

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis modul termoelektrik [11].	7
Gambar 2. 2 Skema aliran panas pada elemen Peltier	7
Gambar 2. 3 Efek Peltier yang ditimbulkan oleh aliran listrik dari logam A ke B.	8
Gambar 2. 4 Efek Joule yang ditimbulkan aliran arus listrik pada logam.	9
Gambar 2. 5 Gambaran umum proses perpindahan panas. (a) Sumber panas, (b) Proses penyerapan panas dari sumber ke heat sink, (c) Proses konduksi, (d) Kipas dan (e) Aliran udara dalam proses konveksi.	13
Gambar 2. 6 Aliran Panas Konduksi	15
Gambar 2. 7 Aliran Panas Konveksi	16
Gambar 2. 8 Blok Diagram Kontroller PID.	19
Gambar 2. 9 Respon untuk kontrol (a).P, (b) PI, dan (c) PID.....	20
Gambar 2. 10 kurva tanggapan dalam bentuk S.	22
Gambar 2. 11 Diagram blok sistem umpan balik dengan pengendali proporsional.	23
Gambar 2. 12 Rangkaian pengganti rangkaian tunggal termoelektrik [15].	25
Gambar 2. 13 Rangkaian pengganti rangkaian termoelektrik seri.	25
Gambar 2. 14 Rangkaian pengganti rangkaian termoelektrik paralel.	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian.	31
Gambar 3. 2 Diagram blok sistem.....	32
Gambar 3. 3 Susunan Modul Termoelektrik.	34
Gambar 3. 4 Peltier TEC1-12706.	34
Gambar 3. 5 Heatsink TMG A1.	36
Gambar 3. 6 Rangkaian Konfigurasi H-Bridge.	37
Gambar 3. 7 Sensor LM35.	39
Gambar 3. 8 Grafik Tegangan (Volt) terhadap Suhu (oC).....	39
Gambar 3. 9 Modul sistem minimum dari arduino mega.	40
Gambar 3. 10 Diagram Blok Kontrol PID.	41
Gambar 3. 11 Diagram alir proses kontrol PID.....	42
Gambar 4. 1 Hasil realisasi perangkat keras. (a) tampak depan kotak pendingin. (b) catu daya. (c) arduino mega. (d) driver PWM. (e) modul TEC. (f) bagian di dalam kotak pendingin.	45
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Catu daya dengan variasi beban.	47
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan pembacaan sensor suhu DS18b20 dengan sensor acuan.	48
Gambar 4. 4 Grafik hasil Pengujian driver PWM terhadap (a) tegangan (b) arus.	49
Gambar 4. 5 Hasil pengujian (a) driver PWM terhadap suhu. (b) suhu terhadap tegangan.	50

Gambar 4. 6 Hasil pengujian Peltier (tanpa beban).....	51
Gambar 4. 7 hasil pengujian Peltier rangkaian seri dan parallel.	52
Gambar 4. 8 Desain sistem kendali dengan metode kurva reaksi menggunakan PWM 45.	53
Gambar 4. 9 Desain sistem kendali dengan metode kurva reaksi menggunakan PWM 120.....	54
Gambar 4. 10 Desain sistem kendali dengan metode kurva reaksi menggunakan PWM 225.	54
Gambar 4. 11 Grafik pengendalian temperatur dengan $K_i = 1.9$; $K_d = 0.475$	56
Gambar 4. 12 Grafik pengendalian temperatur dengan $K_p = 8.59$; $K_d = 0.475$	57
Gambar 4. 13 Grafik pengendalian temperatur dengan $K_p = 8.59$; $K_i = 1.9$	58
Gambar 4. 14 Hasil pengujian sistem pendingin tanpa kontrol PID dengan kontrol PID.	60
Gambar 4. 15 Grafik hasil Pengujian rangkaian seri. (a) dengan kontrol PID. (b) tanpa kontrol..	61
Gambar 4. 16 Kotak pendingin (a) tampak belakang. (b) tampak samping. (c) tampak atas.	62