

Sistem Pendeteksi Area Logistik pada Pesawat Tanpa Awak untuk Area Perkebunan

Logistic Area Detection System on Unmanned Aerial Vehicle for Plantation Area

Refinda Fazar Muslim^{1*}, Didit Andri Jatmiko²

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati ukur No 112, Bandung, Indonesia 40132

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 – 116, Bandung, Indonesia 40132
Email: refindafazar@mahasiswa.unikom.ac.id

Abstrak –Indonesia merupakan salah satu pasar kelapa sawit terbesar di dunia. Karena di Indonesia terdapat beberapa perkebunan kelapa sawit yang luas, seringkali terkendala jalur pendistribusian pupuk. Maka diperlukannya sebuah inovasi teknologi untuk pemantauan area yang sangat luas dengan waktu yang efisien. Teknologi yang cocok untuk pemantauan dan pencarian area logistik adalah dengan menggunakan pesawat tanpa awak dikarenakan penyelusuran dapat dilakukan di udara yang tidak terkendala oleh akses darat yang menyulitkan. Fokus pada penelitian ini adalah untuk mencari area logistik pupuk pada perkebunan kelapa sawit menggunakan pesawat tanpa awak. Area logistik yang dicari adalah terpal berbentuk kotak berwarna oranye dengan ukuran 2x2 m. Pada misi pencarian area logistik metode yang digunakan adalah pembatasan skala warna HSV. Komponen warna HSV (*hue, saturation, value*) dipilih karena nilai masing-masing komponen HSV dapat menentukan nilai dari warna sebenarnya, kemurnian warna dan kecerahan warna sehingga dapat di analisis oleh komputer. Untuk memaksimalkan proses pengamatan area logistik diperlukan sistem untuk memaksimalkan kecepatan komputasi FPS (*frame per second*) dalam mendeteksi area logistik sehingga tidak menurunkan kecepatan *frame* yang ditampilkan. Pengujian pendeteksian area logistik menggunakan satu parameter HSV bertujuan untuk menguji keandalan sistem pendeteksian dalam mencari area logistik pada rentang waktu tertentu tanpa mengubah parameter yang ditetapkan. Keandalan nilai dari masing-masing parameter HSV antara batas atas-bawah dari *hue* (17-180), *saturation* (0-255), dan *value* (188-255) hanya mampu mendeteksi dengan rentang intensitas cahaya 24710 hingga 41530 lux. Kecepatan komputasi dalam mendeteksi area logistik dengan rata-rata 25 fps karena dipengaruhi oleh pengaturan ukuran *frame* untuk meringankan beban kerja komputasi pada komputer.

Kata kunci : Pesawat Tanpa Awak, *Fixed Wing*, Perkebunan, Pengolahan Citra, HSV..

Abstract - Indonesia is one of the largest palm oil markets in the world. Because in Indonesia there are several extensive oil palm plantations, it is often constrained by the distribution channel of fertilizers. So we need a technological innovation for monitoring a very large area with an efficient time. The technology that is suitable for monitoring and searching for logistical areas is to use unmanned aircraft because searches can be carried out in the air which is not constrained by difficult ground access. The focus of this research is to find the logistics area for fertilizer in oil palm plantations using unmanned aircraft. The logistics area that you are looking for is a tarp in the shape of an orange box with a size of 2x2 m. In the search mission for the logistics area, the method used is the HSV color scale limitation. The HSV color component (*hue, saturation, and value*) was chosen because the value of each HSV component can determine the value of the actual color, color purity and color brightness so that it can be analyzed by a computer. To maximize the process of observing the logistics area, a system is needed to maximize the computational speed of FPS (*frames per second*) in detecting the logistics area so as not to reduce the frame rate displayed. The logistics area detection test using one HSV parameter aims to test the reliability of the detection system in finding the logistics area at a certain time span without changing the parameters set. The logistics area detection system in this study has a 100% success percentage with a brightness intensity range of 24710 lux to 41530 lux with 1 HSV parameter. The computation speed in detecting the logistics area is 25 fps because it is affected by the frame size setting to lighten the computational workload on the computer.

Keyword : UAV, *fixedwing*, Plantation, Image Processing, HSV.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pesawat tanpa awak semakin luas, tingginya permintaan penggunaan pesawat tanpa awak dari berbagai bidang seperti bagian pertahanan, keamanan, *search and rescue* (SAR) [1], pertanian [2][3] dan perkebunan [4] membuat pesawat tanpa awak sangat dibutuhkan guna menjalankan misi yang sulit di pantau darat. Salah satu peminat yang sering menggunakan jasa pesawat tanpa awak adalah bidang perkebunan. Sektor perkebunan merupakan salah satu kegiatan ekonomi terbesar di Indonesia. Sektor perkebunan memiliki area kebun yang luas baik itu perkebunan teh, sawit, karet, dan kopi. Berikut adalah luas area perkebunan pada tahun 2017 hingga 2019 berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik dapat diperlihatkan pada **Tabel I**.

Tabel I. Luas Perkebunan berbagai tanaman (ribu hektar)

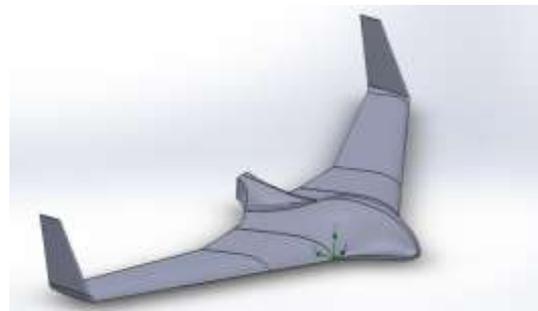
Jenis perkebunan	2017	2018	2019
Kelapa Sawit	12.383	13.326	14.724
Kelapa	3.473	3.417	3.413
Karet	3.659	3.671	3.683
Kopi	1.238	1.253	1.258
Kakao	1.653	1.610	1.600
Tebu	420	415	409
Teh	111	103	108

Berdasarkan data pada **Tabel I**, luas perkebunan pada tahun 2019 adalah 25,19 juta hektar. Perkebunan kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan terluas hingga 14,7 juta hektar. Karena sector perkebunan kelapa sawit sangat luas diperlukannya inovasi teknologi untuk pemantauan area yang luas dengan waktu yang cepat. Salah satu kasus pemantauan [5] adalah pencarian area logistik pupuk untuk di distribusikan ke tengah area perkebunan. Kesulitan transportasi darat untuk mengakses jalanan menjadi masalah yang sering dihadapi. Maka dari itu fokus penelitian ini adalah bagaimana cara

merancang sistem pendeteksian yang dapat mencari area logistik pupuk di tengah perkebunan kelapa sawit. Area logistik pupuk di implementasikan berupa terpal berwarna oranye dengan bentuk kotak berukuran 2x2 meter.

B. State of Art Penelitian

Jenis-jenis pesawat tanpa awak terdiri dari *fixed wing*, dan *rotary wing*. Pesawat tanpa awak jenis *fixed wing* berbentuk sayap tetap. Pesawat dapat bergerak maju dengan satu motor dengan konfigurasi *pusher* atau *puller* [6]. Untuk melakukan navigasi menggunakan *actuator* dengan keluaran *control surface*. Berikut adalah salah satu contoh dari pesawat tanpa awak jenis *fixed wing* di **Gambar 1**.



Gambar 1. Pesawat tanpa awak jenis *fixed wing*

Pesawat tanpa awak *fixed wing* memiliki kelebihan area penjelajahan yang luas, efisien terhadap energy, dan dapat memiliki ruang yang cukup besar tergantung dari jenis *fixed wing* yang digunakan. Kemudian *rotary wing* merupakan pesawat tanpa awak dengan tipe sayap berputar. Berputar yang dimaksud adalah terdapat lebih dari satu baling baling sebagai pengontrol wahana tersebut [7]. Untuk bernavigasi *rotary wing* menggunakan perubahan kecepatan perputaran motor dari masing-masing motornya [8]. Berikut adalah salah satu contoh dari *rotary wing* di **Gambar 2**.



Gambar 2. Pesawat tanpa awak jenis *rotary wing*

Pesawat tanpa awak jenis *rotary wing* memiliki kelebihan yaitu pengambilan gambar yang stabil, tidak memerlukan area *take off* yang luas dan mudah dalam penggunaannya. Namun dalam penggunaannya energy yang digunakan akan cepat habis karena menggerakkan lebih dari 1 motor untuk bermanuver [9].

Berdasarkan penjelasan sebelumnya pesawat tanpa awak yang cocok digunakan untuk area perkebunan yang luas adalah jenis *fixed wing*. Penggunaan *fixed wing* ini sangat cocok digunakan di area perkebunan yang luas adalah karena efisiensi penggunaan baterai, desain *fixed wing* yang sesuai untuk penjelajahan jarak jauh [10].

Computer vision merupakan teknologi yang mampu memproses, menganalisis, dan mendeteksi citra kemudian merubahnya menjadi informasi bagi sistem untuk mengambil suatu keputusan. Teknologi *computer vision* meniru fungsi mata manusia untuk mengenali objek untuk dijadikan informasi yang diolah pada suatu *single board computer*. Penerapan *computer vision* pada wahana tanpa awak akan menambah fungsi dari wahana terbang agar lebih multifungsi, beberapa penggunaannya adalah sebagai sistem monitoring suatu daerah atau lahan untuk mendeteksi area logistik pupuk pada area perkebunan, untuk keperluan pemetaan suatu daerah, dan untuk sistem navigasi bagi drone tersebut.

Computer vision memerlukan sebuah *single board computer* sebagai pemrosesan untuk menjalankan algoritma yang dirancangnya, dalam dunia pesawat tanpa awak unit pemrosesan untuk *computer vision* tentu adalah sebuah komputer yang dapat menjalankan suatu program dengan cepat dan stabil [11], namun selain itu unit komputer yang digunakan haruslah memiliki bobot yang ringan dengan dimensi yang kecil [12], maka kebanyakan unit pemrosesan yang digunakan pada pesawat tanpa awak adalah suatu *single board computer* atau lebih dikenal dengan mini pc. Beberapa jenis *single board computer* dengan ukuran yang kecil bisa digunakan pada pesawat tanpa awak diantaranya ada yang berbasis windows, maupun linux, masing-masing *single board computer* memiliki jenis ram dan prosesor yang berbeda bergantung pada jenis algoritma yang digunakannya dalam pendeteksian.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem pendeteksi area logistik pada pesawat tanpa

awak jenis *fixedwing* menggunakan *computer vision* untuk perkebunan kelapa sawit. Proses pendeteksian area logistik utama berdasarkan pembatasan warna menggunakan metode pembatasan skala warna HSV. Penggunaan metode HSV (*hue*, *saturation*, dan *value*) dipilih karena nilai masing-masing komponen HSV dapat menentukan nilai dari warna sebenarnya, kemurnian warna dan kecerahan warna sehingga dapat di analisis oleh komputer. Proses pendeteksian dilakukan pada tingkat intensitas cahaya yang berbeda pada rentang pukul 08.00 pagi hingga 15.00 sore. Pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter. Pengukuran tingkat kecerahan menggunakan lux meter dilakukan disaat wahana tiba di atas area logistik ketika mendeteksi. Setelah area logistik terdeteksi, sistem pemantauan juga diharapkan dapat menampilkan pendeteksian area logistik tanpa mengalami patah-patah karena *frame* yang turun akibat kinerja computer yang berat.

D. Sistematika Penulisan

Jurnal ini diorganisasikan sebagai berikut. Bagian metodologi akan membahas mengenai metode-metode yang mendukung untuk proses pendeteksian area logistik, blok diagram sistem, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak dari sistem pendeteksian. Pada bagian hasil akan berisikan informasi nilai wahana hasil dari pendeteksian terbang dan keberhasilan wahana ketika melakukan misi pencarian area logistik pupuk dengan keadaan yang mempengaruhi keberhasilan wahana ketika menjalankan misi. Bagian kesimpulan akan membahas kesimpulan dan saran dari penelitian.

II. METODOLOGI

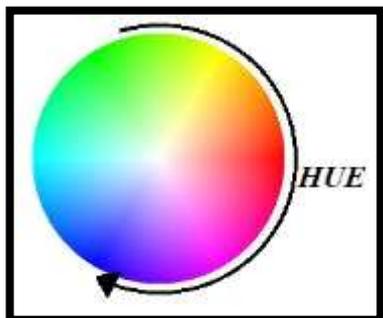
A. Metode Warna HSV

Pada pengolahan citra pada saat ini yang sering digunakan adalah komponen warna RGB (*red*, *green*, *blue*) sebagai warna dasar dari komponen warna. Namun komponen warna RGB tidak cocok untuk pengambilan contoh warna di luar ruangan karena tidak mempunyai elemen pengatur tingkat kecerahan warna. Untuk meminimalisir perubahan kecerahan yang terjadi maka sebaiknya menggunakan komponen warna HSV (*hue*, *saturation*, *value*). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing komponen HSV.

1) Hue

Hue merupakan komponen warna dasar atau warna nyata. Beberapa contoh dari nilai *hue*

adalah oranye, biru, hijau, ungu, kuning, dan merah. *Hue* digunakan untuk membedakan warna dan menentukan warna nyata dari pantulan cahaya. Berikut adalah contoh lingkaran warna dari *hue* di **Gambar 3**.

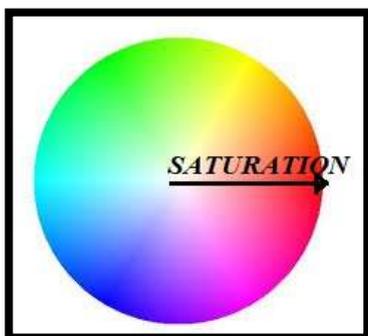


Gambar 3. Lingkaran warna komponen *hue*

Komponen *hue* dapat dianggap sebagai sebuah lingkaran dengan sudut melingkar 0° hingga 360°. 0° dapat dinyatakan sebagai warna merah lalu memutar kembali hingga nilai 360°. *Hue* memiliki nilai biner 8 bit atau range 0 hingga 255.

2) *Saturation*

Saturation dapat diartikan sebagai tingkat kemurnian warna. Semakin dalam nilai dari komponen *saturation* maka semakin putih warna yang dihasilkan. Berikut adalah lingkaran warna dari komponen *saturation* di **Gambar 4**.



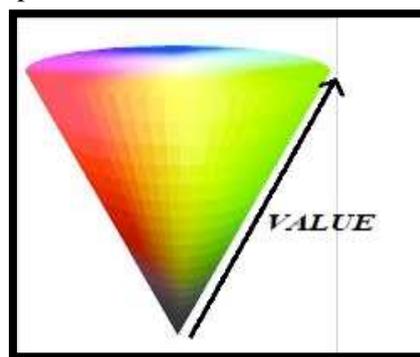
Gambar 4. Lingkaran warna komponen *saturation*

Saturation dapat digambarkan sebagai panjang garis secara horizontal dari titik pusat lingkaran ke titik warna. *Saturation* dinyatakan sebagai kedalaman warna dari dari citra tersebut. Range nilai *saturation* ini adalah 0 hingga 255. Nilai 0 adalah warna putih dalam artian tanpa nilai *hue* dan nilai 255 adalah menunjukkan nilai warna dari komponen *hue*.

3) *Value*

Value merupakan komponen warna yang dapat menyatakan banyaknya cahaya yang

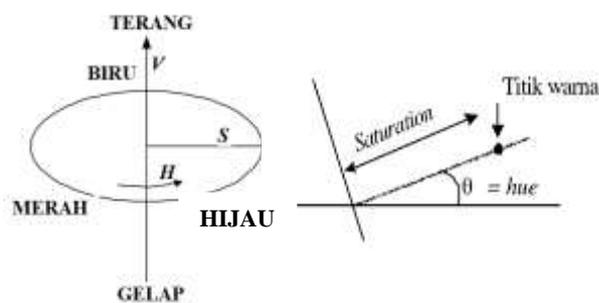
masuk dengan mengabaikan warnanya. Berikut adalah lingkaran warna dari komponen *value* di **Gambar 5**.



Gambar 5. Lingkaran warna komponen *value*

Value dapat digambarkan sebagai garis vertikal yang menembus pusat lingkaran. *Value* memiliki kisaran mulai dari gelap hingga terang. Nilai 0 menunjukkan kegelapan dan nilai 255 menunjukkan kecerahan.

Jika ketiga komponen warna digabungkan maka dapat ditentukan nilai dari sebuah warna HSV. Berikut adalah ilustrasi dari penggabungan komponen HSV di **Gambar 6**.



Gambar 6. Ilustrasi penggabungan nilai HSV

Jika digabungkan ilustrasi dari penggambaran *hue* adalah warna sebenarnya, *saturation* adalah kemurnian warna, dan *value* adalah terang atau gelapnya warna yang didapat. Karena pada umumnya sebuah citra menggunakan komponen RGB maka nilai RGB harus di konversi ke dalam nilai HSV. Berikut adalah persamaan dari konversi RGB ke HSV.

$$M = \max(R, G, B)$$

$$m = \min(R, G, B)$$

$$C = M - m$$

$$H' = \begin{cases} \text{tidak terdefinisi, jika } C = 0 \\ \frac{G-B}{C} \bmod 6, \text{ jika } M = R \\ \frac{B-R}{C} + 2, \text{ jika } M = G \\ \frac{R-G}{C} + 4, \text{ jika } M = B \end{cases} \dots\dots(1)$$

$$H = 60^\circ \times H' \dots\dots\dots(2)$$

$$S = \begin{cases} 0, \text{ jika } V = 0 \\ \frac{C}{V}, \text{ jika tidak} \end{cases} \dots\dots\dots(3)$$

$$V = M \dots\dots\dots(4)$$

B. Metode Gaussian Blur

Gaussian blur merupakan sebuah filter blur yang menempatkan warna transisi di samarkan pada citra. Fungsi dari *Gaussian blur* ini adalah untuk memperhalus tepi citra, mengurangi noise dan menambahkan efek kabut. Berikut adalah persamaan dari Gaussian blur.

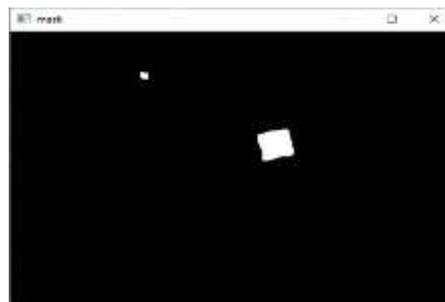
$$h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(5)$$

Penjelasan:

1. σ adalah nilai deviasi standar distribusi normal yang digunakan. Semakin besar nilai σ , maka semakin banyak titik tetangga yang diikuti dalam perhitungan.
2. x dan y adalah posisi koordinat filter dimana koordinat $(0, 0)$ adalah posisi titik tengah dari filter yang mempunyai nilai paling besar atau paling tinggi.
3. π adalah konstanta dengan nilai 3,14
4. e adalah konstanta bilangan natural dengan nilai 2,718281828

C. Metode Thresholding

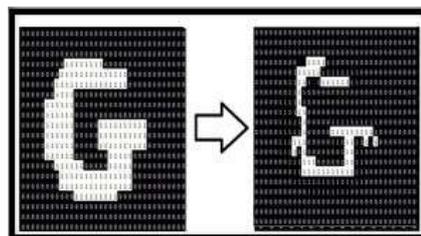
Thresholding merupakan sebuah metode untuk melakukan segmentasi dari sebuah citra digital. Salah satu contoh yang sering diterapkan adalah memisahkan suatu daerah pada citra yang akan dianalisis. Metode pemisahan *thresholding* ini berdasarkan variasi intensitas pemisahan piksel dari citra. Cara untuk membedakan dengan memasukan nilai ambang yang diinginkan. Kemudian setelah pemisahan antar piksel selesai maka dapat ditentukan nilai piksel tersebut menjadi hitam dan putih untuk dianalisa. Berikut adalah contoh dari metode *thresholding* di **Gambar 7**.



Gambar 7. Metode *thresholding*

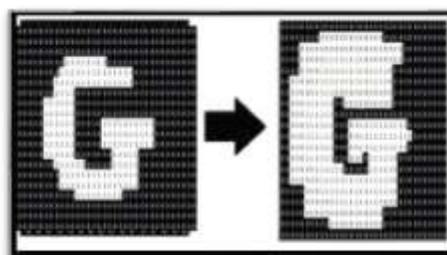
D. Metode Morphology

Morphology merupakan salah satu bentuk segmentasi citra yang bertujuan untuk memperbaiki hasil dari segmentasi citra *thresholding*. Ada 2 macam operasi morphology antara lain erosi dan dilasi. Erosi bertujuan untuk mengikis tepi objek dari segmentasi citra. Berikut adalah ilustrasi dari operasi erosi di **Gambar 8**.



Gambar 8. Metode erosi

Metode erosi dapat mengikis atau menghilangkan noise kecil pada suatu segmentasi citra yang tidak diperlukan. Kemudian ada proses dilasi yang bertujuan untuk memperbesar segmentasi citra. Berikut adalah contoh hasil dari fungsi dilasi di **Gambar 9**.



Gambar 9 Metode dilasi

Metode dilasi bertujuan untuk menguatkan hasil segmentasi citra. Kemudian pengembangan yang menggabungkan kombinasi dilasi dan erosi adalah efek *opening* dan efek *closing*. Efek *opening* yaitu penggabungan metode erosi di ikuti metode dilasi. Efek *opening* berfungsi untuk menghilangkan objek-objek kecil pada *frame*

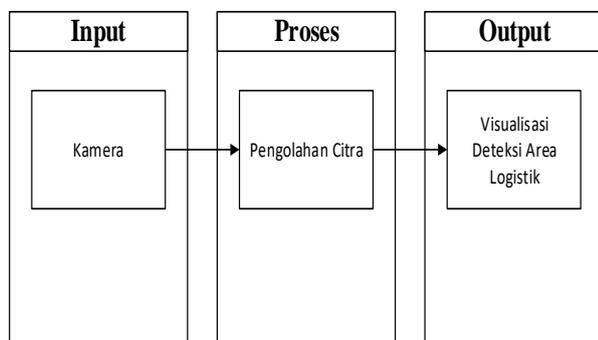
kemudian menguatkan hasil citra agar tepi citra lebih jelas. Efek closing merupakan penggabungan metode dilasi diikuti metode erosi. Efek *closing* berfungsi menghaluskan citra dengan menyambung pecahan-pecahan piksel hasil *thresholding* pada citra.

E. Metode *Contour*

Kontur dapat di definisikan sebagai garis lurus yang menghubungkan semua titik di sepanjang batas citra yang memiliki intensitas yang sama. Kontur juga berguna dalam analisis bentuk, menemukan objek dan mendeteksi objek. Fungsi kontur berfungsi untuk membantu dalam mengekstraksi kontur dari citra. Kontur bekerja pada citra biner seperti *thresholding*, grayscale maupun deteksi tepi.

F. Blok Diagram sistem

Blok diagram sistem merupakan pernyataan secara visual yang didalamnya terdapat masukan, proses dan keluaran. Blok diagram sebagai acuan terhadap sistem yang akan dibuat untuk memenuhi tujuan dari penelitian ini. Diagram perancangan dari sistem pendeteksian yang akan dibuat dapat dilihat di **Gambar 10**.



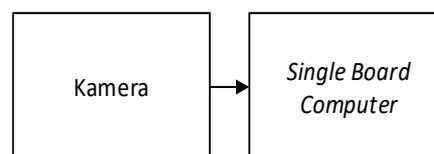
Gambar 10. Blok diagram sistem

Adapun penjelasan dari blok diagram sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- Kamera, Kamera berfungsi sebagai sensor pengambil citra untuk mencari area logistic yang akan dicari
- Pengolahan citra, Proses pengolahan citra ini bertujuan untuk mendeteksi area logistik berdasarkan warna yang masukannya berasal dari kamera. Metode yang digunakan pada proses pengolahan citra ini berdasarkan citra hsv.
- Visualisasi deteksi area logistik, Visualisasi deteksi ini bertujuan untuk menampilkan *frame* tampilan dari kamera ketika mencari area logistik.

G. Perancangan Perangkat Keras

Dalam merancang suatu sistem maka perlu dirancang perangkat keras dari wahana tersebut, wahana yang didesain harus memenuhi persyaratan dari perlombaan tersebut sehingga wahana dapat diikuti sertakan dalam perlombaan. Pembatasan dan penentuan tersebut bertujuan untuk memaksimalkan hasil yang didapatkan. Adapun batasan dari wahana *fixedwing* yaitu bobot tidak lebih dari 4KG, memiliki ukuran maksimal 3 meter dan terbang maksimal 150 meter diatas permukaan tanah. Adapun perancangan perangkat keras dapat dilihat di **Gambar 11**.



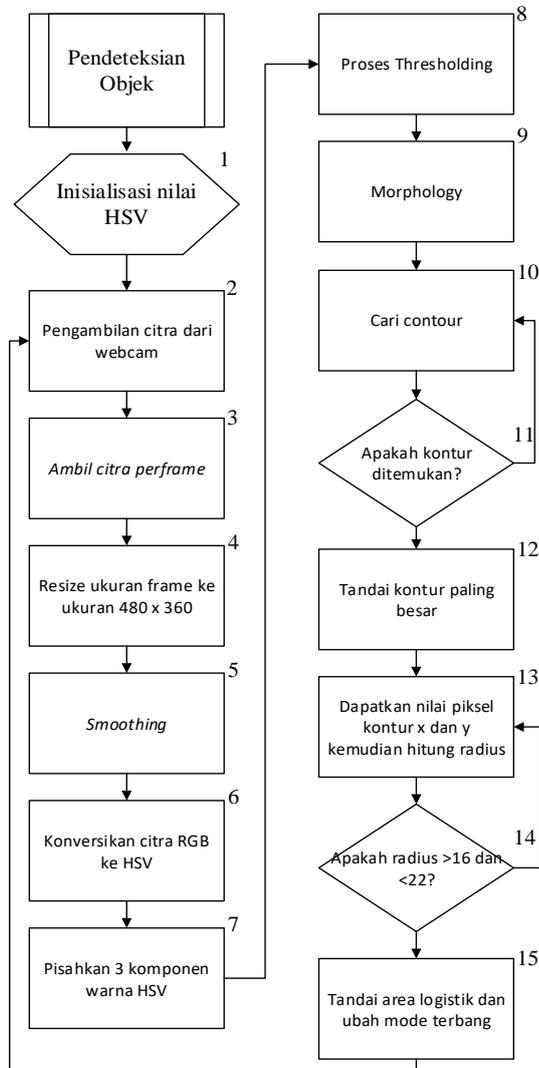
Gambar 11. Perancangan perangkat keras

Berikut adalah penjelasan dari perancangan perangkat keras dan pemilihan komponen sebagai alasan kenapa komponen berikut dipilih:

- Kamera
Kamera berfungsi sebagai sensor pengambil citra yang akan diproses berdasarkan pengolahan citra. Kamera yang digunakan adalah kamera web dengan tipe Logitech C525. Kamera ini memiliki resolusi 640x480 piksel dengan tipe fokus tetap. Pemilihan kamera tersebut dikarenakan memiliki tipe fokus yaitu fokus tetap sehingga proses pendeteksian tidak terganggu oleh blur karena fokus yang selalu berubah ubah. Jika menggunakan kamera bertipe auto focus maka akan mengganggu proses pendeteksian area logistik.
- Single Board Computer*
Single board computer berfungsi sebagai komputasi dari pengolahan citra untuk proses pendeteksian area logistik. Selain untuk proses pendeteksian *single board computer* ini digunakan untuk pembatasan program pendeteksian. *Single board* yang digunakan adalah *single board* berjenis Lattepada. Lattepada ini merupakan *single board computer* yang mendukung operasi sistem windows dengan konsumsi daya yang rendah. Adapun pemilihan komponen ini dipilih karena memiliki spesifikasi yaitu chipset Intel Cherry Trail Quad Core 1.8 GHz, RAM 4 GB DDR3L dan Memori internal 64 GB yang cukup besar kapasitas memorinya untuk melakukan proses komputasi program.

H. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem pendeteksian merupakan bagian utama dari rancangan yang dibuat terdiri dari algoritma utama yaitu pembatasan warna HSV. Berikut adalah diagram alir dari sistem pendeteksian yang akan dibuat di **Gambar 12**.



Gambar 12. Diagram alir proses pendeteksian

Berikut adalah penjelasan dari flowchart proses pendeteksian area logistik.

1. **Inisialisasi HSV**
Inisialisasi hsv ini yaitu memasukan nilai hsv yang telah ditentukan dari data sample yang didapat sebelumnya.
2. **Pengambilan citra dari kamera web**
Pengambilan citra dari kamera web yaitu sebagai sensor pengambil data citra. Resolusi dari bawaan kamera ini adalah 640x480.
3. **Ambil citra per frame**
Pengambilan citra diambil perframe karena berfungsi untuk mencacah citra yang diambil

menjadi per frame untuk memudahkan proses komputasi.

4. **Resize ukuran frame**
Resize ukuran frame berfungsi untuk memperkecil ukuran frame menjadi 480x360. Proses resize ini berfungsi untuk mempermudah perhitungan ketika area logistik terdeteksi. Jika ukuran frame terlalu besar maka proses komputasi semakin berat yang mengakibatkan frame per secon menurun.
5. **Smoothing**
Proses *smoothing* berfungsi untuk memperhalus tepi citra pada saat deteksi tepi pada citra yang akan diambil.
6. **Konversi nilai RGB ke HSV**
Konversi nilai RGB ke HSV ini digunakan karena warna HSV baik terhadap perubahan intensitas cahaya yang terjadi.
7. **Pisahkan komponen H, S, V**
Pemisahan warna tiap-tiap komponen HSV bertujuan untuk menentukan batas atas dan batas bawah dari masing-masing warna HSV.
8. **Thresholding**
Proses *thresholding* ini berfungsi sebagai penentuan warna yang diinginkan.
9. **Morphology**
Proses morphology yang digunakan yaitu efek opening dimana proses ini penggabungan dari metode dilasi dan diikuti dengan erosi. Ini berfungsi untuk menghilangkan noise-noise kecil yang terdeteksi serta membuat tepi citra menjadi lebih halus.
10. **Cari contour**
Pencarian contour berfungsi untuk analisis bentuk dari hasil pembatasan komponen warna HSV yang telah di proses sebelumnya
11. **Tandai contour terbesar**
12. **Hitung ukuran contour**
13. **Nilai contour lebih dari 16 dan kurang dari 22**
Jika nilai contour lebih dari 16 piksel dan kurang dari 22 piksel maka contour akan ditandai dan area logistik terdeteksi
14. **Tandai area logistik**
Ketika area logistik terdeteksi area logistik akan ditandai.
15. **Kembali**

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem pendeteksi area logistik pupuk menggunakan pesawat tanpa awak jenis *fixedwing* dengan mode *autonomous waypoint*. Pengujian dilakukan dilapangan terbuka dengan jarak terbang hingga 1,5 km. Ketinggian pesawat tanpa awak ketika mendeteksi area logistik adalah

50 meter diatas permukaan tanah. Pengujian dilakukan menjadi dua tahap yaitu pengujian pendeteksian area logistik menggunakan metoda hsv dan pengujian kecepatan komputasi pendeteksian.

A. Pengujian Pencarian Area Logistik

Pengujian pencarian bertujuan untuk mencari area logistik berupa terpal berbentuk kontak berwarna oranye dengan ukuran 2x2 meter ditengah area perkebunan. Pengujian pencarian area logistik dilakukan pada area terbuka dengan jarak 1,5 km antara *ground control system (GCS)* dan pesawat tanpa awak berjenis *fixed wing*. Berikut adalah skema pembuatan jalur penerbangan yang akan dibuat untuk proses pengujian pendeteksian area logistik di **Gambar 13**.



Gambar 13. Skema perancangan jalur pendeteksian

Pengujian pendeteksi area logistik dilakukan dilapangan udara Sulaiman, Bandung. Pendeteksian dimulai pukul 08.00 pagi hingga pukul 15.00 dengan pengujian pendeteksian area logistik sebanyak 20 kali pengujian. Proses pengambilan data yaitu dengan membandingkan hasil pendeteksian area logistik dengan pengukuran intensitas cahaya yang diletakkan diatas area logistik. Proses pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter. Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan 1 parameter HSV yang bertujuan untuk mengetahui batasan dan keandalan sistem pendeteksian area logistik yang telah dibuat. Sebelum melakukan perngujian, perlu dilakukan pengambilan sampel warna hsv. Pengambilan warna sampel hsv bertujuan untuk menentukan nilai dari masing-masing komponen hsv. Nilai hsv ini didapat sebagai nilai acuan terhadap nilai dari objek area logistik untuk proses pendeteksian. Sampel diambil pada saat kondisi cuaca cerah di siang hari. Nilai yang sudah ditetapkan dalam masing-masing parameter HSV antara batas atas-bawah yaitu *hue* (17-180),

saturation (0-255), dan *value* (188-255). Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali, data dari hasil pengujian ditunjukkan pada **Tabel II**.

Tabel II. Data pengujian keberhasilan pendeteksian

Pengujian ke-	Tingkat Kececerahan (lux)	Keterangan
1	5410	Tidak berhasil
2	4510	Tidak berhasil
3	6310	Tidak berhasil
4	8860	Tidak berhasil
5	14650	Tidak berhasil
6	25500	Berhasil
7	25580	Berhasil
8	32540	Berhasil
9	28580	Berhasil
10	36800	Berhasil
11	35670	Berhasil
12	38960	Berhasil
13	41330	Berhasil
14	36800	Berhasil
15	41530	Berhasil
16	34270	Berhasil
17	27350	Berhasil
18	24710	Berhasil
19	16560	Tidak Berhasil
20	18290	Tidak Berhasil

Berdasarkan data pengujian pada **Tabel II**, terjadi kegagalan pendeteksian sebanyak 7 kali dan keberhasilan pendeteksian area logistik 13 kali dari 20 kali pengujian. Hasil pengukuran intensitas cahaya yang mengakibatkan kegagalan proses pendeteksian area logistik yaitu pada rentang 5410 lux hingga 18290 lux. Pada rentang intensitas cahaya 24710 lux hingga 41530 lux pendeteksian area logistik berhasil ditemukan.

Berdasarkan data yang didapatkan kegagalan pedeteksian dikarenakan kurangnya intensitas cahaya. Jika terjadi kurangnya intensitas cahaya maka mengakibatkan nilai dari masing-masing komponen hsv berubah. Perubahan intensitas

cahaya pada saat pengujian berdasarkan oleh kondisi cuaca.

B. Pengujian Kecepatan Komputasi

Pengujian kecepatan komputasi bertujuan untuk memaksimalkan proses pendeteksian area logistik pada area perkebunan agar tidak mengalami kendala seperti *fps drop* atau turun. Proses komputasi bekerja dengan menghitung kemampuan kecepatan pemrosesan gambar ketika area logistik pupuk terdeteksi oleh sistem pendeteksian. Kecepatan gambar dihitung dari banyaknya bingkai atau *frame* yang ditampilkan dalam satuan detik atau biasa disebut *frame per second (FPS)*. Pengujian ini untuk mengetahui apakah sistem komputasi pendeteksian mengakibatkan proses pendeteksian area logistik mengalami *fps* turun atau *drop*. Jika *fps* mengalami penurunan hingga 18 fps maka akan menampilkan gambar yang patah-patah sehingga proses pemantauan menjadi terganggu. Pada awalnya kamera yang digunakan untuk proses pendeteksian memiliki kecepatan yang langsung terbaca oleh sistem adalah 28 hingga 30 *fps*. Berikut di **Gambar 14** adalah hasil uji coba kecepatan komputasi dari sistem pendeteksian area logistik.



Gambar 14. Hasil uji coba kecepatan komputasi

Kecepatan komputasi di gambar menunjukkan adanya penurunan hingga 25 *fps*. Pada kecepatan komputasi 25 *fps* terdapat penurunan kecepatan komputasi namun tidak mengganggu proses pemantauan area logistik karena penurunan yang terjadi tidak terlalu jauh dari *fps* referensi dari kamera yang digunakan sehingga tidak menyebabkan hasil pendeteksian berbentuk video yang patah-patah. Berikut adalah data hasil pengujian dilapangan selama 20 kali pengujian pada **Tabel III**.

Tabel III. Hasil pengujian komputasi

Pengujian Ke-	Hasil Komputasi (FPS)
1	25
2	25
3	26
4	25
5	26
6	24
7	25
8	25
9	24
10	26
11	24
12	25
13	25
14	25
15	24
16	26
17	25
18	25
19	24
20	25

Berdasarkan **Tabel III**, didapatkan data hasil pengujian kecepatan komputasi dari 10 kali percobaan dengan kecepatan stabil di 25 *fps*. Kecepatan komputasi tertinggi dari proses pendeteksian area logistik adalah 26 *fps* dari 4 kali pengujian. Sedangkan untuk kecepatan komputasi pendeteksian area logistik terendah adalah 24 *fps* dari 6 kali pengujian. Kecepatan komputasi ini dikarenakan proses *resize* pada bagian perancangan perangkat lunak yang menggunakan ukuran resolusi 480x360 yang tidak terlalu besar untuk ditampilkan pada *interface* sehingga tidak mengganggu proses pemantauan area logistik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Keberhasilan sistem pendeteksian area logistik menggunakan pesawat tanpa awak jenis fixedwing

adalah 13 kali dari 20 kali pengujian dengan rentang intensitas cahaya 24710 lux hingga 41530 lux. Sementara kegagalan pendeteksian area logistik dikarenakan rendahnya intensitas cahaya dengan rentang 5410 lux hingga 18290 lux. Berdasarkan pengujian pendeteksian area logistik dapat disimpulkan keandalan sistem dalam mendeteksi area logistik dengan menggunakan 1 nilai parameter hsv. Keandalan nilai dari masing-masing parameter antara batas atas-bawah dari hue (17-180), saturation (0-255), dan value (188-255) hanya mampu mendeteksi dengan rentang intensitas cahaya 24710 hingga 41530 lux.

Berdasarkan pengujian kedua, nilai komputasi dari banyaknya frame yang ditampilkan mencapai rata-rata yaitu 25 fps dengan fps tercepat 26fps dan terkecil 24 fps. Sistem komputasi memproses pengolahan citra tanpa mengurangi *frame* yang turun sehingga proses pendeteksian tidak patah-patah. Fps dapat dinyatakan patah-patah jika nilainya adalah 18fps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samczynski, P., Kulpa, K., Malanowski, M., Wielgo, M., "C-band SAR radar for UAV application". In *Proceedings of the 10th European Conference on Synthetic Aperture Radar*, Berlin, Germany, pp. 1287-1290. 2-6 June 2014
- [2] An Y, Che M. "Design and Implementation of agricultural Production Data Collection System Based on s3c2440A and WinCE", *IEEE International Conference on Control, Automation and System Engineering*, Vol. 51, pp. 1-4, 2011
- [3] Long, Y., Li, M., Liu, H., Zheng, L., Sun, H., & Wang, X.. "Development of Visualization System for Agricultural UAV Crop Growth Information Collection". *IFAC-International Federation of Automatic Control*, Vol. 51, pp. 631-636, 2018
- [4] Sugeng, S., Putra, R. A., Muslim, R. F., & Septianto, Y. "Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Mapping Plantation Area" In *Telekontran* vol. 7, no 1. pp. 79-89, 2019
- [5] Sun, S., Yin, Y., Wang, X., Xu, D. "Robust Visual Detection and Tracking Strategies for Autonomous Aerial Refueling of UAVs". *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 2019.
- [6] F. A. Warsi et al., "Yaw, Pitch and Roll controller design for fixed-wing UAV under uncertainty and perturbed condition", *IEEE 10th International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, Kuala Lumpur, 151 -156, 2014
- [7] A. A. Zhilenkov and I. R. Epifantsev, "System of autonomous navigation of the drone in difficult conditions of the forest trails," *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*, Moscow, pp. 1036-1039, 2018
- [8] I. de Boisblanc et al., "Designing a hexacopter for the collection of atmospheric flow data," *Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, Charlottesville, VA, pp. 147-152, 2014.
- [9] Zhuoning Dong, Wenbin Li and Yanxing Zhou, "An autonomous navigation scheme for UAV in approach phase," *IEEE Chinese Guidance, Navigation and Control Conference (CGNCC)*, Nanjing, pp. 982-987, 2016.
- [10] Kim, S., Choi, S., Lee, H., Kim, H.J.: "Vision-based collaborative lifting using quadrotor uavs". In: *14th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)*, pp. 1169-1174. IEEE 2014
- [11] Mills, S.J., Ford, J.J., Mejias, L., "Vision based control for fixed wing uavs inspecting locally linear infrastructure using skid-to-turn maneuvers". *J. Intell. Robot. System.* 61 1-4, 29-42 (2011)
- [12] Zhou, J., "EKF based object detect and tracking for uav by using visual-attention-model". In: *International Conference on Progress in Informatics and Computing (PIC)*, pp. 168-172. IEEE 2014