

## Peningkatan Kinerja AMG8833 sebagai Thermocam dengan Metode Regresi *AdaBoost* untuk Pelaksanaan Protokol COVID-19

### Performance Improvement of AMG8833 as Thermocam with *AdaBoost* Regression Method for COVID-19 Protocol Enforcement

Aziz Nurul Iman<sup>1</sup>, Aji Gautama Putrada<sup>2</sup>, Sidik Prabowo<sup>3</sup>, Doan Perdana<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Program Studi Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom

<sup>2,4</sup> Advance and Creative Network Research Center, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[aziznuruliman@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:aziznuruliman@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[ajigps@telkomuniversity.ac.id](mailto:ajigps@telkomuniversity.ac.id),  
<sup>3</sup>[pakwowo@telkomuniversity.ac.id](mailto:pakwowo@telkomuniversity.ac.id), <sup>4</sup>[doanperdana@telkomuniversity.ac.id](mailto:doanperdana@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Salah satu cara untuk mencegah penyebaran virus COVID-19 adalah dengan melakukan pengecekan suhu tubuh secara rutin. Namun pengecekan suhu tubuh secara manual yaitu dengan mengarahkan termogun ke wajah seseorang masih sering ditemukan. Penelitian yang diusulkan mengimplementasikan penggunaan kamera thermal AMG8833 untuk mendeteksi suhu tubuh seseorang tanpa melakukan kontak apapun. Fungsi dari AMG8833 bukan untuk mendeteksi suhu tubuh, tetapi mendeteksi suhu secara *general*. Maka dari itu, untuk mendeteksi suhu tubuh dengan AMG8833 diperlukan kalibrasi menggunakan regresi. Tujuan dari penelitian adalah untuk meningkatkan kinerja AMG8833 sebagai kamera *thermal* dengan regresi *AdaBoost*. *AdaBoost* adalah jenis pembelajaran *ensemble* yang menggunakan beberapa model Decision Tree. Untuk pendeteksian wajah, sistem menggunakan metode Haar Cascade. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model Decision Tree menghasilkan nilai R-Squared sebesar 0,93 dan RMSE sebesar 0,21. Sedangkan *AdaBoost* berhasil meningkatkan kinerja model regresi dengan nilai R-Squared yang lebih tinggi dan nilai RMSE yang lebih rendah masing-masing dengan nilai 0,95 dan 0,18. Hasil pengujian *sensitivity* 93,3% dan *specificity* 100%.

**Kata kunci:** COVID-19, AMG8833, *AdaBoost*, haar cascade, r-square, root mean square error.

#### Abstract

One way to prevent the spread of the COVID-19 virus is to check body temperature regularly. However, checking body temperature manually by directing the thermogun at someone's face is still often found. This study implements the use of the AMG8833 thermal camera to detect a person's body temperature without making any contact. The AMG8833 is a general-purpose temperature detection camera so to be used as a temperature meter, its accuracy needs to be improved by regression. The purpose of this research is to improve the performance of AMG8833 as a thermal camera with *AdaBoost* regression. *AdaBoost* is a type of ensemble learning that uses several decision tree models. For face detection, the system uses the Haar Cascade method. The test results show that the decision tree model produces an R-Squared value of 0.93 and an RMSE of 0.21. Meanwhile, *AdaBoost* succeeded in improving the performance of the regression model with a higher R-Squared value and a lower RMSE value with values of 0.95 and 0.18, respectively.

**Keywords:** COVID-19, AMG8833, *AdaBoost*, haar cascade, r-square, root mean square error.

#### 1. PENDAHULUAN

*Corona Virus Disease* (COVID-19) telah menyebar mulai dari Desember 2019 di China, tepatnya di kota Wuhan dan beberapa bulan kemudian menyebar ke berbagai negara di dunia [1]. COVID-19 memberikan dampak yang cukup besar terhadap perusahaan komersial, pendidikan, ekonomi, agama, transportasi, pariwisata, dan industri lainnya [2]. WHO mempunyai dashboard untuk

memonitor kasus COVID-19 di seluruh dunia dan merujuk data dari WHO, pada tanggal 26 Mei 2021 terdapat 223 negara yang terkena dampak dengan total 167.492.769 kasus COVID-19 yang dikonfirmasi, termasuk 3.482.907 kematian yang diterima oleh WHO dari otoritas nasional [3][4]. Indonesia juga mempunyai dashboard untuk memonitor COVID-19 dan di Indonesia pada tanggal 26 Mei 2021 terdeteksi 1.791.221 kasus COVID-19 dengan 49.771 total kasus kematian [5].

Suhu tubuh adalah tanda vital terpenting pada tubuh manusia [6]. Suhu tubuh normal berada antara 36.5°C sampai dengan 37.2°C [7]. Salah satu gejala seseorang positif COVID-19 yaitu mengalami demam [8]. Saat ini deteksi suhu tubuh pada umumnya masih dilakukan secara manual dengan cara mengarahkan thermogun ke wajah seseorang [9]. Padahal deteksi suhu tubuh bisa dilakukan secara non-kontak dan otomatis sehingga tidak perlu petugas khusus untuk melakukan pengecekan suhu tubuh, yaitu dengan pendeteksian wajah dan thermal camera [10].

Pendeteksian wajah adalah teknologi komputer yang berfungsi untuk mengidentifikasi atau memverifikasi wajah seseorang melalui gambar digital [11]. Mekanisme pendeteksian wajah dilakukan dengan merekam wajah pengguna kemudian membandingkan wajah tersebut dengan wajah yang tersimpan pada *database* [12], [13]. Pada paper sebelumnya telah diusulkan perhitungan suhu badan dengan kamera thermal AMG8833 dan pendeteksian wajah menggunakan OpenCV [9] [10]. Namun tidak dilakukan kalibrasi pada AMG8833 sehingga akurasi dari sistem belum dioptimalkan. Kamera AMG8833 adalah kamera yang dapat menangkap citra *thermal*, fungsi kamera *thermal* bukan untuk mengukur suhu badan saja. Contohnya pada penelitian [14], AMG8833 digunakan bersama Arduino untuk *screening* tahap awal beberapa penyakit, seperti diabetes, kanker kulit, ulkus, dan demam. Paper itu menggunakan sensor AMG8833 dan Arduino. Hasil paper itu adalah *prototype* kamera *thermal* berbiaya rendah yang mampu secara akurat mengukur distribusi suhu. Kamera *thermal* yang dikembangkan juga mampu mendeteksi penyakit ulkus kaki pada subjek diabetes. Penelitian mengenai penggunaan kamera *thermal* untuk monitoring suhu badan telah dilakukan sebelum masa COVID-19, contohnya penelitian [15] yang membahas tentang pemantauan suhu tubuh menggunakan metode *Continuous Body Temperature Measurement* (CBTM) dan menggunakan kamera *thermal* untuk mendeteksi wajah secara otomatis. Namun, hasil paper itu, yang menggunakan *Nonlinear Least Square* (NLS) *Regression*, menunjukkan *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,375° C dan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0,439° C. Penelitian [16] membahas tentang pengembangan metode inspeksi sambungan solder menggunakan *improved AdaBoost* dan *Decision Tree*. Tujuan paper itu adalah untuk meningkatkan kinerja *automatic optical inspection* (AOI) agar bisa mengklasifikasikan cacat solder pada *printed circuit board* (PCB) di komponen *surface mount technology* (SMT). Hasil paper mempunyai akurasi 97.2% menggunakan *improved AdaBoost*.

Regresi dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja sistem sehingga akurasi pendeteksian suhu tubuh bisa meningkat. Regresi yang dapat digunakan antara lain adalah *Decision Tree* dengan *Adaptive Boosting* (*AdaBoost*) *Regression*. *Decision Tree* adalah algoritma *supervised learning* yang dirancang untuk menemukan *classifier* yang membedakan antara positif dan negatif. *Adaptive Boosting* adalah *ensemble learning* yang dapat memanfaatkan beberapa *Decision Tree* dengan kinerja buruk untuk menghasilkan regressor dengan akurasi yang baik tanpa menimbulkan *overfitting* [17].

Tujuan dari penelitian yang di usulkan adalah menerapkan Regresi *AdaBoost* untuk meningkatkan kinerja pendeteksian suhu pada AMG8833 agar dapat dimanfaatkan sebagai thermocam dalam pelaksanaan Protokol COVID-19. *AdaBoost* berfungsi untuk meningkatkan klasifikasi yang optimal dan menghasilkan hasil suhu akhir yang akurat [16].

*Decision Tree* dilatih dengan menggunakan sekumpulan data dan membentuk sebuah regressor. Regressor *Decision Tree* ditingkatkan dengan algoritma *AdaBoost* untuk mendapatkan hasil lebih maksimal[18]. Kemudian dicari model *AdaBoost* yang optimum antara kompleksitas model yang rendah dengan performa model yang tinggi. Metode untuk melakukan pengenalan wajah sangat beragam, metode yang diusulkan adalah menggunakan *haarcascade classifier* pada OpenCV, OpenCV adalah pustaka sumber terbuka yang digunakan untuk aplikasi *computer vision* dalam mengidentifikasi pelacakan gerak, pengenalan wajah, deteksi objek, dan lain-lain[19].

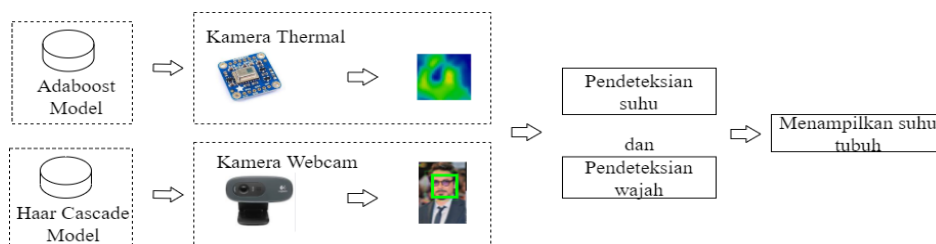
## 2. PERANCANGAN SISTEM

### 2.1 Kebutuhan Perangkat

Sistem yang diteliti pada penelitian yang di usulkan dibangun dengan beberapa komponen inti dan komponen pendukung. Komponen inti pada sistem adalah Raspberry pi 4, kamera thermal AMG8833, webcam, monitor, buzzer. Komponen pendukung pada sistem adalah mouse, keyboard, casing, tripod, dan meja.

### 2.2 Alur Kerja Sistem

Gambar 1 merupakan block diagram pada sistem yang diusulkan. Pendeteksian wajah pada sistem yang di usulkan menggunakan metode Haar Cascade. Pendeteksian suhu pada sistem dilengkapi dengan model regresi AdaBoost. Sistem akan menganalisis apakah suhu tubuh normal atau demam. Suhu normal manusia dewasa berada di range 36,5°C – 37,2°C [20]. Sistem akan menampilkan indikasi normal atau demam sesuai dengan suhu yang terdeteksi. Suhu tubuh normal ditulis dengan warna hijau dan suhu tubuh demam ditulis dengan warna merah.



Gambar 1. Block diagram Sistem Pengukur Suhu Badan dengan Kamera Thermal

### 2.4 Metode

#### 2.4.1 AdaBoost

AdaBoost atau Adaptive Boosting pertama diperkenalkan oleh Yoav Freund dan Robert Schapire. AdaBoost merupakan algoritma *supervised learning* yang dirancang untuk menemukan *classifier* yang membedakan antara positif dan negatif [16]. Untuk membangun suatu model dalam algoritma *supervised learning* menggunakan 2 variabel, yaitu variabel independen dan variabel target. AdaBoost memanfaatkan boosting untuk meningkatkan akurasi prediktor. Untuk mengatasi kasus class imbalance pada algoritma Decision Tree, maka diperlukan algoritma yang bisa menangani kasus tersebut. Algoritma AdaBoost bisa menangani kasus class imbalance dengan memberikan bobot yang berbeda pada distribusi data training. Penulis menggunakan metode AdaBoost untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi suhu tubuh.

$$F_T(x) = \sum_{t=1}^T f_t(x) \quad (1)$$

Pada persamaan (1), model AdaBoost ( $F_T$ ) terbentuk dari sejumlah estimator ( $T$ ) Decision Tree ( $f_t$ ). Setiap  $f_t$  dianggap sebagai *weak learner* yang mengambil objek  $x$  sebagai input. Selanjutnya  $f_t$  mengeluarkan nilai hasil regresi terhadap objek  $x$ .

### 2.4.2 Haar Cascade

Haar Cascade adalah metode yang diajukan oleh Paul Viola dan dibangun oleh openCV untuk mengidentifikasi wajah seseorang. OpenCV adalah pustaka sumber terbuka yang digunakan untuk aplikasi *computer vision* dalam mengidentifikasi pelacakan gerak, pengenalan wajah, deteksi objek, dan lain-lain[19]. Salah satu cara untuk melakukan pendeteksian wajah yaitu dengan OpenCV. OpenCV menyimpan data berupa file XML untuk mengklasifikasikan setiap lokasi gambar. Untuk melakukan pendeteksian wajah pada penelitian menggunakan metode Haar Cascade dari OpenCV. Haar Cascade digunakan karena mempunyai keunggulan dari segi kecepatan dan akurasi yang baik [11]. Pemrosesan Haar Cascade diatur dalam *classifier cascade* [21]. *Classifier cascade* merupakan suatu proses pengorganisasian satu set fitur dalam bentuk klasifikasi bertingkat. Proses untuk menentukan terdapat wajah atau tidak pada metode Haar Cascade terdapat 3 filter klasifikasi. Pada setiap filter klasifikasi akan dihitung nilai fitur hingga mendekati citra wajah [22]. Penggunaan kamera Webcam dengan metode Haar Cascade bertujuan untuk mendeteksi wajah pengguna di depan kamera sebelum di deteksi suhu tubuhnya menggunakan kamera thermal.

## 3. PEMBAHASAN

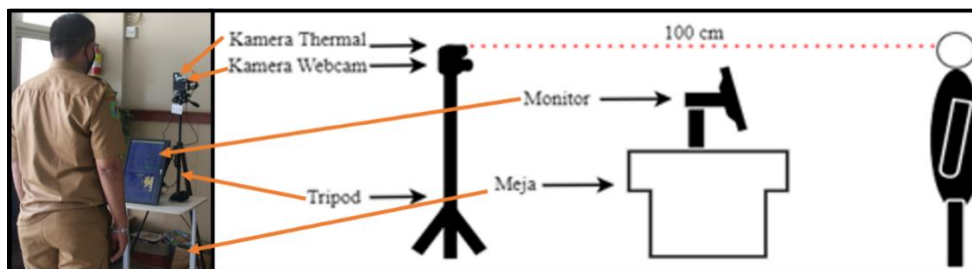
### 3.1 Dataset

Pengumpulan dataset pada penelitian yang di usulkan menggunakan kamera thermal AMG8833 dan thermogun sebagai acuan. Pengambilan dataset dilakukan secara bergantian menggunakan kamera thermal dan thermogun. Kamera thermal dan thermogun masing-masing mengambil data sebanyak 746. Data tersebut dibagi menjadi 67% data training dan 33% data testing.

### 3.1 Mekanisme Penggunaan Sistem

Mekanisme penggunaan sistem terdapat beberapa ketentuan, sebagai berikut:

1. Pengguna menghadap ke depan kamera.
2. Jarak pengguna dengan kamera berjarak 100 cm.
3. Pengguna tidak membawa benda bersuhu panas.



Gambar 2. Penjelasan Bagian-Bagian Kamera Thermal. Foto Penerapan (Kiri) Block Diagram (Kanan)

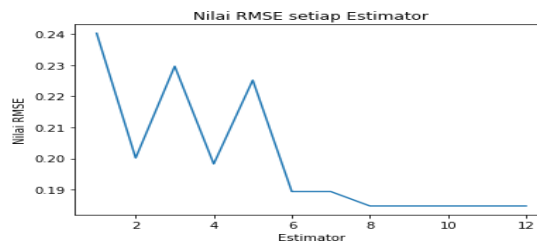
Gambar 2 menjelaskan ilustrasi implementasi kamera thermal. Kamera diletakkan di belakang monitor menggunakan tripod. Berdasarkan proses *training* terhadap model regresi yang dibuat dan pengujian yang telah dilakukan, untuk memberikan hasil pengukuran dengan *error* terkecil, jarak *optimum* antara kamera *thermal* dengan pengguna adalah sejauh 100 cm pada saat melakukan pengecekan suhu. Monitor akan menampilkan hasil pengecekan suhu seseorang.

### 3.2 Analisis Jumlah Estimator AdaBoost

Estimator adalah banyaknya pohon keputusan yang dipakai AdaBoost untuk melakukan regresi. Semakin banyak jumlah estimator, maka semakin bagus model regresi yang dihasilkan. Akan tetapi, sebaliknya jumlah estimator yang tinggi akan menyebabkan kompleksitas yang juga tinggi. Oleh karena itu, perlu dicari jumlah estimator yang optimal. Untuk menentukan *optimum* estimator dilakukan dengan cara melihat grafik perubahan Nilai Root Mean Square Error (RMSE) terhadap jumlah estimator yang digunakan dalam model AdaBoost. RMSE adalah penilaian akar kuadrat yang mengukur besarnya rata-rata kesalahan antara hasil prediksi dan data aktual [23]. Semakin rendah nilai RMSE, semakin baik kinerja sistem yang diuji. Berikut adalah rumus RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (At - Ft)^2} \quad (2)$$

pada persamaan (2),  $At$  merupakan nilai aktual,  $Ft$  merupakan nilai hasil prediksi, dan  $N$  merupakan banyaknya data.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Jumlah Estimator Terhadap Nilai RMSE

Gambar 3 menampilkan nilai RMSE dari model AdaBoost pada setiap estimator. Hasil dari percobaan yang dilakukan dimulai dari satu estimator dengan nilai RMSE 0,24. Sesuai pengamatan, nilai RMSE mengalami penurunan sampai estimator berjumlah 8 dan setelah 8 estimator, tidak ada perubahan nilai RMSE. Maka dari itu, jumlah estimator yang digunakan dan yang optimum adalah 8.

### 3.3 Evaluasi Model Regresi AdaBoost

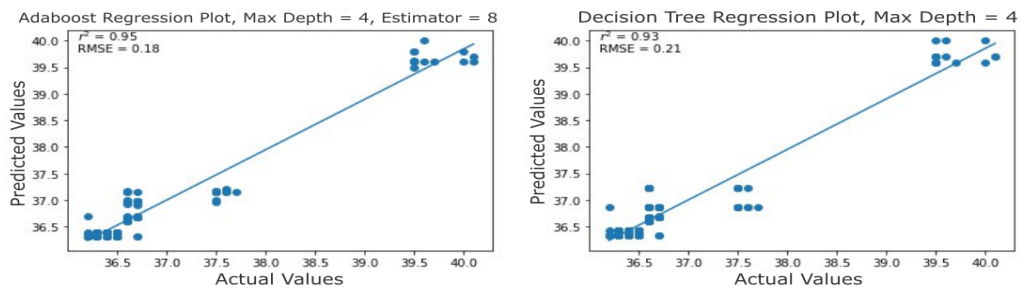
Model Regresi AdaBoost pada penelitian di evaluasi menggunakan dua parameter yaitu, R-Squared ( $R^2$ ) dan Root Mean Square Error (RMSE). R-Squared ( $R^2$ ) berfungsi untuk mengukur tingkat keberhasilan regresi dalam memprediksi suatu nilai [24]. Suatu model regresi dikatakan baik dalam memprediksi suatu nilai jika Nilai R-Squared mendekati 1. Berikut adalah rumus R-Squared:

$$SSE = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (3)$$

$$SST = \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (4)$$

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (5)$$

dimana Sum of Squares Error (SSE) memiliki fungsi untuk mengukur kesalahan penggunaan estimasi persamaan regresi.  $Y_i$  merupakan data aktual dan  $\hat{Y}_i$  merupakan data hasil prediksi, Total Sum of Squares (SST) adalah kuadrat dari selisih nilai data aktual ( $Y_i$ ) dengan nilai data testing ( $\bar{Y}$ ).



Gambar 4. Perbandingan Hasil Evaluasi AdaBoost (Kiri) dan Decision Tree (Kanan)

Dalam Gambar 4, Sumbu X adalah nilai sebenarnya dan Sumbu Y adalah nilai prediksi hasil prediksi model AdaBoost atau Decision Tree. Setiap nilai adalah dalam derajat Celsius (°C). Berdasarkan kedua grafik dalam gambar tersebut, kinerja model AdaBoost dan Decision Tree dibandingkan. Dalam gambar, semakin banyak data yang mendekati garis diagonal menunjukkan model regresi dengan kinerja yang baik. Model Decision Tree mempunyai nilai R-Squared 0.93 dan nilai RMSE 0.21. Model AdaBoost berhasil meningkatkan akurasi dari model Decision Tree dengan nilai R-Square 0.95 dan RMSE 0.18.

Oleh sebab itu, model AdaBoost mempunyai performa lebih baik dari model Decision Tree. Hal tersebut menyimpulkan bahwa kinerja pengukuran suhu kamera thermal AMG8833 berhasil ditingkatkan menggunakan metode AdaBoost. Karena model yang dihasilkan AdaBoost lebih baik dari Decision Tree maka AdaBoost digunakan dalam kamera termal. Berikutnya kamera termal diprogram agar jika terdapat target pengguna dengan suhu < 37,6°C, dikategorikan sehat, kemudian jika sebaliknya ≥ 37,6°C dikategorikan sakit. Hasil tersebut ditunjukkan di *LCD display* yang ada pada sistem. Kamera termal diujikan sebanyak 246 kali dan dibandingkan dengan *thermogun* yang menjadi pengukur suhu referensi dalam penelitian. Hasilnya disajikan dalam *confusion matrix* pada Tabel 1.

Tabel 1. Confusion Matrix Pengukuran Suhu dengan Kamera Termal

		Prediksi	
		Sehat	Sakit
Aktual	Sehat	232	0
	Sakit	1	14

Aktual adalah hasil pengukuran dengan *thermogun* dan Prediksi adalah hasil pengukuran dengan kamera termal. Masing-masing sel akan ditandai berikut: Jika aktual adalah sehat dan prediksi adalah sehat maka ditandai sebagai TN atau *true negative*, jika aktual adalah sakit dan prediksi adalah sakit maka ditandai sebagai TP atau *true positive*, jika aktual adalah sehat dan prediksi adalah sakit maka ditandai sebagai FP atau *false positive*, dan jika aktual adalah sakit dan prediksi adalah sehat maka ditandai sebagai FN atau *false negative*. Dalam table, TN adalah kiri atas, TP adalah kanan bawah FP adalah kanan atas, dan FN adalah kiri bawah. Kemudian berdasarkan confusion matrix, dihitung *sensitivity* dan *specificity*. *Sensitivity* menggambarkan kemampuan sistem prediksi mendeteksi hasil positif dan *Specificity* menggambarkan kemampuan sistem prediksi mendeteksi hasil yang negative. Masing-masing rumus adalah sebagai berikut:

$$sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \tag{6}$$

$$specificity = \frac{TN}{TN+FP} \quad (7)$$

Maka berdasarkan (6) dan (7) *sensitivity* dan *specificity* dari kamera termal berturut-turut adalah 93.33% dan 100.00%. Hasil ini disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Kinerja Kamera Termal**

No.	Parameter Kinerja	Nilai
1	Sensitivity	93.33%
2	Specificity	100.00%

Dari hasil tersebut, secara statistik, dari 20 kali pengukuran, ada kemungkinan 1 kali hingga 2 kali seorang diukur seharusnya terdeteksi sakit tapi yang terdeteksi adalah sehat. Maka untuk mencegah kesalahan pengukuran pada saat pemasangan, seorang dapat diukur tiga kali, dari tiga pengukuran yang dilakukan, pengukuran yang benar adalah yang hasilnya keluar dua kali atau lebih.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian yang diusulkan berhasil mengimplementasikan kamera thermal otomatis untuk mendeteksi suhu badan menggunakan AMG8833. Untuk mendeteksi wajah pengguna di depan kamera, penelitian menggunakan kamera webcam dengan metode Haar Cascade. Sistem ini mampu mendeteksi wajah pengguna secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model pohon keputusan menghasilkan nilai R-Squared sebesar 0,93 dan RMSE sebesar 0,21. Sedangkan AdaBoost berhasil meningkatkan kinerja model regresi dengan nilai R-Squared yang lebih tinggi dan nilai RMSE yang lebih rendah masing-masing dengan nilai 0,95 dan 0,18. Hasil pengujian *sensitivity* 93,3% dan *specificity* 100%. Penelitian masih perlu dikembangkan di masa mendatang dengan mempersiapkan *prototype* ke arah lisensi industry dan komersialisasi riset.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Riou dan C. L. Althaus, "Pattern of early human-to-human transmission of Wuhan 2019 novel coronavirus (2019-nCoV), December 2019 to January 2020," *Eurosurveillance*, vol. 25, no. 4, hlm. 2000058, 2020.
- [2] A. Hoque, F. A. Shikha, M. W. Hasanat, I. Arif, dan A. B. A. Hamid, "The effect of Coronavirus (COVID-19) in the tourism industry in China," *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*, vol. 3, no. 1, hlm. 52–58, 2020.
- [3] J. D. Sachs, R. Horton, J. Bagenal, Y. B. Amor, O. K. Aman, dan G. Lafortune, "The Lancet COVID-19 Commission," *The Lancet*, vol. 396, no. 10249, hlm. 454–455, 2020.
- [4] Assoc. Prof. Dr. M. Abdulrazaq, H. Zuhriyah, S. Al-Zubaidi, S. Karim, R. Ramli, dan E. Yusuf, "NOVEL COVID-19 DETECTION AND DIAGNOSIS SYSTEM USING IOT BASED SMART HELMET," *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, vol. 24, hlm. 2296–2303, Mar 2020, doi: 10.37200/IJPR/V24I7/PR270221.
- [5] E. Irwansyah, W. Budiharto, D. Widhyatmoko, A. Istamar, dan F. P. Panghurian, "Monitoring Coronavirus COVID-19/SARS-CoV-2 Pandemic using GIS Dashboard: International and Indonesia Context," 2020.
- [6] D. Dias dan J. Paulo Silva Cunha, "Wearable health devices—vital sign monitoring, systems and technologies," *Sensors*, vol. 18, no. 8, hlm. 2414, 2018.
- [7] M. F. W. A. Wahyu, "TA: Sistem Pengukuran Suhu Tubuh Menggunakan Camera Thermal AMG 8833 untuk Mengidentifikasi Orang Sakit," PhD Thesis, Universitas Dinamika, 2020.

- [8] M. Cao *dkk.*, “Clinical features of patients infected with the 2019 novel coronavirus (COVID-19) in Shanghai, China,” *MedRxiv*, 2020.
- [9] S. Bag, S. Sikdar, K. Ganguly, S. Banerjee, dan P. Lahiri, “Effective Health Screening to Prevent Infection and Control the Spreading of COVID-19,” dalam *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1797, no. 1, hlm. 012040.
- [10] V. Manuel Ionescu dan F. Magda Enescu, “Low cost thermal sensor array for wide area monitoring,” dalam *2020 12th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)*, Jun 2020, hlm. 1–4. doi: 10.1109/ECAI50035.2020.9223193.
- [11] S. Hadiyoso, “APLIKASI PRESENSI MENGGUNAKAN PENGENAL WAJAH BERBASIS OPENCV,” *I*, vol. 7, no. 2, hlm. 849–856, 2020, doi: 10.25124/jett.v7i2.2706.
- [12] Supria dan M. Nasir, “MONITORING OF BODY TEMPERATURE NON CONTACT USING AMG8833 THERMAL CAMERA AND FACE DETECTION,” *SENTRINOV*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Nov 2020.
- [13] R. V. V. Petrescu, “Face Recognition as a Biometric Application,” *Journal of Mechatronics and Robotics*, vol. 3, no. 1, hlm. 237–257, Mei 2019, doi: 10.3844/jmrsp.2019.237.257.
- [14] A. B. Haripriya, K. A. Sunitha, dan B. Mahima, “Development of Low-cost Thermal Imaging System as a Preliminary Screening Instrument,” *Procedia Computer Science*, vol. 172, hlm. 283–288, Jan 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.05.045.
- [15] J.-W. Lin, M.-H. Lu, dan Y.-H. Lin, “A Thermal Camera Based Continuous Body Temperature Measurement System,” dalam *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW)*, Okt 2019, hlm. 1681–1687. doi: 10.1109/ICCVW.2019.00208.
- [16] X. Hongwei, X. Zhang, K. Yongcong, dan O. Gaofei, “Solder Joint Inspection Method for Chip Component Using Improved AdaBoost and Decision Tree,” *Components, Packaging and Manufacturing Technology, IEEE Transactions on*, vol. 1, Des 2011, doi: 10.1109/TCPMT.2011.2168531.
- [17] F. Wang, Z. Li, F. He, R. Wang, W. Yu, dan F. Nie, “Feature learning viewpoint of AdaBoost and a new algorithm,” *IEEE Access*, vol. 7, hlm. 149890–149899, 2019.
- [18] N. Aketi, S. Parachuri, H. P. Dussa, dan H. Uppara, “REGRESSION OF SUPERCONDUCTING CRITICAL TEMPERATURE: USING A PCA-GRID SEARCH-ADA BOOST REGRESSION MODEL,” *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, vol. 6, no. 04, hlm. 6, 2019.
- [19] H. Adusumalli, D. Kalyani, R. K. Sri, M. Pratapjeja, dan P. V. R. D. P. Rao, “Face Mask Detection Using OpenCV,” dalam *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, Feb 2021, hlm. 1304–1309. doi: 10.1109/ICICV50876.2021.9388375.
- [20] M. F. W. A. Wahyu, “TA : Sistem Pengukuran Suhu Tubuh Menggunakan Camera Thermal AMG 8833 untuk Mengidentifikasi Orang Sakit,” undergraduate, Universitas Dinamika, 2020. Diakses: Mei 29, 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.dinamika.ac.id/id/eprint/5265/>
- [21] “FACE DETECTION DENGAN METODA HAAR-CASCADE,” *gofat*, Apr 12, 2012. <https://gofat.wordpress.com/2012/04/12/face-detection-dengan-metoda-haar-cascade/> (diakses Jun 09, 2021).
- [22] C. Rahmad, R. A. Asmara, D. R. H. Putra, I. Dharma, H. Darmono, dan I. Muhiqqin, “Comparison of Viola-Jones Haar Cascade Classifier and Histogram of Oriented Gradients (HOG) for face detection,” *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 732, hlm. 012038, Jan 2020, doi: 10.1088/1757-899X/732/1/012038.
- [23] M. H. Alvin, M. Atok, dan M. Indaryanto, “Analisis Regresi untuk Memprediksi Tahanan Kapal Cepat,” *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 9, no. 1, Art. no. 1, Jun 2020, doi: 10.12962/j23373520.v9i1.51386.
- [24] F. R. Lumbanraja, I. H. B. Sitepu, D. Kurniawan, dan A. Aristoteles, “PREDIKSI JUMLAH PENDERITA PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KOTA BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN METODE SVM (SUPPORT VECTOR MACHINE),” *klik*, vol. 7, no. 3, hlm. 320, Okt 2020, doi: 10.20527/klik.v7i3.350.