

Aplikasi *Machine Vision* pada *Hexacopter* untuk Deteksi *Survival Kits* di Bidang Mitigasi Bencana

Ismawan Noor Ikhsan¹ dan Son Ali Akbar²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan
Kampus IV UAD, Jl. Ringroad Selatan, Tamanan, Banguntapan, Yogyakarta, 55166, Indonesia
ismawan1615022074@webmail.uad.ac.id¹, sonali@ee.uad.ac.id²

Abstract— *Hexacopter belongs to one of flying robots that is used to carry out a special mission such as retrieving and delivering survival kits object. Thus, it should be built by smart system to determine the object accurately. However, there was an interference from other object that made it difficult to recognize the survival kits object. Therefore, the development of machine vision with the integration of the hexacopter control system is expected to improve the object recognition process. This study intends to develop a survival kit detection using the image processing method, which involved 1) segmentation on the Hue, Saturation, Value (HSV) color space, 2) contour detection, and 3) Region of Interest (ROI) selected detection. The evaluation of the segmentation method performances was done through the three-part experiments (i.e., the similar shape, variety of a color object, and an object shape). The result of survival kits object detection evaluation obtained an accuracy of 90.33%, precision of 99.63%, and recall of 91.24%. According to the performances obtained in this study, the development of machine vision systems on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) has a high accuracy for the object survival kits detection even with another object interference.*

Keywords— *hexacopter, machine vision, HSV, contour, ROI*

Abstrak— *Hexacopter merupakan salah satu robot terbang yang digunakan untuk melakukan misi khusus. Salah satu contohnya, misi mengambil dan mengirimkan objek survival kits. Hexacopter perlu dikembangkan dengan sistem cerdas untuk menentukan objek secara akurat. Permasalahan yang ditemukan adalah gangguan objek lain sehingga kesulitan dalam mengenali objek survival kits. Pengembangan machine vision dengan integrasi sistem kendali hexacopter diharapkan mampu meningkatkan proses pengenalan objek. Pada penelitian ini, dikembangkan sistem deteksi objek survival kits yang terdiri dari tiga proses utama yaitu 1) segmentasi pada ruang warna Hue, Saturation, Value (HSV), 2) deteksi kontur, dan 3) deteksi Region of Interest (ROI). Evaluasi kinerja metode segmentasi dilakukan melalui tiga pengujian, yaitu gangguan objek dimensi sama, gangguan objek warna lain, dan gangguan objek bentuk lain. Hasil evaluasi kinerja deteksi objek survival kits adalah akurasi sebesar 90,33%, presisi sebesar 99,63%, dan recall sebesar 91,24%. Berdasarkan kinerja yang diperoleh dalam penelitian ini, pengembangan sistem machine vision pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV) memiliki ketepatan tinggi untuk deteksi objek survival kits meskipun diberikan gangguan objek lain.*

Kata kunci— *hexacopter, machine vision, HSV, kontur, ROI*

I. PENDAHULUAN

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan robot terbang tanpa awak yang digunakan dalam suatu misi penerbangan [1]. UAV dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu *fixed wing* jenis pesawat dan *rotary wing* jenis *multicopter*. *Multicopter* dikenal sebagai wahana *Vertikal Take Off and Landing* (VTOL) karena UAV dapat melakukan *take off* dan *landing* secara vertikal tanpa memerlukan landasan yang luas [2]. Salah satu jenis VTOL UAV adalah *hexacopter*. *Hexacopter* dengan 6 buah motor penggerak memiliki karakteristik kemampuan manuver yang baik dan stabilitas tinggi [3]. Penggunaan UAV berjenis *multicopter* pada bidang pemetaan, pemantauan udara, dan penanganan bencana alam memiliki kestabilan yang baik dibandingkan UAV jenis pesawat [4] - [6].

Pemanfaatan UAV dalam pengambilan dan pengiriman barang berupa objek *survival kits* ke suatu lokasi merupakan salah satu misi yang dilakukan dalam mitigasi bencana [7], [8]. Dalam misi yang dilakukan diperlukan sistem pengenalan lokasi dan jenis objek Muatan *Pick* (MP) *survival kits*. MP *survival kits* merupakan objek yang digunakan dalam penelitian berupa *survival kits* dengan bentuk khusus berwarna oranye sebagai barang logistik untuk diambil dan diangkut pada UAV. Pengenalan lokasi dan objek dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) tidak disarankan karena sifat GPS yang tidak dapat mengenali jenis objek [9]. Permasalahan yang ditemukan adalah gangguan objek lain terdeteksi selain objek MP *survival kits* di sekitar lokasi *survival kits*. Penerapan *machine vision* merupakan salah satu pilihan untuk diimplementasikan pada *hexacopter* agar *hexacopter* dapat mengenali objek *survival kits* pada lokasi *survival kits*. Penggunaan sensor kamera yang

terpasang pada UAV sebagai perangkat *machine vision* dapat digunakan dalam proses deteksi sebuah objek [10].

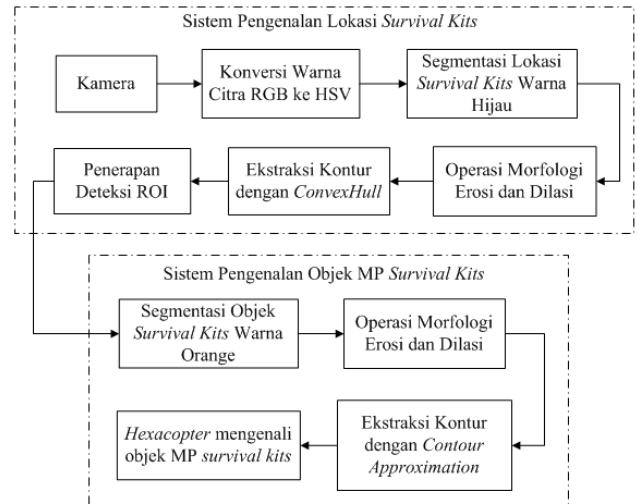
Pengolahan citra merupakan bagian penting dari *machine vision* yang umum digunakan dalam UAV. Pengolahan citra diaplikasikan pada berbagai robot dan sistem otomasi berbasis pengenalan objek, salah satunya adalah teknik segmentasi warna. Beberapa penelitian telah dilakukan, proses segmentasi pada ruang warna *Hue, Saturation, Value* (HSV) digunakan dalam pendeteksian objek berdasarkan analisis warna [11] - [14]. Penelitian [11] melakukan deteksi objek menggunakan segmentasi objek pada ruang warna HSV menunjukkan bahwa warna HSV berfungsi sebagai nilai acuan untuk memisahkan objek dari *background* citra. Segmentasi pada ruang warna HSV memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan ruang warna CIELAB. Kelemahan dari metode HSV adalah gangguan *noise* dalam deteksi objek akibat kemiripan warna objek lain sehingga mengakibatkan proses deteksi objek menjadi tidak sempurna [15], [16]. Perbandingan segmentasi HSV dengan segmentasi warna lainnya yaitu segmentasi *Red, Green, Blue* (RGB) yang dilakukan oleh [12] dan [13] diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan segmentasi HSV masih memiliki performa akurasi deteksi yang lebih tinggi. Keunggulan segmentasi objek pada ruang warna memiliki ketahanan terhadap perubahan intensitas dibandingkan metode lain sehingga cocok digunakan untuk deteksi objek [17].

Penerapan proses deteksi *Region of Interest* (ROI) digunakan untuk membatasi area deteksi objek sehingga dapat meminimalisir *noise* dalam proses segmentasi objek [18] - [20]. Penelitian mengenai pendeteksian objek berdasarkan analisis bentuk telah dilakukan menggunakan metode deteksi kontur [21] - [23]. Pada penelitian [21] dijelaskan bahwa menemukan kontur merupakan salah satu bagian penting dari pelacakan objek. Deteksi kontur menjadi salah satu metode yang efisien dalam mendeteksi beberapa objek secara bersamaan. Kontur dapat digunakan dalam analisis bentuk, menentukan ukuran sebuah objek, dan deteksi objek. Fitur-fitur deteksi kontur diantaranya: *moments, contour area, contour perimeter, contour approximation*, dan *convex hull*. Penggabungan analisis warna dan bentuk diharapkan dapat meningkatkan keberhasilan dan ketepatan dalam pendeteksian objek.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem *machine vision* pada *hexacopter* untuk pendeteksian objek MP *survival kits*. Pengembangan *machine vision* pada *hexacopter* diharapkan menjadi solusi dalam permasalahan yang ditemukan sehingga *hexacopter* dapat mengenali objek MP *survival kits*. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini menggunakan metode segmentasi warna HSV, deteksi kontur, dan deteksi ROI. Metode segmentasi warna HSV dan deteksi kontur digunakan untuk pengenalan objek MP *survival kits* berdasarkan ciri warna dan bentuk. Deteksi ROI untuk membatasi area pendeteksian objek *survival kits* sehingga dapat mengurangi *noise* dan lebih meningkatkan akurasi pendeteksian objek MP *survival kits*. Metode yang dikembangkan diharapkan mendukung pendeteksian objek MP *survival kits* pada *hexacopter*.

II. METODE

Deteksi objek MP *survival kits* pada *hexacopter* untuk suatu penyelesaian misi yang dilakukan menggunakan penerapan *machine vision*. Bahasa pemrograman Python dan *library* OpenCV digunakan dalam pengolahan citra pada penelitian ini. Metode yang diusulkan dalam deteksi objek MP *survival kits* terbagi menjadi 2 tahapan proses yaitu pengenalan lokasi *survival kits* dan pengenalan objek MP *survival kits*. Diagram blok proses pendeteksian objek *survival kits* pada *hexacopter* dengan *machine vision* dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok proses deteksi objek

A. Proses Pengenalan Lokasi *Survival Kits*

Tahap awal yang dilakukan adalah proses menangkap citra lokasi dan objek *survival kits* menggunakan kamera. Kamera memberikan input pada sistem berupa citra berbentuk *video capture* secara *real-time*. Ukuran *frame video real-time* yang digunakan adalah 640x480 piksel. Untuk mengurangi efek iluminasi pada citra, maka dilakukan konversi ke ruang warna HSV.

Tahap kedua, citra RGB dari *frame video real-time* dikonversikan ke bentuk citra HSV. Dalam proses konversi RGB ke HSV diperlukan informasi nilai minimum dan maksimum dari nilai RGB. Nilai RGB dapat diperoleh menggunakan (1).

$$\begin{aligned} C_{max} &= \max(R, G, B) \\ C_{min} &= \min(R, G, B) \\ C &= C_{max} - C_{min} \end{aligned} \quad (1)$$

Setelah diperoleh nilai minimum dan maksimum untuk warna RGB, maka nilai HSV didapatkan menggunakan (2) - (4).

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

$$S = \begin{cases} 0, C_{max} = 0 \\ \frac{\Delta}{C_{max}}, C_{max} \neq 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$V = C_{max} \quad (4)$$

Setelah citra HSV diperoleh, citra akan dilakukan proses segmentasi lokasi *survival kits* yang berwarna hijau untuk didapatkan *thresholding* citra. Proses *thresholding* bertujuan untuk memisahkan antara *foreground* dan *background* citra lokasi *survival kits*, dimana nilai piksel *foreground* akan bernilai 1 dan nilai piksel *background* bernilai 0. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan pada segmentasi lokasi *survival kits*, maka nilai minimum dan maksimum yang optimal dari ruang warna HSV adalah $hsv_min(75, 0, 100)$ dan $hsv_max(179, 255, 255)$.

Tahapan selanjutnya adalah operasi morfologi berupa erosi dan dilasi. Operasi morfologi diterapkan untuk meminimalisir *noise* pada hasil segmentasi lokasi *survival kits*. Proses erosi digunakan mengikis sebagian objek berupa *noise* dari hasil deteksi objek dengan cara mengurangi piksel area *foreground* yang dijelaskan pada (5). Di mana, E merupakan himpunan hasil dilasi, A adalah himpunan citra asal, dan S merupakan himpunan dari *structuring element*. Pada proses erosi hasil segmentasi lokasi *survival kits* menggunakan struktur elemen matrik berukuran 3×3 dengan iterasi = 1.

$$E(A, S) = A \ominus S \quad (5)$$

Proses dilasi terhadap citra hasil segmentasi lokasi *survival kits* bertujuan mempertajam atau mempertebal hasil deteksi dengan menambahkan piksel pada area *foreground* yang dijelaskan pada (6). Di mana, D merupakan himpunan hasil dilasi, A adalah himpunan citra asal, dan S merupakan himpunan dari *structuring element*. Pada proses dilasi hasil segmentasi lokasi *survival kits* menggunakan struktur elemen matrik berukuran 10×10 dengan iterasi = 1.

$$D(A, S) = A \oplus S \quad (6)$$

Tahap selanjutnya dilakukan ekstraksi kontur. Pencarian kontur dilakukan menggunakan fungsi *FindContour* pada OpenCV Python dengan mode *CV_RETR_TREE* dan metode *CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE*. Mode *CV_RETR_TREE* berfungsi mengambil semua kontur dan merekonstruksi seluruh hierarki kontur. Metode *CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE* berfungsi menghapus semua titik redundan dan memampatkan kontur. Pencarian kontur dilakukan untuk mendapatkan area kontur terbesar. Selanjutnya, luas area kontur lokasi *survival kits* yang terdeteksi akan digambar menggunakan fungsi *convex hull* pada OpenCV Python. Dalam hal ini fungsi *convex hull* direpresentasikan sebagai penyatuan kontur dengan menyambungkan titik kontur terluar menggunakan garis dari kontur yang didapat sebelumnya. Hasil ekstraksi kontur lokasi *survival kits* akan diberi *bounding rect* sebagai penanda area lokasi *survival kits*.

Setelah hasil pengenalan lokasi *survival kits* diperoleh, dilakukan proses deteksi ROI. Deteksi ROI dilakukan dengan pembatasan area *frame* citra berdasarkan koordinat hasil ekstraksi kontur lokasi *survival kits*. Penggunaan deteksi ROI bertujuan untuk pembatasan area deteksi objek MP *survival*

kits sehingga diharapkan hanya objek MP *survival kits* di dalam area lokasi *survival kits* yang akan dideteksi.

B. Proses Pengenalan Objek MP Survival Kits

Tahap awal yang dilakukan dalam deteksi objek MP *survival kits* yaitu mengambil *frame* gambar melalui proses ROI pada citra hasil pengenalan lokasi *survival kits*. Tahap kedua, citra RGB dari proses deteksi ROI dikonversikan ke bentuk citra HSV. Dalam proses konversi RGB ke HSV diperlukan informasi nilai minimum dan maksimum dari nilai RGB. Nilai RGB dapat diperoleh menggunakan (1). Setelah diperoleh nilai minimum dan maksimum untuk warna RGB, maka nilai HSV didapatkan menggunakan (2) - (4).

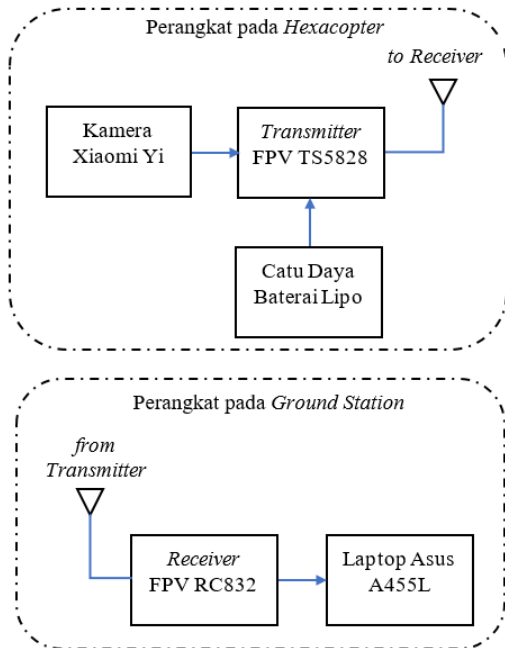
Setelah citra HSV diperoleh, citra akan dilakukan proses segmentasi objek MP *survival kits* yang berwarna oranye untuk didapatkan *thresholding* citra. Proses *thresholding* bertujuan untuk memisahkan antara *foreground* dan *background* citra objek MP *survival kits*, dimana nilai piksel *foreground* akan bernilai 1 dan nilai piksel *background* bernilai 0. Berdasarkan hasil eksperimen yang dilakukan pada segmentasi objek MP *survival kits*, maka nilai minimum dan maksimum yang optimal dari ruang warna HSV adalah $hsv_min(10, 105, 210)$ dan $hsv_max(60, 255, 255)$.

Tahapan selanjutnya adalah operasi morfologi berupa erosi dan dilasi pada hasil segmentasi objek MP *survival kits*. Operasi morfologi diterapkan untuk meminimalisir *noise* pada hasil segmentasi objek MP *survival kits*. Tahapan operasi morfologi berupa erosi dan dilasi serta ekstraksi kontur pada objek MP *survival kits* menggunakan proses yang sama seperti pada deteksi lokasi *survival kits*. Area kontur segmentasi objek MP *survival kits* yang didapatkan akan dilakukan perhitungan titik-titik penyusun kontur yang terbentuk menggunakan fungsi *cv2.approxPolyDP*. Selanjutnya titik-titik kontur yang terbentuk akan diperkirakan ke dalam ciri bentuk berdasarkan titik aproksimasi kontur menggunakan *contour approximation*. Klasifikasi objek dengan menganalisa titik-titik penyusun aproksimasi kontur jika lebih dari 8 titik maka kontur akan ditandai pointer lingkaran dan komentar "MP". Hasil ekstraksi kontur tersebut selanjutnya akan dikenali sebagai objek MP *survival kits*.

Perangkat sistem *machine vision* yang digunakan pada *hexacopter* dijelaskan pada Gambar 2. Penggunaan kamera Xiaomi Yi terpasang pada *hexacopter* berfungsi sebagai perangkat untuk mengenali objek *survival kits* di lokasi *survival kits*. Perangkat *transmitter* FPV TS5828 akan mengirimkan data video ke *receiver* FPV RC832 pada *ground station* sehingga terjadi proses komunikasi pengiriman data video dari *hexacopter* ke *ground station*. Data video yang telah diterima akan diproses pada *laptop* untuk didapatkan hasil pengenalan objek *survival kits*. Perangkat *laptop* digunakan pemroses utama *machine vision* di *ground station*.

Pada sistem *machine vision* yang dikembangkan, diharapkan *hexacopter* mampu mengenali objek *survival kits* yang berada di lokasi *survival kits*. *Hexacopter* akan mengenali lokasi *survival kits* berupa objek berbentuk persegi warna hijau, kemudian mendeteksi objek MP *survival kits* berwarna oranye seperti diilustrasikan pada Gambar 3. MP *survival kits* merupakan salah satu jenis dari objek *survival*

kits yang digunakan dalam penelitian ini. Lokasi *survival kits* diilustrasikan objek persegi berwarna hijau dengan ukuran $2 \times 2 \text{ m}^2$. Objek MP *survival kits* memiliki dimensi ukuran dengan diameter 20 cm dan tinggi 20 cm berwarna oranye.



Gambar 2. Perangkat *machine vision* pada *hexacopter*



Gambar 3. Proses deteksi objek pada *hexacopter*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi segmentasi objek dilakukan dengan memberikan gangguan berupa objek lain, diharapkan sistem yang dikembangkan hanya mendeteksi objek MP *survival kits* dan mengabaikan gangguan objek lain. Evaluasi ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: evaluasi segmentasi objek dengan gangguan objek dimensi sama, bentuk lain, dan warna lain. Pada evaluasi ini, hasil pendeteksian objek *survival kits* diklasifikasi dalam *True Positive* (TP), *False Positive* (FP), *True Negative* (TN), dan *False Negative* (FN) untuk didapatkan evaluasi segmentasi objek berupa akurasi, presisi,

dan *recall* [18]. TP dimana sistem mendeteksi objek *survival kits* dengan benar. FP dimana sistem mendeteksi objek gangguan atau objek lainnya sebagai objek *survival kits*. FN dimana sistem tidak mendeteksi objek *survival kits*. TN dimana sistem tidak mendeteksi objek dalam *frame*. Hasil akurasi, presisi, dan *recall* diperoleh menggunakan (7) - (9).

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP+FP} \times 100\% \quad (8)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% \quad (9)$$

Dalam evaluasi segmentasi objek *survival kits* menggunakan parameter warna HSV dimana untuk segmentasi objek berupa lokasi *survival kits* berwarna hijau dan objek MP *survival kits* berwarna oranye. Parameter warna HSV ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I. PARAMETER WARNA HSV

Warna	Nilai Hue		Nilai Saturation		Nilai Value	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Hijau	75	179	0	255	100	255
Oranye	10	60	105	255	210	255

A. Evaluasi Segmentasi Objek *Survival Kits* dengan Gangguan Objek Dimensi Sama

Evaluasi segmentasi objek *survival kits* dilakukan dengan diberikan gangguan objek dimensi sama berwarna oranye dengan ukuran diameter 20 cm dan tinggi 20 cm sesuai dimensi objek *survival kits*. Aplikasi *Graphic User Interface* (GUI) yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4. GUI menampilkan nilai parameter warna HSV, hasil segmentasi lokasi MP *survival kits*, hasil segmentasi objek MP *survival kits*, hasil ROI *image*, dan hasil pengenalan objek MP *survival kits*.

Pengambilan data menggunakan *hexacopter* yang diterbangkan ke lokasi *survival kits* dengan ketinggian 3 m. Pengambilan data yang dilakukan dengan mengambil data sebanyak 20 *frame* citra dari video *real-time* berdurasi 1 menit pada setiap uji evaluasi. Evaluasi segmentasi objek *survival kits* dengan gangguan objek dimensi sama dilakukan sebanyak 15 kali uji. Hasil evaluasi segmentasi dengan gangguan objek dimensi sama ditunjukkan pada Tabel II.

Mengacu pada Tabel II, evaluasi segmentasi objek *survival kits* dengan gangguan objek dimensi sama diperoleh rata-rata hasil akurasi sebesar 89,75%, presisi sebesar 98,30%, dan *recall* sebesar 91,24%. Sistem yang dikembangkan pada UAV dapat mengenali dan *tracking* objek MP *survival kits* yang berada dalam area lokasi *survival kits* serta mampu mengabaikan gangguan objek dimensi sama di sekitar lokasi *survival kits*.

Sistem mampu mengklasifikasikan hasil segmentasi sebagai objek *survival kits* walaupun diberikan gangguan objek dimensi sama sehingga diperoleh hasil akurasi yang tinggi sebesar 89,75%. Akurasi rendah didapatkan pada evaluasi segmentasi uji ke-8 dan uji ke-11. Dalam evaluasi segmentasi uji ke-8 menunjukkan sistem belum mampu melakukan segmentasi dengan baik diakibatkan kesalahan sistem yang tidak dapat mendeteksi objek *survival kits*. Dalam

evaluasi segmentasi uji ke-11 menunjukkan sistem belum mampu melakukan segmentasi dengan baik diakibatkan kesalahan sistem dalam mendeteksi objek lain sebagai objek *survival kits*. Faktor lain yang menyebabkan kesalahan deteksi objek *survival kits* diantaranya kamera tidak dapat menangkap objek *survival kits* dengan baik akibat gangguan komunikasi perangkat FPV pada saat pengiriman video *real-time*.

B. Evaluasi Segmentasi Objek *Survival Kits* dengan Gangguan Objek Warna Lain

Evaluasi segmentasi objek *survival kits* dilakukan dengan diberikan gangguan objek berwarna putih dengan ukuran diameter 20 cm dan tinggi 20 cm. Aplikasi GUI menampilkan nilai parameter warna HSV, hasil segmentasi lokasi MP *survival kits*, hasil segmentasi objek MP *survival kits*, hasil ROI image, dan hasil pengenalan objek MP *survival kits* ditunjukkan pada Gambar 5.

Pengambilan data menggunakan *hexacopter* yang diterbangkan ke lokasi *survival kits* dengan ketinggian 3 m. Pengambilan data yang dilakukan dengan mengambil data sebanyak 20 *frame* citra dari video *real-time* berdurasi 1 menit pada setiap uji evaluasi. Evaluasi segmentasi objek *survival kits* dengan gangguan objek warna lain dilakukan sebanyak 15 kali uji. Hasil evaluasi segmentasi dengan gangguan objek warna lain ditunjukkan pada Tabel III.

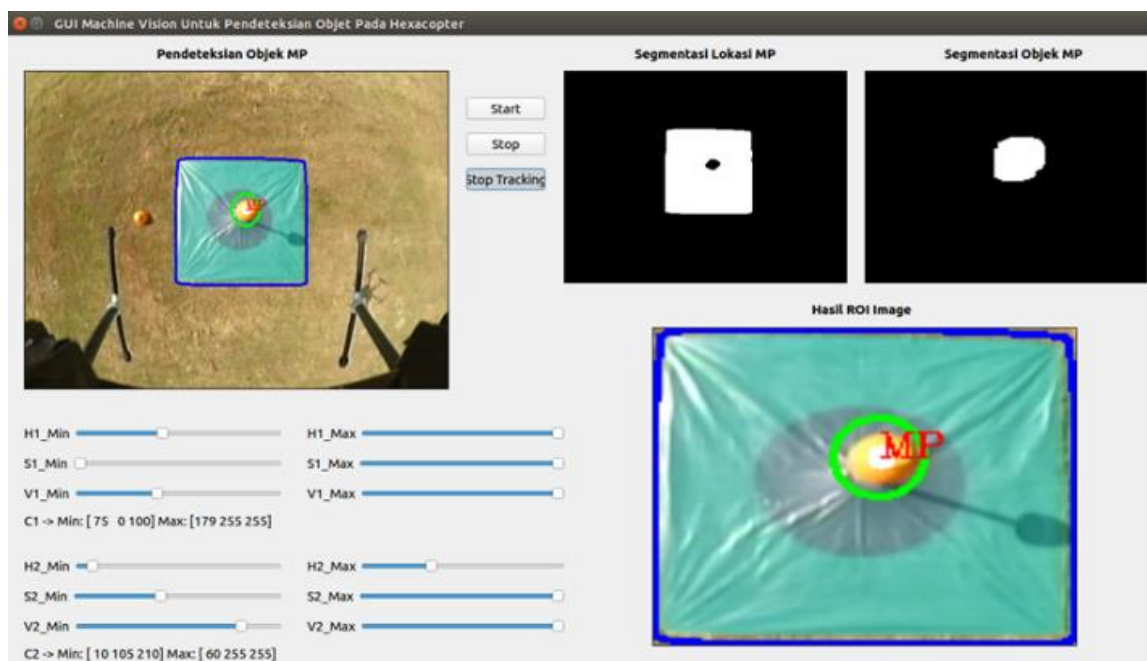
Mengacu pada Tabel III, evaluasi segmentasi objek *survival kits* dengan gangguan objek warna lain diperoleh rata-rata hasil akurasi sebesar 90,33%, presisi sebesar 99,63%, dan *recall* sebesar 90,63%. Sistem yang dikembangkan pada UAV dapat mengenali dan *tracking* objek MP *survival kits* yang berada dalam area lokasi *survival kits* serta mampu mengabaikan gangguan objek warna lain di sekitar lokasi *survival kits*.

Sistem mampu mengklasifikasikan hasil segmentasi sebagai objek *survival kits* walaupun diberikan gangguan

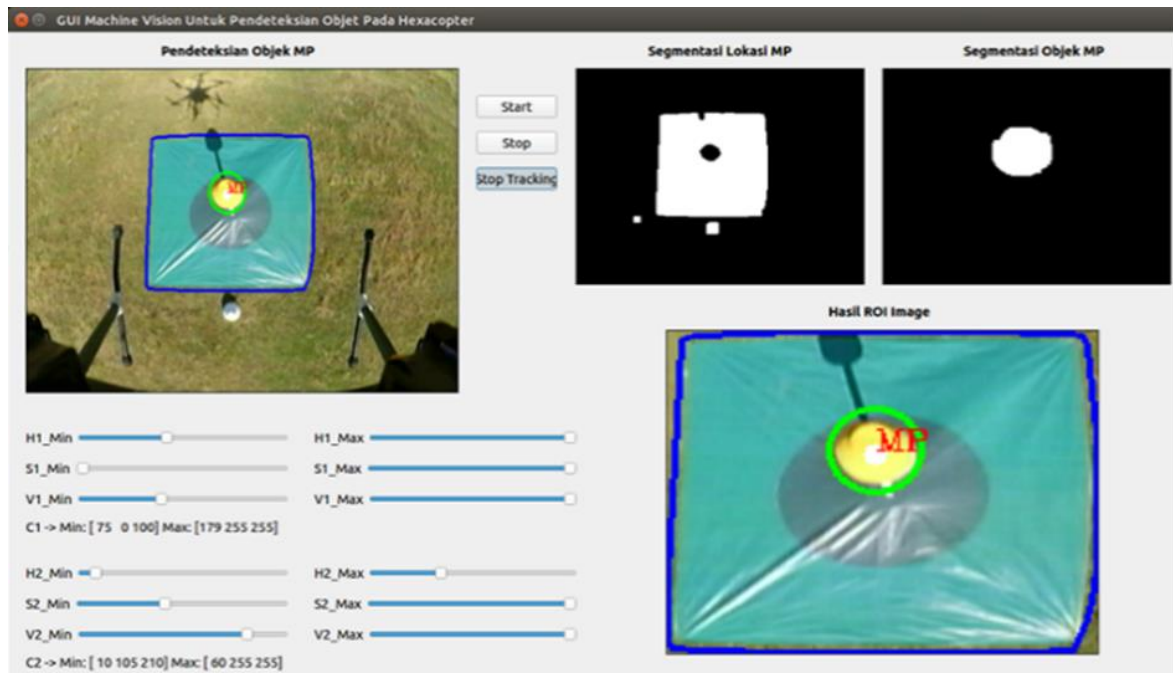
objek warna lain sehingga diperoleh hasil akurasi yang tinggi sebesar 90,33%. Akurasi rendah didapatkan pada evaluasi segmentasi uji ke-3. Dalam evaluasi segmentasi uji ke-3 menunjukkan sistem belum mampu melakukan segmentasi dengan baik diakibatkan kesalahan sistem yang tidak dapat mendeteksi objek *survival kits*. Faktor lain yang menyebabkan kesalahan deteksi objek *survival kits* diantaranya kamera tidak dapat menangkap objek *survival kits* dengan baik akibat gangguan komunikasi perangkat FPV pada saat pengiriman video *real-time*.

TABEL II. HASIL EVALUASI SEGMENTASI DENGAN GANGGUAN OBJEK DIMENSI SAMA

Uji	TP	FP	FN	TN	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
1	19	0	1	0	95	100	95
2	19	0	0	0	100	100	100
3	18	0	2	0	90	100	90
4	17	0	3	0	85	100	85
5	17	0	3	0	85	100	85
6	19	0	1	0	95	100	95
7	17	0	3	0	85	100	85
8	14	0	6	0	70	100	70
9	18	0	2	0	90	100	90
10	20	0	0	0	100	100	100
11	16	4	1	0	76,19	80	94,12
12	17	1	2	0	85	94,44	89,47
13	18	0	2	0	90	100	90
14	20	0	0	0	100	100	100
15	20	0	0	0	100	100	100
Rata-Rata					89,75	98,30	91,24



Gambar 4. Deteksi objek *survival kits* dengan gangguan objek dimensi sama

Gambar 5. Deteksi objek *survival kits* dengan gangguan objek warna lain

TABEL III. HASIL EVALUASI SEGMENTASI DENGAN GANGGUAN OBJEK WARNA LAIN

Uji	TP	FP	FN	TN	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
1	15	0	5	0	75	100	75
2	17	0	3	0	85	100	85
3	13	0	7	0	65	100	65
4	19	0	1	0	95	100	95
5	19	0	1	0	95	100	95
6	20	0	0	0	100	100	100
7	18	0	2	0	90	100	90
8	20	0	0	0	100	100	100
9	20	0	0	0	100	100	100
10	17	0	3	0	85	100	85
11	19	0	1	0	95	100	95
12	20	0	0	0	100	100	100
13	17	1	2	0	85	94,44	89,47
14	18	0	2	0	90	100	90
15	19	0	1	0	95	100	95
Rata-Rata					90,33	99,63	90,63

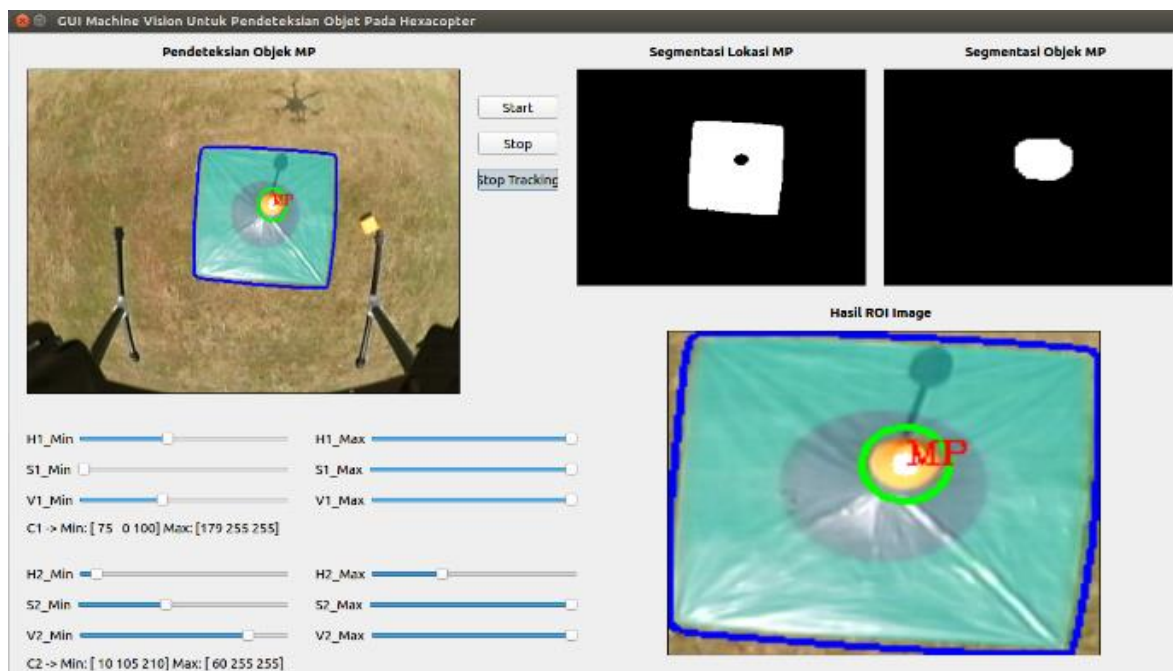
C. Evaluasi Segmentasi Objek *Survival Kits* dengan Gangguan Objek Bentuk Lain

Evaluasi segmentasi objek *survival kits* dilakukan dengan diberikan gangguan objek berbentuk kubus berwarna oranye ukuran $20 \times 20 \times 10 \text{ cm}^3$. Aplikasi GUI menampilkan nilai parameter warna HSV, hasil segmentasi lokasi MP *survival*

kits, hasil segmentasi objek MP *survival kits*, hasil ROI image, dan hasil pengenalan objek MP *survival kits* ditunjukkan pada Gambar 6.

Pengambilan data menggunakan *hexacopter* yang diterbangkan ke lokasi *survival kits* dengan ketinggian 3 m. Pengambilan data yang dilakukan dengan mengambil data sebanyak 20 frame citra dari video *real-time* berdurasi 1 menit pada setiap uji evaluasi. Evaluasi segmentasi objek *survival kits* dengan gangguan objek bentuk lain dilakukan sebanyak 15 kali uji. Hasil evaluasi segmentasi dengan gangguan objek bentuk lain ditunjukkan pada Tabel IV.

Mengacu pada Tabel IV, evaluasi segmentasi objek *survival kits* dengan gangguan objek bentuk lain diperoleh rata-rata hasil akurasi sebesar 87,67%, presisi sebesar 96,71%, dan sebesar *recall* 90,39%. Sistem yang dikembangkan pada UAV dapat mengenali dan *tracking* objek MP *survival kits* yang berada dalam area lokasi *survival kits* serta mampu mengabaikan gangguan objek bentuk lain di sekitar lokasi *survival kits*. Sistem mampu mengklasifikasikan hasil segmentasi sebagai objek *survival kits* walaupun diberikan gangguan objek bentuk lain sehingga diperoleh hasil akurasi yang tinggi sebesar 87,67%. Akurasi rendah didapatkan pada evaluasi segmentasi uji ke-13. Dalam evaluasi segmentasi uji ke-13 menunjukkan sistem belum mampu melakukan segmentasi dengan baik diakibatkan kesalahan sistem yang tidak dapat mendeteksi objek *survival kits*. Faktor lain yang menyebabkan kesalahan deteksi objek *survival kits* diantaranya kamera tidak dapat menangkap objek *survival kits* dengan baik akibat gangguan komunikasi perangkat FPV pada saat pengiriman video *real-time*.



Gambar 6. Deteksi objek *survival kits* dengan gangguan objek bentuk lain

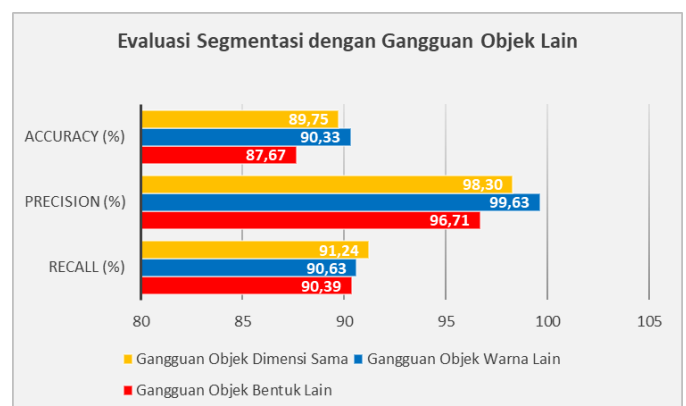
TABEL IV. HASIL EVALUASI SEGMENTASI DENGAN GANGGUAN OBJEK BENTUK LAIN

Uji	TP	FP	FN	TN	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
1	17	0	3	0	85	100	85
2	17	0	3	0	85	100	85
3	20	0	0	0	100	100	100
4	17	3	0	0	85	85	100
5	20	0	0	0	100	100	100
6	15	2	3	0	75	88,24	83,33
7	18	0	2	0	90	100	90
8	19	0	1	0	95	100	95
9	15	3	2	0	75	83,33	88,24
10	19	0	1	0	95	100	95
11	19	0	1	0	95	100	95
12	17	0	3	0	85	100	85
13	14	0	6	0	70	100	70
14	16	1	3	0	80	94,12	84,21
15	20	0	0	0	100	100	100
Rata-Rata					87,67	96,71	90,39

Mengacu grafik pada Gambar 7, telah dilakukan 3 skema evaluasi segmentasi objek *survival kits* dilakukan dengan diberikan gangguan objek lain didapatkan hasil optimal. Hasil yang diperoleh adalah akurasi sebesar 90,33% pada evaluasi gangguan objek warna lain, presisi sebesar 99,63% pada evaluasi gangguan objek warna lain, dan didapatkan *recall* sebesar 91,24% pada evaluasi gangguan objek dimensi sama. Berdasarkan evaluasi segmentasi yang dilakukan yang telah dilakukan, hasil deteksi objek *survival kits* memiliki keberhasilan deteksi dan ketahanan terhadap gangguan objek

lain melalui metode yang dikembangkan sehingga sistem mampu mendeteksi objek MP *survival kits* dengan baik dan mengabaikan gangguan objek lain di sekitarnya.

Penelitian ini telah melakukan pengembangan sistem *machine vision* pada UAV untuk pengenalan objek *survival kits* berdasarkan penelitian [8] yang belum menggunakan *vision* pada misi UAV untuk pengiriman *survival kits*. Pengenalan objek pada UAV dengan metode segmentasi warna RGB dan deteksi bentuk memiliki kelemahan terhadap perubahan intensitas cahaya dan gangguan objek lain sejenis [24]. Penggunaan *machine vision* metode segmentasi warna HSV memiliki keunggulan terhadap intensitas cahaya sehingga cocok digunakan dalam deteksi objek [17], [25]. Penerapan metode segmentasi objek pada ruang warna HSV, deteksi kontur, dan deteksi ROI yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat meningkatkan hasil akurasi deteksi objek pada UAV dibandingkan pada penelitian [8] dan [24].



Gambar 7. Grafik hasil evaluasi dengan gangguan objek lain

IV. PENUTUP

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem *machine vision* pada *hexacopter* untuk pendeteksian objek MP *survival kits*. Sistem *machine vision* pada *hexacopter* yang dikembangkan mampu mendeteksi objek MP *survival kits* dan mengabaikan objek gangguan di sekitar lokasi *survival kits* berdasarkan ciri warna dan bentuk. Deteksi ROI pada evaluasi segmentasi objek MP *survival kits* dengan gangguan objek lain sangat berpengaruh terhadap hasil deteksi objek *survival kits*. Hasil capaian keberhasilan deteksi objek *survival kits* yang telah diperoleh yaitu akurasi sebesar 90,33%, presisi sebesar 99,63%, dan *recall* sebesar 91,24%. Penelitian lebih lanjut diharapkan dapat meningkatkan hasil akurasi pendeteksian objek *survival kits* dengan menambah data citra dan menggunakan metode klasifikasi objek lainnya, diantaranya ekstraksi fitur. Berdasarkan kinerja yang diperoleh dalam penelitian ini, pengembangan sistem *machine vision* pada UAV memiliki ketepatan tinggi untuk deteksi objek *survival kits* meskipun diberikan gangguan objek lain. Keberhasilan pengenalan objek *survival kits* diharapkan dapat mendukung misi pengambilan dan *dropping survival kits* pada UAV.

REFERENSI

- [1] D. Jo and Y. J. Kwon, "Vertical Takeoff and Landing Wing Developed for Long Distance Flight and Stable Transit Flight," *Int. J. Mech. Eng. Robot. Res.*, vol. 8, no. 5, pp. 797–802, 2019.
- [2] S. Yu, J. Heo, S. Jeong, and Y. Kwon, "Technical Analysis of VTOL UAV," *J. Comput. Commun.*, vol. 4, no. 15, pp. 92–97, 2016.
- [3] V. Raja, Mano, Dinesh, S. Kumar, and R. Kumar, "Design, Fabrication and Simulation of Hexacopter For Forest Surveillance," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 12, pp. 3879–3884, 2017.
- [4] E. Setyaningsih, D. Prastiyanto, and Suryono, "Penggunaan Sensor Photodiode sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang Vertical Take-Off Landing (VTOL)," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 53–59, 2017.
- [5] G. Patankar, S. Ramdasi, K. Shukla, and P. Yadav, "Autonomous Operation and Controlling of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) using Internet," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 427–230, 2019.
- [6] A. Tiwari and A. Dixit, "Unmanned Aerial Vehicle and Geospatial Technology Pushing the Limits of Development," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 16–21, 2015.
- [7] D. Jo and Y. Kwon, "Development of Rescue Material Transport UAV (Unmanned Aerial Vehicle)," *World J. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 4, pp. 720–729, 2017.
- [8] M. Junus, J. A. Prasetyo, and R. H. Y. Perdana, "Vertical Take Off Landing (VTOL) Untuk Drop Kits Pada Quadcopter," *J. Appl. Smart Electr. Netw. Syst.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–30, 2020.
- [9] E. M. Pamungkas, B. A. A. Sumbodo, and I. Candradewi, "Sistem Pendeteksi dan Pelacakan Bola dengan Metode Hough Circle Transform, Blob Detection, dan Camshift Menggunakan AR.Drone," *IJEIS*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2017.
- [10] R. M. Faheem, S. Aziz, A. Khalid, and M. Bashir, "UAV Emergency Landing Site Selection System using Machine vision," *J. Mach. Intell.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–20, 2015.
- [11] D. J. Bora, A. K. Gupta, and F. A. Khan, "Comparing the Performance of L*A*B and HSV Color Spaces with Respect to Color Image Segmentation," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 192–203, 2015.
- [12] K. A. Eldahshan, M. I. Youssef, E. H. Masameer, and M. A. Mustafa, "Comparison of Segmentation Framework on Digital Microscope Images for Acute Lymphoblastic Leukemia Diagnosis using RGB and HSV Color Spaces," *J. Biomed. Eng. Med. Imaging*, vol. 2, no. 2, pp. 26–34, 2015.
- [13] A. Pradipta and Desiana Wulaning Ayu, "Perbandingan Segmentasi Citra Telur Ayam Menggunakan Metode Otsu Berdasarkan Perbedaan Ruang Warna RGB Dan HSV," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 136–147, 2017.
- [14] M. N. A. Hussin, A. H. Ahmad, and M. A. A. Razak, "Price Tag Recognition using HSV Color Space," *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 77–84, 2017.
- [15] B. Hdioud, M. E. H. Tirari, R. O. H. Thami, and R. Faizi, "Detecting and Shadows in the HSV Color Space using Dynamic Thresholds," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 3, pp. 1513–1521, 2018.
- [16] C. M. Ibraheem and G. U. Reddy, "Content Based Image Retrieval using HSV Color, Shape and GLCM Texture," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 10, pp. 378–383, 2015.
- [17] N. S. Widodo and A. Pamungkas, "Machine vision-based Obstacle Avoidance for Mobile Robot," *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 77–84, 2019.
- [18] E. Hamuda, B. M. Ginley, M. Glavin, and E. Jones, "Automatic Crop Detection Under Field Conditions using the HSV Colour Space and Morphological Operations," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 133, pp. 97–107, 2017.
- [19] A. H. Pratomo, W. Kaswidjanti, and S. Mu'arifah, "Implementasi Algoritma Region of Interest (ROI) Untuk Meningkatkan Performa Algoritma Deteksi Dan Klasifikasi Kendaraan," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 1, pp. 155–162, 2020.
- [20] C.-Y. Huang, J.-H. Hong, and E. Huang, "Developing a Machine vision Inspection System for Electronics Failure Analysis," *IEEE Trans. Components, Packag. Manuf. Technol.*, vol. 9, no. 9, pp. 1–32, 2019.
- [21] J. P. and Geethu Balakrishnan, "Contour Based Object Tracking," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 4128–4130, 2014.
- [22] A. Hatekar, S. Manwani, G. Patil, and A. Parekh, "Fire Detection on a Surveillance System using Image Processing," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 6, no. 5, pp. 121–125, 2017.
- [23] A. A. Babu, S. Varma, and R. Nikhare, "Hand Gesture Recognition System for Human Computer Interaction using Contour Analysis," *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 11–19, 2015.
- [24] D. B. Jatmiko, G. E. Setyawan, and H. Fitriyah, "Sistem Tracking Objek Menggunakan Metode Edge Detection pada Quadcopter," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 8, pp. 8031–8036, 2019.
- [25] S. Panwar and B. Kaushal, "Determination of Accuracy of Intensity Based Segmentation in HSV Color Space," *Int. J. Adv. Res. Electron. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 6, pp. 1568–1571, 2015.