

Implementasi *Thermal Camera* pada Pengaturan Pendingin Ruangan

Imam Sasongko Jati, Muhammad Rivai
Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
muhammad_rivai@ee.its.ac.id

Abstrak— Masyarakat saat ini memiliki minat yang tinggi dalam penggunaan pendingin ruangan atau *Air Conditioner (AC)*. Pada umumnya, penggunaan *AC* bertujuan untuk meningkatkan rasa nyaman ketika pengguna berada di dalam ruangan. Beberapa produsen saat ini telah menerapkan teknologi guna untuk meningkatkan kenyamanan maupun menekan konsumsi daya. Salah satu cara meningkatkan tingkat kenyamanan pengguna adalah dengan membuat sistem pengaturan suhu *AC* berdasarkan estimasi jumlah orang dalam ruangan. *Thermal Camera* AMG8833 8x8 pixel digunakan sebagai sensor yang dapat membaca sebaran data thermal dalam ruangan. Estimasi jumlah orang didapatkan dari histogram sebaran data thermal ruang menggunakan distribusi frekuensi pada rentang suhu tubuh manusia. *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler berfungsi untuk membaca data dari *Thermal Camera*, mengolahnnya, serta memberikan instruksi pada *AC* sebagai pengganti remote konvensional. *Infrared Transmitter* sebagai perangkat yang digunakan untuk mengirimkan instruksi yang diberikan mikrokontroler kepada *AC* untuk mengubah set point suhu. Dari percobaan yang telah dilakukan, perangkat yang dibangun memiliki tingkat keberhasilan 81,25%.

Kata Kunci— *Air Conditioner, Arduino Uno, IR Remote, Thermal Camera*

I. PENDAHULUAN

TUJUAN dari penelitian ini adalah membuat perangkat untuk meningkatkan kenyamanan pengguna pendingin ruangan berdasarkan estimasi jumlah orang dalam ruangan. Pengaturan suhu ruangan sebaiknya berdasarkan pada kebutuhan. Ruangan dengan banyak orang dan sedikit orang akan berbeda pengaturannya. Pengaturan tersebut selain membuat kompresor *AC* bekerja secara optimal, juga membuat penghuni ruangan menjadi lebih nyaman [1]. Jika terlalu dingin maka penghuni dalam ruangan berpotensi untuk mengalami peradangan kulit, infeksi jamur pada kaki, hingga radang dingin. Sedangkan jika ruangan terlalu panas dikhawatirkan dapat menyebabkan dehidrasi, kejang otot, dan kehilangan kontrol tubuh. Ruangan yang panas atau lembap dapat menimbulkan reaksi-reaksi psikologis dari seseorang. Kenyamanan termal yang berubah di luar kondisi normal dapat berpengaruh terhadap kondisi seseorang baik ketidaknyamanan fisik (berkeringat/evaporasi, cepat lelah, kurang oksigen sehingga menjadi mudah mengantuk), maupun ketidaknyamanan mental seperti munculnya berbagai macam sugesti negatif bagi penghuni ruangan tersebut. Standar yang ditetapkan oleh SNI 03-6572-2001 terdapat tingkatan temperatur yang nyaman untuk orang Indonesia atas tiga bagian, yaitu: Sejuk nyaman, antara temperatur efektif 20,5°C - 22,8 °C, nyaman optimal, antara

temperatur efektif 22,8 °C - 25,8 °C, dan hangat nyaman, antara temperatur efektif 25,8 °C - 27,1 °C. Parameter yang diambil adalah jumlah orang dalam ruangan [2]. Perangkat instrumen yang diperlukan untuk mendapatkan parameter tersebut adalah menggunakan *Thermal Camera*, karena jenis kamera ini mampu menangkap sinyal inframerah yang dipancarkan oleh manusia yang besarnya 10um [3]. Setelah menangkap sinyal inframerah tersebut hasilnya akan digambarkan melalui histogram. Dari histogram tersebut dapat diketahui jumlah manusia yang terdapat dalam ruangan tersebut [4]. Ketika nilai parameter sudah diperoleh, berikutnya dapat dilakukan pengaturan temperatur dari *AC*. Diharapkan dengan pengaturan tersebut beban dari kompresor dapat berkurang karena pengaturan temperatur berdasarkan parameter yang ada. Penghuni dalam ruangan dapat semakin nyaman sehingga mampu bekerja maupun belajar secara optimal.

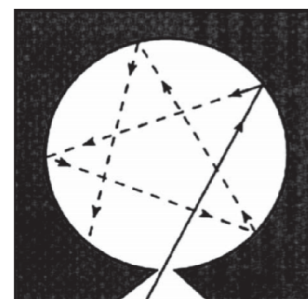
II. DASAR TEORI

A. Radiasi Benda Hitam (*Black Body Radiation*)

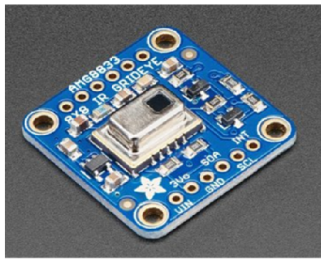
Benda hitam adalah sebuah benda yang menyerap seluruh radiasi yang diterima, ditunjukkan pada Gambar 1. Energi yang terserap akan memanaskan, dan kemudian akan memancarkan radiasinya sendiri. Radiasi benda hitam adalah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam. Radiasi ini menjangkau seluruh daerah panjang gelombang. Distribusi energi pada daerah panjang gelombang ini memiliki ciri khusus, yaitu suatu nilai maksimum pada panjang gelombang tertentu. Letak nilai maksimum tergantung pada temperatur yang akan bergeser ke arah panjang gelombang pendek seiring dengan meningkatnya temperatur.

B. *Thermal Camera (AMG8833)*

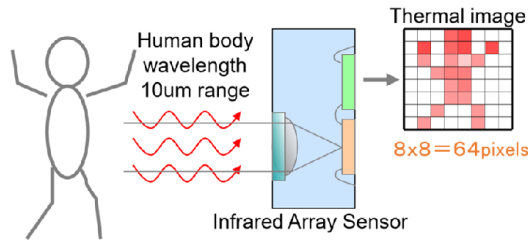
Thermal Imager adalah salah satu cara pendeteksian secara



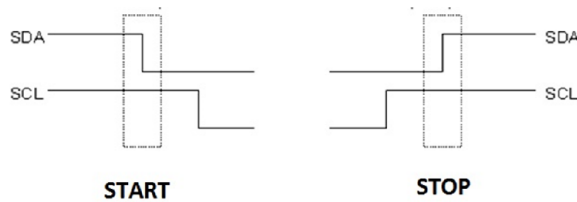
Gambar 1. Ilustrasi radiasi benda hitam.



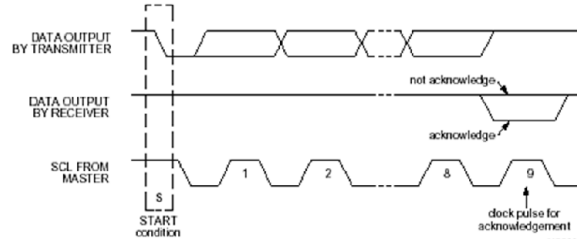
Gambar 2. Thermal Camera AMG8833



Gambar 3. Ilustrasi Thermal Imaging Array.



Gambar 4. Kondisi sinyal start dan stop.

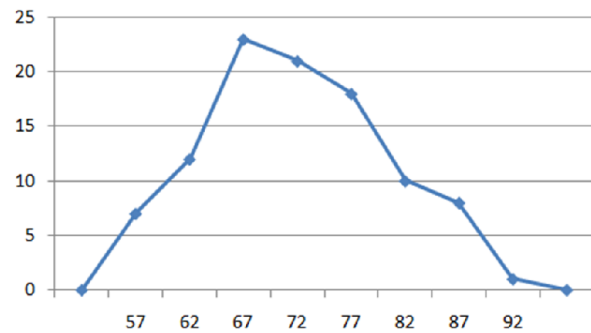


Gambar 5. Kondisi sinyal ACK dan NACK.

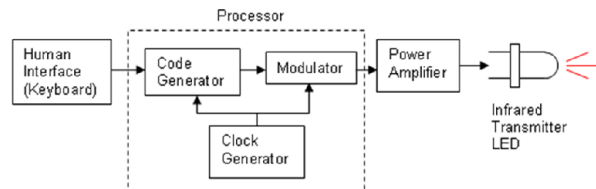
visual menangkap radiasi inframerah dari benda yang menjadi objek sehingga bisa didapat besar pancaran radiasi inframerah. Sedangkan Thermal Camera adalah perangkat yang berisi beberapa sensor pendeteksi radiasi inframerah berupa thermophile yang tersusun secara berjajar, ditunjukkan pada Gambar 2. Banyaknya sensor yang digunakan akan mempengaruhi besarnya resolusi yang dihasilkan, ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Thermal Camera AMG8833 memiliki range pengukuran antara 0°C hingga 80°C dengan akurasi ±2.5 °C, dan mampu mendeteksi manusia hingga jarak 7m. Kamera ini memiliki resolusi pixel 8x8 atau 64 dan mampu bekerja dengan frame rate maksimum 10Hz atau 10 frame tiap detiknya dengan komunikasi I2C. Untuk sudut pandang dari sensor tersebut sebesar 60°.

C. Komunikasi Inter Integrated Circuit (I²C).

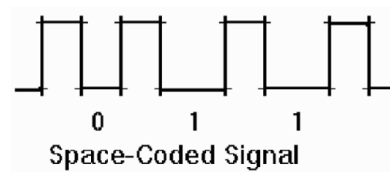
Inter Integrated Circuit atau sering disebut I²C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data [5], ditunjukkan pada Gambar 4. Sistem I²C terdiri dari



Gambar 6. Contoh Histogram



Gambar 7. Blok diagram IR Transmitter.



Gambar 8. Space Coded Signal

saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya. Peranti yang dihubungkan dengan sistem I²C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah peranti yang memulai transfer data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock, ditunjukkan pada Gambar 5. Slave adalah peranti yang dialamat master [6].

D. Histogram

Dari suatu data yang diperoleh dapat disusun dalam tabel distribusi frekuensi dan disajikan dalam bentuk diagram yang disebut histogram, ditunjukkan pada Gambar 6. Jika pada diagram batang, gambar batang-batangnya terpisah maka pada histogram gambar batang-batangnya berimpit. Histogram dapat disajikan dari distribusi frekuensi tunggal maupun distribusi frekuensi bergolongan [4,7].

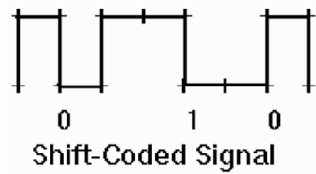
E. IR Transmitter

Data yang dikirim menggunakan pemancar inframerah, dimana perangkat pengirim berupa mikrokontroler, oscillator untuk memodulasi data dan infrared LED sebagai pemancar [7], ditunjukkan pada Gambar 7.

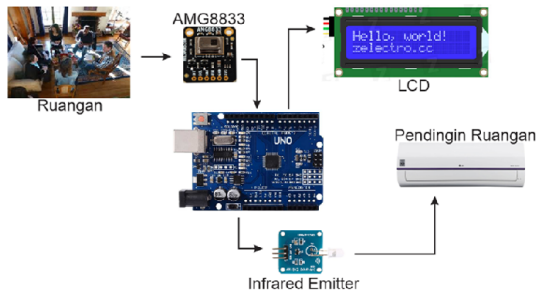
F. IR Protocol

Sinyal yang dikirimkan merupakan data-data biner. Untuk membentuk data-data biner tersebut, ada tiga metode yang digunakan yaitu perubahan lebar pulsa, lebar jeda (space), dan gabungan keduanya [8].

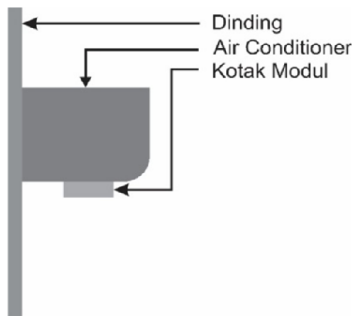
Dalam mengirimkan kode Pulse-Coded Signal, lebar jeda tetap yaitu t sedangkan lebar pulsa adalah 2t. Jika lebar pulsa



Gambar 9. shift Coded Signal.



Gambar 10. Diagram blok keseluruhan sistem.



Gambar 11. Letak modul.

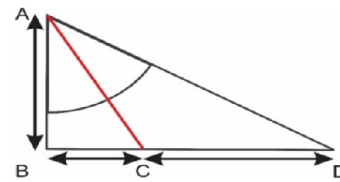
dan lebar jeda adalah sama yaitu t , berarti yang dikirim adalah bit 0, jika lebar pulsa adalah $2t$ dan lebar jeda adalah t , berarti yang dikirim adalah 1.

Space-Coded Signal dalam mengirimkan kode remote kontrol dilakukan dengan cara mengubah lebar jeda, sedangkan lebar pulsa tetap. Jika lebar jeda dan lebar pulsa adalah sama yaitu t , berarti yang dikirim adalah 0. Jika lebar jeda adalah $3t$, berarti data yang dikirim adalah 1 seperti yang terdapat pada Gambar 8.

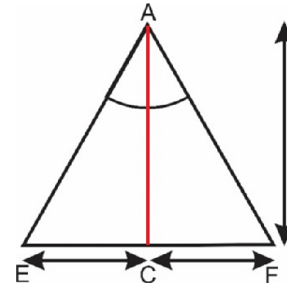
Tipe *Shift-Coded Signal* merupakan gabungan dari tipe pulse dan space, yaitu dalam mengirimkan kode remote kontrol, dengan cara mengubah lebar pulsa dan lebar jeda. Jika lebar jeda adalah t dan lebar pulsa adalah $2t$, maka ini diartikan sebagai data 1. Jika lebar jeda $2t$ dan lebar pulsa adalah t , maka ini diartikan sebagai data 0 sesuai dengan yang ditunjukkan oleh Gambar 9.

III. PERANCANGAN SISTEM

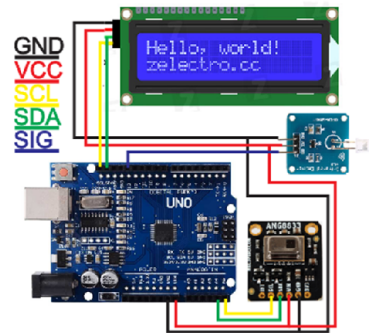
Sistem yang dibuat bekerja dengan melakukan estimasi jumlah orang dalam ruangan lalu mengubah set point dari pendingin ruangan agar menyesuaikan kondisi lokasi. Perancangan sistem dibuat menggunakan *Thermal Camera* sebagai sensor untuk mendapatkan data suhu dari ruangan, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, dan pemancar inframerah untuk mengirimkan instruksi dari mikrokontroler menuju pendingin ruangan. Gambar 10 menunjukkan diagram blok sistem.



Gambar 12. Field of View tampak samping.



Gambar 13. Field of View tampak depan.



Gambar 14. Realisasi blok diagram sistem.

A. Perancangan Sistem Keseluruhan

Merancang sistem secara keseluruhan pada sistem pengatur AC meliputi penentuan besarnya *Field of View* atau luas daerah yang dapat dijangkau oleh *Thermal Camera* pada posisi ketinggian tertentu. Pada Gambar 11 menjelaskan letak dari alat yang ditempelkan pada pendingin ruangan.

Untuk mencari *Field of View* oleh *Thermal Camera* pada ketinggian 2.6m dapat digunakan metode trigonometri. Berdasarkan literatur yang ada (*datasheet*) besaran *Field of View* dari *Thermal Camera* AMG8833 sebesar $60^\circ \times 60^\circ$.

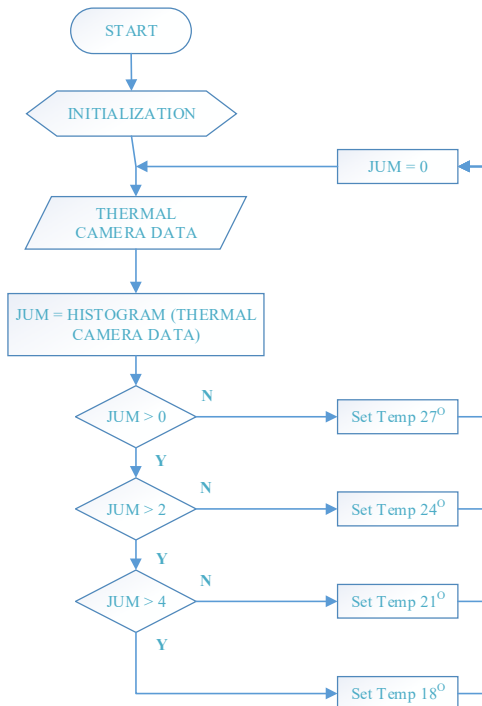
Berdasarkan gambar 12 yang merupakan tampak samping atau irisan samping dari *Field of View* dari sensor dapat dicari panjang jangkauan maksimal dari sensor. Diketahui bahwa besar *field of view* dari sensor (α) sebesar 60° dan tinggi sensor dari permukaan tanah (AB) setinggi 2.6 meter. Sehingga dapat diketahui panjang jangkauan dari sensor (BD).

$$BD = AB \times \tan \alpha = 2.6 \text{ m} \times 1,73 = 4.5 \text{ m} \quad (1)$$

$$AC = \frac{AB}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{2.6 \text{ m}}{\cos \frac{60^\circ}{2}} = 3 \text{ m} \quad (2)$$

Sedangkan untuk mencari lebar jangkauan dari sensor, terlebih dahulu mencari panjang titik tengah (AC) sehingga bisa didapatkan lebar jangkauan.

Pada Gambar 13 menunjukkan tampak depan dari *field of view*. Sebelumnya telah diketahui panjang titik tengah (AC)



Gambar 15. Diagram Alir Sistem.

sebesar 3m dan jarak dari garis tengah ke ujung sama pada kedua sisinya (EC) dan (EF).

$$EF = 2 \left(AC \times \tan \frac{\alpha}{2} \right) = 2(3 \text{ m} \times 0.57) = 3.42\text{m} \quad (3)$$

Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan panjang(BD) dan lebar(EF) jangkauan dari sensor yang merupakan luasan *field of view* dalam keadaan sensor pada ketinggian 2.6 m.

B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras meliputi perangkaian beberapa perangkat elektronik yang digunakan di dalam sistem yang secara garis besar terdiri atas mikrokontroler, sensor, aktuator beserta sumber daya yang ditunjukkan pada Gambar 14.

Rangkaian pemancar cahaya inframerah terdiri dari IR LED Inframerah dan Transistor sebagai driver. Transistor digunakan untuk mengantisipasi kekurangan arus pada IR LED sehingga daya pancaran yang dikeluarkan lemah.

$$hfe = I_C / I_B \quad (4)$$

$$I_B = \frac{I_C}{hfe} = \frac{25 \times 10^{-3}}{75} = 0.33 \text{ mA} \quad (5)$$

$$V_{Rb} = V_{in} - V_{BE} = 5 - 0.7 = 4.3 \text{ V} \quad (6)$$

$$R_B = \frac{V_{Rb}}{I_B} = \frac{4.4}{0.33 \times 10^{-3}} = 13.3 \text{ K}\Omega \quad (7)$$

Setelah didapatkan nilai resistor pada base(R_B) agar besar arus yang melewati collector(I_C) maksimal maka di cocokkan kembali dengan nilai resistor yang ada sehingga akan didapat besar arus pada collector.

$$R_B = 15 \text{ K}\Omega$$

$$I_C = 21.75 \text{ mA}$$

Tabel 1. Pengujian hasil pembacaan remote.

No.	Instruksi	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
1	ON	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	OFF	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	18	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	19	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	20	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	21	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	22	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	23	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	24	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	25	Berhasil	Berhasil	Berhasil
11	26	Berhasil	Berhasil	Berhasil
12	27	Berhasil	Berhasil	Berhasil

C. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam implementasi *Thermal Camera* pada pengaturan pendingin ruangan diperlukan software untuk mengonversi data yang di terima dari *Thermal Camera* dengan menggunakan metode histogram. Hasilnya diaktualisasikan pada pengiriman instruksi menggunakan infrared untuk mengubah set point dari pendingin ruangan agar menyesuaikan dengan kondisi ruangan.

Pada diagram alir pada Gambar 15 menunjukkan proses inisialisasi yaitu proses persiapan berupa pengaturan variabel yang digunakan serta pengenalan alamat I2C pada perangkat. Setelah komunikasi dengan perangkat sensor berhasil, program utama akan berjalan yaitu membaca histogram dan mengestimasi jumlah orang lalu merealisasikan pada pengaturan suhu ruangan.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengujian pengolahan citra, pengujian pada pencahayaan kondisi pencahayaan dan jarak yang berbeda, pengujian kecepatan respons robot dan pengujian keseluruhan sistem untuk menguji tingkat keberhasilan sistem yang telah dirancang.

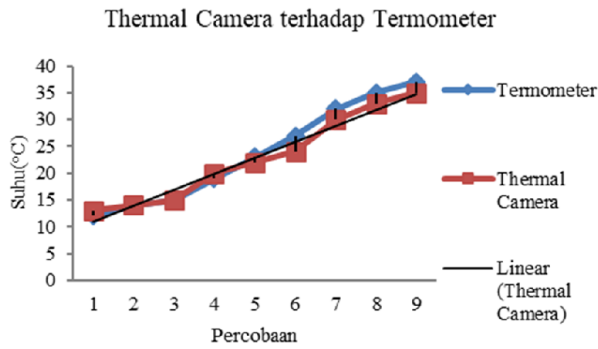
A. Pengujian IR Transmitter

Infrared Transmitting atau pemancaran cahaya inframerah dilakukan untuk mengirimkan instruksi dari mikrokontroler menuju pendingin ruangan berupa data yang dikirimkan sesuai protokol yang digunakan.

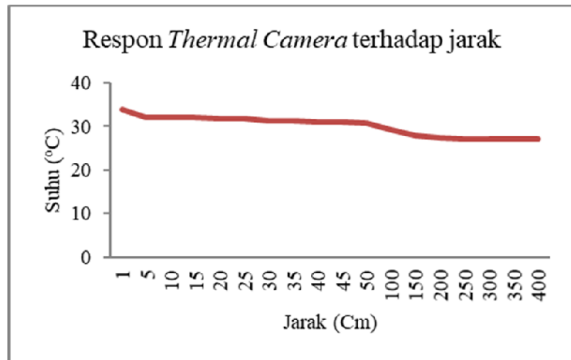
Pengiriman data menggunakan pemancar inframerah memiliki batasan dalam jarak antara pengirim dan penerima sehingga perlu diketahui jarak maksimal yang dapat dijangkau agar komunikasi berhasil dilakukan. Percobaan dilakukan dengan IR LED menghadap langsung menuju perangkat dan jarak pengujian memiliki rentang setiap 0.5m dengan hanya menggunakan satu perintah instruksi saja. Apabila berhasil maka akan terdengar respons dari pendingin ruangan.

B. Pengujian Thermal Camera

Pengujian pembacaan data *Thermal Camera* dilakukan untuk mengetahui keakuratan pembacaan sensor terhadap faktor yang dapat mempengaruhi pembacaan. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan *Thermal Camera* 10cm diatas objek yang berupa wadah berisi air yang suhunya dapat dirubah dengan menambahkan air panas maupun air es dan



Gambar 16. Grafik thermal camera terhadap thermometer.



Gambar 17. Grafik respons Thermal Camera terhadap jarak.

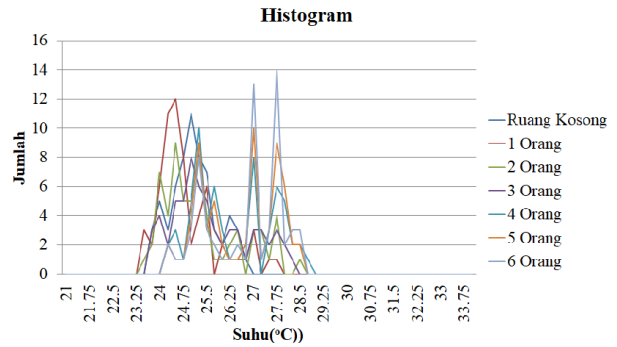
23.75	24	24	24.25	24.5	25.25	25
23.75	24	23.75	25	24.5	25.75	26
24	24.25	24.75	25.25	24	25.25	26.25
25	26.25	25.5	24.75	25	25	25
25.5	26.75	24.75	24.5	24.25	24.75	25.5
24.75	26	25.5	26.5	26.5	25.5	24.75
24.5	25.5	25	25.75	25.25	25	25
24.75	24.75	24.5	25.25	26.5	25	25

Gambar 18. Sebaran data thermal camera.

dibandingkan dengan termometer. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 16.

Jarak objek terhadap sensor sangat berpengaruh terhadap pembacaan suhu. Semakin jauh objek, maka pembacaan akan semakin kecil dikarenakan adanya gangguan dari lingkungan yaitu objek lain yang juga memancarkan inframerah sehingga juga ikut terbaca. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 17.

Pengambilan data histogram dilakukan untuk mendapatkan distribusi frekuensi pada rentang suhu tubuh manusia dari data yang dibaca oleh sensor. Distribusi frekuensi yang didapat digunakan untuk mengestimasi jumlah orang dalam ruangan. Untuk mendapatkan data tersebut dilakukan dengan mengambil sampling data sensor ketika terdapat orang dalam ruangan dengan jumlah tertentu. Percobaan ini dilakukan dengan menempatkan alat pada perangkat pendingin ruangan dan mengubah parameter jumlah orang dengan melakukan pergerakan dalam ruang agar didapatkan distribusi frekuensi untuk tiap orangnya. Dari histogram Gambar 19 diperoleh nilai distribusi frekuensi pada rentang batas yang ditentukan yaitu antara 27 sampai 29 untuk jumlah orang tertentu dalam ruangan. Hasil dari



Gambar 19. Histogram keseluruhan.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi.

No.	Jumlah Orang	F(27 - 29)
1	1	3 - 5
2	2	6 - 12
3	3	14 - 19
4	4	21 - 27
5	5	28 - 34
6	6	36 - 40

Tabel 3. Hasil pengujian.

No.	Jumlah Orang	Set Point Awal (°C)	Jumlah Estimasi	Set Point Akhir (°C)
1	1	24	1	23
2	2	24	3	23
3	3	24	3	21
4	4	24	4	20
5	5	24	5	19
6	6	24	6	18

distribusi frekuensi tersebut dapat digunakan dalam mengestimasi jumlah orang dalam ruangan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

C. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk menguji respons dari pendingin ruangan terhadap penambahan maupun pengurangan terhadap jumlah orang di dalam ruangan. Pengujian dilakukan dengan menempatkan alat pada pendingin ruangan dan secara bertahap menambahkan jumlah orang ke dalam ruangan. Objek melakukan perpindahan posisi maupun perubahan gerak berdiri maupun duduk dalam ruangan.

Respons dari pendingin ruangan adalah berubahnya nilai set point sehingga suhu ruangan menjadi lebih dingin berdasarkan estimasi jumlah orang dalam ruangan. Dari pengujian yang dilakukan terjadi beberapa kegagalan yaitu perubahan set point pada pendingin ruangan yang tidak sesuai dengan perancangan ataupun kesalahan estimasi jumlah orang, ditunjukkan pada Tabel 3. Pergerakan yang terlalu cepat dan lebar objek berpengaruh terhadap keberhasilan sistem. Dengan pengujian yang telah dilakukan didapati tingkat keberhasilan sistem secara keseluruhan sebesar 81,25% dengan total 48 kali percobaan.

V. KESIMPULAN

Pada studi ini telah mengimplementasikan *Thermal Camera* untuk menentukan set point suatu pendingin ruangan. Setiap remote memiliki protokol pengiriman yang berbeda, sehingga pada proses duplikasi perlu mengidentifikasi protokol pada remote serta data yang digunakan untuk memberikan sebuah instruksi. *Thermal Camera* dapat digunakan untuk merepresentasikan suhu dalam ruangan, sehingga berdasarkan perubahan suhu yang terjadi dapat mengestimasi jumlah orang dalam ruangan. Penggunaan distribusi frekuensi dari histogram *Thermal Camera* cukup efektif untuk mengestimasi jumlah orang dengan presentasi keberhasilan sebesar 81,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Syahrizal, S. Panjaitan, and others, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan (Studi Kasus Di Politeknik Terpikat Sambas)," *ELKHA*, vol. 5, no. 1.
- [2] D. Krisrenanto, M. Rivai, and F. Budiman, "Identifikasi Jumlah dan Tingkat Aktivitas Orang Berbasis Pengolahan Citra Menggunakan Raspberry Pi," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 105–109, 2017.
- [3] W. Y. Samsudin, M. Rivai, and T. Tasripan, "Sistem Pemetaan Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Sensor Inframerah untuk Pendeteksi Dini Kebakaran," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. 193–198, 2018.
- [4] F. D. Krisandika, M. Rivai, and T. Tasripan, "Pelacak Cahaya Matahari Berbasis Citra pada Panel Surya menggunakan Single Board Computer Lattepada," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 319–324, 2019.
- [5] A. H. Kurniawan and M. Rivai, "Sistem Stabilisasi Nampan Menggunakan IMU Sensor Dan Arduino Nano," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 270–275, 2018.
- [6] C. R. A. Garaza and J. R. Pedrasa, "Development of a doorway occupancy counter based on thermal array sensing technology," in *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, 2016, pp. 3506–3510.
- [7] M. S. Ramadhan and M. Rivai, "Sistem Kontrol Tingkat Kekeuhan pada Aquarium Menggunakan Arduino Uno," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. 87–91, 2018.
- [8] J.-K. Lee, S. Lee, H.-H. Kim, and K.-C. Lee, "PMV calculation and intelligent control algorithm for location-based human adaptive air-conditioner," in *2013 IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, 2013, pp. 292–296.