

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah pada akhirnya selesai jugalah laporan penelitian Dosen Muda “Pengembangan Sistem Pendingin Minuman *Portable* Menggunakan Modul Termoelektrik Satu Tingkat” ini. Penelitian ini dilaksanakan dengan sumber dana hibah penelitian Dosen Muda, DIPA Universitas Riau tahun 2016. Penulis sadar banyak sekali bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian penelitian ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih pada :

1. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Riau Prof. Dr. Almasdi Syahza, SE., MP. Beserta seluruh jajarannya.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Riau Prof. Dr. Adrianto Ahmad, MT.
3. Mahasiswa Tugas Akhir yang membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.
4. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhirnya penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari penelitian dan penulisan laporan ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk peningkatan penelitian di masa yang akan datang.

Pekanbaru, 22 November 2016

Rahmat Iman Mainil, ST., MT.

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	2
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Luaran dan Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Analisa Perpindahan Panas Pada Sistem Pendingin Termoelektrik	7
2.2 Beban Panas Alat Pendingin Termoelektrik	10
2.3 Perhitungan Pendingin Termoelektrik	11
2.4 Kerangka Pemikiran	12
BAB III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	13
3.2 Jenis dan Sumber Data	13
3.3 Teknik Pengumpulan Data	13
3.3.1 Penelusuran Literatur	13
3.3.2 <i>Design Requirement and Objective</i>	13
3.3.3 Penentuan Material	14
3.3.4 Membuat Gambar Alat	15
3.3.5 Perhitungan Perpindahan Panas dari Desain	16
3.3.6 Perhitungan Perpindahan Panas pada Kondisi Transien	20
3.3.7 Perakitan/ Assembly	24
3.4 Alat dan Bahan	25
3.5 Pengujian Pendingin Minuman <i>Portable</i>	26



3.6	Prosedur Pengujian Alat	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pemilihan Desain	29
4.2	Uji Kinerja Alat	32
4.2.1	Variasi Pengujian Tanpa Beban Pendingin	34
4.2.2	Variasi Pengujian dengan Beban Pendingin Minuman Kaleng 250 ml	35
4.2.3	Variasi Pengujian dengan Beban Pendingin Susu Kotak 250 ml	36
4.2.4	Variasi Pengujian dengan Beban Pendingin Minuman Kaleng 140 ml	38
4.2.5	Perubahan Temperatur Ruangan Pendingin	39
4.2.6	Perubahan Temperatur Air Pada Beban Pendingin	41
4.2.7	Perubahan Temperatur Dinding Dalam	43
4.2.8	Perubahan Temperatur <i>Heatsink</i>	45
4.3	<i>Coefficient of Performance (COP)</i>	47
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sebuah modul termoelektrik yang dialiri arus DC	4
Gambar 2.2	Skematik sebuah pendingin termoelektrik	5
Gambar 2.3	Perpindahan panas konveksi	7
Gambar 2.4	Pelat datar vertical	9
Gambar 2.5	Pelat datar horizontal dengan perpindahan panas ke atas	9
Gambar 2.6	Pelat datar horizontal dengan perpindahan panas ke bawah	9
Gambar 2.7	Susunan seri dinding dan padanan hambatan termal pada dinding datar	10
Gambar 3.1	Skema alat rancangan dan peentuan material	14
Gambar 3.2	Desain Pendingin Minuman <i>Portable</i>	16
Gambar 3.3	Tahapan Perhitungan Perpindahan Panas	17
Gambar 3.4	Perhitungan Q_{∞}	18
Gambar 3.5	Perpindahan Panas Konveksi Alami pada Dinding Vertikal	19
Gambar 3.6	Kondisi Transien	20
Gambar 3.7	Tahapan perhitungan perpindahan panas kondisi transien dan daya	22
Gambar 3.8	Kurva Performa TEC1 12706	23
Gambar 3.9	Termoelektrik Tipe TEC1-12706	24
Gambar 3.10	Heatsink dan Fan Tipe Deepcool ck-am209	24
Gambar 3.11	<i>Polyurethane Foam</i>	24
Gambar 3.12	<i>Thermal Paste</i>	25
Gambar 3.13	<i>Box aluminium</i>	25
Gambar 3.14	Termokopel pada dinding luar	26
Gambar 3.15	Termokopel pada <i>heatsink</i>	26
Gambar 3.16	Termokopel pada <i>box aluminium</i>	27
Gambar 3.17	Termokopel pada dinding <i>box aluminium</i>	27
Gambar 3.18	<i>Portable Thermo Hygrometer</i>	28
Gambar 3.19	Termokopel pada air minuman kaleng	28
Gambar 4.1	Desain rancangan	29
Gambar 4.2	Perbandingan beban panas dari luar	30
Gambar 4.3	Perbandingan massa	30
Gambar 4.4	Perbandingan daya yang dibutuhkan	31

Gambar 4.5	Pengujian dengan menggunakan USB sebagai daya utama	33
Gambar 4.6	Pengujian dengan menggunakan adaptor sebagai daya utama	33
Gambar 4.7	Perubahan temperatur tanpa beban pendingin dengan menggunakan adaptor	34
Gambar 4.8	Perubahan temperatur tanpa beban pendingin dengan menggunakan USB	34
Gambar 4.9	Perubahan temperatur beban pendingin 250 ml dengan menggunakan adaptor	35
Gambar 4.10	Perubahan temperatur beban pendingin 250 ml dengan menggunakan USB	36
Gambar 4.11	Perubahan temperatur beban pendingin susu kotak 250 ml dengan menggunakan adaptor	37
Gambar 4.12	Perubahan temperatur beban pendingin susu kotak 250 ml dengan menggunakan USB	37
Gambar 4.13	Perubahan temperatur beban pendingin minuman 140 ml dengan menggunakan adaptor	38
Gambar 4.14	Perubahan temperatur beban pendingin minuman 140 ml dengan menggunakan USB	38
Gambar 4.15	Temperatur ruang pendingin dengan variasi beban pendingin menggunakan adaptor	39
Gambar 4.16	Temperatur ruang pendingin dengan variasi beban pendingin menggunakan USB	39
Gambar 4.17	Perubahan temperatur ruang pendingin pada menit ke-30	40
Gambar 4.18	Temperatur air beban pendingin menggunakan adaptor	41
Gambar 4.19	Temperatur air beban pendingin menggunakan USB	42
Gambar 4.20	Perubahan temperatur air minuman kemasan pada menit ke-30	42
Gambar 4.21	Temperatur dinding dalam dengan variasi beban pendingin menggunakan adaptor	43
Gambar 4.22	Temperatur dinding dalam dengan variasi beban pendingin menggunakan USB	44
Gambar 4.23	Perubahan temperatur dinding dalam pada menit ke-30	44
Gambar 4.24	Temperatur <i>heatsink</i> dengan variasi beban pendingin menggunakan adaptor	45

Gambar 4.25	Temperatur <i>heatsink</i> dengan variasi beban pendingin menggunakan USB	46
Gambar 4.26	Perubahan temperatur <i>heatsink</i> pada menit ke-30	47
Gambar 4.27	<i>COP</i> modul termoelektrik menggunakan adaptor	51
Gambar 4.28	<i>Coefficient Of Performance</i> modul termoelektrik menggunakan USB	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Perbandingan desain	29
Tabel 4.2	Perbandingan perpindahan panas transien	32
Tabel 4.3	COP modul termoelektrik	49
Tabel 4.4	COP Modul termoelektrik (lanjutan)	50
Tabel 4.5	COP Modul termoelektrik (lanjutan)	9

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas permukaan perpindahan panas	(m ²)
COP	<i>Coefficient of Performance</i>	
C_p	Panas spesifik	(Kj/Kg.°C)
g	Percepatan gravitasi	(m/s ²)
H	Panjang <i>heatsink</i> dari <i>base</i>	(m)
h	Koefisien perpindahan panas konveksi	(W/m ² .°C)
I	Kuat arus	(ampere)
k	Konduktivitas termal fluida	(W/m . °C)
K_t	Konduktivitas termal modul termoelektrik	(W/K)
L	Panjang karakteristik	(m)
n	Jumlah sirip <i>heatsink</i>	
Nu	<i>Nusselt number</i>	
P	Daya listrik	(W)
Pr	Nilai Prandtl	
Q_c	Laju perpindahan panas pada kondisi transien	(Watt)
Q_d	Laju perpindahan panas sisi dalam	(Watt)
Q_h	Jumlah kalor yang dilepas modul termoelektrik	(Watt)
Q_{luar}	Laju perpindahan panas sisi luar	(Watt)
Q_{∞}	Laju perpindahan panas dari sisi luar ke dalam	(Watt)
R	Tahanan termal termoelektrik	(ohm)
Ra_L	Nilai <i>Rayleigh</i>	
R_{total}	Total hambatan	(°C/W)
S	Koefisien <i>seebeck</i>	(Volt /K)
S_{opt}	Jarak optimum sirip <i>heatsink</i>	(m)
T_s	Temperatur fluida	(°C)
T_{∞}	Temperatur permukaan	(°C)
T_1	Temperatur ruang pendingin	(°C)
ΔT	Selisih temperatur	(°C)
Δt	Selisih waktu	(s)
t	Selang waktu	(s)

U	Angka koefisien perpindahan panas	(Watt/ m ² . ⁰ C)
V	Volume fluida cair	(m ³)
V_l	Tegangan listrik	(V)
ν	Viskositas kinematik fluida	(m ² /s)
W	Energi listrik	(J)
β	Koefisien ekspansi volume	(1/ ⁰ C)
ρ	Massa jenis fluida cair	(kg/m ³)