 <i>Pressure Drop</i> dan Kerja Pompa	39
BAB IV METODE PENELITIAN	42
4.1 Lokasi Penelitian	42
4.2 Diagram Alir Penelitian	42
4.3 Fasilitas Eksperimen <i>Immersion Cooling Test</i>	44
4.4 Alat Penelitian	46
4.4.1 Baterai <i>Immersion Cooling Test</i>	46
4.4.2 <i>DC Constant Current Supply</i>	46
4.4.3 <i>DC Electronic Load Test</i>	47
4.4.4 <i>Battery Management System</i> (BMS)	48
4.4.5 <i>Data Logger</i>	48
4.4.6 <i>Heat Exchanger</i>	48
4.4.7 Pompa	49
4.4.8 <i>Reservoir</i>	49
4.4.9 Potensiometer	50
4.4.10 <i>Flowmeter</i>	50

4.4.11 Thermostat	51
4.4.12 <i>Thermocouple</i>	51
4.4.13 <i>Pressure Gauge</i>	52
4.4.14 Laptop	52
4.5 Bahan Penelitian	53
4.5.1 Baterai Lithium-ion	53
4.5.2 Fluida <i>Immersion Cooling</i>	55
4.6 Prosedur Penelitian	56
4.6.1 Variabel dan Matriks Penelitian	56
4.6.2 Kalibrasi Instrumen Penelitian	58
4.6.3 Pengujian Kebocoran Peralatan Penelitian	58
4.6.4 Pengambilan Data	58
4.6.5 Pengolahan dan Analisis Data	60
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	61
5.1 Distribusi Temperatur Baterai Tunggal	61
5.2 Karakteristik Distribusi Temperatur Baterai <i>Pack</i>	63
5.2.1 Distribusi Temperatur Baterai Sel	63
5.2.1 Distribusi Temperatur <i>Channel</i>	72
5.3 Pengaruh Laju Aliran Fluida	78
5.4 Pengaruh Laju Pengosongan	83
5.5 Perhitungan <i>Heat Generation</i> Baterai	85
5.5.1 Perhitungan Koefisien Entropi dan <i>Entropy Heating</i>	86
5.5.2 Perhitungan <i>Joule Heating</i>	90
5.5.3 Total <i>Heat Generation</i>	90
5.6 Perhitungan <i>Heat Flux</i>	96
5.7 Perhitungan <i>Heat Transer Coefficient</i>	101
5.7.1 Pengaruh Laju Pengosongan Baterai	102
5.7.2 Pengaruh Laju Aliran Fluida	107
5.8 Perhitungan Bilangan Tak Berdimensi	111
5.8.1 Bilangan Reynolds (Re)	111
5.8.2 Bilangan Nusselt (Nu)	113

5.8.3 Hubungan Bilangan Reynold dan <i>Discharge Rate</i> terhadap Bilangan Nusselt	113
5.8.4 Bilangan Grashof (Gr) dan Richardson (Ri)	115
5.9 <i>Heat Absorbed</i>	121
5.10 Rasio <i>Heat Transfer Coefficient</i> dengan <i>Pressure Drop</i>	128
5.11 Rasio <i>Heat Absorbed</i> dengan Kerja Pompa	130
BAB VI PENUTUP	133
6.1 Kesimpulan	133
6.2 Saran	134
DAFTAR PUSTAKA	135
LAMPIRAN	138