

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA17

KARAKTERISASI SENSOR KAMERA TERMAL AMG8833 UNTUK PERANCANGAN SISTEM PENGUKURAN TEMPERATUR PADA MESIN

Ridho Achmadi^{1, a)}, Widyaningrum Indrasari^{1, b)}, Heri Firmansyah^{2, c)}

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl Rawamangun Muka No 11, Jakarta Timur 13220, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jl Rawamangun Muka No 11, Jakarta Timur 13220, Indonesia

Email: ^{a)}ridhoachmadi169@gmail.com, ^{b)}widyaningrum-indrasari@unj.ac.id, ^{c)}heri.firmansyah@unj.ac.id

Abstrak

Monitoring temperatur pada mesin dapat digunakan untuk pencegahan kondisi *overheating*. Untuk melakukan *monitoring* temperatur mesin, dibutuhkan suatu sistem pengukuran temperatur. Pada penelitian ini, dilakukan perancangan sistem pengukuran temperatur pada mesin menggunakan sensor kamera termal AMG8833. Namun dalam penggunaannya, setiap sensor harus dikarakterisasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Tujuan karakterisasi pada sensor kamera termal AMG8833 agar dapat diketahui jarak pengukuran optimal, rentang kerja, dan keakuratan dalam pengukuran temperatur. Metode yang digunakan dalam mengkarakterisasi sensor kamera termal AMG8833 yaitu membandingkan langsung nilai yang terbaca pada sensor dengan nilai yang terbaca pada termogun industri. Hasil pengukuran jarak optimal menunjukkan bahwa sensor mampu bekerja optimal pada jarak 3 cm. Sedangkan hasil uji coba sensor pada rentang 32,50°C hingga 65,70°C memiliki rata-rata *error* relatif pengukuran sebesar 0,12%. Selanjutnya, sensor akan digunakan dalam pengembangan sistem pengukuran dan *monitoring* temperatur pada mesin.

Kata-kata kunci: *monitoring*, temperatur mesin, kamera termal, karakterisasi sensor AMG8833.

Abstract

Monitoring the temperature of the engine can be used to prevent overheating. To monitor engine temperature, a temperature measurement system is needed. In this study, a temperature measurement system was designed on the engine using the AMG8833 thermal camera sensor. However, in its use, each sensor must be characterized before being used. The purpose of characterization of the AMG8833 thermal camera sensor is to find out the optimal measurement distance, working range, and accuracy in temperature measurement. The method used in characterizing the AMG8833 thermal camera sensor is to directly compare the value read on the sensor with the value read on an industrial thermometer. The optimal distance measurement results show that the sensor is able to work optimally at a distance of 3 cm. While the results of the sensor trials in the range of 32.50°C to 65.70°C have an average relative measurement error of 0.12%. Furthermore, the sensor will be used in the development of a temperature measurement and monitoring system on the engine.

Keywords: monitoring, machine temperature, thermal camera, AMG8833 sensor characterization.

PENDAHULUAN

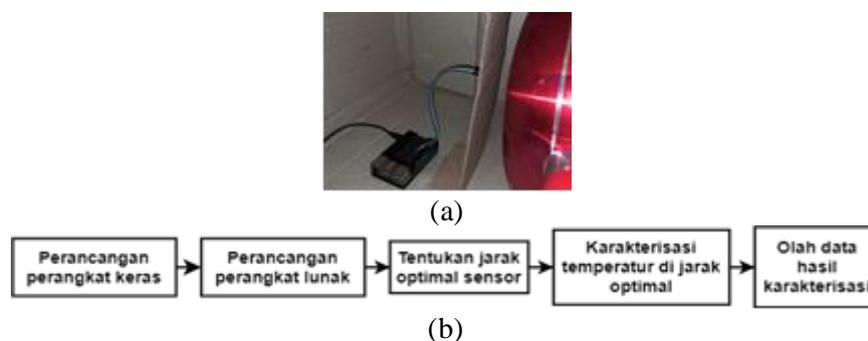
Monitoring mesin perlu dilakukan agar tidak terjadi hal yang buruk pada mesin. *Monitoring* pada mesin digunakan untuk pencegahan kondisi *overheating* [1]. Kebakaran mesin dapat terjadi jika kondisinya sudah *overheating* tetapi masih dialiri arus listrik. Hal ini dapat menyebabkan sistem kelistrikan dari mesin tersebut dapat meleleh atau terbakar [2][3]. Dengan memantau perubahan temperatur maka dapat diketahui perubahan fisik yang terjadi pada mesin. Hal inilah yang membuat temperatur menjadi salah satu indikator dalam mengetahui perubahan keadaan suatu mesin [4]. Untuk melakukan *monitoring* kondisi temperatur suatu mesin dibutuhkan alat yang dapat mengukur temperatur pada mesin.

Kamera termal merupakan salah satu alat ukur yang dapat memantau temperatur pada mesin [5][6]. Kamera termal biasanya digunakan untuk memantau peralatan industri, khususnya mesin pada industri [7]. Keuntungan menggunakan kamera termal dalam mengukur temperatur mesin yaitu mampu mengukur temperatur pada mesin meskipun dalam keadaan gelap [8]. Hal ini dikarenakan kamera termal melakukan pengukuran dengan menangkap radiasi panas dari suatu objek [9]. Kamera ini berbeda dengan kamera biasa yang memanfaatkan pemantulan cahaya ke objek seperti mata manusia [10]. Akan tetapi, gambar yang didapatkan dari kamera termal berupa representasi dari pancaran radiasi panas objek yang di tuju.

Salah satu jenis kamera termal yang sering digunakan adalah sensor kamera termal AMG8833. Namun jika ingin digunakan, setiap sensor harus dilakukan tahap karakterisasi. Tujuan karakterisasi pada sensor kamera termal AMG8833 agar dapat diketahui jarak pengukuran optimal, rentang kerja, dan keakuratan dalam pengukuran temperatur. Pada tahun 2023, Lestari dkk membuat penelitian terkait karakteristik kamera termal AMG8833 untuk perancangan sistem pintu otomatis. Hasilnya bekerja dengan baik untuk rentang 34°C hingga 39°C [9]. Penelitian ini memfokuskan pada tahap karakterisasi dari sensor kamera termal AMG8833. Sensor tersebut menggunakan Raspberry Pi sebagai kontroler untuk membaca data keluaran sensor. Diharapkan dalam penelitian ini dapat menentukan jarak optimal sensor, meluaskan rentang kerja sensor, dan menurunkan tingkat kesalahan dari pembacaan sensor. Setelah dilakukan karakterisasi pada sensor kamera termal AMG8833, selanjutnya sensor akan digunakan dalam pengembangan sistem pengukuran dan *monitoring* temperatur pada mesin.

METODOLOGI

Pada penelitian ini, sensor kamera termal AMG8833 akan digunakan untuk sistem pengukuran temperatur pada mesin. Adapun komponen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sensor kamera termal AMG8833 untuk mengukur temperatur pada mesin, Raspberry Pi sebagai kontroler, laptop sebagai media pengolah data, *stirrer* sebagai objek penghasil panas, meteran sebagai alat ukur jarak, dan termogun industri sebagai alat standar pengukuran. Prosedur karakterisasi dalam penelitian ini yaitu merancang perangkat keras, merancang perangkat lunak, menentukan jarak optimal sensor, mengkarakterisasi temperatur di jarak optimal, dan mengolah data hasil karakterisasi. Berikut ini merupakan skema proses karakterisasi yang ditunjukkan oleh GAMBAR 1 (b).



GAMBAR 1. (a) Perangkat keras alat (b) Skema proses karakterisasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi pada sensor kamera termal AMG8833 yang akan digunakan untuk sistem pengukuran dan *monitoring* temperatur pada mesin. Proses karakterisasi sensor kamera termal AMG8833 diantaranya yaitu menentukan jarak optimal sensor, karakterisasi temperatur di jarak optimal, pengolahan data karakterisasi, dan uji coba sensor.

a) Jarak Optimal Sensor

Tahap awal dalam mengkarakterisasi adalah menentukan jarak optimal dari sensor kamera termal AMG8833. Dalam menentukan jarak optimal sensor, maka digunakan *stirrer* sebagai objek pengujian jarak optimal. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali pada temperatur 50,80°C, dengan rentang jarak 1 cm hingga 10 cm dan kenaikan jarak tiap 1 cm. Hasil pembacaan nilai keluaran sensor akan dilihat *error* relatif dan standar deviasinya. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan pengukuran dan persebaran data yang terlalu banyak. Hasil pengukuran jarak optimal sensor kamera termal AMG8833 ditunjukkan oleh TABEL 1.

TABEL 1. Jarak optimal sensor kamera termal AMG8833 ke *stirrer*

Pengukuran Ke-	Temperatur yang terbaca oleh sensor (°C)									
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
1	48,88	49,13	49,13	48,75	48,88	48,51	48,51	48,56	46,19	46,25
2	48,81	48,56	49,13	48,88	48,53	48,51	48,51	48,25	46,19	46,25
3	48,25	49,33	49,13	48,88	48,88	48,50	48,50	48,05	46,50	46,56
4	49,50	48,81	48,97	48,75	48,69	48,50	48,50	48,05	46,50	46,56
5	48,75	48,94	49,13	48,75	48,69	48,44	48,38	47,94	46,50	46,56
6	48,75	48,69	49,13	48,75	48,88	48,44	48,38	47,94	46,50	46,56
7	49,50	48,38	48,97	48,55	48,53	48,31	48,38	47,76	46,69	46,56
8	49,50	49,50	48,97	48,53	48,53	48,38	48,31	47,76	46,69	46,56
9	48,69	49,33	48,97	48,73	48,25	48,38	48,19	47,62	46,69	46,56
10	48,69	49,13	48,87	48,73	48,25	48,31	48,31	48,05	46,88	46,62
11	48,69	49,50	48,87	48,56	48,13	48,44	48,31	47,56	46,88	46,62
12	49,50	49,33	48,87	48,56	48,13	48,31	48,25	47,56	46,88	46,62
13	49,50	48,81	48,97	48,56	48,13	48,31	48,25	47,44	46,88	46,62
14	48,75	48,69	48,97	48,50	48,25	48,19	48,25	47,44	47,22	46,88
15	48,25	48,69	48,97	48,50	48,25	48,19	48,19	48,05	47,22	46,88
Rata-rata (°C)	48,93	48,99	49,00	48,67	48,47	48,38	48,35	47,87	46,69	46,58
Error (%)	3,67	3,57	3,54	4,20	4,59	4,76	4,83	5,77	8,08	8,31
Std. Dev (°C)	0,45	0,36	0,10	0,13	0,29	0,11	0,11	0,32	0,31	0,17

Berdasarkan TABEL 1, diperoleh bahwa jarak optimal dari sensor kamera termal AMG8833 adalah 3 cm. Hal ini dikarenakan pada jarak tersebut memiliki *error* relatif dan standar deviasi yang rendah jika dibandingkan dengan hasil pengukuran lainnya. Pada jarak 3 cm memiliki *error* relatif sebesar 3,54% dan standar deviasi sebesar 0,10°C.

b) Karakterisasi Temperatur dan Pengolahan Data

Tahap selanjutnya dalam mengkarakterisasi sensor kamera termal AMG8833 adalah membandingkan langsung nilai yang terbaca pada sensor kamera termal AMG8833 dengan nilai yang terbaca pada termogun industri. Pada tahap ini, pengukuran dilakukan di jarak optimal dari sensor yaitu 3 cm. Pengukuran temperatur dilakukan sebanyak 3 kali pada rentang 40°C hingga 70°C dengan kenaikan temperatur tiap 1°C. Hasil karakterisasi temperatur sensor kamera termal AMG8833 ditunjukkan oleh TABEL 2.

TABEL 2. Hasil karakterisasi temperatur sensor kamera termal AMG8833

Pengukuran Ke-	Temperatur (°C)										
	40,40	41,60	42,20	43,30	44,50	45,60	...	67,30	68,30	69,60	70,00
1	37,25	38,44	38,56	40,19	40,38	42,00	...	65,31	67,31	67,88	70,12
2	37,31	38,56	38,56	40,00	40,38	42,12	...	65,06	66,88	67,88	70,19
3	37,12	38,38	38,44	39,94	40,56	42,19	...	66,69	66,75	67,75	70,06
Rata-rata	37,23	38,46	38,52	40,04	40,44	42,10	...	65,69	66,98	67,84	70,12

Berdasarkan TABEL 2, diperoleh banyaknya data ($n = 31$) dan komponen dari regresi linear sebagai berikut.

TABEL 3. Komponen regresi linear

	Jumlah
X	1653,55
Y	1713,40
X²	91002,55
Y²	97164,62
XY	94009,82

Berdasarkan TABEL 3, nilai X merupakan nilai rata-rata dari pengukuran temperatur *stirrer* yang terbaca oleh sensor kamera termal AMG8833. Sedangkan nilai Y merupakan nilai dari pengukuran temperatur *stirrer* yang terbaca oleh termogun industri. Dengan demikian dapat digunakan metode regresi linear untuk membuat persamaan karakterisasi dari sensor kamera termal AMG8833.

$$a = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \tag{1}$$

$$c = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \tag{2}$$

Persamaan karakterisasi dari sensor kamera termal AMG8833 sebagai berikut,

$$y = ax + c \tag{3}$$

$$y = 0,9339x + 5,4558 \tag{4}$$

Berdasarkan persamaan (4), dapat diketahui bahwa nilai x merupakan temperatur yang terbaca oleh sensor kamera termal AMG8833. Sedangkan nilai dari y merupakan nilai temperatur setelah karakterisasi atau temperatur aktual yang terukur dengan satuan °C.

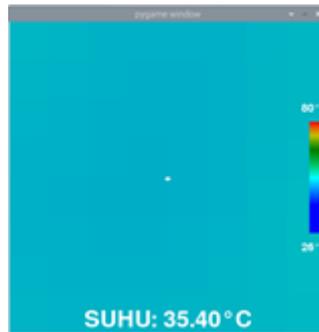
c) Uji Coba Sensor

Persamaan karakterisasi dari sensor kamera termal AMG8833 pada persamaan (4) akan dimasukan kedalam program yang terdapat pada Raspberry Pi. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan keakuratan dalam pembacaan sensor. Setelah itu, dilakukan uji coba sensor dalam mengukur temperatur setelah dilakukan karakterisasi. Pengujian ini dilakukan pada jarak optimal yaitu 3 cm. Hasil pengukuran temperatur dari sensor kamera termal AMG8833 setelah dikarakterisasi sebagai berikut.

TABEL 4. Data uji coba sensor kamera termal AMG8833 setelah dikarakterisasi

Temperatur (°C)		
Termogun Industri	Sensor Kamera Termal AMG8833	Error (%)
32,50	32,48	0,06
37,70	37,68	0,05
45,70	45,61	0,20
50,90	50,81	0,18
57,70	57,64	0,10
65,70	65,61	0,14

Berdasarkan TABEL 4, hasil uji coba sensor kamera termal AMG8833 pada rentang 32,50°C hingga 65,70°C memiliki nilai *error* minimal sebesar 0,05% dan *error* maksimal sebesar 0,20% dengan rata-rata *error* relatif pengukuran sebesar 0,12%. Berikut ini merupakan tampilan keluaran dari sensor kamera termal AMG8833 yang digunakan pada Raspberry Pi.



GAMBAR 2. Tampilan keluaran dari sensor kamera termal AMG8833

SIMPULAN

Telah dilakukan karakterisasi dari sensor kamera termal AMG8833. Hasil pengukuran jarak optimal menunjukkan bahwa sensor kamera termal AMG8833 mampu bekerja optimal pada jarak 3 cm. Sedangkan hasil uji coba sensor pada rentang $32,50^{\circ}\text{C}$ hingga $65,70^{\circ}\text{C}$ memiliki *error* minimal sebesar 0,05% dan *error* maksimal sebesar 0,20% dengan rata-rata *error* relatif pengukuran sebesar 0,12%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sensor kamera termal AMG8833 dapat digunakan dalam pengembangan sistem pengukuran dan *monitoring* temperatur pada mesin.

REFERENSI

- [1] Triasto, A. G. Hawali, M. Rivai, "Sistem Keamanan Peralatan Berbasis Kamera Termal," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, no. 2, pp. A115-A120, 2020.
- [2] H. Irawan, M. Rivai, F. Budiman, "Rancang Bangun Wireless Sensor Network Pada Pendeteksi Dini Potensi Kebakaran Lahan Gambut Menggunakan Banana Pi IoT," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, pp. C264-268, 2017.
- [3] W. Y. Samsudin, M. Rivai, Tasripan, "Sistem Pemetaan Suhu Permukaan Lahan Menggunakan Sensor Inframerah untuk Pendeteksi Dini Kebakaran," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 7, no. 1, pp. A193-198, 2018.
- [4] A. Ardiyanto, A. Ariman, E. Supriyadi, "Alat Pengukur Suhu Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Inframerah Dan Alarm Pendeteksi Suhu Tubuh Diatas Normal," *SINUSOIDA*, vol. 23, no. 1, pp. 11-21, 2021.
- [5] F. I. Pasaribu, "Penentuan Hot Point dan Monitoring Peralatan Menggunakan Thermal Imagers Fluke dengan Metode Thermovisi," *Journal of Electrical and System Control Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 113-128, 2021.
- [6] I. S. Jati, M. Rivai, "Implementasi Thermal Camera pada Pengaturan Pendingin Ruangan," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 8, no. 2, pp. A66-A71, 2020.
- [7] Ramirez-Nunez *et al.*, "Self-adjustment methodology of a thermal camera for detecting faults in industrial machinery," *In IECON 2016-42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IEEE*, pp. 7119-7124, 2016.
- [8] S. I. Purnama *et al.*, "Optimasi Pembacaan Suhu Kamera Termal Menggunakan Regresi Linier," *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 15, no. 1, pp. 127-136, 2021.

