



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENGARUH LEVEL AIR DAN DAYA PELTIER TERHADAP KINERJA PENDINGINAN PADA PROTOTYPE WATER COOLING SYSTEM

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tegar Dwi Priatno

2303311046

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025/2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENGARUH LEVEL AIR DAN DAYA PELTIER TERHADAP KINERJA PENDINGINAN PADA PROTOTYPE WATER COOLING SYSTEM

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Diploma Tiga

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tegar Dwi Priatno

2303311046

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025/2026**



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri dan
Semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan
Dengan benar.

Nama : Tegar Dwi Priatno

Nim : 2303311046

Tanda Tangan : 

Tanggal : 23 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Tegar Dwi Priatno
NIM : 2303311046
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Prototype Penggunaan WLC pada Water Cooling System Berbasis PLC dan Konvensional
Sub Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Level Air dan Daya Peltier Terhadap Kinerja Pendinginan pada Prototype Water Cooling System

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Selasa, 07 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I

Muchlishah, S.T., M.T.

(.....)

NIP. 198410202019032015

Pembimbing II

Sila Wardono, S.T., M.T.

(.....)

NIP. 196205171988031002

Depok, 23 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Marie Dwiyanti, S.T., M.T

NIP 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Level air dan Daya Peltier terhadap Kinerja Pendinginan pada *Prototype Water Cooling System*” dengan baik dan tepat waktu.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Diploma III Teknik Listrik di Politeknik Negeri Jakarta. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan dalam menyelesaikan laporan ini.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
3. Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan laporan.
4. Rekan-rekan mahasiswa yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan semangat selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan
5. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pengembangan *Water Cooling System* berbasis elemen Peltier.

Depok, 07 Juli 2026

Tegar Dwi Priatno



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengaruh Level Air dan Daya Peltier terhadap Kinerja Pendinginan pada *Prototype Water Cooling System*

ABSTRAK

Water Cooling System merupakan salah satu metode pendinginan yang digunakan untuk menjaga suhu peralatan industri agar tetap berada pada kondisi kerja yang optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi level air terhadap laju pendinginan serta pengaruh variasi daya Peltier melalui penambahan jumlah elemen Peltier terhadap kinerja pendinginan berdasarkan nilai *Coefficient of Performance* (COP) pada prototype *Water Cooling System* berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Metode penelitian dilakukan dengan merancang *prototype* yang dilengkapi sistem *Water Level Control* (WLC) berbasis PLC Glofa G7M-DR40U, sensor level air, *flow switch*, *Temperature Controller* STC-1000, dan elemen Peltier TEC1-12706 sebagai media pendingin. Pengujian dilakukan pada tiga variasi level air, yaitu level 1 (± 2 liter), level 2 (± 5 liter), dan level 3 (± 10 liter), serta tiga variasi jumlah elemen Peltier, yaitu satu, dua, dan tiga modul. Parameter yang dianalisis meliputi laju pendinginan, daya listrik masukan (Pin), laju perpindahan kalor (Q_{air}), dan nilai COP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa level 2 (± 5 liter) menghasilkan laju pendinginan terbaik sebesar $0,040\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$. Pada pengujian variasi jumlah elemen Peltier, penggunaan tiga modul menghasilkan performa pendinginan terbaik dengan nilai Q_{air} sebesar $13,95\text{ W}$ dan COP sebesar $0,1623$. Pengujian juga menunjukkan adanya keterbatasan *power supply* yang ditandai dengan penurunan tegangan dan pembatasan arus (*current limiting*) saat menggunakan dua dan tiga elemen Peltier sehingga sistem belum bekerja pada kondisi nominal. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi level air dan jumlah daya elemen Peltier berpengaruh terhadap kinerja pendinginan *Water Cooling System*, dengan konfigurasi terbaik diperoleh pada level 2 (± 5 liter) dan tiga elemen Peltier.

Kata Kunci: *Coefficient of Performance* (COP); Elemen Peltier; *Programmable Logic Controller* (PLC); *Water Cooling System*; *Water Level Control* (WLC).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

The Effect of Water Level and Peltier Power on the Cooling Performance of a Water Cooling System Prototype

ABSTRACT

Water Cooling System is one of the cooling methods used to maintain the operating temperature of industrial equipment within its optimal working condition. This study aims to analyze the effect of water level variation on the cooling rate and the effect of Peltier power variation through increasing the number of Peltier modules on cooling performance based on the Coefficient of Performance (COP) of a Programmable Logic Controller (PLC)-based Water Cooling System prototype. The research was conducted by designing a prototype equipped with a PLC-based Water Level Control (WLC) system using a Glofa G7M-DR40U PLC, a water level sensor, a flow switch, an STC-1000 temperature controller, and TEC1-12706 Peltier modules as the cooling medium. The experiments were carried out using three water level variations, namely Level 1 (± 2 L), Level 2 (± 5 L), and Level 3 (± 10 L), as well as three variations in the number of Peltier modules, consisting of one, two, and three modules. The analyzed parameters included the cooling rate, input electrical power (P_{in}), heat transfer rate (Q_{air}), and the COP value. The results showed that Level 2 (± 5 L) produced the highest cooling rate of $0.040^{\circ}\text{C}/\text{min}$. In the Peltier module variation test, the use of three modules achieved the best cooling performance, with a Q_{air} value of 13.95 W and a COP of 0.1623 . The experiments also revealed power supply limitations, indicated by voltage drops and current limiting when two and three Peltier modules were used, preventing the system from operating under nominal conditions. It can be concluded that both water level variation and the number of Peltier modules significantly affect the cooling performance of the Water Cooling System, with the best configuration achieved at Level 2 (± 5 L) using three Peltier modules.

Keywords: Coefficient of Performance (COP); Peltier Module; Programmable Logic Controller (PLC); Water Cooling System; Water Level Control (WLC).

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	1
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Water Cooling System</i>	5
2.1.1 Pengertian <i>Water Cooling System</i>	5
2.1.2 Prinsip Kerja <i>Water Cooling System</i>	5
2.2 Perpindahan Kalor dan Indikator Termal	6
2.2.1 Mekanisme Perpindahan Kalor	6
2.2.2 Suhu dan Perubahan Kalor Air.....	6
2.2.3 Laju Pendinginan.....	7
2.3 Komponen <i>Water Cooling System</i>	8
2.3.1 Elemen Peltier TEC1-12706	8



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.1.1 Daya Listrik Masukan	10
2.3.1.2 <i>Coeffitient Of Performance (COP)</i>	10
2.3.2 <i>Heatsink</i>	11
2.3.3 <i>Fan Cooler</i>	12
2.3.4 <i>Temperature Controller</i> <i>STC-1000</i>	13
2.3.4.1 Prinsip Kerja <i>STC-1000</i>	13
2.3.5 Sensor Suhu <i>NTC</i>	14
2.3.6 <i>Power Supply Unit (PSU) AC to DC</i>	14
2.3.6.1 Cara Kerja <i>PSU AC to DC</i>	14
2.4 Sistem Kontrol Level Air.....	15
2.4.1 <i>Water Level Control (WLC)</i>	15
2.4.1.1 Pengertian dan Prinsip <i>Water Level Control (WLC)</i>	15
2.4.1.2 <i>WLC Omron</i>	16
2.4.1.3 Fungsi <i>Water Level Control (WLC)</i>	16
2.4.1.4 Penerapan <i>Water Level Control</i> pada <i>Water Cooling System</i>	16
2.4.1.5 Pengaruh Level Air terhadap Kinerja Pendinginan.....	17
2.4.2 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	18
2.4.2.1 Pengertian <i>Programmable Logic Controller</i>	18
2.4.2.2 Penerapan <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	18
2.4.3 <i>Relay Konvensional</i>	19
2.4.3.1 Pengertian <i>Relay</i>	19
2.4.3.2 Penerapan <i>Relay Konvensional</i>	19
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	21
3.1 Rancangan Alat.....	21
3.1.1 Deskripsi Alat.....	26
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	27



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2.1 Cara Kerja Sistem Kontrol	27
3.1.2.1 Cara Kerja Sistem Water Level Control (WLC)	28
3.1.2.3 Cara Kerja Kondisi Gangguan	32
3.1.2.4 Cara Kerja Water Cooling System	35
3.1.3 Spesifikasi Alat	36
3.1.4 Diagram Blok	39
3.2 Realisasi Alat	39
3.2.1 Realisasi Perakitan Mekanis Sistem Pendingin	40
3.2.2 Realisasi Elektrikal	41
3.2.3 Cara Pengambilan Data	42
3.2.4 Pengolahan Data	43
BAB IV PEMBAHASAN.....	46
4.1 Pengujian Sistem Kerja Water Cooling System	46
4.1.1 Deskripsi Pengujian.....	46
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	46
4.1.3 Data Hasil Pengujian	46
4.1.4 Analisa Data	47
4.2 Pengaruh Variasi Level Air terhadap Laju Pendinginan	47
4.2.1 Deskripsi Pengujian.....	47
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	47
4.2.3 Data Hasil Pengujian	48
4.2.4 Analisis Data dan Kesimpulan Pengujian	49
4.2.4.1 Analisis Perbandingan Suhu pada Tangki.....	51
4.2.4.2 Kesimpulan Pengujian.....	52
4.3 Pengaruh Variasi Daya Peltier terhadap Kinerja Pendinginan	53
4.3.1 Deskripsi Pengujian.....	53



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.2 Prosedur Pengujian.....	53
4.3.3 Data Hasil Pengujian	54
4.3.4 Analisis Data dan Kesimpulan Pengujian	55
4.3.4.1 Analisis Karakteristik Elektrikal dan Kinerja Pendinginan ...	58
4.3.4.2 Kesimpulan Pengujian.....	60
BAB V PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	65
LAMPIRAN.....	66

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peltier	8
Gambar 2. 2 Heatsink.....	11
Gambar 2. 3 Fan Cooler	12
Gambar 2. 4 STC-1000 Temperature Controller	13
Gambar 2. 5 Sensor Suhu NTC.....	14
Gambar 2. 6 PSU AC to DC 12 V, 25 A.....	14
Gambar 2. 7 Cara Kerja Water Level Control	15
Gambar 2. 8 WLC Omron 61F GP-N	16
Gambar 2. 9 PLC Glofa G7M-DR40U	18
Gambar 2. 10 Relay Omron LY4N 220VAC	19
Gambar 3. 1 Tampak Depan Keseluruhan Alat	22
Gambar 3. 2 Tampak Samping Keseluruhan Alat	23
Gambar 3. 3 Tampak Belakang Keseluruhan Alat.....	24
Gambar 3. 4 Rancangan Sistem Pendingin	25
Gambar 3. 5 Tangki Pendingin	26
Gambar 3. 6 Diagram Plant Level.....	28
Gambar 3. 7 Flowchart Water Level Control (WLC)	30
Gambar 3. 8 Flowchart Gangguan Sistem 1	32
Gambar 3. 9 Flowchart Gangguan Sistem 2	33
Gambar 3. 10 Flowchart Water Cooling System	35
Gambar 3. 11 Diagram Blok	39
Gambar 3. 12 Realiasi Perakitan Mekanis Sistem Pendingin	40
Gambar 3. 13 Wiring Diagram Sistem Pendingin	41
Gambar 4. 1 Grafik Penurunan Suhu terhadap Waktu Berdasarkan Level Air.....	49
Gambar 4. 2 Grafik Laju Pendinginan pada Pengujian Variasi Level Air.....	51
Gambar 4. 3 Grafik Tegangan, Arus, Daya, dan COP	58



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Elemen Peltier TEC1-12706.....	9
Tabel 3. 1 Tabel Cara Kerja Pompa	29
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat	36
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Water Cooling System	46
Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Pengaruh Variasi Level Air terhadap Waktu	48
Tabel 4. 3 Tabel Laju Pendinginan pada Pengujian Variasi Level Air.....	50
Tabel 4. 4 Tabel Pengaruh Variasi Daya (1 elemen Peltier Aktif)	54
Tabel 4. 5 Tabel Pengaruh Variasi Daya (2 elemen Peltier Aktif)	54
Tabel 4. 6 Tabel Pengaruh Variasi Daya (3 elemen Peltier Aktif)	55
Tabel 4. 7 Tabel Hasil Perhitungan Matematis	57

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi dan elektronika daya pada sektor industri menuntut tersedianya sistem yang memiliki tingkat keandalan tinggi dalam mendukung proses operasional. Berbagai perangkat elektronik, panel kontrol, serta sistem penggerak menghasilkan panas selama proses kerja berlangsung. Apabila panas yang dihasilkan tidak dapat dikelola dengan baik, maka akan terjadi peningkatan suhu yang berpotensi menurunkan kinerja peralatan, mempercepat penurunan kualitas material isolasi, serta mengurangi umur pakai komponen elektronik. Oleh karena itu, penerapan sistem pendingin yang efektif menjadi salah satu faktor penting untuk menjaga stabilitas dan keandalan suatu sistem (Setiyawan, 2023).

Salah satu metode pendinginan yang banyak diterapkan pada berbagai aplikasi industri adalah *water cooling system*. Sistem ini memanfaatkan air sebagai media perpindahan kalor karena memiliki kapasitas panas jenis yang relatif tinggi dibandingkan udara. Kemampuan tersebut memungkinkan air menyerap dan memindahkan kalor dalam jumlah yang lebih besar sehingga proses pendinginan dapat berlangsung lebih efektif. Namun, kinerja *water cooling system* tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan sistem pendinginnya, tetapi juga oleh ketersediaan volume air yang memadai selama proses operasi berlangsung.

Untuk menjaga ketersediaan air pada tangki pendingin, digunakan sistem *Water Level Control* (WLC) yang terintegrasi dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) dan relai konvensional. Sistem ini berfungsi mengendalikan proses pengisian air secara otomatis sesuai dengan level yang telah ditentukan. Dengan adanya sistem pengendalian tersebut, kontinuitas volume air pada tangki dapat dipertahankan secara konstan. Hal ini menjadi sangat krusial karena perubahan level air tersebut akan langsung mengubah beban massa fluida yang bersentuhan langsung dengan elemen pendingin, sehingga kestabilan proses penyerapan kalor di dalam tangki ikut dipengaruhi oleh dinamika volume tersebut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada sisi pendinginan, salah satu teknologi yang banyak dikembangkan adalah penggunaan elemen termoelektrik atau elemen Peltier. Elemen Peltier bekerja berdasarkan efek termoelektrik, yaitu fenomena perpindahan kalor akibat aliran arus listrik pada material semikonduktor. Ketika arus listrik searah (*Direct Current*) dialirkan ke modul Peltier, salah satu sisi modul akan menyerap kalor dan menjadi dingin, sedangkan sisi lainnya akan melepaskan kalor dan menjadi panas. Karakteristik tersebut menjadikan elemen Peltier sebagai alternatif sistem pendingin yang tidak memerlukan refrigeran dan memiliki konstruksi yang relatif sederhana (Amarullah, Djafar, & Piarah, 2015).

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, performa elemen Peltier dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya daya listrik yang diberikan dan kondisi pelepasan kalor pada sisi panas (*hot side*). Besarnya daya listrik akan menentukan kemampuan modul dalam memindahkan kalor dari sisi dingin ke sisi panas. Selain itu, efektivitas pelepasan kalor melalui heatsink dan kipas pendingin juga sangat berpengaruh terhadap kemampuan sistem dalam mempertahankan perbedaan suhu antara kedua sisi modul. Semakin baik proses pelepasan kalor yang terjadi, maka semakin optimal pula kemampuan pendinginan yang dihasilkan oleh elemen Peltier (Merdekawati, Erari, & Muslimin, 2021).

Selain faktor daya listrik, volume atau level air pada tangki pendingin juga berpengaruh secara linear terhadap proses penurunan suhu. Semakin besar volume air yang didinginkan, semakin besar pula beban kalor yang harus dipindahkan oleh sistem sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tertentu cenderung lebih lama. Sebaliknya, volume air yang lebih kecil memungkinkan proses pendinginan berlangsung lebih cepat karena inersia termal fluida yang harus diredam menjadi lebih rendah. Oleh karena itu, pengujian pada skala tangki industri miniatur dengan kapasitas maksimal hingga 10 Liter diperlukan untuk mengetahui karakteristik penetrasi dingin serta batas optimal dari konfigurasi elemen Peltier yang digunakan.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian untuk menganalisis hubungan antara level air dan daya Peltier terhadap kinerja pendinginan pada *water cooling system*. Melalui penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Level Air dan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daya Peltier terhadap Kinerja Pendinginan pada *Prototype Water Cooling System*”, dilakukan pengamatan kuantitatif terhadap perubahan suhu air, laju pendinginan, konsumsi daya listrik, serta nilai efisiensi termal berupa *Coefficient of Performance* (COP) sistem pada berbagai kondisi pengujian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data parameter yang konkret mengenai pengaruh kedua parameter tersebut serta menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan sistem pendingin berbasis termoelektrik yang lebih efektif dan efisien di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dirumuskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi level/volume air di dalam tangki terhadap laju pendinginan (LP) elemen Peltier?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsumsi daya listrik (P) terhadap nilai *Coefficient of Performance* (COP) dari elemen Peltier TEC1-12706?
3. Bagaimana karakteristik grafik penurunan suhu air terhadap waktu pengujian pada sistem *water cooling*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi level atau volume air di dalam tangki terhadap laju pendinginan Laju Pendinginan (LP) yang dihasilkan oleh elemen Peltier pada *water cooling system*.
2. Menganalisis pengaruh variasi konsumsi daya listrik terhadap nilai *Coefficient of Performance* (COP) elemen Peltier TEC1-12706 pada sistem pendingin yang dirancang.
3. Mengevaluasi kinerja elemen Peltier TEC1-12706 berdasarkan parameter laju pendinginan, konsumsi daya listrik, dan nilai COP yang diperoleh dari hasil pengujian.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data hasil pengujian pengaruh variasi level atau volume air terhadap laju pendinginan pada water cooling system berbasis elemen Peltier.
2. Data hasil pengukuran konsumsi daya listrik dan nilai *Coefficient of Performance* (COP) pada berbagai kondisi pengujian.
3. Grafik hubungan antara level air dengan laju pendinginan (LP) serta hubungan antara konsumsi daya listrik dengan nilai COP elemen Peltier.
4. Laporan tugas akhir yang dapat dijadikan sebagai referensi untuk pengembangan sistem pendingin berbasis elemen Peltier pada penelitian selanjutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis terhadap prototype Water Cooling System dengan Water Level Control (WLC), dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Prototype Water Cooling System dengan sistem Water Level Control (WLC) berbasis PLC dan konvensional telah berhasil direalisasikan dan mampu bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Sistem WLC dapat mengendalikan pengisian air secara otomatis berdasarkan perubahan level air di dalam tangki, sedangkan sistem pendingin berbasis elemen Peltier dapat menurunkan temperatur air sesuai kondisi operasi otomatis yang ditentukan.
2. Variasi level air memberikan pengaruh terhadap kinerja pendinginan sistem. Berdasarkan hasil pengujian, level 2 menghasilkan penurunan suhu terbesar, yaitu $1,6^{\circ}\text{C}$ dengan laju pendinginan yang lebih tinggi dibandingkan level 1 dan level 3 yang masing-masing mengalami penurunan suhu sebesar $1,2^{\circ}\text{C}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat kondisi level air yang lebih optimum terhadap proses perpindahan kalor pada prototype yang dirancang.
3. Variasi daya melalui penambahan jumlah elemen Peltier berpengaruh terhadap kemampuan pendinginan sistem. Semakin banyak elemen Peltier yang digunakan, kemampuan sistem dalam menyerap kalor dari air cenderung meningkat. Namun, peningkatan tersebut belum berlangsung secara optimal karena kapasitas power supply yang terbatas menyebabkan tegangan keluaran menurun ketika beban bertambah, sehingga daya yang diterima setiap elemen Peltier tidak sesuai dengan spesifikasi nominalnya.
4. Hasil analisis menggunakan parameter laju pendinginan (LP), laju penyerapan kalor air (Q_{air}), dan Coefficient of Performance (COP) menunjukkan bahwa konfigurasi 3 elemen Peltier memberikan hasil nilai kinerja pendinginan tertinggi dibandingkan konfigurasi 1 dan 2 elemen

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Peltier, meskipun efisiensi sistem masih dipengaruhi oleh keterbatasan sumber daya listrik (*Power Supply*) yang digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menggunakan *power supply* dengan kapasitas arus yang lebih besar agar seluruh elemen Peltier dapat bekerja pada tegangan nominalnya, sehingga performa pendinginan dapat dimaksimalkan.
2. Melakukan pengujian dengan variasi jumlah elemen Peltier, variasi level air, dan durasi pengujian yang lebih luas untuk memperoleh karakteristik pendinginan yang lebih komprehensif.
3. Mengembangkan sistem dengan menggunakan metode pelepasan kalor yang lebih baik, seperti penggunaan heatsink atau fan dengan kapasitas yang lebih tinggi, sehingga panas pada sisi hot side elemen Peltier dapat dibuang secara lebih efektif.
4. Melakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh posisi pemasangan elemen Peltier, luas kontak heatsink terhadap air, serta penggunaan sistem sirkulasi air agar mekanisme perpindahan kalor pada Water Cooling System dapat dianalisis secara lebih mendalam.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Afriandi, Yusuf, I., & Hiendro, A. (2017). IMPLEMENTASI WATER COOLING SYSTEM UNTUK MENURUNKAN TEMPERATURE LOSSES PADA PANEL SURYA.
- Amarullah, Djafar, Z., & Piarah, W. H. (2015). Penerapan Termoelektrik Ganda pada Mesin Pendingin Air Minum sebagai Solusi Penghematan Energi. 1-7.
- Mandagi, A., & Sentosa, S. (2015). RANCANG BANGUN WATER LEVEL CONTROL BERBASIS RANGKAIAN INTEGRASI 555.
- Merdekawati, Y. I., Erari, I. S., & Muslimin, A. M. (2021). PENGGUNAAN MODUL PELTIER SEBAGAI SISTEM PENDINGIN COOLBOX.
- Setiyawan, B. A. (2023). OPTIMALISASI KINERJA MOTOR LISTRIK PADA SEPEDA MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM PENDINGIN TERINTEGRASI.
- Wijayanta, S., Alawansyah, D., Lazuardi, W. S., Fauzi, W. D., Wibowo, H., & Humami, F. (2024). DESIGN AND DEVELOPMENT OF VAPOR LOCK DETECTION TO PREVENT BRAKE SYSTEM FAILURE.
- Yusfi, M., Gandi, F., & Palka, H. S. (2017). ANALISIS PEMANFAATAN DUA ELEMEN PELTIER PADA PENGONTROLAN TEMPERATUR AIR.
- Fraden, J. (2016). Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications (5th ed.). Springer
- Bolton, W. (2015). Programmable Logic Controllers (6th ed.). Newnes
- Hughes, E. (2016). Hughes electrical and electronic technology (12th ed.). Pearson Education
- Omron Corporation. (2023). 61F-GP-N floatless level controller datasheet. Omron Corporation.
- Petrzella, F. D. (2017). Programmable logic controllers (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Theraja, B. L., & Theraja, A. K. (2018). A textbook of electrical technology volume II. S. Chand Publishing.
- Mardiansyah, R., dkk. (2024). Cooling Machine Adapted Peltier Cooling Module TEC1-12706 to Understand Heat Transfer Application. BIOMEJ, 4(1).
- Tadeus, D. Y., & Setiono, I. (2019). Deskripsi teknis pengendali tinggi muka cairan industry mode floatless Omron 61F. Gema Teknologi, 20(2), 42

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Tegar Dwi Priatno

Lulus dari SDN Bahagia 06 pada tahun 2017, SMPN 21 Kota Bekasi pada tahun 2020, dan SMA Mutiara 17 Agustus pada tahun 2023. Saat ini penulis menempuh pendidikan Diploma 3 di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik



LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Proses Pengerjaan Alat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 2. Dokumentasi Proses Pengambilan Data pada Alat

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

