

# Sistem Pendeteksi Api Menggunakan Sensor AMG8833 *IR Thermal Camera* pada Robot MR.COOL MK7

Lutfi Ardiyanto

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,  
Jl Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta  
E-mail : [lutfiardi260@gmail.com](mailto:lutfiardi260@gmail.com)

**Abstrak** – Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) merupakan pertandingan robot dengan misi mencari dan memadamkan api. Untuk dapat menyelesaikan misinya, sensor pendeteksi posisi api merupakan salah satu sensor yang sangat penting. Sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah sistem pendeteksi posisi api berbasis sensor AMG8833 dengan menerapkan metode *bubble sort* dan *weighted average* menggunakan mikrokontroler STM32. Penggunaan mikrokontroler STM32 bertujuan agar pemrosesan data bisa lebih cepat, karena STM32 adalah mikrokontroler berbasis inti prosesor 32 bit. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan sistem ini dapat mengetahui posisi titik api baik di depan, disisi serong kiri, dan disisi serong kanan. Sistem ini juga dapat mendeteksi titik api hingga jarak 60cm dengan lebar bidang pembacaan mencapai 60°.

Kata Kunci: KRPAI, robot pemadam api, sistem pendeteksi api, sensor termal, *bubble sort*, *weighted average*

## I. PENDAHULUAN

Robot MR.COOL MK7 merupakan sebuah robot pemadam api yang dibuat oleh mahasiswa Teknik Elektro UMY untuk mengikuti Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) divisi berkaki. Pada Kontes Robot Pemadam Api Indonesia, setiap robot pemadam api mempunyai misi yaitu mencari dan memadamkan api pada sebuah ruang. Letak titik api pada pertandingan ini di letakan secara acak sesuai dengan undian yang telah dilakukan. Untuk dapat menyelesaikan misinya dengan baik, maka robot pemadam api harus dipasang sebuah sensor yang dapat mendeteksi posisi titik api.

Pada robot pemadam api, sensor yang sering kali digunakan adalah sensor UVtron, fototransistor, ataupun sensor *thermopile array* jenis TPA81. Tetapi, sensor – sensor tersebut masih mempunyai beberapa kekurangan. UVtron hanya terbatas untuk mengetahui apakah ada titik api atau tidak dan tidak dapat mengetahui posisi absolut titik api. Fototransistor mempunyai nilai pembacaan yang cukup dekat dan nilai pembacaannya dapat terpengaruhi oleh sumber cahaya lain yang bukan dihasilkan dari cahaya nyala titik api. Sedangkan *thermopile array* jenis TPA81 mempunyai rentang pembacaan yang cukup sempit 41° disisi *horizontal* dan 6° disisi *vertical*.

Penelitian ini menawarkan sebuah perancangan sistem pendeteksi api menggunakan sensor AMG8833 *IR thermal camera* pada robot MR.COOL MK7 berbasis STM32. Pemilihan sensor *amg8833 IR thermal camera* ini, dikarenakan sensor ini mempunyai *8x8 pixel array of IR thermal sensors* yang diharapkan dengan rentang *pixel* sebesar itu, jangkauan pendeteksi titik api dapat lebih lebar. Penggunaan STM32 pada sistem pendeteksi api ini bertujuan agar pemrosesan data bisa lebih cepat, karena STM32 adalah mikrokontroler berbasis inti prosesor 32 bit. Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan pengolahan data hasil pembacaan AMG8833 dengan menggunakan metode *bubble sort* dan metode *weighted average*, dengan tujuan untuk mengetahui letak absolut dari posisi titik api dan untuk mempermudah transmisi data via UART menuju mikrokontroler utama yang terletak pada robot MR.COOL MK7.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Robot Pemadam Api Berkaki

Robot pemadam api berkaki adalah robot yang menggunakan kaki untuk bergerak berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya. Tim Mikrokontroler dan Robotika Teknik Elektro UMY juga mengembangkan sebuah robot pemadam api berkaki enam yang memiliki 3 DOF (*degree of freedom*) pada setiap satu buah kakinya. Robot Berkaki ini diberi nama MR.COOL MK7 karena sudah mencapai generasi ke-7. Untuk menyusuri arena yang berbentuk seperti sebuah labirin robot MR.COOL MK7 menggunakan metode navigasi *wall following*. Metode ini dipilih agar robot dapat menjaga jarak dengan dinding sesuai batas yang diinginkan sementara robot bergerak maju.



Gambar 1. Robot Pemadam Api Berkaki

### B. Radiasi Termal

Radiasi termal adalah apa yang dirasakan sebagai panas dari suatu benda, tanpa harus menyentuh benda tersebut. Benda atau objek apa saja yang mempunyai suhu diatas nol derajat, akan mempunyai molekul yang selalu bergerak aktif. Semakin tinggi suhu dari suatu benda akan mengakibatkan pergerakan molekul yang semakin cepat. Molekul yang bergerak akan memancarkan energi termal atau energi inframerah. Definisi lain dari radiasi termal adalah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan dari permukaan sebuah benda yang bergantung pada suhu benda tersebut.

### C. Radiasi Elektromagnetik

Radiasi elektromagnetik merupakan rambatan gelombang pada sebuah ruang yang disebabkan oleh osilasi energi listrik dan energi magnetik. Radiasi elektromagnetik dibedakan berdasarkan panjang gelombangnya yaitu: gelombang radio, gelombang mikro, radiasi inframerah, cahaya tampak, radiasi ultraviolet, sinar-x dan sinar gamma.

Panjang gelombang elektromagnetik dipengaruhi oleh frekuensinya, dimana:

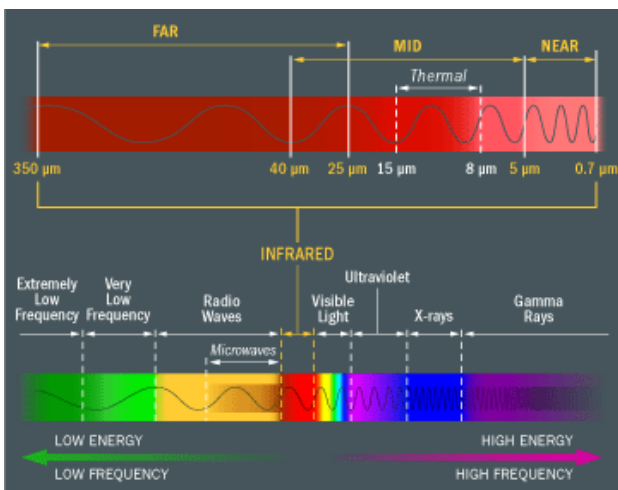
$$f = \frac{c}{\lambda} \quad (1)$$

Keterangan:

$f$  = frekuensi (Hz)

$c$  = kecepatan cahaya (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)



**Gambar 2.** Spektrum Gelombang Elektromagnetik  
( Sumber : <https://home.howstuffworks.com/infrared-grill1.htm> )

### D. Sensor AMG8833 IR Thermal

AMG8833 merupakan perangkat sensor non-kontak yang dapat mendeteksi energi inframerah dan mengubahnya menjadi energi listrik atau sinyal elektronik, yang kemudian dapat diproses sehingga menghasilkan gambar termal. Selain menghasilkan gambar termal, sinyal elektronik tersebut juga dapat digunakan untuk melakukan perhitungan atau pengukuran suhu. Untuk gambar dan spesifikasi sensor AMG8833 dapat dilihat digambar 3 dan gambar 4.



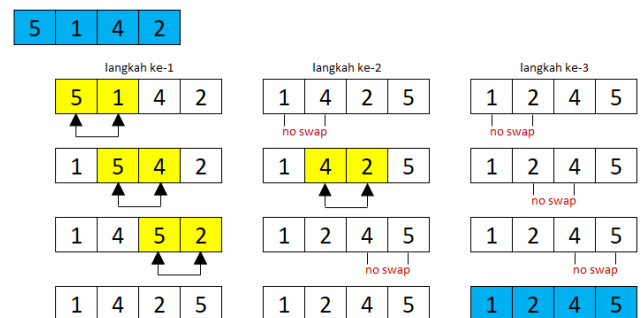
**Gambar 3.** Sensor AMG8833

Item	Value
Pixel number	64 (8×8 Matrix)
External Interface	I <sup>2</sup> C (fast mode)
Frame rate	Typ.10 frames/sec or Typ.1 frame/sec
Operating Mode	Normal Sleep Stand-by (10sec or 60sec intermittence)
Output Mode	Temperature Output
Calculate Mode	No moving average or Twice moving average
Temperature Output Resolution	0.25°C
Number of Sensor Addresses	2 (I <sup>2</sup> C Slave Address)
Thermistor Output Temperature Range	-20°C~80°C
Thermistor Output Resolution	0.0625°C

**Gambar 4.** Spesifikasi AMG8833

### E. Metode Bubble Sort

*Bubble sort* merupakan sebuah metode atau algoritma untuk *sorting* data, atau istilah lainnya mengurutkan data dari terkecil ke terbesar atau sebaliknya. Untuk ilustrasi metode *bubble sort* dapat dilihat digambar 5.



**Gambar 5.** Ilustrasi Metode *Bubble Sort*

Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat bahwa data input yang besar nilainya tidak terurut (berwarna biru pojok kiri atas). Dengan *bubble sort* data input dilewatkan pada sebuah operator pembandingan yang membandingkan data satu demi satu dan akan menukar posisi data apabila data sebelah kiri lebih besar dari data sebelah kanan (data yang berwarna kuning). Proses membandingkan data dilakukan sampai beberapa kali langkah perulangan, Sehingga didapatkan output data yang sudah terurut (data berwarna biru pojok kanan bawah).

### F. Metode Weighted Average

*Weighted Average* adalah sebuah metode Pembobotan data, dengan teknik pemberian bobot 1 pada data pertama, bobot 2 pada data kedua, bobot 3 pada data ketiga, dst. Untuk perhitungan *weighted average* dapat di cari menggunakan rumus:

$$WA = \frac{\sum(\text{data} \times \text{bobot})}{\sum \text{data}} \quad (2)$$

Nilai WA merupakan nilai hasil dari perhitungan dengan metode merupakan *weighted average*. Nilai WA berupa nilai rata – rata hasil data dan bobot sesuai persamaan diatas. Besar kecilnya nilai WA sangat dipengaruhi oleh besar setiap data. Sehingga nilai rata – rata WA akan cenderung ke arah nilai data yang paling besar.

### III. METODOLOGI

#### A. Deskripsi Sistem

Sistem yang akan dirancang pada penelitian ini disajikan dalam bentuk blok diagram perancangan sistem.

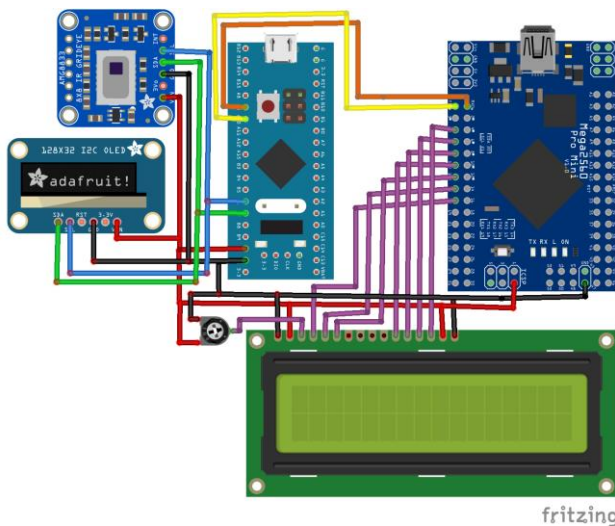


Gambar 6. Blok Diagram Sistem Deteksi Api

Pada penelitian ini dilakukan sebagai salah satu cara untuk memaksimalkan sistem pendeteksi api pada robot MR.COOL MK7. Dari gambar 6 rancangan tersebut pada bagian awal adalah sensor AMG8833 yang berfungsi sebagai inputan. AMG8833 akan membaca suhu termal pada setiap *pixel*-nya, hasil pembacaan suhu termal yang didapat diakses dengan mikrokontroler STM32 melalui komunikasi I2C. Pada mikrokontroler STM32 data hasil pembacaan diolah menggunakan metode *bubble sort* dan *weighted average*. Setelah dilakukan pengolahan data maka didapatkan sebuah output nilai posisi titik api. Nilai parameter ini lah kemudian dikirim secara serial menuju mikrokontroler utama pada robot MR.COOL MK7, sehingga robot dapat mengetahui posisi dari titik api.

#### B. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan perancangan skematik sistem pendeteksi api yang akan dibuat dengan menggunakan komponen utama berupa sensor AMG8833, *board* mikrokontroler STM32F103C8T6 dan Arduino mega 2560 pro yang merupakan mikrokontroler utama yang berada di robot MR.COOL MK7. Pada pembuatan skematik sistem pendeteksi api ini diperlukan sebuah *software* pendukung. *Software* yang dipakai adalah Fritzing, Fritzing merupakan *Software open source* yang berguna untuk pembuatan desain PCB, perancangan skematik, dan dapat mempermudah perancangan *wiring* pada *hardware*. Perancangan skematik sistem pendeteksi posisi api yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 7.

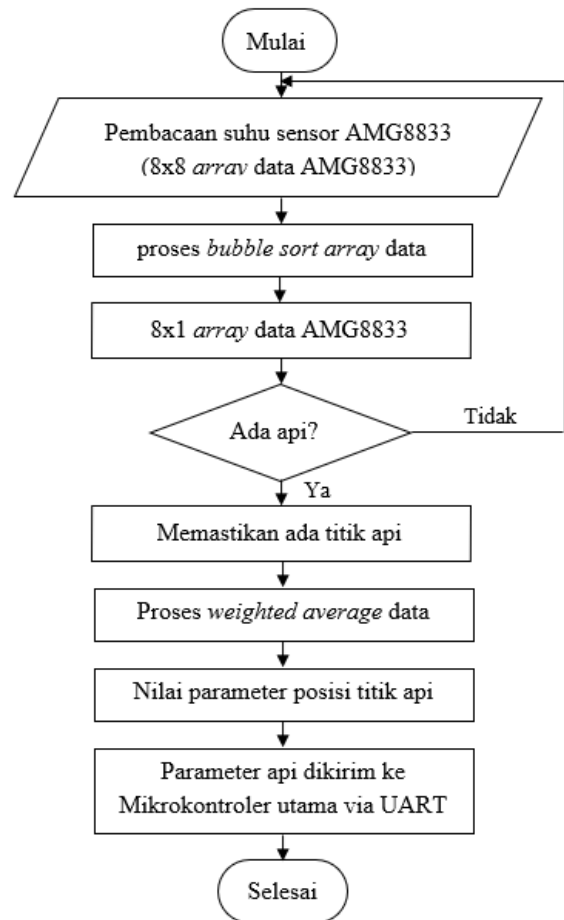


Gambar 7. Perancangan Skematik Sistem Pendeteksi Api

#### C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan perancangan program mikrokontroler pada *board* STM32F103C8T6 yang berfungsi mengolah data yang

didapat dari sensor amg8833 dan perancangan program pada *board* mikrokontroler utama yang berada di robot MR.COOL MK7 yang menerima data sensor hasil pengolahan *board* STM32F103C8T6. Pemrograman dilakukan menggunakan arduino IDE dan Code Vision. *Flowchart* perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. *flowchart* perancangan perangkat lunak

Berdasarkan *flowchart* perancangan perangkat lunak pada gambar 8, program untuk sistem deteksi posisi api terdiri dari beberapa tahap dari mulai pembacaan suhu dengan sensor AMG8833, proses *bubble sort array data*, program memastikan ada titik api, proses *weighted average*, sampai didapatkan nilai parameter posisi titik api, yang kemudian nilai tersebut dikirim ke mikrokontroler utama via UART.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengujian Sensor AMG8833 dan Board STM32

Pengujian sensor AMG8833 dan *board* STM32f103c8t6 ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah mikrokontroler dan sensor yang dipakai masih berfungsi sesuai yang diharapkan atau tidak. Selain itu, pengujian ini juga dilakukan pada dua kondisi dengan tingkat kecerahan yang berbeda, untuk mengetahui apakah nilai pembacaan sensor terpengaruh oleh tingkat kecerahan cahaya atau tidak.

Pengujian ini dilakukan diarena KRPAI (Kontes Robot Pemadam Api Indonesia) yang berada di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian pertama dilakukan dalam keadaan tingkat pencahayaan standard yaitu 190 lux.

```

COM7
28, 27, 27, 27, 28, 27, 28, 28,
28, 28, 27, 28, 28, 28, 27, 28,
28, 27, 28, 28, 28, 27, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 29, 29, 28, 28, 28, 29, 29,
]
[28, 28, 28, 28, 28, 27, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 27, 27, 28, 28, 27, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 27, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 29, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 27, 28, 29, 29,
28, 29, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
]
 Autoscroll  Show timestamp

```

**Gambar 9** Hasil Pengujian Sensor AMG8833 ke-1

Berdasarkan pengujian sensor AMG8833 pada tingkat pencahayaan standard, dapat diketahui bahwa nilai pembacaan suhu setiap *pixel* sensor rata – rata adalah 28°C dapat dilihat pada gambar 9. Kemudian pengujian kedua dilakukan pada tingkat pencahayaan yang terang, yaitu dengan menyalakan lampu yang berada diatas arena KRPAI. Pengujian kedua ini dilakukan pada tingkat pencahayaan yang terang yaitu 460 lux.

```

COM7
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 29,
29, 28, 28, 28, 28, 28, 29, 29,
28, 29, 28, 28, 28, 28, 29, 29,
]
[28, 28, 28, 28, 27, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 27, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 27, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 28,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 28, 29,
28, 28, 28, 28, 28, 28, 29, 28,
28, 29, 28, 28, 29, 28, 29, 29,
]
 Autoscroll  Show timestamp

```

**Gambar 10** Hasil Pengujian Sensor AMG8833 ke-2

Berdasarkan pengujian sensor AMG8833 pada tingkat pencahayaan yang terang, dapat diketahui bahwa nilai pembacaan suhu setiap *pixel* sensor rata – rata adalah 28°C dapat dilihat pada gambar 10. Hal ini menunjukkan bahwa dari pengujian 1 dan 2 dengan tingkat pencahayaan yang berbeda, output hasil pembacaan sensor AMG8833 tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan, dengan presentase pembacaan suhu semua *pixel* sensor sebesar 92% membaca suhu ruangan sekitar yaitu  $\leq 28^{\circ}\text{C}$ . Selain itu juga dapat diketahui bahwa sensor AMG8833 dan

*board* STM32F103C8T6 yang digunakan dalam pengujian ini dapat bekerja dengan baik, sesuai dengan fungsinya.

### B. Pengujian Program Pengolah Data

Pengujian program pengolah data pembacaan sensor AMG8833 ini diperlukan karena untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. program pengolah data ini merupakan bagian yang cukup penting pada penelitian ini, karena tujuan dari pengolahan data disini untuk mengetahui letak absolut dari posisi titik api dan untuk mempermudah transmisi data via UART menuju mikrokontroler utama yang terletak pada robot MR.COOL MK7.

```

COM21 (Maple Mini)
29, 28, 26, 26, 26, 25, 26, 25,
33, 28, 26, 26, 27, 26, 26, 26,
45, 28, 26, 26, 26, 26, 26, 26,
46, 27, 26, 26, 26, 25, 26, 26,
28, 27, 26, 26, 26, 26, 25, 26,
28, 27, 26, 26, 25, 25, 26, 27,
28, 27, 26, 26, 26, 26, 26, 26,
27, 27, 27, 26, 26, 26, 27, 26,

[46, 28, 27, 26, 27, 26, 27, 27, ]
64

29, 27, 26, 26, 26, 26, 26, 26,
34, 28, 26, 26, 26, 26, 26, 26,
45, 28, 26, 26, 26, 26, 26, 27,
46, 27, 26, 26, 25, 25, 26, 26,
28, 26, 25, 25, 26, 26, 25, 26,
28, 27, 26, 26, 26, 26, 26, 26,
28, 27, 26, 26, 26, 26, 26, 26,
27, 27, 27, 26, 26, 25, 26, 26,

[46, 28, 27, 26, 26, 26, 26, 27, ]
63

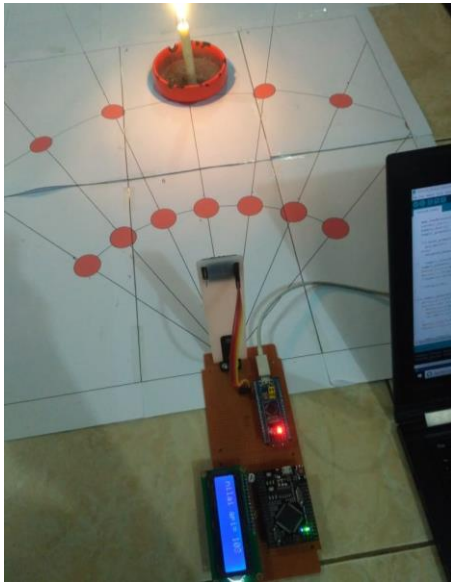
```

**Gambar 11** Serial Monitor Hasil Pengolahan Data

Gambar 11 merupakan tampilan *serial monitor* hasil pengolahan data pada *board* STM32f103c8t6. 64 *array* data yang membentuk matrik 8x8 adalah hasil dari pembacaan suhu setiap *pixel* sensor AMG8833. 8x1 *array* data dibawahnya merupakan hasil dari penerapan metode *bubble sort*. 8x1 *array* data tersebut adalah nilai data terbesar yang mewakili data *pixel* setiap sisi *vertical*. kemudian, 8 data tersebut diproses menggunakan metode *weighted average* sehingga didapat nilai output posisi api, seperti pada gambar 11 yang terletak pada bagian paling bawah.

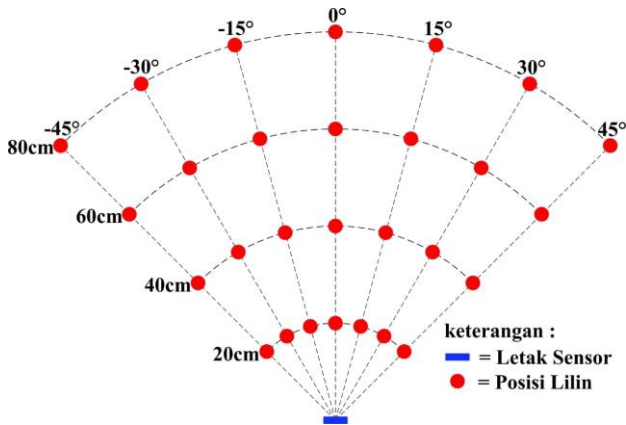
### C. Pengujian dan Analisis Sistem Deteksi Posisi Api

Pengujian sistem deteksi posisi titik api adalah pengujian terakhir. Fungsi dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kemampuan sistem pendeteksi ini dalam mendeteksi posisi titik api baik terhadap rentang sudut pembacaan serta terhadap jarak pembacaan. Selain untuk mengetahui kemampuan sistem deteksi posisi titik api, pengujian ini juga dilakukan untuk mendapatkan acuan parameter nilai untuk menentukan posisi titik api. Berikut ini adalah gambar pengujian sistem deteksi posisi titik api menggunakan sensor AMG8833. Pada gambar 12 *board* STM32f103c8t6 adalah mikrokontroler pengolah data dan *board* arduino mega 2560 pro merupakan mikrokontroler utama pada robot MR.COOL MK7 yang dilengkapi LCD sebagai penampil.



**Gambar 12** Pengujian Sistem Deteksi Posisi Titik Api

Pengujian sistem deteksi posisi titik api ini dilakukan dengan meletakkan lilin atau titik api secara bergantian pada sudut dan jarak yang berbeda – beda terhadap sistem deteksi. Untuk *visualisasi* posisi pengujian dapat dilihat pada gambar 13. Parameter nilai yang dihasilkan dari setiap pengujian ini, akan dijadikan nilai acuan untuk menentukan posisi titik api.



**Gambar 13** Visualisasi Pengujian Sistem Deteksi Posisi Api Tampak Atas

**Tabel 1** Hasil Pengujian Sistem Deteksi Posisi Titik Api

No	Sudut (°)	Jarak (cm)	Output	No	Sudut (°)	Jarak (cm)	Output
1	-45	20	0	15	0	60	91/108
2	-45	40	0	16	0	80	0
3	-45	60	0	17	15	20	132
4	-45	80	0	18	15	40	131
5	-30	20	63	19	15	60	118
6	-30	40	66	20	15	80	0
7	-30	60	66	21	30	20	146
8	-30	80	0	22	30	40	136
9	-15	20	66	23	30	60	134
10	-15	40	74	24	30	80	0
11	-15	60	82	25	45	20	0
12	-15	80	0	26	45	40	0
13	0	20	100	27	45	60	0
14	0	40	99	28	45	80	0

Berdasarkan tabel 1 hasil pengujian sistem deteksi posisi titik api terhadap sudut dan jarak, didapat sebuah nilai parameter yang akan menjadi acuan untuk menentukan posisi titik api. Sehingga sistem pendeteksi dapat mengetahui posisi api apakah didepan, disisi serong kiri atau disisi serong kanan.

Hasil pengujian yang mendapatkan output nilai parameter 0 manandakan bahwa sistem pendeteksi tidak dapat menjangkau untuk mendeteksi posisi titik api pada rentang sudut atau jarak tersebut. Sehingga diketahui bahwa sistem pendeteksi ini dapat mendeteksi posisi titik api sampai dengan sekitar jarak 60cm tergantung besar-kecilnya titik api. Rentang sudut pembacaan sistem pendeteksi ini mencapai 60° pada bidang horizontal sesuai pada *datasheet* sensor AMG8833.

Berdasarkan tabel 1 hasil pengujian sistem deteksi posisi titik api didapatkan acuan nilai parameter untuk menentukan posisi titik api yaitu: 0 untuk tidak ada api, 40 - 89 untuk posisi api disisi serong kiri, 90-110 untuk posisi api disisi depan, dan 111-160 untuk posisi api disisi serong kanan. Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi posisi titik api dapat berkerja dengan baik sesuai harapan.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem deteksi posisi titik api menggunakan sensor AMG8833 maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Output data dari sensor AMG8833 tidak terpengaruh oleh tingkat pencahayaan baik kondisi gelap maupun terang. Nilai output pembacaan sensor sudah dalam satuan (°C) derajat celcius dengan menggunakan program untuk memperoleh data berasal dari *library* 'Adafruit\_AMG88xx.h'.
2. Pengolahan data dengan menggunakan metode *bubble sort* dan *weighted average* dapat memperingkas data dari 64 data suhu hasil pembacaan sensor AMG8833 menjadi 1 data nilai acuan posisi api, sehingga memudahkan pengiriman data melalui UART dari *board* STM32F103C8T6 menuju Arduino mega 2560 pro (mikrokontroler utama robot MR.COOL MK7).
3. Melalui komunikasi UART Arduino mega 2560 pro yang merupakan mikrokontroler utama robot MR.COOL MK7 selalu dapat menerima data hasil pengiriman dari *board* STM32F103C8T6 dengan baik tanpa terjadi *error* data.
4. Berdasarkan pengujian terhadap jarak dan sudut, sistem pendeteksi dapat mendeteksi api hingga jarak 60cm dengan rentang sudut pembacaan sensor mencapai 60°.
5. Sistem pendeteksi posisi titik api ini mampu menentukan letak posisi api dengan acuan parameter output nilai 0 untuk tidak ada api, nilai 40 - 89 untuk posisi api disisi serong kiri, nilai 90-110 untuk posisi api disisi depan, dan nilai 111-160 untuk posisi api disisi serong kanan.

## VI. SARAN

Dalam perancangan pembuatan "Sistem Pendeteksi Api Menggunakan Sensor AMG8833 IR Thermal Camera Pada Robot MR.COOL MK7" supaya sistem pendeteksi ini dapat lebih berkembang dapat dilakukan :

1. Penelitian lebih lanjut untuk mengolah data yang sudah dapat diterima mikrokontroler Arduino mega 2560 pro kedalam pola gerak robot MR.COOL MK7 untuk merespon posisi titik api.
2. Penambahan motor servo untuk menggerakkan sensor kekiri dan kekanan, sehingga sensor AMG8833 mempunyai rentang bidang sudut pembacaan yang lebih lebar.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfith, "Perancangan Robot Cerdas Pemadam Api dengan Sensor *Thermal Array* TPA81 Berbasis *Microcontroller* Arduino Mega 2560", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, Volume 5, No. 2; Juli 2016
- [2] D. Miller, "*Adafruit AMG8833 8x8 Thermal Camera Sensor*", *Adafruit Industries*, 22-08-2018
- [3] E. Setyaningsih, D. Prastiyanto dan Suryono, "Penggunaan Sensor Photodiode Sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang *Vertical Take-Off Landing* (VTOL)", *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 9 No. 2, Juli - Desember 2017
- [4] Panasonic, "Infrared Array Sensor Grid-EYE (AMG88)", 2 april 2017
- [5] Panasonic, "Specifications For Infrared Array Sensor", Panasonic Corporation Automation Controls Business Unit, 30 agustus 2011
- [6] R. O. Wiyagi, I. Soesanti, dan A. Susanto, "Identifikasi Titik Api Lilin Berbasis Nilai HSV , Threshold dan Momen Citra untuk Aplikasi Robot Pemadam Api", *Jurnal Semesta Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 38-44, Mei 2014
- [7] R. R. Sitepu, M. Yusman, dan F. E. Febriansyah, "Implementasi Algoritma *Bubble Sort* dan *Selection Sort* Menggunakan *Arraylist* Multidimensi pada Pengurutan Data Multi Prioritas", *Ilmu Komputer Unila Publishing Network* all right reserve, Vol 5 No. 1, 2017
- [8] R. R. Suryadi, I. Wijayanto, dan A. Rusnindar, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Pendeteksi Api Pada Robot Pemadam Api Dengan Menggunakan Sensor Api Dan Kamera", *e-Proceeding of Engineering*, Vol.4, No.3 Desember 2017
- [9] T. Hendriani, M.Yamin, dan A. P. Dewi, " Sistem Peramalan Persediaan Obat dengan Metode *Weight Moving Average* dan *Reorder Point* (Studi Kasus: Puskesmas Soropia)" , ISSN: 2502-8928 (Online), *semanTIK*, Vol.2, No.2, Jul-Des 2016, pp. 207-214
- [10] Taylor James, "*Foundation Level Infrared Training*", *Land Instruments International Ltd, Revision 4c, 12<sup>th</sup> August 2010*
- [11] U. Jayalatsumi, dkk, "A Low Cost Thermal Imaging System for Medical Diagnostic Applications", *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (3.27) (2018) 314-317