

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi digital yang semakin pesat telah mendorong permintaan terhadap perangkat komputasi yang efisien, portabel, dan bertenaga tinggi seperti laptop. Menurut laporan IDC terbaru, pasar laptop di Indonesia menunjukkan pemulihan yang kuat pada kuartal pertama 2024 dengan pertumbuhan sebesar 28,7% *year-over-year* (YoY), dipicu oleh peningkatan pengadaan dari sektor komersial dan pendidikan, serta peluncuran prosesor terbaru dari Intel. Temuan ini menunjukkan bahwa laptop tetap menjadi perangkat utama yang digunakan di berbagai sektor, menggantikan posisi desktop karena efisiensi daya dan fleksibilitasnya [1]. Di tahun 2023 saja, permintaan laptop terus meningkat, terutama di kalangan pengguna yang menjalankan aplikasi berat seperti *game*, desain grafis, dan pemrosesan video karena efisiensi daya dan portabilitasnya dibandingkan desktop [2].

Namun, meningkatnya kebutuhan komputasi berdampak langsung pada tingginya beban kerja prosesor laptop, yang memicu kenaikan suhu perangkat. Sistem pendingin internal bawaan laptop sering kali tidak mampu menjaga suhu tetap stabil saat beban kerja tinggi dalam waktu lama. Masalah *Overheating* ini dapat menurunkan performa (seperti lag) dan kenyamanan pengguna [3]. Permasalahan ini umumnya disebabkan oleh sistem pendinginan yang tidak efisien, ruang sirkulasi udara yang sempit, atau penumpukan debu yang menghambat aliran udara. Jika dibiarkan, kondisi ini dapat merusak komponen utama laptop [4].

Beberapa solusi konvensional yang digunakan antara lain pembersihan kipas, penggantian *thermal paste*, dan penggunaan *cooling pad* eksternal [4]. *Cooling pad* merupakan perangkat tambahan yang dirancang untuk membantu pendinginan laptop, biasanya menggunakan kipas DC untuk mendorong aliran udara dari bawah laptop. Penggunaan *cooling pad* terbukti mampu menurunkan suhu perangkat dan meningkatkan performa [5]. Namun, penelitian menunjukkan bahwa *cooling pad*

konvensional memiliki keterbatasan dalam efisiensi pendinginan, terutama karena tidak beradaptasi terhadap suhu secara otomatis.

Untuk meningkatkan performa pendinginan, teknologi *Thermoelectric Cooler* (TEC) atau modul *Peltier* mulai digunakan. TEC memindahkan panas dari satu sisi modul ke sisi lainnya dengan prinsip efek termoelektrik, dan memiliki keunggulan tidak menghasilkan emisi berbahaya [5]. Laptop memiliki ruang internal sempit sehingga sirkulasi udara tidak optimal, menjadikan sistem pendingin eksternal seperti TEC penting untuk menjaga performa termal [6].

Teknologi termoelektrik, khususnya modul *Peltier*, telah menjadi alternatif modern dalam sistem pendinginan yang ramah lingkungan. Modul ini bekerja berdasarkan prinsip efek *Peltier*, yaitu fenomena perpindahan panas yang terjadi saat arus listrik dialirkan melalui sambungan dua logam berbeda. Salah satu sisi modul akan menyerap panas (sisi dingin), sementara sisi lainnya akan melepaskan panas (sisi panas), bergantung pada arah arus yang diberikan. Keunggulan utama dari sistem pendingin termoelektrik ini adalah tidak menghasilkan emisi gas beracun dan tidak memerlukan komponen bergerak, sehingga menghasilkan sistem yang senyap, ringan, serta mudah dalam perawatan. Aplikasi teknologi ini dalam perangkat elektronik seperti laptop, terutama pada *cooling pad* aktif, bertujuan untuk menjaga kestabilan suhu selama aktivitas berat seperti bermain gim atau *rendering* grafis. Dibandingkan dengan *cooling pad* konvensional yang hanya mengandalkan kipas, integrasi modul *Peltier* memungkinkan pencapaian pendinginan yang lebih efisien dan terkendali [7].

Modul *Peltier* dapat diatur suhunya menggunakan berbagai strategi kontrol seperti ON-OFF, *fuzzy*, atau PID. Kontrol PID lebih unggul karena karakteristik *Peltier* yang non-linear sehingga memerlukan kontrol presisi untuk menghindari fluktuasi suhu besar. Kontrol PID terdiri dari tiga komponen yaitu *Proportional*, *Integral*, dan *Derivative* yang bekerja bersama untuk menyesuaikan respons suhu secara akurat dan adaptif terhadap perubahan mendadak, serta menghindari *overshoot* dan *undershoot* [8].

Dengan demikian, meskipun modul *Peltier* dapat dikendalikan secara ON-OFF, penggunaan kontrol PID sangat direkomendasikan untuk menjaga suhu tetap stabil,

terutama saat laptop digunakan untuk aktivitas berat seperti *gaming* dan *rendering* grafis [8].

Untuk mengatasi keterbatasan *cooling pad* konvensional, *mikrokontroler* dapat digunakan sebagai sistem kontrol suhu otomatis berbasis PID. Sistem ini mampu menyesuaikan kecepatan kipas dan modul pendingin secara *real-time* berdasarkan suhu yang terdeteksi sensor, memberikan performa yang lebih presisi dan efisien [9]. Penelitian-penelitian sebelumnya juga masih banyak menggunakan metode manual atau ON-OFF tanpa kontrol adaptif terhadap suhu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *cooling pad* otomatis berbasis kendali PID dengan sistem pendingin aktif menggunakan modul *Peltier*, guna mengatasi kelemahan dari pendekatan-pendekatan sebelumnya [9].

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian yang disajikan dalam bagian pendahuluan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan modul *Peltier* terhadap efisiensi pendinginan laptop dibandingkan dengan *cooling pad* konvensional?
2. Bagaimana kinerja kontrol PID dalam mengatur sistem pendinginan pada *cooling pad* otomatis berbasis modul *Peltier*?

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Merancang dan mengimplementasikan sistem *cooling pad* otomatis berbasis *mikrokontroler* yang menggunakan modul *Peltier* sebagai pendingin aktif dan dikendalikan secara presisi menggunakan algoritma PID (*Proportional-Integral-Derivative*).
- 2) Menguji efektivitas sistem pendingin berbasis *Peltier* dalam menurunkan suhu laptop dibandingkan dengan *cooling pad* konvensional yang hanya mengandalkan kipas.
- 3) Mengevaluasi performa sistem kendali PID dalam menjaga kestabilan suhu laptop secara *real-time* terhadap perubahan beban kerja dan suhu lingkungan.

- 4) Menyediakan solusi inovatif dalam pengembangan *cooling pad* yang adaptif terhadap suhu perangkat, guna meningkatkan kenyamanan dan performa laptop selama penggunaan intensif.

Manfaat dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pendinginan laptop yang lebih efisien, cerdas, dan otomatis melalui integrasi modul *Peltier* dan sistem kontrol PID.
- 2) Menyediakan solusi pendinginan yang mampu mencegah *Overheating* pada laptop, sehingga memperpanjang usia komponen internal dan meningkatkan keandalan sistem dalam jangka panjang.
- 3) Meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pengguna laptop, khususnya pada aktivitas berat seperti *gaming*, *rendering* grafis, dan pemrosesan data intensif.
- 4) Menjadi referensi ilmiah dan teknis dalam pengembangan *cooling pad* berbasis kontrol adaptif, serta mendorong pengembangan lebih lanjut dalam bidang sistem pendingin pintar untuk perangkat elektronik portabel.

1.4 BATASAN MASALAH

Ada beberapa batasan masalah pada penelitian ini, di antaranya sebagai berikut :

- 1) Alat ini memiliki ukuran yang cukup besar dan lebar, sehingga kurang praktis untuk dibawa bepergian.
- 2) *Cooling pad* memerlukan adaptor eksternal sebagai sumber daya, sehingga pengguna harus menyediakan stop kontak tambahan.
- 3) Penelitian tidak fokus pada optimasi konsumsi daya dari modul *Peltier*. Fokus utama adalah pada performa pendinginan, bukan efisiensi energi atau konsumsi daya *cooling pad* itu sendiri.
- 4) Kinerja alat ini mungkin akan berbeda - beda pada setiap laptop dikarenakan perbedaan spesifikasi dan sirkulasi udaranya.

1.5 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dibahas pada rumusan masalah. Dalam pelaksanaannya, penulis melakukan beberapa tahapan, yaitu studi literatur, perancangan alat (*hardware* dan *software*), implementasi kendali PID dengan metode *Auto tuning* dan *Trial Error*, pengujian sistem, analisis data hasil pengujian, dan penarikan kesimpulan.

1.6 JADWAL PELAKSANAAN

Penelitian ini akan dilaksanakan selama sekitar 10 bulan dimulai dari bulan September sampai Juni 2025. Detail lini masa penelitian dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Jadwal Pelaksanaan

No	Keterangan	Bulan									
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1	Identifikasi masalah dan topik										
2	Studi literatur										
3	Pengajuan judul										
4	Penyusunan proposal skripsi										
5	Seminar proposal										
6	Persiapan alat dan bahan										
7	Perancangan dan pembuatan <i>prototype</i> alat										
8	Perancangan program										
9	Pengujian alat										
10	Analisis hasil pengujian dan kesimpulan										
11	Sidang skripsi										