

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
INTISARI	xxi
ABSTRACT	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Perkembangan <i>Battery Thermal Management System</i> Kendaraan Listrik	8
2.2 Efek Debit dan Arah Lалан <i>Coolant</i> terhadap Performa Pendinginan	17

2.3	Penelitian tentang Besarnya Kalor yang Dihasilkan Baterai	32
BAB III DASAR TEORI		40
3.1	Baterai	40
3.2	Kalor yang Dihasilkan dari Baterai	40
3.3	Mekanisme Perpindahan Kalor	41
3.3.1	Konduksi	41
3.3.2	Konveksi	43
3.4	Konsep Resistansi Termal	45
3.5	<i>Internal Forced Convection</i>	48
3.5.1	Kecepatan Rata-rata dan <i>Bulk Mean Fluid Temperature</i>	48
3.5.2	Aliran Laminer dan Aliran Turbulen dalam	49
3.5.3	<i>Constant Surface Heat Flux</i>	50
3.5.4	<i>Pressure Drop</i>	50
3.5.5	Bilangan Nusselt	51
3.6	<i>Heat Exchanger</i>	52
3.6.1	Laju Perpindahan Kalor	52
3.6.2	<i>Logarithmic Mean Temperature Difference</i>	53
3.6.3	Koefisien Konveksi Sisi Udara pada <i>Tube Heat Exchanger</i>	54
3.6.4	<i>Pressure Loss</i> Sisi Udara pada <i>Tube Heat Exchanger</i>	55
3.7	<i>Minor Losses</i>	56
3.8	Fluida Kerja	57
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		59
4.1	Alat dan Bahan	59
4.1.1	Autodesk Inventor 2021	59
4.1.2	Microsoft Word 2016	60

4.1.3	Microsoft Excel 2016	60
4.1.4	ANSYS 19.2	60
4.2	Diagram Alir	61
4.3	Tata Laksana Perancangan	62
4.3.1	Tahap Perancangan <i>Cold Plate</i>	63
4.3.2	Tahap Perancangan <i>Heat Exchanger</i>	63
4.3.3	Tahap Pemilihan Pompa	64
4.3.4	Tahap Pembuatan <i>Bill of Material</i> (BoM)	64
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		66
5.1	Gambaran Umum Perancangan Sistem Pendinginan Berbasis <i>Liquid Cold Plate</i> untuk Baterai <i>Lithium-Ion</i> 18650 pada Kendaraan Listrik	66
5.2	Perhitungan Kalor yang Dihasilkan oleh Baterai	67
5.3	Perhitungan pada Bagian <i>Cold Plate</i>	68
5.3.1	Perhitungan Laju Aliran Massa Fluida	71
5.3.2	Perhitungan Temperatur Air Keluar dari <i>Cold Plate</i>	71
5.3.3	Perhitungan Kecepatan Rata-rata Air di Dalam <i>Tube</i>	72
5.3.4	Perhitungan Bilangan Reynolds	72
5.3.5	Penentuan <i>Friction Factor</i> dan Bilangan Nusselt	72
5.3.6	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Konveksi	73
5.3.7	Perhitungan Temperatur Permukaan <i>Tube</i> pada Sisi Keluar	73
5.3.8	Perhitungan Permukaan Baterai Terpanas	73
5.3.9	Ringkasan Perhitungan Kalor Bagian <i>Cold Plate</i>	75
5.3.10	Perhitungan <i>Pressure Loss</i>	77
5.3.11	Ringkasan Perhitungan pada Bagian <i>Cold Plate</i>	78
5.4	Perhitungan pada Bagian <i>Heat Exchanger</i>	78

5.4.1	Penentuan Temperatur Masuk dan Keluar Udara	79
5.4.2	Perhitungan LMTD	80
5.4.3	Perhitungan Geometri <i>Heat Exchanger</i>	81
5.4.4	Perhitungan Koefisien Konveksi pada Sisi Udara	82
5.4.5	Perhitungan Koefisien Konveksi pada Sisi Air	84
5.4.6	Perhitungan Koefisien Perpindahan Kalor Rata-rata <i>Heat Exchanger</i>	85
5.4.7	Perhitungan Efisiensi <i>Fin Heat Exchanger</i>	85
5.4.8	Perhitungan Luas <i>Heat Exchanger</i>	86
5.4.9	Perhitungan Kapasitas <i>Heat Exchanger</i>	87
5.4.10	Ringkasan Perhitungan Kalor Bagian <i>Heat Exchanger</i>	87
5.4.11	Perhitungan <i>Pressure Loss</i> pada Sisi Udara	92
5.4.12	Perhitungan <i>Pressure Loss</i> pada Sisi Air	93
5.4.13	Ringkasan Perhitungan <i>Pressure Loss</i> pada <i>Heat Exchanger</i>	94
5.4.14	Pemilihan <i>Fan</i> pada <i>Heat Exchanger</i>	94
5.5	Penentuan Desain <i>Reservoir</i>	96
5.6	Penentuan Komponen Perpipaan dan Komponen Pendukung	97
5.7	Perhitungan untuk Menentukan Pompa	98
5.7.1	Perhitungan <i>Major Loss</i> pada Perpipaan	98
5.7.2	Perhitungan <i>Minor Loss</i> pada Komponen Perpipaan	99
5.7.3	Perhitungan Total <i>Head Loss</i>	100
5.7.4	Perhitungan Daya Pompa	101
5.7.5	Ringkasan Perhitungan <i>Pressure Loss</i>	101
5.7.6	Pemilihan Pompa	102
5.8	Penentuan Debit Air Optimal untuk Pendinginan	104

5.8.1	Perhitungan Efektifitas Pendinginan pada <i>Cold Plate</i>	104
5.8.2	Perhitungan Efektivitas Pendinginan pada <i>Heat Exchanger</i>	105
5.8.3	Ringkasan Perhitungan Efektivitas Pendinginan	105
5.9	Desain Rangkaian Sistem Pendingin Baterai	106
5.10	<i>Bill of Materials</i>	110
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		111
6.1	Kesimpulan	111
7.2	Saran	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		116