

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR TABEL</b>	xii
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b>	xiii
<b>INTISARI</b>	xvi
<b><i>ABSTRACT</i></b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Asumsi dan Batasan Masalah	4
1.4.1 Asumsi	4
1.4.2 Batasan masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	5
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	11
3.1 Keseimbangan Termal	11
3.2 <i>Cooling Vest</i>	12
3.3 <i>Liquid Cooling Garment (LCG)</i>	12
3.3.1 Sistem Termal Manikin	12
3.3.2 Proses Perpindahan Panas	13
3.3.3 <i>Skin temperature</i>	14

3.4 <i>Peltier Device</i>	15
3.4.1 <i>Peltier</i>	16
3.4.2 Prinsip kerja <i>peltier</i>	16
3.4.3 <i>Thermocontrol W1209</i>	17
3.4.4 <i>Power Supply</i>	19
3.5 Prinsip Kerja LCG Dengan <i>Peltier Device</i>	19
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	21
4.1 Objek dan Subyek Penelitian	21
4.2 Lokasi Penelitian	21
4.3 Alat dan Bahan Penelitian	22
4.3.1 <i>Cooling vest</i>	22
4.3.2 <i>Peltier device</i>	22
4.3.3 Peralatan penunjang lainnya	23
4.4 Tahapan Penelitian	23
4.4.1 Studi literatur	24
4.4.2 Perancangan eksperimen	24
4.4.3 <i>Pilot Study</i>	25
4.4.4 Pengujian suhu permukaan rompi	25
4.4.5 Pengujian <i>skin temperature</i> dan <i>thermal sensation vote</i> (TSV) pada subjek	28
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	31
5.1 Hasil Perancangan	31
5.1.1 Rompi pendingin	31
5.1.2 <i>Peltier device</i>	32
5.1.3 Hasil perancangan akhir	33
5.2 Pengujian suhu permukaan pada rompi pendingin	35
5.3 Pengukuran Pada Subjek	38
5.3.1 Pengukuran <i>skin temperature</i>	39
5.3.2 Pengukuran <i>thermal sensation</i> (TSV)	41

<b>BAB VI PENUTUP</b>	44
6.1 Kesimpulan	44
6.2 Saran	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar 2.1 Skema mekanis LQMCS standar	7
Gambar 3.1 Skema sistem termal manikin LCG	13
Gambar 3.2 Perpindahan panas dan pengukuran suhu pada LCG	13
Gambar 3.3 Titik pengukuran <i>skin temperature</i> pada tubuh	14
Gambar 3.4 Diagram blok <i>peltier device</i>	15
Gambar 3.5 Kontruksi <i>peltier</i>	16
Gambar 3.6 Proses perpindahan panas	17
Gambar 3.7 <i>Thermocontrol W1209</i>	18
Gambar 3.8 <i>Power Supply 12 Volt 5 Amper</i>	19
Gambar 3.9 Skema LCG <i>peltier device</i>	20
Gambar 4.1 Denah laboratorium ruang penelitian 1	21
Gambar 4.2 Rompi pendingin	22
Gambar 4.3 Diagram alir penelitian	24
Gambar 4.4 Pengukuran suhu permukaan pada ruangan laboratorium	25
Gambar 4.5 Titik pengukuran suhu permukaan rompi depan	26
Gambar 4.6 Titik pengukuran suhu permukaan rompi belakang	26
Gambar 4.7 Titik pengukuran suhu permukaan rompi depan dan belakang	27
Gambar 4.8 <i>Seven points Hardy/Du Bois skin temperature</i>	28
Gambar 4.9 Perlakuan eksperimen dengan menggunakan subjek	28
Gambar 4.10 Posisi perpindahan panas LCG selama eksperimen	29
Gambar 5.1 Rancangan rompi bagian depan	31
Gambar 5.2 Rancangan rompi bagian belakang	32
Gambar 5.3 Rancangan <i>peltier device</i> (a) bagian depan (b) bagian atas	34
Gambar 5.4 Rancangan akhir LCG dengan <i>peltier device</i> (a) tampak depan (b) tampak samping (c) tampak belakang	34
Gambar 5.5 Suhu permukaan pada rompi bagian depan	36
Gambar 5.6 Suhu permukaan pada rompi bagian belakang	36
Gambar 5.7 Suhu permukaan pada rompi bagian depan dan belakang	37
Gambar 5.8 <i>Valve</i> pada pipa pendingin	38

Gambar 5.9 Hasil <i>Skin temperature</i> pada subjek A dan subjek B	39
Gambar 5.10 Titik pengukuran <i>skin temperature</i> subjek A dan subjek B	40
Gambar 5.11 Hasil TSV seluruh tubuh subjek A dan subjek B	41
Gambar 5.12 Hasil TSV bagian punggung dan dada subjek A dan subjek B	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi Penelitian	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Thermostat W1209	18
Tabel 4.1 Skala <i>termal sensation vote</i> menurut <i>ASHRAE</i>	30
Tabel 5.1 Pemilihan jenis <i>peltier</i>	32
Tabel 5.2 Spesifikasi rompi pendingin	35
Tabel 5.3 Spesifikasi <i>peltier device</i>	35

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$W/m^2$	= panas fluks
$^{\circ}C$	= suhu derajat celsius
RH	= kelembaban relatif
$Js^{-1}$	= joule per detik
Lux/lx	= satuan intensitas pencahayaan
M	= laju metabolisme ( $W/m^2$ )
W	= daya mekanis efektif ( $W/m^2$ )
K	= konduksi
C	= konveksi
R	= radiasi
$C_{res}$	= tingkat pelepasan panas dengan pernafasan melalui konveksi
$E_{res}$	= tingkat pelepasan panas dengan pernafasan melalui penguapan
$E_{sw}$	= pelepasan panas melalui penguapan keringat
$E_{sk}$	= jumlah tingkat pelepasan panas melalui kulit
$I_{cl}$	= insulasi pakaian ( $m^2K/W$ )
$f_{cl}$	= faktor luas permukaan pakaian
$t_a$	= suhu udara ( $^{\circ}C$ )
$t_r$	= rata-rata suhu radian ( $^{\circ}C$ )
$V_{ar}$	= kecepatan udara relatif (m/s)
$p_a$	= tekanan parsial uap air (Pa)
$h_c$	= koefisien transfer kalor secara konveksi [ $W/(m^2K)$ ]
$t_{cl}$	= suhu permukaan pakaian ( $^{\circ}C$ )
$t_a$	= suhu ruangan aktual ( $^{\circ}C$ )
t	= waktu
$t_c$	= suhu nyaman ( $^{\circ}C$ )
r	= koefisien korelasi
m	= meter
$m^2$	= luas dalam satuan meter
$q_1$	= fluks panas dari permukaan kulit ke air pendingin
$q_2$	= fluks panas dilingkungan sekitar ke cairan pendingin

$R_1$	= tahanan termal permukaan manikin ke air pendingin
$R_2$	= tahanan termal dilingkungan sekitar ke cairan pendingin
$R_t$	= tahanan termal total
$T_{cl}$	= suhu rata-rata di luar permukaan pakaian ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_s$	= suhu rata-rata di luar permukaan manikin ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_{sk_{mean}}$	= Rata- rata <i>temperature skin</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_1$	= Suhu permukaan rompi titik 1 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_2$	= Suhu permukaan rompi titik 2 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_3$	= Suhu permukaan rompi titik 3 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_4$	= Suhu permukaan rompi titik 4 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_5$	= Suhu permukaan rompi titik 5 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_6$	= Suhu permukaan rompi titik 6 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_7$	= Suhu permukaan rompi titik 7 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_8$	= Suhu permukaan rompi titik 8 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_w$	= Suhu air pendingin ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_{in}$	= Suhu air pendingin bagian input ( $^{\circ}\text{C}$ )
$T_{out}$	= Suhu air pendingin bagian output ( $^{\circ}\text{C}$ )
A	= Satuan arus (Amper)
AC	= <i>Alternative Curent</i> (volt)
ASHRAE	= <i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
BHRS	= <i>Body Heat Removal System</i>
BMKG	= Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
DC	= <i>Direct Curent</i> (volt)
ID	= <i>Inlet Diameter</i>
OD	= <i>Outlet Diameter</i>
L	= Lebar
LCG	= <i>Liquid Cooling Garment</i>
LFES	= <i>Low Frequency Electrical Stimulation</i>
LQMCS	= <i>Liquid Mickroclimate Cooling System</i>
NTC	= <i>Negative Temperatur Control</i>



N	= Semikonduktor tipe N (negatif)
P	= Semikonduktor tipe P (positif)
P0	= Pengaturan ke 0
P1	= Pengaturan ke 1
P2	= Pengaturan ke 2
P3	= Pengaturan ke 3
P4	= Pengaturan ke 4
P5	= Pengaturan ke 5
P6	= Pengaturan ke 6
PCB	= <i>Printed Circuit Board</i>
PCM	= <i>Phase Change Material</i>
PMV	= <i>Predicted Mean Vote</i>
PPE	= <i>Personal Protective Clothing</i>
PT	= <i>Performance Time</i>
PVC	= <i>Poly Vinyl Chloride</i>
TEC	= <i>Thermo Electric Cooler</i>
TSV	= <i>Thermal Sensation Vote</i>
V	= Satuan tegangan (volt)