

Perancangan Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis PID Menggunakan Blynk pada Gandrum di Kapal

Ihsanul Muqorrobin¹, Antonius Edy Kristiyono², Agus Prawoto³

^{1,2,3}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Abstract. Technological developments and modern industrial needs increasingly demand high energy efficiency in refrigeration machine operations. In this context, the development of a more efficient cooling machine control system is very necessary. Good control not only helps in saving energy, but also ensures that the cooling machine operates at optimal conditions at all times. This research aims to develop a more efficient cooling machine control system using advanced sensors and the latest monitoring technology. This research was simulated using Peltier. The proposed control system adopts the Proportional-Integral-Derivative (PID) approach, which has been proven to be effective in optimizing control system performance. This PID approach has the advantage of adjusting control output quickly and precisely based on changing operational conditions. The use of the PID approach can adjust the control output quickly and accurately, which significantly improves the performance of the cooling system. IoT technology can quickly collect data and better integrate between cooling machines and monitoring systems, providing deeper insight into machine operational performance. The results of this research show that the PID system using Kp: 20 Ki: 0.8 Kd: 1.2 data can stabilize the temperature precisely and accurately compared to using other Kp, Kd, Ki data.

Keywords: Internet of Things (IoT), PID, Blynk.

Abstrak. Perkembangan teknologi dan kebutuhan industri modern semakin menuntut efisiensi energi yang tinggi dalam operasional mesin pendingin. Dalam konteks ini, pengembangan sistem kontrol mesin pendingin yang lebih efisien sangat diperlukan. Kontrol yang baik tidak hanya membantu dalam menghemat energi, tetapi juga memastikan bahwa mesin pendingin beroperasi pada kondisi optimal sepanjang waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol mesin pendingin yang lebih efisien dengan menggunakan sensor-sensor canggih dan teknologi pemantauan terbaru. Penelitian ini disimulasikan menggunakan peltier. Sistem kontrol yang diusulkan mengadopsi pendekatan *Proportional- Integral-Derivative* (PID), yang telah terbukti efektif dalam mengoptimalkan kinerja sistem kontrol. Pendekatan PID ini memiliki keunggulan dalam menyesuaikan *output* kontrol dengan cepat dan tepat berdasarkan perubahan kondisi operasional. Penggunaan pendekatan PID dapat menyesuaikan *output* kontrol yang cepat dan akurat, yang secara signifikan meningkatkan kinerja sistem pendingin. Teknologi IoT dapat mengumpulkan data secara cepat dan integrasi yang lebih baik antara mesin pendingin dan sistem pemantauan, memberikan wawasan yang lebih dalam tentang kinerja operasional mesin. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem PID menggunakan data Kp : 20 Ki : 0,8 Kd : 1,2 dapat menstabilkan suhu dengan tepat dan akurat dibandingkan menggunakan data Kp, Kd, Ki yang lainnya.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), PID, Blynk.

1. PENDAHULUAN

Perawatan pada permesinan di kapal sangat penting untuk melaksanakan berlayar jarak jauh. Dalam waktu yang cukup lama dibutuhkan perawatan yang terencana dengan benar, baik perawatan pada mesin penggerak utama maupun pada permesinan bantu yang fungsinya untuk menunjang kelancaran kapal dengan aman. Gandrum merupakan salah satu jenis permesinan bantu di kapal yang berfungsi untuk menjaga makanan agar tetap segar selama perjalanan di laut. Kapal sering melakukan perjalanan sehari-hari atau berminggu-minggu, sehingga mesin pendingin harus mampu menjaga suhu optimal untuk mencegah pembusukan pada makanan.

Bahan makanan merupakan kebutuhan utama di atas kapal untuk meningkatkan kinerja seluruh anak buah kapal agar seluruh anak buah kapal mendapatkan makanan yang layak untuk dikonsumsi. Bahan makanan yang dibutuhkan sangat beragam jenis mulai dari sayur, daging, bahan kering, dan bahan basah lainnya. Agar mutu bahan makanan tetap optimal, disarankan menyimpannya dalam ruangan pendingin guna menjaga keawetan, memenuhi standar gizi, dan memastikan kesegarannya.

Dalam melaksanakan penelitian di atas kapal, peneliti menemui permasalahan dalam pengoperasian mesin pendingin. Mesin pendingin sering mengalami gangguan saat beroperasi. Kejadian ini terulang beberapa kali, menyebabkan suhu gandum tidak stabil. Kondisi ini tidak hanya mengganggu kelancaran operasional, tetapi juga diidentifikasi berdampak buruk pada kualitas bahan makanan yang disimpan di dalamnya. Suhu gandum sering tidak mencapai nilai *setpoint* sehingga diidentifikasi makanan tidak segar, karena pada suhu rendah bakteri tidak dapat hidup dan berkembang biak, sehingga dapat mencegah proses pembusukan pada bahan makanan. Dengan cara menyimpan makanan di gandum, makanan akan tetap segar dan tidak akan mengalami perubahan rasa, warna dan aromanya, disamping itu segala aktifitas yang menyebabkan pembusukan akan berhenti sehingga bahan makanan yang di dinginkan akan bertahan lama (Rinjani, Khotob Ibnu, 2014). Untuk mengatasi masalah tersebut penulis mempunyai sebuah inovasi, yaitu merancang sistem kontrol jarak jauh menggunakan blynk.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang terhubung secara terus-menerus (Baharsah, Purba, Mulyana, & Grahana, 2023). Objek-objek ini, yang dapat berupa perangkat sederhana seperti lampu yang bisa dihidupkan dengan *smartphone* hingga sistem yang lebih kompleks, dapat mengumpulkan dan bertukar data untuk meningkatkan efisiensi, menyediakan layanan baru, dan memperluas fungsionalitas yang ada. IoT bukan hanya tentang pengendalian perangkat melalui jarak jauh, tapi juga berbagi data dan memvisualkan segala hal nyata ke dalam bentuk internet. Beberapa elemen kunci dalam pengertian IoT meliputi: (Dandy & Andraini, PEMAFAATAN IOT PADA SMART CITY, 2022)

a. Sensor

Sensor adalah perangkat yang mengukur atau mendeteksi perubahan di lingkungan dan mengubahnya menjadi sinyal yang bisa dibaca oleh komputer atau perangkat lain. Sensor ini mampu menjadikan instrumen yang mengubah IoT dari

jaringan standar yang cenderung pasif menjadi sistem aktif yang dapat diintegrasikan ke dalam kehidupan sehari-hari kita.

b. Konektivitas

Teknologi nirkabel seperti *Wi-Fi*, *Bluetooth*, dan jaringan selulermendukung konektivitas antara perangkat IoT. Konektivitas yang baikmemungkinkan pertukaran data yang cepat dan efisien antar perangkat.Jaringannya tidak perlu berskala besar dan mahal, tetapi bisa tersedia dalam skala yang lebih kecil dan lebih ekonomis.

DS18B20

DS18B20 adalah sensor "*1-wire*" yang dapat dihubungkan secara paralel. Jika lebih dari satu sensor dipasang, semua sensor berbagi pin yang sama, namun hanya memerlukan satu resistor 4.7K. Resistor ini berfungsi sebagai "*pull-up*" untuk jalur data dan diperlukan untuk memastikan transfer data berjalan stabil dan baik (Rahman, 2021). Sensor ini dapat mengukur suhu dalam rentang luas dari -55°C hingga +125°C dengan presisi tinggi, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan.

ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler SoC (*System on Chip*) yang kuat dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n terintegrasi, Bluetooth versi 4.2 dengan mode ganda, dan berbagai periferal. Ini merupakan penerus yang lebih canggih dari chip 8266, terutama dengan implementasi dua inti yang dapat bekerja dengan kecepatan clock hingga 240 MHz. Dibandingkan dengan pendahulunya, selain fitur-fitur tersebut, chip ini juga meningkatkan jumlah pin GPIO dari 17 menjadi 36, jumlah saluran PWM menjadi 16, dan dilengkapi dengan memori *flash* sebesar 4MB. (Babiuch, Foltýnek, & Smutný, 2019).

Sistem Kendali PID

Kontrol *Proportional-Integral-Derivative* (PID) berfungsi untuk meminimalkan kesalahan dengan menyesuaikan input dalam proses kontrol (Rachmawan & Muharom, 2021). Kontrol PID adalah metode kontrol umpan balik yang digunakan dalam berbagai sistem otomatisasi dan kontrol. Kombinasi ini membuat pemeliharaan mesin pendingin makanan menjadi lebih efisien dan responsif.

Blynk

Blynk dirancang untuk *Internet of Things* dengan tujuan memungkinkan pengendalian perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, serta melakukan berbagai fungsi canggih lainnya (Sulistyorini, Sofi, & Sova, 2022). Platform ini memungkinkan integrasi dengan berbagai perangkat keras seperti mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan ESP32, serta sensor-sensor, yang kemudian dapat dihubungkan dengan aplikasi seluler atau perangkat lain. Sebagai contoh, awak kapal menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau suhu mesin pendingin dari jarak jauh. Teknisi dapat dengan mudah mengontrol suhu melalui *smartphone*. Ketika menerima notifikasi suhu yang tinggi, teknisi dapat segera mengambil tindakan dari jarak jauh, membantu menjaga kesegaran dan keamanan makanan tanpa harus berada di lokasi.

Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang berfungsi untuk memudahkan pengembangan aplikasi mikrokontroler dari proses pembuatan program, kompilasi, hingga pengunggahan. Selain itu, Arduino IDE dilengkapi dengan terminal serial, sehingga mempermudah pengguna untuk melakukan komunikasi Usart / RS232 dengan komputer (Setiawan, Jaya, Nurarif, Syahputra, & Syafnur, 2022). Ini merupakan platform perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk memprogram papan pengembangan berbasis mikrokontroler yang dikenal sebagai Arduino. Arduino IDE menyediakan lingkungan yang *user-friendly* untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke papan Arduino.

Peltier

Peltier merupakan modul *Thermo Electric Cooler* (TEC), umumnya dibungkus keramik tipis yang berisikan *bismuth telluride* di dalamnya (Yusfi, putra, & Derisma, 2015). Fenomena ini terjadi karena perubahan panas terjadi ketika arus listrik mengalir melalui antarmuka dua bahan semikonduktor. Peltier umumnya digunakan dalam perangkat pendinginan dan pemanasan. Ketika arus listrik melewati perangkat Peltier, panas diambil dari satu sisi perangkat yang dingin dan dipindahkan ke sisi lainnya yang panas. Akibatnya, sisi yang awalnya dingin menjadi lebih dingin, sementara sisi yang awalnya panas menjadi lebih panas.

1. DC Power supply

Power supply merupakan suatu perangkat elektronika yang sangat penting sebagai sumber daya untuk perangkat elektronik. Secara umum, *power supply* merupakan sistem penyearah-filter yang mengubah arus AC menjadi arus DC murni (Al-Amin,

Subarwanti, & Rikarda, 2024). Peltier yang digunakan dalam konteks ini adalah TEC1 12706 yang memiliki spesifikasi tegangan sekitar 12V dan arus sekitar 4-6 A. Oleh karena itu, DC *power supply* yang digunakan minimal harus memiliki spesifikasi yang setara atau lebih tinggi. Sebagai contoh, dalam situasi ini digunakan *power supply* 12V dengan kapasitas 10 A.

2. Peltier

Peltier merupakan perangkat termoelektrik yang mampu menciptakan perbedaan suhu antara dua sisi ketika diberi tegangan listrik. Ketika diterapkan pada mesin pendingin, perangkat ini disebut *Coil Evaporator*. Prinsip kerja Peltier adalah ketika dua konduktor dihubungkan oleh kontak listrik, elektron mengalir dari konduktor yang memiliki jumlah elektron kurang terikat ke konduktor yang memiliki jumlah elektron yang lebih terikat (RIZAL, 2018). Peltier sering digunakan dalam aplikasi pendinginan dan pemanasan yang memerlukan presisi. Penerapannya dapat ditemukan dalam kotak pendingin makanan atau minuman portabel yang menggunakan teknologi ini untuk menciptakan suhu rendah di dalam kotak tanpa memerlukan baterai atau kabel daya eksternal.

3. Heatsink dan Fan

Pengujian dilakukan dengan menyusun seluruh komponen Peltier secara serial, di mana sisi panas Peltier dipanaskan menggunakan lilindan sisi dinginnya didinginkan dengan menggunakan *heatsink* yang dilengkapi dengan *fan* (Artha & Habibullah, 2022). Jika proses pembuangan kalor berjalan dengan baik, suhu di sisi panas akan tetap terjaga sehingga suhu di sisi dingin menjadi lebih rendah. Penggunaan *heatsink* dan *fan* bertujuan untuk mengoptimalkan pembuangan kalor ini. *Heatsink* yang digunakan memiliki dimensi 96 x 96 x 26 mm dengan delapan sirip, sedangkan *fan* yang digunakan memiliki tegangan 12V DC.

4. Thermal Pasta

Thermal pasta prosesor ini berfungsi untuk mempercepat dan menstabilkan perpindahan panas dari peltier ke *waterblok* dengan baik (Tongkeles, 2016). Meskipun secara visual, *heatsink* dan Peltier terlihat rata dan halus, namun hanya sebagian kecil dari permukaan keduanya yang benar-benar bersentuhan saat Peltier ditempatkan di *heatsink*. Thermal pasta membantu memperluas area kontak ini. Terlepas dari kehalusan permukaan *heatsink* dan Peltier, sebenarnya terdapat ketidakrataan yang dapat menyebabkan hambatan panas. Thermal pasta membantu mengatasi masalah ini dengan menyediakan medium konduktif yang baik untuk mengalirkan panas dari Peltier

keheatsink. Dengan menggunakan thermal pasta, sistem pendingin termoelektrik dapat bekerja lebih efisien, meningkatkan kinerja pendinginan, dan memperbaiki stabilitas suhu pada Peltier.

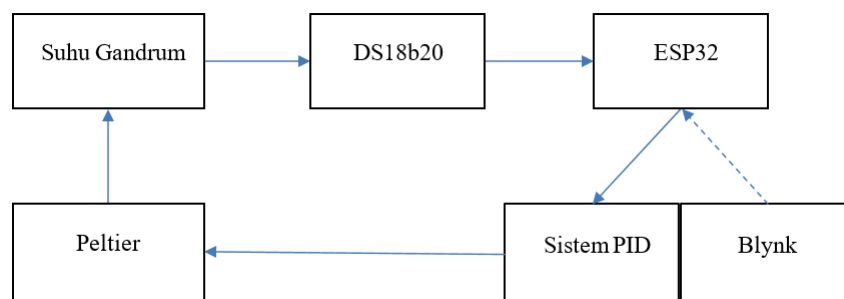
Box Akrilik

Dengan memiliki keterampilan tertentu, salah satunya adalah membuat berbagai kerajinan dari bahan akrilik yang mudah dibentuk dan memiliki tampilan menarik. Bahan akrilik merupakan polimer sintesis yang dapat mencair jika dipanaskan (Ratnawuri & Farida, 2019). Box akrilik sering digunakan untuk berbagai tujuan, seperti *display*, penyimpanan, atau sebagai pelindung untuk barang-barang tertentu. Sifat transparan atau tembus cahaya dari akrilik membuatnya cocok untuk digunakan dalam produk-produk yang membutuhkan tampilan visual yang baik. Kelebihan dari box akrilik meliputi kejelasan optik yang tinggi, kekuatan yang baik, dan kemampuannya untuk dicetak atau dibentuk sesuai dengan kebutuhan desain.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*. Berikut adalah blok diagram pada penelitian tersebut:



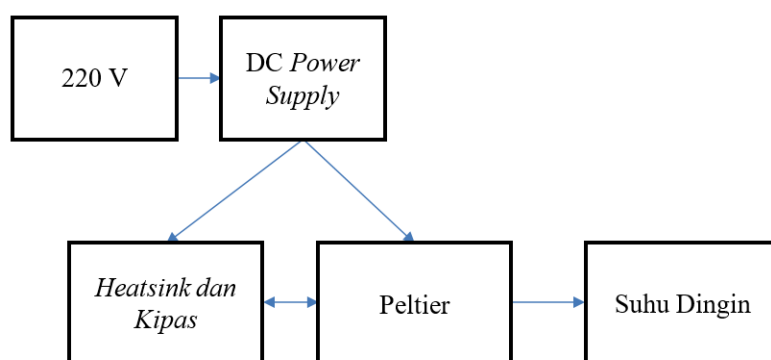
Sumber: dokumen pribadi

Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Sistem

Pada Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa suhu di dalam ruangan gandum dideteksi oleh sensor suhu dan kelembapan DHT22. Informasi dari sensor tersebut kemudian diteruskan ke mikrokontroler ESP32. ESP32 memproses data tersebut dan memonitornya melalui *platform* Blynk, sementara juga mengimplementasikan sistem PID untuk mengatur suhu sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Jika suhu yang diinginkan tidak tercapai, sistem akan mengontrol peltier untuk menyesuaikan suhu dengan kebutuhan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengontrol suhu pada ruangan gandum di atas kapal dari jarak jauh. Penelitian ini juga dapat mengatur suhu sesuai kebutuhan yang diperlukan untuk makanan tersebut.

Pada perancangan alat ini terdapat dua aspek utama, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras mencakup sistem kontrol yang terhubung ke ESP32. Sementara itu, perancangan perangkat lunak melibatkan pemantauan sensor suhu beserta perbandingan keakuratannya. Hasil perencanaan kemudian ditampilkan melalui platform Blynk.



Sumber: Dokumen pribadi

Gambar 2. Diagram Pemasangan Peltier

Pada Gambar 2 tersebut dijelaskan bahwa dari sumber listrik AC 220 volt diubah menjadi arus DC menggunakan *power supply* 12 V. Kemudian sambungkan kabel peltier dan kipas ke *power supply* secara paralel. Hal ini digunakan untuk mendapatkan tegangan 12 V baik untuk modul peltier maupun kipas. Dijelaskan pada Gambar 3.2 bahwa *heatsink* terdapat celah di bawah kipas, hal ini bertujuan agar ada udara (angin) yang mengalir dari bawah menuju *heatsink* yang kemudian membuang kalornya.

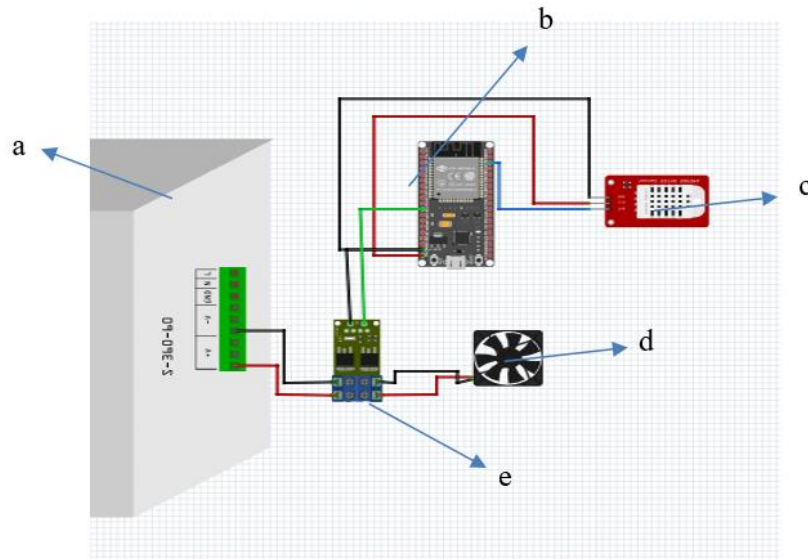
Dengan cara seperti ini maka modul peltier dan *fan* telah bekerja. Tunggubeberapa detik, maka dapat dirasakan bahwa peltier sudah dingin.

Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian “perancangan sistem kontrol gandum kapal berbasis PID dan monitoring jarak jauh menggunakan *blynk*” sebagai berikut:

1. Skema Wiring Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian “Perancangan sistem kontrol gandum kapal berbasis PID dan monitoring jarak jauh menggunakan *blynk*” dapat dilihat pada Gambar 3 dan Table 1.



Sumber: dokumen pribadi

Gambar 3. Perancangan Alat

Keterangan:

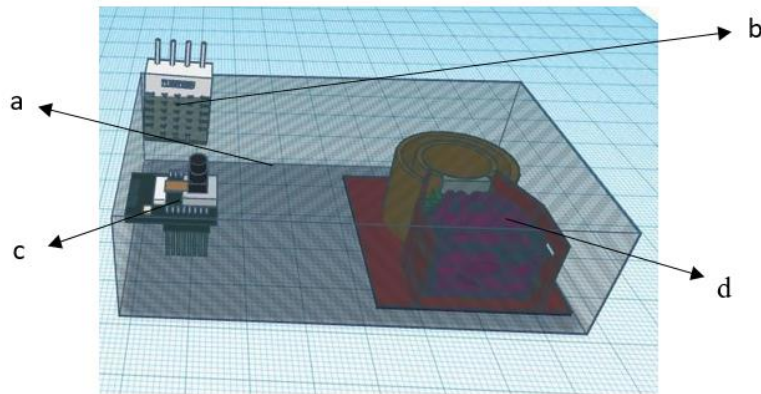
- a. Power Supply
- b. ESP32
- c. DS18b20
- d. Peltier, fan, dan heatsink
- e. Mosfet driver

Tabel 1. Pin Mapping Wiring Perancangan Alat

ESP32	DS18b20	Peltier	Powersupply	MosfetDriver
VCC	VCC	-	VCC	VCC
GND	GND	GND	GND	GND
D23	Out	-	-	-
D22	-	Out	-	Out

2. Desain Tampilan Alat

Desain tampilan alat pada penelitian “perancangan sistem kontrol gandrums kapal berbasis PID dan monitoring jarak jauh menggunakan blynk” dapat dilihat pada Gambar 4.



Sumber: dokumen pribadi

Gambar 4. Perancangan Alat

Keterangan:

a. Box Gandrum

Mesin pendingin makanan di kapal, atau yang sering disebut sebagai gandrums, adalah perangkat elektronik yang dirancang khusus untuk menjaga makanan dan minuman tetap segar. Fungsinya adalah memastikan ketersediaan makanan yang aman dan berkualitas bagi awak kapal dan penumpangnya.

b. DS18B20

Sebagai sensor suhu dan kelembapan yang dirancang khusus untuk penggunaan pada *box gandrums*, perangkat ini memiliki tujuan untuk memberikan pembacaan suhu dan kelembapan yang akurat. Dengan teknologi yang dimilikinya, sensor ini mampu memberikan informasi yang tepat dan dapat diandalkan, sehingga memastikan kondisi suhu optimal untuk penyimpanan makanan agar tetap segar.

c. ESP32

Mikrokontroler yang dirancang khusus untuk proyek *Internet of Things (IoT)* memiliki fitur utama yang mencakup kemampuan koneksi *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, yang sangat berguna untuk memudahkan pembuatan sistem *IoT* yang membutuhkan koneksi nirkabel. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai sistem utama dan juga sebagai pemroses untuk pengiriman data ke logger *Google Sheet*.

d. Peltier

Sebagai perangkat termoelektrik, Peltier memanfaatkan efek termoelektrik untuk menciptakan perbedaan suhu saat arus listrik dialirkan melalui dua konduktor yang memiliki suhu berbeda. Modul Peltier terdiri dari dua pelat semikonduktor yang, ketika diberi arus listrik, dapat berfungsi sebagai pemanas atau pendingin.

Rencana Pengujian

Rencana pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem kontrol suhu pada sistem pendingin ruangan, dengan tujuan memastikan pemeliharaan suhu yang efisien sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Rencana pengujian akan meliputi pengujian *hardware* dan pengujian sistem. Pengujian *hardware* akan mencakup pengujian rangkaian sensor suhu serta pengujian setiap komponen yang ada.

Setiap komponen akan melalui proses pengujian terlebih dahulu. Pengujian sistem kontrol suhu mesin pendingin ruangan ini akan dilaksanakan dengan mengubah nilai K_p , K_i , K_d di setiap pengujiannya. Tujuannya adalah untuk memahami bagaimana sistem PID merespon dan bekerja dalam berbagai situasi uji yang dihadapi. Proses ini akan memberikan wawasan mendalam terkait kinerja sistem di bawah variasi kondisi, termasuk perubahan suhu eksternal, beban maksimum, dan skenario gangguan seperti pemadaman listrik atau kegagalan komponen. Hasil dari setiap pengujian akan dicatat dan dianalisis secara terinci untuk memperoleh pemahaman yang holistik tentang kinerja sistem monitoring kontrol suhu menggunakan PID.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uji Coba Produk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan membuktikan apakah masing-masing komponen pada kondisi normal dapat bekerja dengan baik atau tidak. Komponen yang beroperasi dengan baik dapat menghasilkan data yang *valid* bagi penulis sebagai data penelitian. Data penelitian ini selanjutnya diolah dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat. Berikut ini pengujian setiap komponennya dan pengujian keseluruhan.

1. Uji Coba Peltier

Pengujian Peltier untuk pendingin makanan digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sistem pendingin termoelektrik dalam menjaga suhu makanan pada tingkat yang aman. Dengan demikian, pengujian ini penting untuk memastikan bahwa pendingin makanan menggunakan teknologi peltier dapat menjaga makanan tetap segar dan aman untuk dikonsumsi. Berikut adalah gambar sebelum dan sesudah peltier dinyalakan.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 5. Peltier Sebelum Diberi Tegangan



Sumber: Dokumen Pribadi

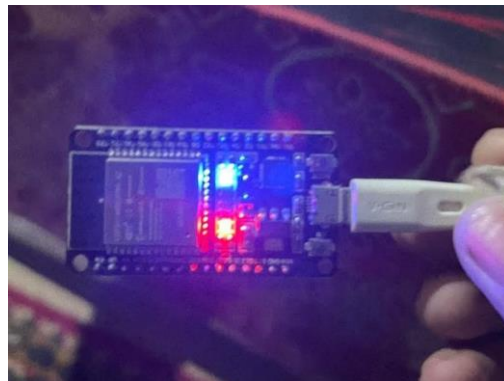
Gambar 6. Peltier Setelah Diberi Tegangan

Pada Gambar 6 terlihat peltier mengeluarkan bunga es setelah diberi tegangan listrik, membuktikan bahwa uji coba peltier tersebut berjalan dengan lancar. Hasil ini menunjukkan bahwa prinsip pendinginan termoelektrik yang digunakan dalam peltier berfungsi efektif, menghasilkan pembuangan panas yang cukup untuk membekukan air menjadi es.

2. Uji Coba ESP32

Pengujian ESP32 ini bertujuan untuk memastikan bahwa perangkat tersebut dapat beroperasi secara efisien, konsisten, dan akurat dalam mengolah data, mentransmisikan informasi, serta berinteraksi dengan suhupada ruangan. Hal ini juga mencakup verifikasi terhadap semua fitur dan fungsionalitas yang diimplementasikan tanpa adanya bug atau masalah yang mengganggu kinerja sistem secara keseluruhan.

Selain itu, integrasi perangkat dalam sistem yang lebih besar, seperti IoT atau sistem otomatisasi, juga menjadi fokus dalam pengujian ini.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 7. ESP32

Pada Gambar 7 terlihat bahwa lampu indikator ESP32 menyala setelah diberi tegangan 12V, memberikan bukti yang kuat bahwa ESP32 berfungsi dengan baik. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mikrokontroler ESP32 mampu merespons dengan benar terhadap tegangan yang diberikan, memastikan mesin berjalan dengan stabil dan konsisten sesuai dengan kebutuhan.

3. Uji Coba DS18B20

Pengujian DS18B20 bertujuan untuk mengukur tingkat suhu secara akurat pada suhu ruangan pendingin dengan tujuan memberikan data yang diperlukan untuk memantau kondisi suhu dalam ruangan tersebut. Pengujian ini menggunakan es batu untuk memastikan bahwa sistem pendingin beroperasi efisien sesuai dengan parameter yang ditetapkan, serta memberikan pemantauan yang akurat terhadap fluktuasi suhu dalam ruangan.

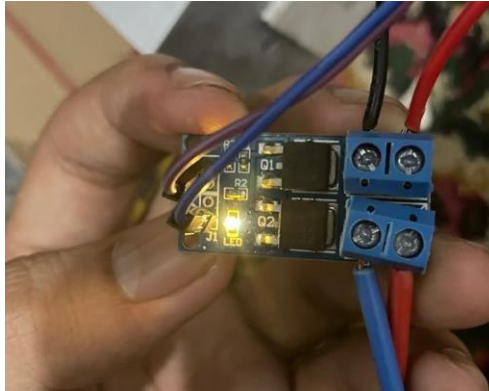


Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 8. DS18b20

4. Uji Coba *Pulse Width Modulation (PWM)*

Pengujian ini berfungsi untuk mengatur arus listrik dengan cara mengubah arus yang lewat pada PWM tersebut. Proses pengujian ini esensial untuk mengontrol arus dan suhu pada peltier tersebut, memastikan bahwa perangkat bekerja sesuai dengan parameter yang diinginkan dan memenuhi kebutuhan aplikasi secara optimal. Selain itu, pengujian ini juga penting untuk mengevaluasi stabilitas operasi perangkat dalam berbagai kondisi lingkungan dan beban kerja yang berbeda.



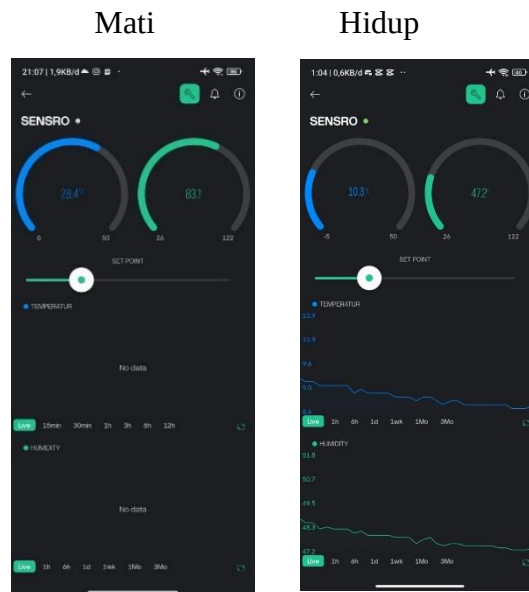
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 9. *Mosfet Driver*

Pada Gambar 9 terlihat bahwa *mosfet* beroperasi dengan lancar. Hal ini mengindikasikan bahwa *mosfet* menjalankan fungsinya dengan efisien, dapat dibuktikan dengan lampu indikator *mosfet* menyala.

5. Uji Coba Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk memantau suhu pada ruangan gandrung dan kecocokan aplikasi dengan platform Blynk. Dengan melakukan pengujian, kami dapat mengevaluasi apakah fitur-fitur yang diimplementasikan berfungsi dengan baik, apakah aplikasi responsif, dan apakah ada potensi masalah atau bug yang perlu diperbaiki sebelum diluncurkan secara resmi.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 10. Blynk

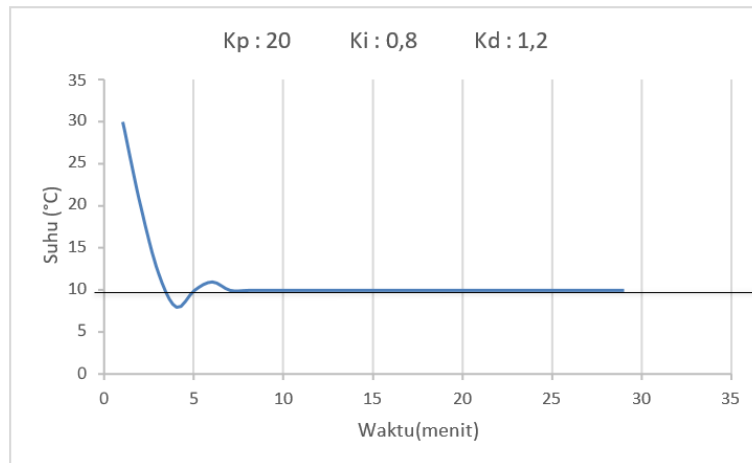
Pada Gambar 10, ketika Blynk belum diaktifkan, maka data tersebut tidak ada dan menampilkan suhu normal pada ruangan tersebut. Namun, ketika Blynk diaktifkan, aplikasi tersebut menampilkan beberapa data suhu yang telah didapatkan. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan data terkait suhu di Blynk berkaitan erat dengan aktivasi aplikasi tersebut, di mana tanpa aktivasi, informasi suhu tidak dapat diakses atau ditampilkan.

Penyajian Data

Pengambilan data ini dilakukan di ruangan tertutup setiap 30 menit pada hari Jumat 24 Mei 2024 untuk mengetahui suhu agar tetap stabil sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan. Hal ini merupakan bagian dari upaya kami untuk memastikan kondisi ruangan makanan yang optimal untuk proses penulis.

1) Pengambilan Data Pertama ($K_p : 20$ $K_i : 0,8$ $K_d : 1,2$)

Pada saat pengujian, peneliti memberikan data dimulai dengan suhu normal ruangan lalu dilanjutkan menyalakan alat tersebut. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 11.



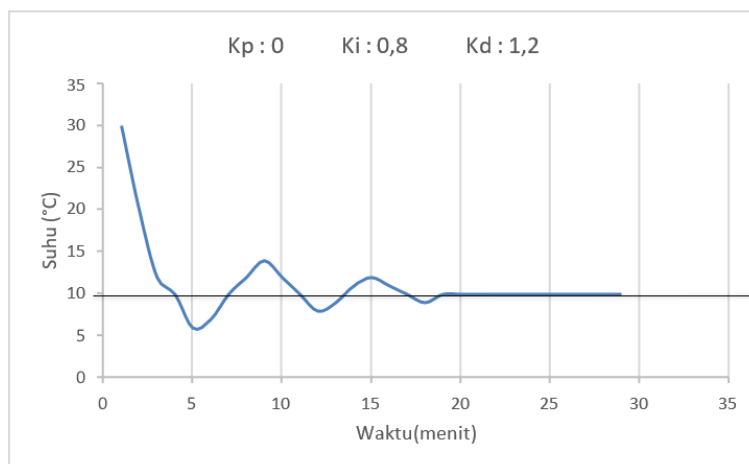
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 11. Grafik Data Pertama

Pada Gambar Grafik 11 ini menunjukkan bagaimana suhu berubah seiring waktu ketika parameter PID diatur dengan nilai tersebut. Pada awal waktu (0 menit), suhu mulai di atas 30°C dan kemudian turun dengan cepat mendekati 10°C dalam beberapa menit pertama. Grafik ini menunjukkan karakteristik sistem kontrol PID yang berhasil menstabilkan suhu pada nilai target setelah beberapa dan kemudian stabil pada nilai yang diinginkan. Rata-rata dari jumlah data dapat dilihat di lampiran.

2) Pengambilan Data Kedua ($K_p : 0$ $K_i : 0,8$ $K_d : 1,2$)

Pengambilan data kedua dilakukan pada menit berikutnya dengan suhu yang telah dilanjutkan pada suhu sebelumnya. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



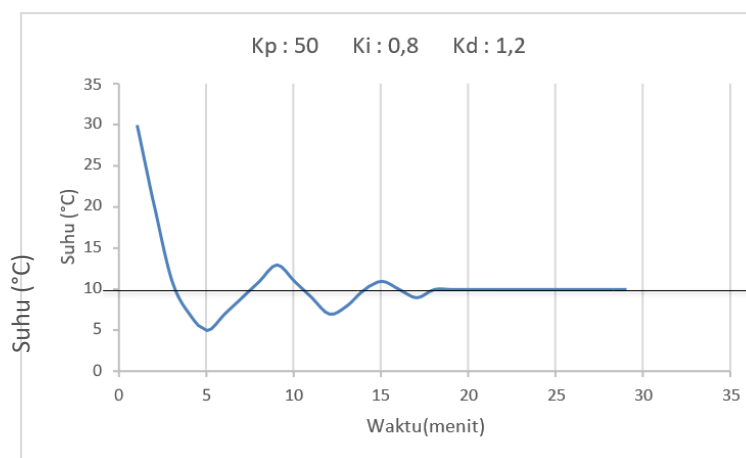
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 12. Grafik Data Kedua

Pada Gambar Grafik 13 berbeda dengan grafik sebelumnya yang memiliki K_p sebesar 20, grafik ini memiliki K_p sebesar 0, yang berarti komponen proporsional tidak berkontribusi dalam respon sistem. Karakteristik utama yang dapat diperhatikan dari grafik ini adalah adanya osilasi yang lebih banyak dibandingkan dengan grafik sebelumnya yang memiliki K_p 20. Ini menunjukkan bahwa tanpa kontribusi dari komponen proporsional ($K_p = 0$), sistem lebih sulit untuk mencapai stabilitas dengan cepat, meskipun akhirnya stabil.

3) Pengambilan Data Ketiga ($K_p : 50$ $K_i : 0,8$ $K_d : 1,2$)

Pengambilan data ketiga dilakukan setelah pengambilan data kedua. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



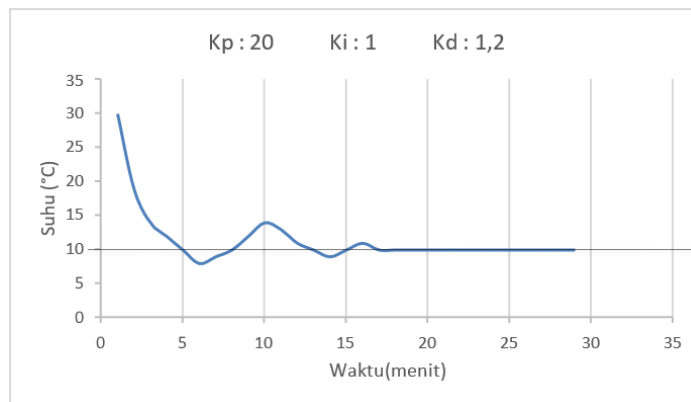
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 13. Grafik Data Ketiga

Pada Gambar Grafik 13 dengan nilai K_p sebesar 50, kontribusi proporsional sangat besar, menyebabkan respon awal yang cepat namun juga memperbesar osilasi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem bereaksi dengan cepat terhadap perubahan awal, nilai K_p yang tinggi menyebabkan osilasi yang lebih banyak sebelum akhirnya mencapai stabilitas. Komponen integral (K_i) dan derivatif (K_d) membantu mengurangi osilasi dan membawa sistem menuju stabilitas, meskipun pengaruh K_p yang tinggi masih dominan dalam menentukan karakteristik respon awal.

4) Pengambilan Data Keempat ($K_p : 20$ $K_i : 1$ $K_d : 1,2$)

Pengambilan data keempat dilakukan setelah pengambilan data ketiga. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.

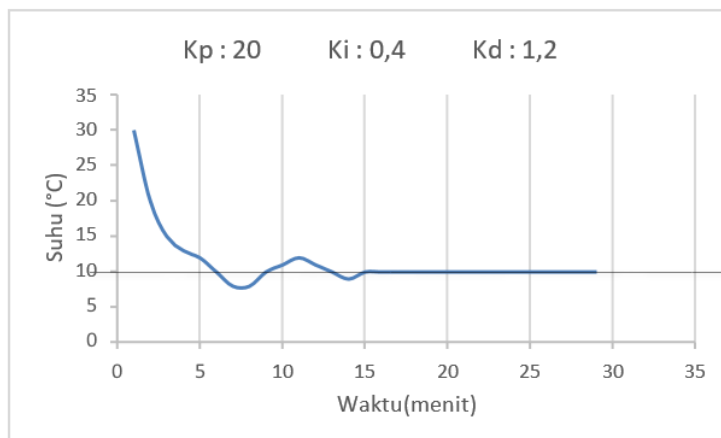


Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 14. Grafik Data Keempat

Pada Gambar Grafik 14 pada awal waktu, suhu mulai tinggi sekitar 30°C. Suhu kemudian turun dengan cepat, menunjukkan adanya aksi kontrol proporsional yang signifikan. Setelah mencapai titik terendah, suhu berosilasi (naik dan turun) beberapa kali sebelum akhirnya stabil. Ini menunjukkan adanya efek dari komponen derivatif dan integral. Setelah beberapa waktu, suhu stabil pada sekitar 10°C, menunjukkan bahwa sistem mencapai titik setel atau *setpoint*.

5) Pengambilan Data Kelima ($K_p : 20$ $K_i : 0,4$ $K_d : 1,2$)



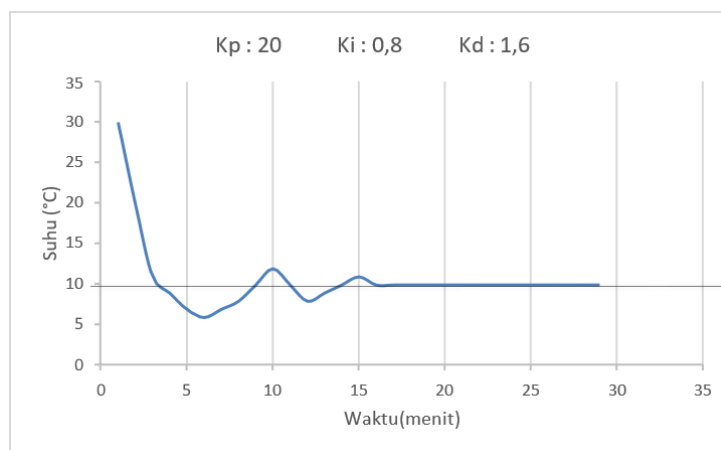
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 15. Grafik Data Kelima

Pada Gambar Grafik 15 ini menunjukkan bagaimana suhu berubah seiring waktu ketika parameter PID diatur dengan nilai K_p : 20, K_i : 0,4, dan K_d : 1,2. Pada awal waktu (0 menit), suhu mulai di atas 30°C dan kemudian turun dengan cepat mendekati 10°C dalam beberapa menit pertama. Grafik ini menunjukkan karakteristik sistem kontrol PID yang berhasil menstabilkan suhu pada nilai target setelah beberapa osilasi kecil dan kemudian stabil pada nilai yang diinginkan sekitar 10°C , walaupun tidak secepat pada pengambilan data pertama. Rata-rata dari jumlah data dapat dilihat di lampiran.

6) Pengambilan Data Keenam (K_p : 20 K_i : 0,8 K_d : 1,6)

Pengambilan data keenam dilakukan setelah pengambilan data kelima. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 16.



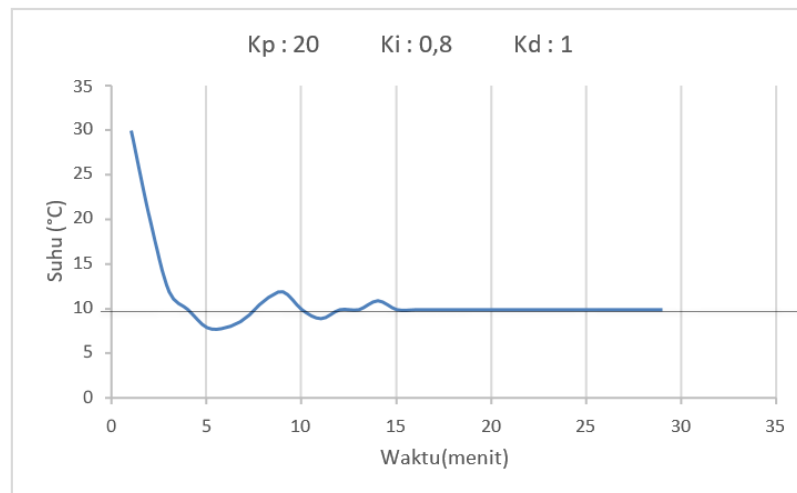
Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 16. Grafik Data Keenam

Pada Gambar Grafik 16 ini menggambarkan bagaimana parameter PID bekerja sama untuk mencapai dan mempertahankan suhu pada nilai yang diinginkan dengan cepat dan dengan beberapa osilasi sebelum stabil. Parameter sistem PID dapat di analisis dengan nilai K_p : 20 menyebabkan sistem merespons dengan cepat terhadap perubahan suhu, K_i : 0,8 membantu mengurangi kesalahan steady-state dengan komponen integral yang lebih signifikan dibandingkan grafik sebelumnya, sehingga terdapat osilasi yang lebih terlihat. K_d : 1,6 menambahkan efek redaman yang lebih besar untuk mengurangi osilasi, membantu sistem untuk lebih cepat stabil. Rata-rata dari jumlah data dapat dilihat di lampiran.

7) Pengambilan Data Ketujuh ($K_p : 20$ $K_i : 0,8$ $K_d : 1$)

Pengambilan data ketujuh dilakukan setelah pengambilan data keenam. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 17.



Sumber: Dokumen Pribadi

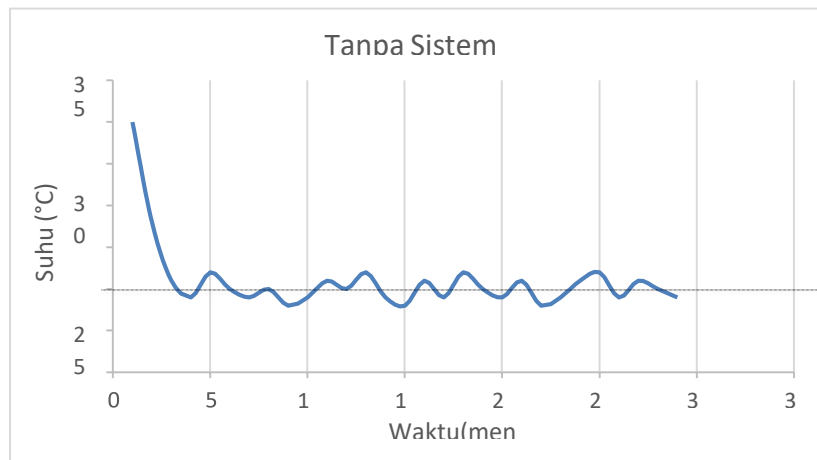
Gambar 17. Grafik Data Ketujuh

Pada Gambar Grafik 17 tersebut menunjukkan hubungan antara suhu dan waktu (dalam menit) pada suatu sistem pengendalian suhu dengan parameter PID dengan awal pada menit 0-1 menit, suhu awalnya tinggi (sekitar 30°C), kemudian turun drastis dalam waktu kurang dari 1 menit. Penurunan Awal (1-5 menit): Suhu turun di bawah *setpoint* (sekitar 10°C) dan mencapai titik terendah sekitar 5°C. Fluktuasi (5-15 menit): Suhu berosilasi naik turun beberapa kali di sekitar *setpoint* sebelum akhirnya stabil. Stabilisasi (15-30 menit): Suhu mendekati dan akhirnya stabil pada *setpoint* (sekitar 10°C) setelah beberapa osilasi.

Grafik ini menunjukkan respons sistem pengendalian suhu PID terhadap suatu perubahan suhu awal yang besar. Parameter PID yang digunakan tampak menghasilkan respons cepat dengan beberapa osilasi sebelum suhu stabil pada *setpoint* yang diinginkan walaupun tidak secepat pada percobaan pertama.

8) Pengambilan Data Kedelapan (Tanpa Sistem PID)

Pengambilan data kedelapan dilakukan setelah pengambilan data ketujuh. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 18.



Sumber: Dokumen Pribadi

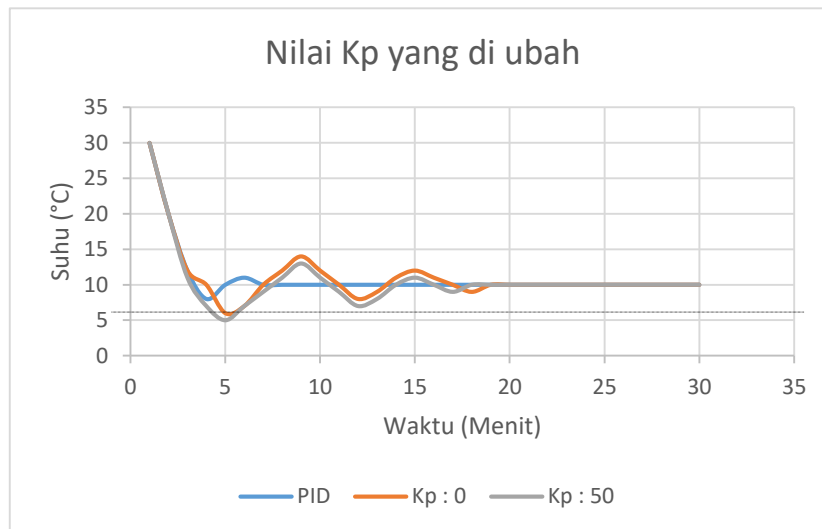
Gambar 18. Grafik Data Kedelapan

Pada Grafik Gambar 18 tersebut suhu pada penelitian tersebut telah sesuai *setpoint* tanpa menggunakan sistem PID, akan tetapi suhu yang di tampilkan tidak selalu menunjukkan *setpoint*. Jumlah data tersebut dapat dilihat di lampiran.

Analisis Data

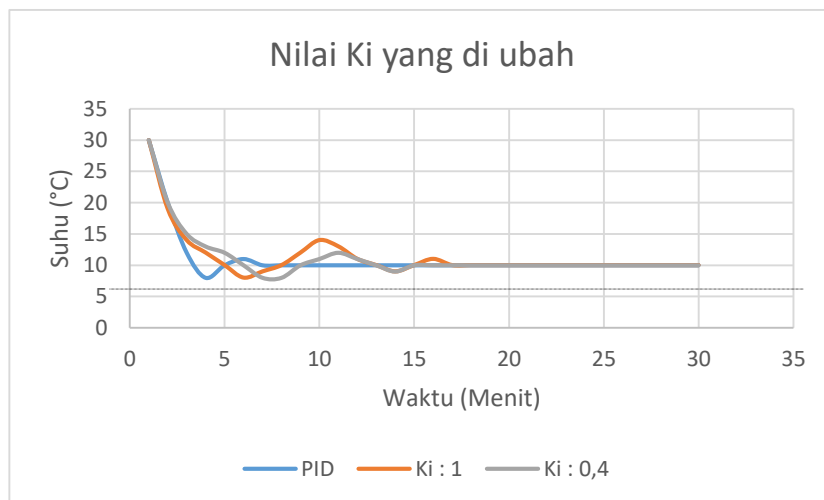
Analisis data penting untuk mengevaluasi performa sistem PID dalam menjaga suhu konsisten di ruangan mesin pendingin. Dengan menganalisis data suhu secara detail, kita dapat memahami pola fluktuasi dan respons sistem PID terhadap perubahan. Hasil analisis ini membantu mengevaluasi efektivitas kontrol suhu dan memungkinkan penyesuaian untuk meningkatkan kinerja sistem.

Selama penelitian dapat di analisa bahwa ada beberapa faktor nilai K_p , K_i , K_d yang berpengaruh. Dapat dilihat grafik pada Gambar 19 sd Gambar 21.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 19. Grafik Perubahan Kp

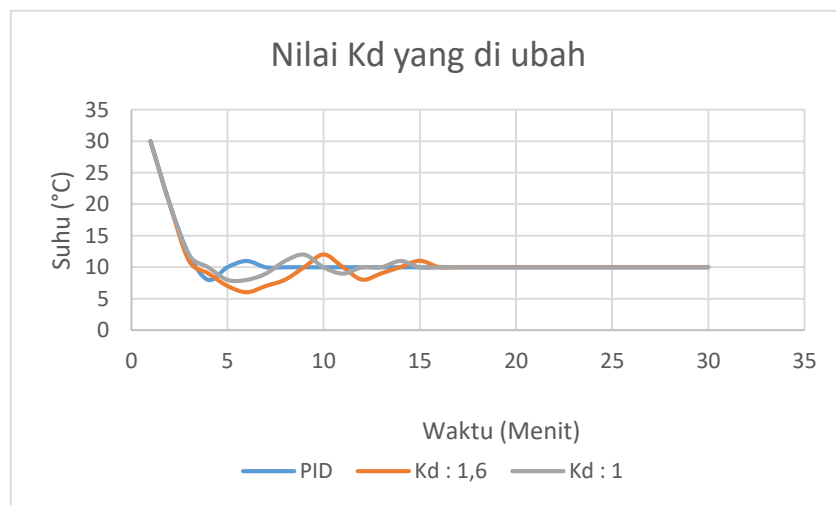


Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 20. Grafik Perubahan Ki

Analisa perubahan Kp terlihat bahwa Kp 0 memiliki respon lebih lambat untuk mencapai *setpoint* daripada menggunakan Kp 20. Begitu juga dengan Kp 50 yang memiliki respon lebih cepat untuk mencapai *setpoint* daripada PID Kp 20. Tetapi memperlambat sistem untuk mencapai kondisi *steady state* dimana Kp 0 memerlukan waktu 19 menit untuk mencapai kondisi *steadystate* dan memiliki osilasi yang lebih besar sedangkan menaikkan menjadi Kp 50 memerlukan waktu 18 menit untuk mencapai *steadystate*. Kp 0 terlalu rendah sehingga membuat sistem lambat dalam merespons, sedangkan Kp 50 terlalu tinggi sehingga dapat menyebabkan osilasi yang signifikan dan potensi ketidakstabilan sebelum sistem mencapai *steadystate*.

Analisa perubahan K_i terlihat perbandingan K_i 1 K_i 0,8 dan K_i 0,4 yang memiliki perbedaan pada *rise-time*. Dengan K_i yang lebih tinggi kontrol integral lebih dominan, yang menyebabkan osilasi lebih besar daripada K_i yang lain. Tetapi memperlambat sistem untuk mencapai kondisi *steadystate* dimana K_i 0,4 memiliki respon lebih lambat untuk mencapai *steadystate* daripada respon K_i 0,8 dengan waktu 15 menit. Sedangkan menaikkan nilai K_i 1 membutuhkan waktu 17 menit untuk mencapai *steadystate*. Ketiga nilai tersebut memiliki perbedaan pada penurunan suhu pada saat akan menuju *setpoint*, dimana K_i 1 yang lebih tinggi dari K_i 0,8 memiliki penurunan lebih cepat daripada K_i 0,4.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 21. Grafik Perubahan Kd

Analisa perubahan K_d terlihat bahwa dengan nilai K_d 1,6 yang lebih tinggi daripada K_d 1,2, efek *derivative* berfungsi untuk mengurangi osilasi pada penurunan tersebut. Tetapi memperlambat sistem untuk mencapai kondisi *steadystate* dimana K_d 1,6 membutuhkan waktu 14 menit untuk mencapai *setpoint*. Sedangkan menurunkan K_d 1 memiliki respon lebih lambat daripada K_d 1,2 untuk mencapai *setpoint*. Secara keseluruhan, nilai K_d yang lebih tinggi dapat menyebabkan osilasi terlalu besar, sedangkan nilai K_d terlalu rendah dapat menyebabkan osilasi menjadi rendah.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian berjudul “Perancangan Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis PID Menggunakan Blynk Pada Gandrum Di Kapal” serta melakukan analisis data pengujian alat tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a) Prototipe sistem kontrol gandrum berbasis IoT berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu mengintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 dan dapat menjalankan mesin tersebut dengan baik.
- b) Metode PID terbukti efektif dalam mengoptimalkan kontrol suhu pada sistem gandrum, yang berdampak signifikan pada peningkatan efisiensi operasional. Dengan penyesuaian parameter PID yang tepat, sistem mampu mencapai suhu target lebih cepat dan dengan penggunaan energi yang lebih sedikit dibandingkan metode kontrol konvensional.
- c) Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi *IoT* melalui platform Blynk, sehingga pengguna dapat mengontrol dan memonitoring gandrum dari jarak jauh menggunakan perangkat seluler secara lan.

Saran

Berdasarkan perancangan pengembangan dan pengujian “Perancangan Sistem Kontrol Jarak Jauh Berbasis Pid Menggunakan Blynk Pada Gandrum Di Kapal” yang telah dilakukan, peneliti memahami bahwa menemukan banyak kekurangan. Maka saran yang dilakukan untuk penelitian selanjutnya dan dikembangkan di masa yang akan datang adalah sebagai berikut:

- a) Melakukan eksperimen pengambilan data menggunakan K_p , K_i , K_d lebih banyak.
- b) Menggunakan *heatsink* yang lebih tipis pada sisi dingin peltier agar penyebaran dingin pada ruangan lebih maksimal.
- c) Penelitian metode optimasi dan adaptif untuk menemukan parameter PID yang optimal dan mempelajari integrasi PID dengan metode kontrol lain untuk meningkatkan performa sistem tersebut.

REFERENSI

- Al-Amin, I. M., Subarwanti, Y., & Rikarda, W. A. (2024). Design of short circuit detection and destruction equipment for electronic components and circuits. *IJAR*, 55-66. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Artha, D. A., & Habibullah. (2022). Perancangan generator thermoelectric untuk charger smartphone menggunakan Peltier. *JTEIN*, 288-297. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. (2019). Using the ESP32 microcontroller for data. *IEEE*, 1-6. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Baharsah, R. B., Purba, A. B., Mulyana, J., & Grahana, C. I. (2023). Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk smart green house berbasis web server dan Android controller. *JIPAKIF NUSANTARA*, 45-54. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Dandy, M., & Andraini, L. (2022). Pemanfaatan IoT pada smart city. *Portal Data*, 1-10. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Rachmawan, A., & Muharom, S. (2021). Implementasi metode PID pada pendingin ruang panel inverter. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 385-392. Diakses pada 14 Januari 2024.
- Rahman, M. (2021). Analisa sistem pengering padi otomatis berbasis sensor suhu DS18B20. *SinarFE7*, 7-4. Diakses pada 14 Januari 2024.
- Rahmatullah, W. (2014). Rancang bangun data logger berbasis sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban habitat satwa herpetofauna secara real-time. *ANZDOC*, 1-42. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Ratnawuri, T., & Farida, N. (2019). Pengembangan entrepreneurship melalui pelatihan. *JMM*, 156-163. Diakses pada 14 Januari 2024.
- Rizal, M. R. (2018). Rancang bangun cooling box menggunakan Peltier dan Arduino Uno untuk delivery. *UMSURABAYA Repository*, 7-41. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Setiawan, D., Jaya, H., Nurarif, S., Syahputra, T., & Syafnur, M. S. (2022). Implementasi ESP32-CAM dan Blynk pada WiFi door lock. *Journal of Science and Social Research*, 159-164. Diakses pada 14 Januari 2024.
- Sulistiyorini, T., Sofi, N., & Sova, E. (2022). Pemanfaatan NodeMCU ESP8266 berbasis Android (Blynk) sebagai alat mematikan dan menghidupkan lampu. *JUIT*, 40-53. Diakses pada 6 Januari 2024.
- Tongkeles, S. I. (2016). Perancangan alat pendingin ruangan dengan. *Repository*, 1-43. Diakses pada 14 Januari 2024.
- Yusfi, M., Putra, W., & Derisma. (2015). Rancang bangun sistem kontrol temperatur untuk proses. *SIMETRIS*, 194-203. Diakses pada 6 Januari 2024.