

**Manajemen Pengondisian Suhu Ruangan Berdasarkan Beban
Termal Menggunakan Sensor *Thermopile Infrared Array***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

oleh
Muhammad Firza Erliansyah
220441038



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Manajemen Pengondisian Suhu Ruangan Berdasarkan Beban Termal Menggunakan Sensor *Thermopile Infrared Array*

Oleh:

Muhammad Firza Erliansyah

220441038

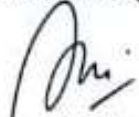
Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 12 Juli, 2024

Disetujui,

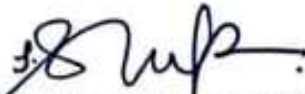
Pembimbing I,



Nuryanti, S.T., M.Sc.

NIP. 197604262009122002

Pembimbing II,



Dr. Suetvo Bagas Bhaskoro, S.T., M.T.

NIP. 198706222015041002

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.

NIP. 196807021997021001

Penguji II,



Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng.

NIP. 196810301995121001

Penguji III,



Anggraeni Mulvadewi, S.Si., M.T.

NIP. 199612172024062002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

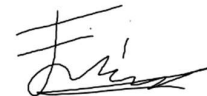
Nama : Muhammad Firza Erliansyah
NIM : 220441038
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Manajemen Pengondisian Suhu Ruangan
Berdasarkan Beban Termal Menggunakan
Sensor *Thermopile Infrared Array*

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 07 – 2024
Yang Menyatakan,



(Muhammad Firza Erliansyah)
NIM. 220441038

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

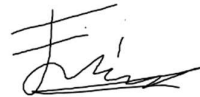
Nama : Muhammad Firza Erliansyah
NIM : 220441038
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Manajemen Pengondisian Suhu Ruangan
Berdasarkan Beban Termal Menggunakan
Sensor *Thermopile Infrared Array*

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 15 – 07 – 2024
Yang Menyatakan,



(Muhammad Firza Erliansyah)
NIM. 220441038

MOTO PRIBADI

"Harimau dan singa mungkin lebih kuat, tapi serigala tidak tampil di sirkus.
Karena harga diri serigala tidak bisa ditaklukan"

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri, kedua orang tua saya tercinta, adik saya tersayang, rekan-rekan saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan. Semoga Tuhan senantiasa mengelilingi kita dengan hal-hal yang baik dan juga benar.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Manajemen Pengondisian Suhu Ruangan Berdasarkan Beban Termal Menggunakan Sensor *Thermopile Infrared Array*”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc. dan Bapak Dr. Susetyo Bagas Bhaskoro, S.T., M.T.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr.Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc., Bapak Ir. Bolo Dwiartomo, M.Eng., dan Ibu Anggraeni Mulyadewi, S.Si., M.T.
6. Panitia tugas akhir Rizqi Aji Pratama, M.Pd. d.k.k.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Eva Herlina S.Pd. dan Bapak Aep Syahbudin Alm. yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak dan adik saya yang telah mendukung dan membantu setiap kondisi yang penulis hadapi.
9. Terkhusus kepada Muhammad Abiyyu Farhan dan seluruh teman teman AE yang selalu memberikan masukan dan saran sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini
10. Kepada Maldiva Hafiza Anjarika Suhendar S.Si. yang selalu memberikan motivasi dan mendukung dalam segala kondisi.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Untuk mencapai efisiensi energi, diperlukan pengurangan penggunaan AC yang tidak efisien, yang menyebabkan konsumsi energi tinggi dan emisi karbon signifikan. Solusi otomatisasi dapat mengurangi pemborosan energi saat ruangan tidak digunakan, sambil menjaga kenyamanan lingkungan yang penting untuk kesejahteraan dan produktivitas. Sistem otomatisasi berbasis kamera termal AMG8833 dengan resolusi 8x8 piksel dikembangkan untuk mendeteksi kondisi ruangan secara efisien. Kamera ini berfungsi sebagai sensor yang mengambil data termal di dalam ruangan, memberikan perspektif komprehensif terhadap perubahan dan identifikasi beban termal. Sistem ini telah berhasil mengidentifikasi beban termal dengan akurasi tinggi. ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengolah data dari kamera termal dan mengubah *set point* suhu ruangan menggunakan IR Transmitter. Pengaturan suhu dilakukan dengan mengatur fan AC berdasarkan hukum konveksi, sehingga distribusi udara lebih efektif dan efisien. Keunggulan lain dari sistem ini adalah adanya antarmuka dan LCD yang memungkinkan pemantauan perubahan kondisi ruangan secara real-time, serta kemampuan untuk mengubah suhu secara langsung. Hasil pengujian secara keseluruhan ialah sistem ini berhasil mengubah suhu menjadi optimal sebagai hasil outputnya seperti *fan low, medium, dan high* dengan suhu 26°C. Ini mengoptimalkan kenyamanan termal dengan menyesuaikan suhu sesuai beban termal. Dengan demikian, suhu ruangan akan disesuaikan untuk mencapai kenyamanan optimal dan efisiensi energi dengan penghematan daya selama pengujian sebesar 0.365 kWh. sistem ini tidak hanya mengurangi konsumsi daya dan emisi karbon, tetapi juga meningkatkan kenyamanan dan produktivitas penghuni ruangan.

Kata kunci: AMG8833, *Air Conditioner, Body Temperature Sensing, Kamera Termal, Thermal Load*

ABSTRACT

To achieve energy efficiency, it is necessary to reduce the use of inefficient AC systems, which lead to high energy consumption and significant carbon emissions. Automation solutions can cut energy waste when a room is unoccupied while maintaining an environment conducive to well-being and productivity. An automation system based on the AMG8833 thermal camera with an 8x8 pixel resolution has been developed to efficiently detect room conditions. This camera acts as a sensor that captures thermal data within the room, providing a comprehensive view of changes and identifying thermal loads. The system has successfully identified thermal loads with high accuracy. The ESP32 is used as a microcontroller to process data from the thermal camera and adjust the room temperature set point using an IR Transmitter. Temperature control is achieved by adjusting the AC fan speed based on convection laws, resulting in more effective and efficient air distribution. Another advantage of this system is the inclusion of an interface and LCD, allowing real-time monitoring of room conditions and direct temperature adjustments. Overall testing results show that the system successfully optimized the temperature, producing outputs such as low, medium, and high fan speeds at 26°C. This optimizes thermal comfort by adjusting the temperature according to thermal loads. Consequently, the room temperature is adjusted to achieve optimal comfort and energy efficiency, with power savings of 0.365 kWh during testing. This system not only reduces power consumption and carbon emissions but also enhances the comfort and productivity of room occupants.

Keywords: AMG8833, Air Conditioner, Body Temperature Sensing, Thermal Camera, Thermal Load.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-4
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Sistem Refrigerasi	II-1
II.1.2 Komponen <i>Air Conditioner</i>	II-2
II.1.3 Kenyamanan Termal	II-4
II.1.4 Beban Termal	II-5
II.1.5 Integrasi <i>Thermopile</i>	II-8
II.1.6 Efisiensi Daya AC	II-9
II.2 Tinjauan Alat.....	II-9
II.2.1 Sensor AMG8833	II-9

II.2.2 I2C	II-11
II.2.3 LCD	II-11
II.2.4 <i>Infrared Reciver</i>	II-12
II.2.5 <i>Infrared Transmitter</i>	II-13
II.2.6 SPI OLED.....	II-14
II.2.7 ESP32	II-15
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-16
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....	III-1
III.1 Gambaran Umum Sistem	III-2
III.2 Perancangan Umum Sistem	III-3
III.3 Perancangan Implementasi sistem	III-4
III.4 Perhitungan Perbedaan Suhu.....	III-5
III.5 Perancangan Sistem Perangkat Lunak	III-8
III.6 Perancangan <i>Image Processing</i>	III-10
III.7 Perancangan <i>Box Hardware</i>	III-10
III.8 Perancangan Antar Muka.....	III-11
III.9 <i>Decode IR</i>	III-12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1. Hasil Decode IR	IV-1
IV. 2. Pengujian Pengiriman IR	IV-4
IV. 3. Pengujian Akurasi Jarak AMG8833	IV-5
IV. 4. Pengujian Akurasi AMG8833.....	IV-8
IV. 5. Pengujian Persebaran Panas.....	IV-10
IV. 5. 1. Persebaran Panas Alat Elektronik.....	IV-11
IV. 5. 2. Persebaran Panas Manusia.....	IV-12
IV. 5. 3. Pembahasan Hasil Persebaran Panas	IV-19
IV.6. Pengujian Alat Keseluruhan.....	IV-20

IV.7. Pengujian Daya AC.....	IV-26
IV.7. 1. Pengujian Daya AC Tanpa AMG8833	IV-27
IV.7. 2. Pengujian Daya AC Dengan AMG8833	IV-28
IV.7. 3. Hasil Pengujian Daya AC	IV-30
BAB V PENUTUP	V-1
I.1 Kesimpulan	V-1
I.2 Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA	xvii
LAMPIRAN.....	xxii

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1. Penggunaan daya AC.....	I-1
Tabel II. 1. Batas kenyamanan termal.....	II-4
Tabel II. 2. Kenaikan kapasitas beban pendingin dan kelembaban udara	II-6
Tabel II. 3. Akurasi pengukuran AMG8833	II-8
Tabel II. 4. Perhitungan penggunaan energi air conditioner dalam satu jam.....	II-9
Tabel II. 5. Perbandingan Arduino Uno, ESP8266, & ESP32.....	II-16
Tabel II. 6. Penelitian terdahulu.....	II-17
Tabel III. 1. Perhitungan nilai BTU/h tiap orang.....	III-6
Tabel III. 2. Perhitungan nilai CMF tiap orang.....	III-7
Tabel III. 3. Range nilai CMF.....	III-7
Tabel III. 4. Kecepatan fan yang dibutuhkan tiap orang.....	III-7
Tabel IV. 1. Hasil decode IR remot AC.....	IV-2
Tabel IV. 2. Pengujian pengontrolan IR	IV-5
Tabel IV. 3. Suhu thermogun.....	IV-6
Tabel IV. 4. Pengujian karakteristik suhu dan jarak AMG8833	IV-7
Tabel IV. 5. Hasil pengujian AMG8833 dan termometer.....	IV-9
Tabel IV. 6. Hasil persebaran panas solder.....	IV-11
Tabel IV. 7. Hasil persebaran panas 1 orang	IV-13
Tabel IV. 8. Hasil persebaran panas 2 orang	IV-14
Tabel IV. 9. Hasil persebaran panas 3 orang	IV-15
Tabel IV. 10. Hasil persebaran panas 4 orang	IV-16
Tabel IV. 11. Hasil persebaran panas 5 orang	IV-18
Tabel IV. 12. Hasil persebaran panas keseluruhan	IV-19
Tabel IV. 13. Range titik panas.....	IV-19
Tabel IV. 14. Hasil pengujian sistem keseluruhan.....	IV-26

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. Sistem refrigerasi.....	II-1
Gambar II. 2. Pengelompokan pembebanan pendinginan	II-5
Gambar II. 3. Sessor AMG8833	II-10
Gambar II. 4. Dimensi sensor AMG8833	II-10
Gambar II. 5. Piksel sensor	II-10
Gambar II. 6. Bukaan sudut pengambilan citra gambar.....	II-11
Gambar II. 7. Modul I2C.....	II-11
Gambar II. 8. LCD 2 x 16	II-11
Gambar II. 9. Infrared reciver	II-12
Gambar II. 10. LED infra merah.....	II-13
Gambar II. 11. SPI OLED.....	II-14
Gambar II. 12. ESP32 dan pin out	II-16
Gambar III. 1. Metode penelitian.....	III-1
Gambar III. 2. Flowchart metode penelitian	III-1
Gambar III. 3. Rancangan umum sistem.....	III-2
Gambar III. 4. Flowchart rancangan umum sistem.....	III-2
Gambar III. 5. Flowchart perancangan sistem umum.....	III-3
Gambar III. 6. Penempatan box hardware	III-4
Gambar III. 7. Jangkauan AMG8833 tampak samping & depan.....	III-4
Gambar III. 8. Flowchart rancangan perangkat lunak.....	III-9
Gambar III. 9. Flowchart image processing.....	III-10
Gambar III. 10. Wiring diagram box hardware.....	III-11
Gambar III. 11. Flowchart antar muka.....	III-11
Gambar III. 12. Flowchart IR decoder	III-12
Gambar III. 13. Wiring diagram IR decoder.....	III-13
Gambar IV. 1. Decode serial monitor	IV-1
Gambar IV. 2. Decode IR remote	IV-1
Gambar IV. 3. Pengambilan Data Suhu Tubuh.....	IV-5
Gambar IV. 4. Pengujian Suhu Dengan Thermometer	IV-6
Gambar IV. 5. Grafik pengetesan karakteristik AMG8833	IV-7

Gambar IV. 6. Pengujian akurasi sensor.....	IV-8
Gambar IV. 7. Konfigurasi pengujian akurasi sensor.....	IV-8
Gambar IV. 8. Pembacaan suhu air.....	IV-9
Gambar IV. 9. Pengujian persebaran panas	IV-10
Gambar IV. 10. Hasil pembacaan termal pada serial monitor	IV-11
Gambar IV. 11. Satu orang dalam ruangan.....	IV-20
Gambar IV. 12. Pembacaan 1 orang dalam ruangan.....	IV-20
Gambar IV. 13. Antar muka 1 orang.....	IV-21
Gambar IV. 14. Dua orang dalam ruangan	IV-21
Gambar IV. 15. Pembacaan 2 orang dalam ruangan.....	IV-21
Gambar IV. 16. Antar muka 2 orang.....	IV-22
Gambar IV. 17. Tiga orang dalam ruangan.....	IV-22
Gambar IV. 18. Pembacaan 3 orang dalam ruangan.....	IV-23
Gambar IV. 19. Antar muka 3 orang.....	IV-23
Gambar IV. 20. Empat orang dalam ruangan	IV-24
Gambar IV. 21. Pembacaan 4 orang dalam ruangan.....	IV-24
Gambar IV. 22. Antar muka 4 orang.....	IV-24
Gambar IV. 23. Lima orang dalam ruangan	IV-25
Gambar IV. 24. Pembacaan 5 orang dalam ruangan.....	IV-25
Gambar IV. 25. Antar muka 5 orang.....	IV-25
Gambar IV. 26. Pemasangan kwh meter.....	IV-26
Gambar IV. 27. Objek pengujian tanpa amg8833.....	IV-27
Gambar IV. 28. Set point AC manual	IV-27
Gambar IV. 29. Hasil pembacaan KWh meter tanpa AMG8833	IV-28
Gambar IV. 30. Objek pengujian dengan AMG8833	IV-28
Gambar IV. 31. Tampilan beban panas AMG8833	IV-29
Gambar IV. 32. Hasil pembacaan KWh meter dengan AMG8833.....	IV-29
Gambar IV. 34. Perbandingan pembacaan KWh AC	IV-30

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Code Pendeteksi Alamat I2c
- Lampiran 2** Code Percobaan Piksel di ESP32
- Lampiran 3** Code Percobaan Interface AMG8833
- Lampiran 4** Code ESP32 Master
- Lampiran 5** Code ESP32 Indikator AC
- Lampiran 6** Dokumentasi Pengujian Pembacaan Suhu Air
- Lampiran 7** Dokumentasi Pengambilan Suhu Tubuh
- Lampiran 8** Pengujian Termal dengan AMG8833
- Lampiran 9** Code ESP32 Slave

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

W = daya dari peralatan listrik/lampu [BTU/jam]

Q = banyaknya kalor yang diterima atau dilepas oleh suatu zat benda tertentu [J]

h = Tinggi [m]

s = sisi [m]

m = massa benda [kg]

c = kalor jenis zat [J/kg⁰C]

ΔT = perubahan suhu [⁰C]

ρ = densitas udara [kg/m³]

v = volume ruangan [m³]

kWh = *kilo watt hour*

CFM = *Cubic Feet per Minute* [satuan aliran udara per menit]

h = koefisien konveksi termal [J s⁻¹ m⁻² K⁻¹].

A = luas permukaan [m²].

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Air conditioner (AC) merupakan alat rekayasa termis dan sangat berdampak pada kenyamanan suhu ruangan, AC sangat sangat dibutuhkan terutama di tengah perubahan iklim yang semakin memanas termasuk di Indonesia. Dalam seabad terakhir, suhu bumi mengalami kenaikan signifikan sekitar $0,8^{\circ}\text{C}$, dan tren ini terus berlanjut. Proyeksi menunjukkan bahwa pada akhir abad ini, suhu global diperkirakan akan meningkat sekitar $1,8-4^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan periode 1980-1999. Kenaikan ini setara dengan $2,5-4,7^{\circ}\text{C}$ jika dibandingkan dengan periode pra-industri[1].

Salah satu contoh banyaknya penggunaan AC seperti yang digunakan pada laboratorium jurusan AE dimana rata rata setiap ruangan laboratorium menggunakan AC. Dengan demikian penggunaan energi AC harus diperhatikan agar penggunaannya tidak berlebihan. Satuan tenaga kuda, yang sering disebut sebagai PK (*Paard Krcht*) atau HP (*horse power*) dalam konteks sistem AC, merujuk pada kapasitas daya kompresor AC, bukan mengindikasikan kapasitas pendinginan AC itu sendiri. Untuk menyatakan kapasitas pendinginan AC, satuan yang digunakan adalah BTU/h (*British Thermal Unit*).

Tabel I. 1. Penggunaan daya AC [2]

Ruangan (m)	Kapasitas AC (PK)	Kapasitas Pendinginan (Btu/Jam)	Daya Listrik (Watt)	Arus Listrik (A)
10	0,50	5000-5500	400-570	1,8-2,6
14	0,75	7000-7500	600-800	2,7-3,6
18	1,00	8500-9000	750-950	3,4-4,3
24	1,50	12000	1100-1300	5,0-5,9
36	2,00	18000	1800-1950	8,2-8,9
48	2,50	24000	2350-2800	13,2

Kebutuhan energi yang besar dapat berdampak pada emisi gas karbon, konsumsi listrik memiliki dampak positif yang signifikan terhadap emisi karbon baik dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Untuk setiap kenaikan persentase dalam konsumsi listrik, emisi karbon meningkat sekitar 0,185 persen dalam jangka panjang. Dalam jangka pendek, efek tertinggal satu periode dari kenaikan

persentase dalam konsumsi listrik menyebabkan emisi karbon meningkat sekitar 0,292 persen pada periode berikutnya. Hasil ini signifikan pada tingkat kepercayaan 5% dan 1% masing-masing. Dengan kata lain, peningkatan konsumsi listrik berkontribusi secara positif terhadap peningkatan emisi karbon, baik dalam jangka waktu yang lebih lama maupun lebih pendek [3].

Dengan demikian maka diperlukan pendingin ruangan yang efisien dengan berpatokan efisiensi penggunaan energi dan kenyamanan termis. Berdasarkan analisis mengenai kenyamanan udara yang melibatkan suhu dan kelembaban, yang diatur oleh Standar ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*) 55-1992 dan ISO 7730, ditemukan bahwa tingkat kenyamanan suhu dapat mencerminkan kepuasan terhadap kondisi termal suatu lingkungan. Secara khusus, terdapat batas-batas kenyamanan di wilayah khatulistiwa, dengan rentang suhu ideal antara 22,5 hingga 29 derajat Celsius. Hal ini menunjukkan bahwa ketertarikan dan kepuasan manusia terhadap kondisi suhu tertentu dapat diukur dan dinilai berdasarkan kerangka kerja yang telah ditetapkan oleh standar tersebut [4]. Kondisi suhu dan kelembaban dalam ruangan memiliki dampak signifikan terhadap tingkat kenyamanan dan efektivitas seseorang dalam menjalankan aktivitas sehari-hari atau bahkan dalam pekerjaan. Bekerja di lingkungan dengan suhu tinggi atau kelembaban yang berlebihan dapat mengurangi kemampuan tubuh dan menyebabkan kelelahan, karena tubuh cenderung cepat berkeringat. Sebaliknya, lingkungan dengan suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan hilangnya konsentrasi akibat kekakuan fisik tubuh karena suhu yang dingin. Oleh karena itu, menciptakan kondisi lingkungan yang nyaman dengan suhu dan kelembaban yang sesuai sangat penting untuk mendukung kesejahteraan dan produktivitas individu [5].

Pentingnya penggunaan energi listrik yang efisien terutama terlihat dalam konteks AC, yang sering kali tetap beroperasi meskipun ruangan kosong. Hal ini menciptakan pemborosan energi yang tidak perlu. Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatisasi yang dapat mengatasi tantangan tersebut. Sehingga membawa manfaat baik dalam penghematan energi maupun pengurangan emisi gas karbon. Otomatisasi sistem AC sangat diperlukan, hal ini dikarenakan penghematan daya dan kenyamanan operasi sistem AC untuk mencapai kategori nyaman sesuai

standar sangat dibutuhkan. Selain itu, penggunaan automasi akan mengurangi emisi gas karbon dan pemborosan energi secara signifikan [6].

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Imam Sasongko pada tahun 2020, Penelitian ini melibatkan pengembangan perangkat inovatif yang memanfaatkan *Thermal Camera* untuk memperkirakan jumlah orang dalam suatu ruangan dan secara otomatis mengatur *set point* pendingin berdasarkan perkiraan tersebut. Dengan menggunakan distribusi frekuensi dari histogram *Thermal Camera*, perangkat yang digunakan pada penelitian terdahulu berhasil mencapai tingkat keberhasilan sebesar 81,25% untuk mendeteksi jumlah orang. Penelitian selanjutnya dapat melangkah lebih jauh dengan mengembangkan kemampuan sensor termal untuk mendeteksi pola gerakan dan posisi individu di dalam ruangan. Integrasi teknologi sensor termal dengan sistem keamanan dan manajemen bangunan pintar juga dapat menjadi fokus, menciptakan lingkungan dalam ruangan yang lebih adaptif dan responsif terhadap kehadiran manusia. Hal ini tidak hanya berpotensi meningkatkan kenyamanan penghuni, tetapi juga dapat mengoptimalkan efisiensi energi dalam pengaturan suhu dan ventilasi berdasarkan aktivitas dan lokasi orang di dalam ruangan secara dinamis[7].

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan sebuah sistem otomasi AC pendeteksi jumlah orang dengan cara mendeteksi pancaran inframerah yang dipancarkan oleh manusia dan akan ditangkap menggunakan sebuah *thermal camera* sensor. Dengan menggunakan *thermal camera* pendeteksian tidak memerlukan kontak langsung dan cocok untuk mendeteksi suhu manusia dan juga beban termal dalam sebuah ruangan [8]. Setelah suhu tubuh dan beban termal terdeteksi maka akan dijadikan sebuah acuan untuk menghitung total beban termal yang terdapat dalam suatu ruangan. Nilai beban termal tersebut akan merubah *set point* kipas AC ruangan sehingga diharapkan suhu ruangan akan optimal dan pembebanan kinerja kompresor akan menurun seiring dengan penyesuaian jumlah beban termal di dalam ruangan.

I.2 Rumusan Masalah

Menguraikan dari latar belakang di atas, didapat beberapa rumusan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan otomatisasi pengaturan suhu terhadap beban termal di suatu ruangan dengan menggunakan *infrared thermopile array* sensor?
2. Bagaimana pengolahan citra pembacaan suhu manusia dengan beban panas yang dihasilkan dalam ruangan 3 x 3 meter?
3. Bagaimana pengondisian dan hasil pengujian AC terhadap perubahan yang terjadi di dalam ruangan?

I.3 Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, Batasan penelitian ini akan dibatasi oleh Batasan masalah sebagai berikut :

1. Penggunaan AC 1 pk
2. Penggunaan thermal camera 8 x 8 *pixel* atau 64 *pixel*
3. Volume ruangan sebesar 27 m³
4. Ketinggian perangkat sekitar 3 meter
5. Suhu ruangan yang stabil di kisaran 25°C hingga 28°C
6. Jumlah beban termal maksimal ialah 5 seperti manusia, laptop, dan solder
7. Kerja alat hanya untuk proses pendinginan.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mencegah penggunaan energi pada AC yang berlebih.
2. Pengoptimalan suhu dan kinerja AC dalam ruangan.
3. Otomatisasi sistem pendingin ruangan berbasis infrared thermal camera

Manfaat:

1. Tercapainya kenyamanan suhu pada ruangan secara efisien.
2. Penggunaan daya yang lebih hemat dan efisien.
3. Meminimalisir ketidak sesuaian suhu, energi, dan penggunaan AC

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi mengenai hasil penelitian dan pembahasan terkait hasil yang diperoleh selama penelitian.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dan saran dari seluruh penelitian yang telah dilakukan.