



Thermal Image Menggunakan Sensor Panas TPA81

Ari Setiawan^{*1}, Hendawan Soebhakti

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam

E-mail: ari1setiawan@yahoo.com

Informasi Artikel

Diserahkan tanggal:

17 Desember 2021

Direvisi tanggal:

26 Januari 2022

Diterima tanggal:

28 Januari 2022

Dipublikasikan tanggal:

31 Januari 2022

Digital Object Identifier:

10.21063/JTE.2022.31331105



Abstrak

Mengetahui sumber panas suatu benda/objek dapat menggunakan termometer atau sensor suhu. Dari pembacaan *temperature* tersebut kita belum dapat mengetahui penyebaran dari sumber panas yang diperolehnya. Dengan memanfaatkan sensor *Thermal* TPA81 dikembangkan alat untuk dapat mengetahui penyebaran dari sumber panas yang telah dideteksi dari sensor tersebut. Permasalahan yang utama dalam alat ini adalah bagaimana melakukan *scanning temperature* pada jangkauan sensor dan merubah hasil pembacaan sensor kedalam warna. Dari hasil pengujian dapat ditarik kesimpulan bahwa pembacaan sensor pada sistem dapat melakukan *scanning* terhadap sumber panas yang ada di sekitar sensor dengan rentang pergeseran dan pergerakan servo horizontal sebesar 30° dan servo Vertikal 4° dan dapat melakukan konversi kedalam Image/gambar menggunakan standar lingkaran warna (Color Circle). Dengan capaian pembacaan sensor dengan jarak 30 cm dapat mendeteksi suhu di atas 100° C dengan tampilan gambar berwarna merah. Pada jarak sumber panas 1 Meter terdapat konversi warna kedalam gambar adalah warna hijau hal ini dikarenakan pembacaan berkisar antara 40° C sampai dengan 50° C adapun jarak diatas 1.5 Meter di dominasi warna biru dan warna *blue green* merepresentasikan hasil pembacaan sensor 30-40° C.

Kata kunci: *Temperature, Thermal Array, Scanning, Sumber Panas, Konversi.*

1. PENDAHULUAN

Dalam melakukan deteksi panas suatu benda dibutuhkan alat bantu berupa sensor, hal ini dimaksudkan agar dapat mengetahui *temperature* benda tersebut. Akan tetapi ada kalanya suhu yang terbaca oleh sensor tidak dapat diketahui apakah *temperature* tersebut berbahaya atau tidak, sebagai contoh suhu suatu ruangan mencapai 35°C dimana suhu tersebut bisa bersumber dari cuaca dan bisa juga bersumber dari api, apabila bersumber dari cuaca maka hal ini tidak menjadi masalah namun apabila suhu tersebut berasal dari nyala api, maka hal ini dapat memicu terjadinya kebakaran dimana pemicu terjadinya kebakaran salah satunya adalah panas.

Dari penelitian yang telah ada[2], penggunaan sensor *Thermal Array* mampu mendeteksi panas dengan jarak tertentu tanpa harus kontak fisik dengan benda yang akan diukur, akan tetapi hasil tersebut hanya mengetahui *temperature* dari sumber panas namun belum dapat mengetahui penyebaran dari panas itu sendiri. Sehingga tidak dapat disimpulkan apakah panas tersebut berbahaya, panas yang diinginkan atau memang panas yang bersumber dari benda tersebut. Teknologi terkait pendeteksian sumber panas yang direpresentasikan kedalam warna sudah berkembang namun harga yang harus dikeluarkan untuk memiliki alat tersebut juga besar.

Berdasar hal-hal tersebut diatas maka dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem pendeteksi panas menggunakan *Thermal Array* TPA81 dengan tampilan warna sehingga dapat diketahui penyebaran panas dari suatu benda yang terbaca suhunya.

2. METODOLOGI

Thermal image digunakan untuk meningkatkan *visibility* suatu obyek meskipun obyek tersebut dalam kondisi gelap dan dapat menciptakan sebuah gambar dari deteksi radiasi inframerah. Dikarenakan pendeteksian memanfaatkan *infrared* maka *thermal image* dapat menembus *obscurants* (asap, kabut). Cara kerja dari sistem *thermal image* adalah pada dasarnya semua benda memancarkan energi *infrared* (panas). Sebuah *thermal image* (kamera *thermal*) adalah sebuah alat yang mampu mendeteksi perbedaan *temperature* yang dipancarkan oleh suatu obyek sehingga dapat terbentuk gambar dari informasi perbedaan suhu yang diterima oleh sensor tersebut.

Sensor TPA81 adalah sensor *thermal array* yang mampu mendeteksi 8 titik (pixel) dalam 1 (satu) baris. 1 *pixel* sensor mampu mendeteksi pancaran cahaya inframerah dengan *range* 2 μm – 22 μm (range radiasi panas). Sensor ini dapat mendeteksi api lilin sampai 2 meter tanpa terpengaruh terhadap cahaya dari luar[1]. Sensor ini mendeteksi panas suatu benda tanpa harus kontak dengan benda. Dalam mendeteksi objek, sensor TPA81 memiliki *Field of view* hingga jarak 2 meter, hal ini dikarenakan sensor dilengkapi dengan lensa dan rangkaian penguat yang telah *buil in* di dalam modulnya. Total *Field of view* (FOV) TPA81 mencapai $41^\circ \times 6^\circ$ sehingga setiap *pixel*-nya memiliki $5.12^\circ \times 6^\circ$.

Untuk dapat memetakan sebuah warna maka diperlukan pemetaan ke dalam warna. Jenis Warna diantaranya *additive color* (RGB), *subtractive color* (CMYK)[3]. Untuk mengetahui nilai sebuah warna kedalam HSV *Hue saturation and Value* [6] dengan pemodelan:

$$R' = R/255 \quad (1)$$

$$G' = G/255 \quad (2)$$

$$B' = B/255 \quad (3)$$

$$CMax = \max(R', G', B') \quad (4)$$

$$CMin = \min(R', G', B') \quad (5)$$

$$\Delta = CMax - CMin \quad (6)$$

Menghitung nilai Hue:

$$H = \begin{cases} 60^\circ \times \left(\frac{G' - B'}{\Delta} \bmod 6 \right), & CMax = R \\ 60^\circ \times \left(\frac{B' - R'}{\Delta} + 2 \right), & CMax = G' \\ 60^\circ \times \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4 \right), & CMax = B' \end{cases} \quad (7)$$

Menghitung nilai Saturation:

$$S = \begin{cases} \frac{\Delta}{1 - |2L - 1|}, & \Delta > 0 \\ 0, & 0 \end{cases} \quad (8)$$

Menghitung Lightness:

$$L = (CMax + CMin) / 2 \quad (9)$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai HSV dari nilai RGB maka dilakukan dengan pemodelan matematika sebagai berikut:

Mencari nilai V-nya

$$V = \text{Max}\{R, G, B\} \quad (10)$$

Mencari nilai S-nya

$$S = (V - \min\{R, G, B\})/V \quad (11)$$

Mencari nilai H-nya

$$H = \begin{cases} \frac{(G-B)60}{S}, & \text{if } V = R \\ 120 + \frac{(B-R)60}{S}, & \text{if } V = G \\ 240 + \frac{(R-G)60}{S}, & \text{if } V = B \end{cases} \quad (12)$$

2.1 Rancangan Penelitian

Untuk mempermudah dalam melakukan pemetaan warna, maka dilakukan pemetaan dari pembacaan sensor yang akan dirubah kedalam warna tertentu. Acuan dari pemetaan tersebut berdasarkan *Color Circle* “Gambar 1”. Teori *Color Circle* dikembangkan pada akhir abad ke-17 oleh Sir Isaac Newton [4].



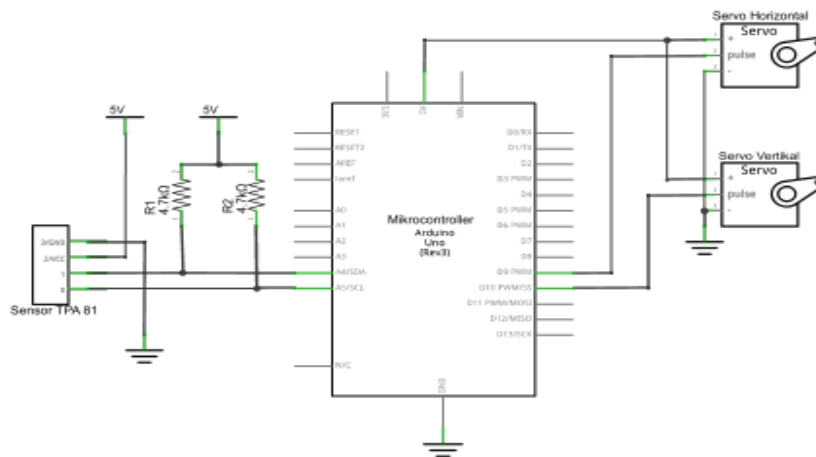
Gambar 1. Lingkaran Warna

Berdasar lingkaran warna tersebut dibuat acuan “Tabel 1” untuk memetakan warna dari hasil pembacaan sensor yang diperoleh dan hasilnya diubah dalam bentuk gambar yang berukuran 10x24 *pixel*.

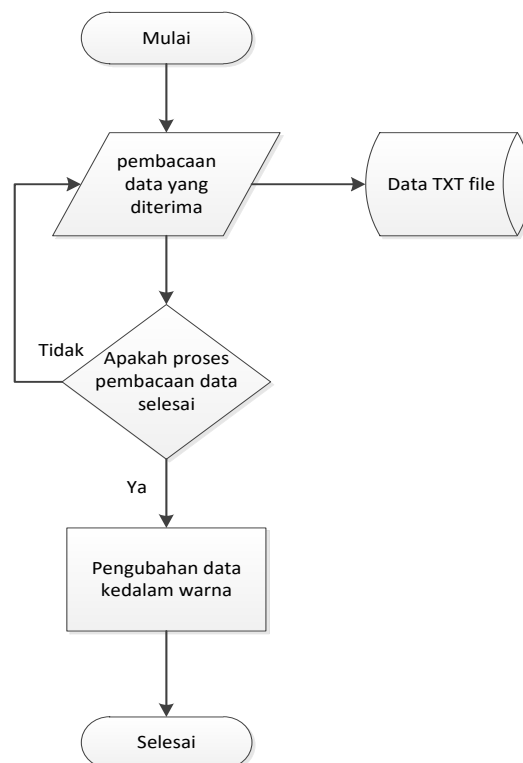
Tabel 1. Pemetaan Suhu Kedalam Warna

No	Suhu	Warna	R	G	B
1	$\leq 20^{\circ} \text{C}$	Blue Violet	138	43	211
2	$> 20^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 30^{\circ} \text{C}$	Blue	0	0	255
3	$> 30^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 40^{\circ} \text{C}$	Blue Green	32	178	170
4	$> 40^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 50^{\circ} \text{C}$	Green	0	255	0
5	$> 50^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 60^{\circ} \text{C}$	Yellow Green	173	255	47
6	$> 60^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 70^{\circ} \text{C}$	Yellow	255	255	0
7	$> 70^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 80^{\circ} \text{C}$	Yellow Orange	255	204	0
8	$> 80^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 90^{\circ} \text{C}$	Orange	255	140	0
9	$> 90^{\circ} \text{C}$ s/d $\leq 100^{\circ} \text{C}$	Red Orange	255	69	0
10	$> 100^{\circ} \text{C}$	Red	255	0	0

Pada data *processing* dilakukan *interface* antara mikrokontroller “Gambar 2”, sensor dan dihubungkan dengan laptop/PC. *Microcontroller* yang digunakan adalah Arduino uno dengan tampilan menggunakan program visualnya (C#) “Gambar 3”. Data yang dibaca oleh sensor akan dikirimkan ke laptop/*computer*. Data tersebut akan disimpan dalam file TXT dan dilakukan konversi ke dalam gambar dengan mengacu pada *Color Circle*.



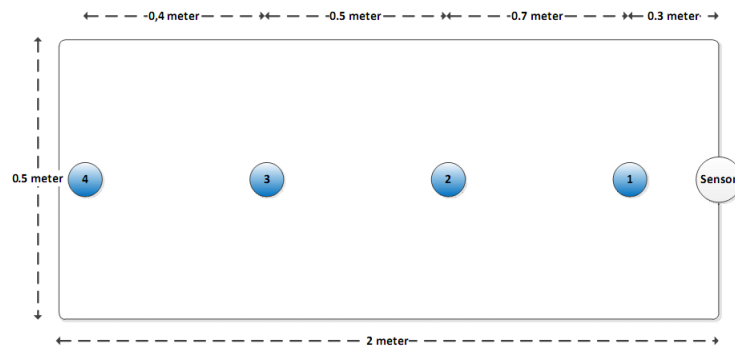
Gambar 2. Skematik System.



Gambar 3. Flow Chart Program C#

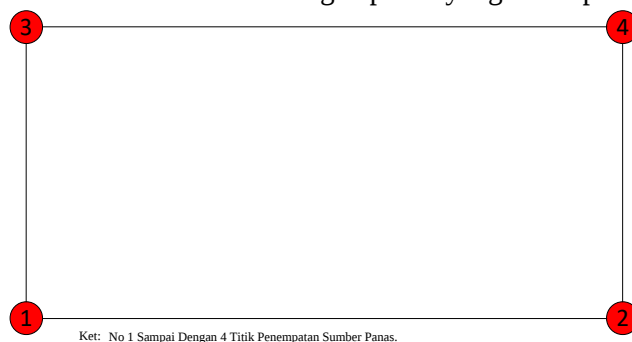
2.2 Instrumen Penelitian

Sistem pengujian yang dibuat pada area dengan ukuran panjang 2 meter “Gambar 4”. Penempatan posisi sensor tetap di posisinya, namun obyek yang akan diuji berbeda-beda penempatannya dari no 1 sampai dengan no 4.



Gambar 4. Denah Area Pengujian System.

Pengujian sumber panas menggunakan nyala api lilin, sedangkan kalibrasi posisi bersumber dari panas solder “Gambar 5”. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk memastikan hasil pembacaan sensor telah sesuai dengan posisi yang diharapkan.



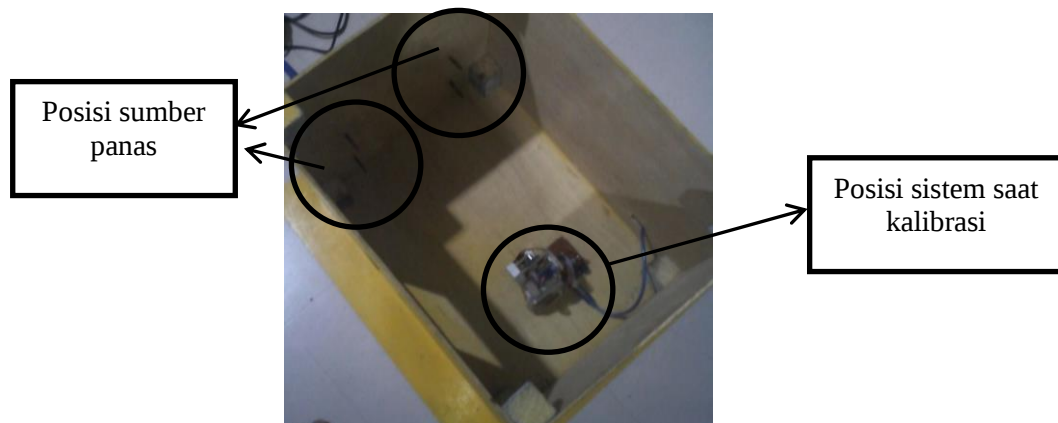
Gambar 5. Denah Kalibrasi Posisi Pembacaan Sensor

Proses kalibrasi menggunakan 4 buah titik sumber api, adapun jarak dari titik-1 ke titik-2 20cm, begitu juga titik-3 ke titik-4, adapun jarak antara titik-1 ke titik-3 10 cm, begitu juga dengan titik 2 ke titik-4.

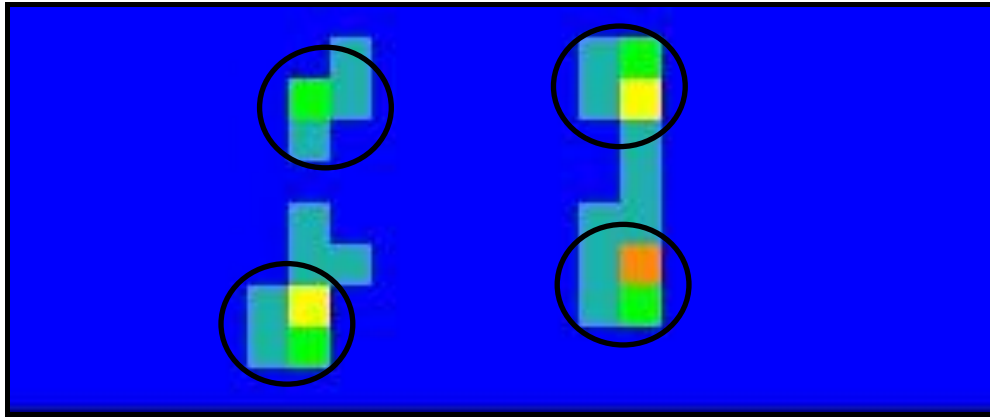
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kalibrasi Posisi Sensor

Dalam pengujian, sistem/alat diletakkan secara tetap, objek/sumber panas yang akan dideteksi diletakkan sesuai dengan denah pengujian. Agar data pengujian yang dihasilkan dari pembacaan sensor sesuai dengan arah gerak dari servo atau tidak, maka dilakukan kalibrasi terhadap posisi pembacaan “Gambar 6”. Sumber panas yang digunakan dalam proses kalibrasi berasal dari panas solder. Data yang diperoleh kemudian di-convert kedalam gambar/image.



Gambar 6. Proses Kalibrasi Posisi

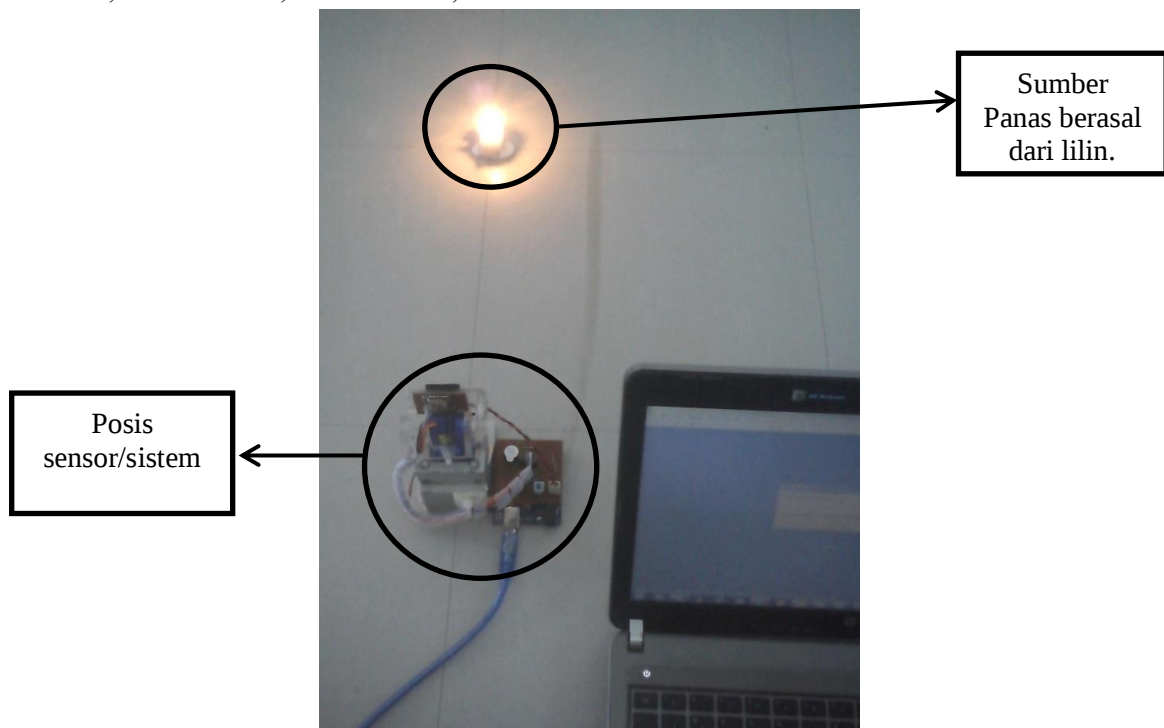


Gambar 7. Image Hasil Kalibrasi Posisi.

Hasil konversi ke warna ke dalam gambar “Gambar 7” telah sesuai dengan posisi sumber panas yang *discanning* oleh sensor dimana warna-warna merupakan hasil representasi dari pembacaan sensor.

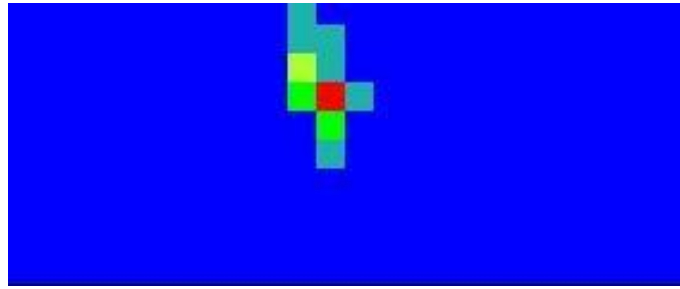
3.2 Pengujian

Pengujian “Gambar 8” dilakukan dengan rentang jarak yang berbeda sesuai dengan denah area pengujian terhadap sumber panas “Gambar 4”. Data hasil pembacaan sensor pada jarak 30 cm, 1 meter, 1.5 meter “Tabel 2”, “Tabel 3”, “Tabel 4” dan 1.9 meter dilakukan konversi ke dalam gambar/Image “Gambar 9”, “Gambar 10”, “Gambar 11”, “Gambar 12”.

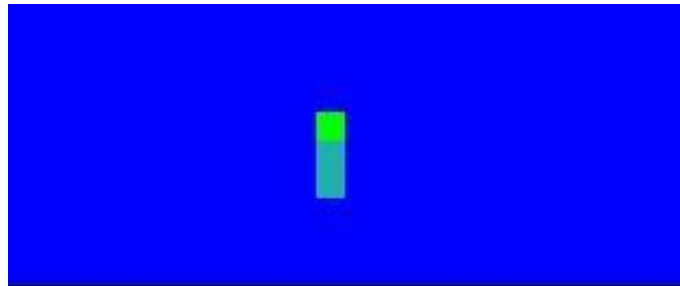


Gambar 8. Penempatan Sistem Saat Pengujian

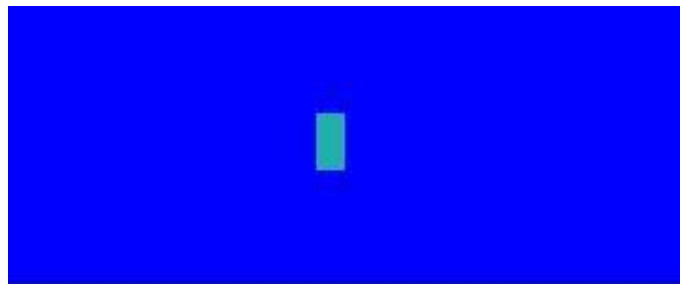
Berdasarkan data yang diperoleh, pengujian dengan jarak 30 cm menunjukkan bahwa pembacaan sensor dapat mendeteksi suhu di atas 100°C “Tabel 2” dengan tampilan gambar diwakili warna merah. Pada jarak sumber panas 1 Meter terdapat konversi warna ke dalam gambar adalah warna hijau hal ini dikarenakan pembacaan berkisar antara 40°C sampai dengan 50°C sedangkan untuk pengujian di atas 1,5 Meter hanya terdapat 2 (dua) perbedaan warna hal ini disebabkan karena hasil pembacaan sensor hanya berkisar di antara 20°C sampai dengan 40°C . Warna biru merepresentasikan nilai pembacaan sensor $20-30^{\circ}\text{C}$, sedangkan warna blue green merepresentasikan hasil pembacaan sensor $30-40^{\circ}\text{C}$.



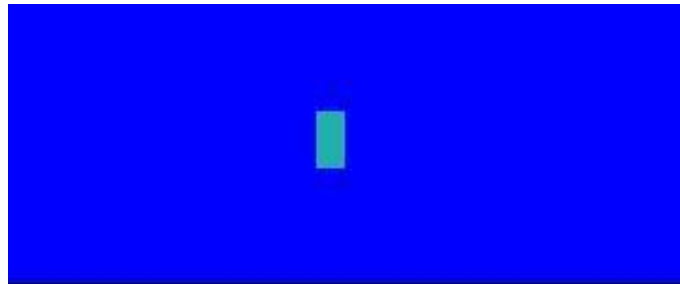
Gambar 9. *Image Hasil Scanning Jarak 30Cm.*



Gambar 10. *Image Hasil Scanning Jarak 1 meter.*



Gambar 11. *Image Hasil Scanning Jarak 1,5 meter.*



Gambar 12. *Konversi Data kedalam Image Pada Jarak 1,9 meter.*

Tabel 2. Hasil pengujian sumber panas dengan jarak objek 30 cm

No	Titik1	Titik2	Titik3	Titik4	Titik5	Titik6	Titik7	Titik8
1	28	28	29	27	28	28	27	26
2	28	29	28	27	28	28	28	27
3	27	27	28	27	26	26	26	26
4	28	28	28	27	28	28	26	26
5	27	27	27	27	28	27	25	25
6	29	28	28	29	29	29	27	27
7	28	28	29	28	29	28	27	25
8	29	28	27	28	27	29	27	26
9	27	28	29	28	29	28	28	26
10	27	28	28	27	27	27	26	26
11	28	28	25	28	29	28	25	25
12	28	28	28	27	29	29	27	26
13	27	29	29	28	27	28	27	26
14	28	28	27	28	27	27	27	26

No	Titik1	Titik2	Titik3	Titik4	Titik5	Titik6	Titik7	Titik8
15	29	29	29	29	31	29	27	26
16	27	28	28	29	27	26	27	26
17	28	28	28	27	28	28	27	28
18	27	29	29	29	44	29	29	27
19	28	28	29	29	29	27	27	26
20	28	28	28	28	29	30	26	27
21	28	29	29	33	130	42	29	27
22	27	29	28	28	28	27	26	26
23	28	30	29	28	28	28	27	25
24	27	29	29	30	37	54	29	27
25	29	27	29	29	26	28	29	26
26	27	29	29	27	29	28	28	26
27	28	29	28	29	36	31	28	26
28	28	29	28	26	28	28	27	26
29	29	28	28	27	28	28	26	28
30	27	29	29	27	27	32	29	26
31	30	29	28	26	27	27	26	28

Tabel 3. Data hasil pengujian jarak 1 meter

No	Titik1	Titik2	Titik3	Titik4	Titik5	Titik6	Titik7	Titik8
1	29	29	28	27	27	27	28	26
2	27	28	28	28	27	28	27	26
3	27	27	29	28	27	28	27	26
4	28	28	27	27	29	28	28	27
5	26	28	28	27	27	27	26	26
6	27	28	27	27	27	28	26	27
7	27	28	28	26	29	28	27	25
8	28	28	28	27	26	27	27	26
9	26	28	27	28	30	29	28	27
10	28	28	28	28	27	27	26	26
11	27	28	27	27	28	27	27	25
12	26	28	27	27	30	27	26	25
13	28	27	27	28	28	25	26	25
14	27	27	27	27	27	28	28	26
15	29	29	26	28	28	29	28	26
16	27	28	28	27	27	26	26	25
17	27	28	29	26	27	27	29	26
18	28	28	28	28	40	27	27	27
19	26	27	28	29	27	27	26	25
20	28	28	27	27	27	27	27	25
21	29	28	29	29	32	29	26	26
22	27	28	28	29	27	28	27	26
23	27	29	29	27	27	27	27	25
24	26	31	27	26	27	27	26	26
25	27	28	27	26	28	28	27	25
26	26	28	27	28	25	28	26	25
27	29	28	27	26	27	28	28	26
28	27	27	27	26	28	27	27	26
29	27	27	26	29	28	28	28	27
30	30	27	29	27	27	26	27	26
31	28	29	29	27	30	28	26	26

Tabel 4. Data hasil pengujian jarak 1.5 meter

No	Titik1	Titik2	Titik3	Titik4	Titik5	Titik6	Titik7	Titik8
1	25	26	26	26	26	27	26	24
2	27	29	27	28	28	26	27	26

No	Titik1	Titik2	Titik3	Titik4	Titik5	Titik6	Titik7	Titik8
3	27	27	29	28	28	27	27	26
4	27	28	28	27	28	27	27	25
5	26	28	27	28	28	28	27	26
6	27	28	26	27	28	28	27	26
7	28	28	27	27	28	27	27	26
8	28	28	27	26	27	27	28	26
9	27	28	28	29	27	28	27	27
10	27	28	27	27	27	27	27	25
11	27	28	28	26	28	27	27	25
12	27	28	28	28	29	27	27	27
13	26	28	27	28	27	27	27	27
14	26	28	27	29	28	27	26	26
15	28	28	28	29	32	27	27	26
16	27	28	27	28	27	27	28	25
17	28	28	27	27	28	27	28	26
18	28	28	28	30	31	28	27	26
19	28	28	27	27	27	26	27	27
20	28	28	27	27	28	28	27	27
21	28	28	27	28	28	27	27	25
22	27	28	28	26	28	28	26	26
23	26	28	27	27	27	26	28	25
24	27	28	27	27	29	27	28	26
25	27	28	27	28	28	28	27	26
26	27	29	28	27	28	29	27	27
27	28	29	28	29	28	27	27	25
28	28	27	28	28	27	26	27	25
29	27	29	28	29	28	29	28	28
30	27	29	28	28	28	27	27	27
31	26	27	27	29	29	28	27	23

4. KESIMPULAN

Dari seluruh pengujian yang dilakukan pembacaan sensor pada sistem dapat melakukan *scanning* terhadap sumber panas yang ada di sekitar sensor dengan rentang pergeseran dan pergerakan servo horizontal sebesar 30° dan servo Vertikal 4° dan dapat melakukan konversi ke dalam Image/gambar menggunakan standar lingkaran warna (Color Circle). Dengan capaian pembacaan sensor pada jarak 30 cm dapat mendeteksi suhu di atas 100°C dengan konversi warna gambar berwarna merah. Pada jarak sumber panas 1 Meter terdapat konversi warna ke dalam gambar adalah warna hijau hal ini dikarenakan pembacaan berkisar antara 40°C sampai dengan 50°C adapun jarak diatas 1.5 Meter di dominasi warna biru dan warna *blue green* merepresentasikan hasil pembacaan sensor $30\text{-}40^{\circ}\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alfith, "Perancangan Robot Cerdas Pemadam Api dengan Sensor Thermal Array Tpa 81 Berbasis microcontroller Arduino Mega 2560," *JTE-ITP*, vol. 5, no. 2, Juli., pp. 2252-3472, 2016
- [2] Wilbert Tannady. "Aplikasi Thermopile Array Untuk Thermoscanner Berbasis Mikrokontroler", S.T, Universitas Kristen Maranatha.
- [3] Ari Wibowo, Happy Yugo Prasetya dan Andri Albertha Pratama Pratama. "Analisis Pengaruh Warna Terhadap Aperture, Iso Dan Shutter Speed (Exposure Triangle) Kamera Digital Single Lens Reflex", *Jurnal Integrasi*, vol. 7, no. 2, September., pp. 130-135, 2015.
- [4] Invisionapp, Brittany Anas: Understanding color theory: the color wheel and finding complementary colors, <https://www.invisionapp.com/inside-design/understanding-color-theory-the-color-wheel-and-finding-complementary-colors>, November 2020

- [5] Hendawan Soebhakti S.T., M.T. Modul Kuliah, Topic: “ HSL & HSV Color Space” Teknik mekatronika, Politeknik Negeri Batam, Batam, 2013.
- [6] Thomas L. Williams, *Thermal Imaging Cameras Characteristics and Performance*”, New York , CRC Press Taylor & Francis Group, 2009.