



Penerapan Sistem Pengolahan Citra Digital Pendeteksi Warna pada Starbot

M Rizky Vira Aditya¹, Nyayu Latifah Husni², Destra Andika Pratama³, Ade Silvia Handayani⁴

¹⁻³ Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, ⁴ Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang 30139 Indonesia
e-mail: ¹rizkyviraaditya@gmail.com, ²nyayu_latifah@polsri.ac.id,
³destra_andika_pratama@polsri.ac.id, ⁴ade_silvia@polsri.ac.id

Abstrak

STARBOT (Smart trash can robot) merupakan robot kotak sampah yang dapat bergerak secara otomatis berdasarkan perintah yang diberikan user dan akan bergerak menuju suatu ruangan yang telah ditentukan. Robot ini menggunakan otak pengoperasian Raspberry Pi dan dilengkapi dengan penangkap citra Webcam yang dapat mengenali objek masing-masing ruangan dengan bentuk dan warna yang berbeda. Citra yang ditangkap oleh Webcam diproses menggunakan metode HSV. Nilai HSV didapatkan melalui proses sampling warna, konversi algoritma transformasi ruang warna secara perhitungan, dan simulasi menggunakan trackbar. Proses pengolahan citra yang ditangkap kamera juga memanfaatkan metode radius untuk menentukan jarak minimum antara tanda yang terdapat pada masing-masing ruangan dengan robot. Penggunaan metode HSV dipilih untuk mempermudah pendeteksian warna dalam berbagai kondisi baik dengan intensitas cahaya yang rendah maupun yang tinggi.

Kata kunci—3-5 Smart Trash Can, HSV, radius, raspberry pi

Abstract

STARBOT (Smart trash can robot) is a trash box robot that can move automatically based on instructions given by the user and will move to a predetermined room. This robot uses the Raspberry pi as the operating brain and is equipped with a webcam image capture that can recognize objects in each room with different shapes and colors. The image captured by the webcam is processed using the HSV method. The HSV value is obtained through a color sampling process, calculation of the color space transformation algorithm conversion, and simulation using a trackbar. The image processing process captured by the camera also utilizes the radius method to determine the minimum distance between the marks contained in each room and the robot. The use of the HSV method was chosen to facilitate color detection in various conditions, both with low and high light intensity.

Keywords—3-5 Smart Trash Can, HSV, radius, raspberry pi

1. PENDAHULUAN

Sampah memiliki potensi untuk dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan masalah bagi kesehatan. Penyebaran bakteri dan virus yang bersumber dari sampah dapat menyebabkan berbagai macam penyakit yang kemungkinan disebabkan oleh lamanya sampah menumpuk pada tempat sampah sehingga memberikan waktu untuk bakteri dan virus mencemari seluruh bagian tempat sampah dan menyebar ke manusia melalui kontak langsung maupun tidak langsung.

Sebuah inovasi diperlukan dalam upaya mengurangi resiko penyebaran bakteri dan virus dengan cara membuat kotak sampah pintar yang memiliki banyak fitur seperti pemisahan antara sampah organik dan anorganik, deteksi isi level kotak sampah, serta dapat bergerak secara otomatis dengan cara mendeteksi bentuk dan warna suatu lokasi yang ditentukan dengan memanfaatkan metode pengolahan citra digital sehingga dapat mengurangi potensi kontak langsung antara manusia dan kotak sampah.

Pengolahan citra adalah salah satu cabang dari ilmu informatika yang berkuat pada usaha untuk melakukan transformasi suatu citra atau gambar menjadi citra lain dengan menggunakan teknik tertentu. Sedangkan ruang warna adalah model matematis abstrak yang menggambarkan cara agar suatu warna dapat direpresentasikan sebagai baris angka biasanya dengan nilai-nilai dari tiga atau empat buah warna atau komponen salah satunya adalah model HSV.

Robot *Smart Trash Can* merupakan robot yang dilengkapi dengan penangkap citra *webcam* yang nantinya akan dihubungkan dengan otak pengoperasian yaitu Raspberry Pi 3. Robot ini akan mendeteksi lokasi-lokasi dengan sebuah tanda yang memiliki warna berbeda-beda dan bergerak secara otomatis untuk mengurangi resiko kontak langsung dengan manusia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of The Art*

Penelitian tentang robot sampah telah banyak dilakukan, seperti pada

penelitian [1]–[3]. Pada penelitian lainnya, seperti pada [4], yang berjudul “kontrol dan monitoring STARBOT (Smart Trash Robot) Menggunakan Aplikasi Blynk” disebutkan bahwa Robot menggunakan tiga jenis sensor yaitu sensor gas MQ-7 untuk memonitoring kualitas udara didalam kotak sampah, sensor DHT-11 untuk memonitoring kondisi suhu disekitar robot dan sensor HC-SR04 untuk memonitor kapasitas didalam kotak sampah. STARBOT juga dilengkapi dengan *joystick* untuk sebagai kendali gerak robot.

Pada penelitian milik Yulita Ariani [8] yang berjudul “Analisa Pendeteksi Warna Objek Menggunakan Sensor Kamera Pada Robot *Humanoid*” disebutkan bahwa robot *Humanoid* menggunakan sensor kamera yang mampu membedakan objek yang terlihat. Perhitungan nilai konversi dari RGB ke HSV membantu penulis dalam menemukan nilai HSV yang akan diinput pada robot untuk dapat membaca warna dengan akurat. Perbedaan jenis warna yang terbaca oleh robot *Humanoid* memberikan perintah yang berbeda-beda.

2.2 *Pengolahan Citra*

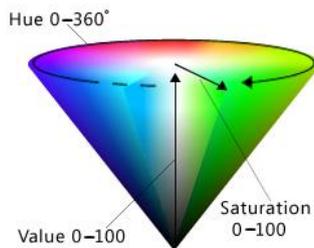
Pengolahan citra atau *image processing* merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Pengolahan ini umumnya dilakukan pada nilai intensitas dari sinyal citra. Pengolahan citra digital dapat dilakukan pada domain asalnya yakni domain *spatial*, maupun domain frekuensi nya [6].

HSV (*Hue*, Model warna HSV merupakan model warna yang diturunkan dari modelwarna RGB, sehingga untuk mendapatkan warna HSV harus melakukan proses konversi warna dari RGB ke HSV. HSV merupakan salah satu cara untuk mendefinisikan warna yang didasarkan pada

roda warna. HSV merupakan kepanjangan dari *Hue Saturation* dan *Value*. Model warna HSV ini dipandang lebih dekat dari model warna RGB dalam mendeskripsikan sensasi warna oleh mata manusia.

2.5 HSV (*Hue, Saturation, Value*)

Hue merupakan suatu ukuran panjang gelombang dari warna utama, hue mempunyai ukuran berkisar antara 0-255. 0 mewakili warna merah hingga melalui suatu spektrum kembali bernilai 256 atau kembali menjadi warna merah kembali. Saturation merupakan suatu proses untuk meningkatkan kecerahan warna yang di dasari dari jumlah hue murni pada warna akhir. Value merupakan sebuah ukuran seberapa besar kecerahan dari suatu warna. Apabila warna itu memiliki ukuran 100% maka akan terlihat sangat cerah, dan ketika 0% maka akan terlihat gelap [10].

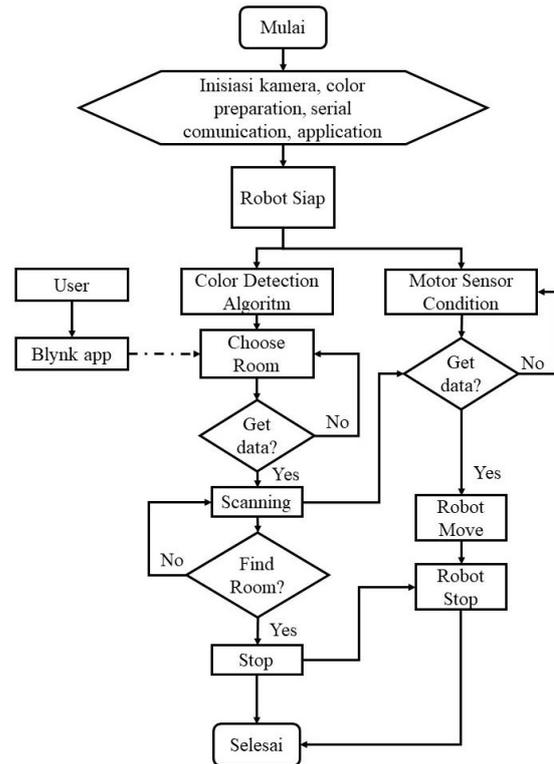


Gambar 1. Model Warna HSV

3. METODE PENELITIAN

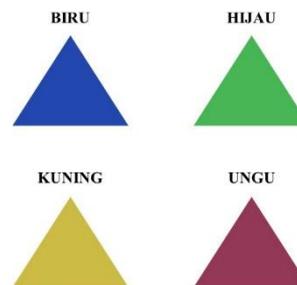
3.1 Arsitektur Sistem

Diagram alir fungsi pengolahan citra pada Gambar 5 merupakan alur konsep pengolahan citra yang diterapkan pada Robot *Smart Trash Can*. Raspberry Pi sebagai otak operasi akan dihubungkan dengan webcam sebagai penangkap citra. Webcam akan berperan sebagai pendeteksi warna ruangan tempat uji coba yang akan dipilih oleh Robot sesuai dengan perintah yang diberikan dari penulis.

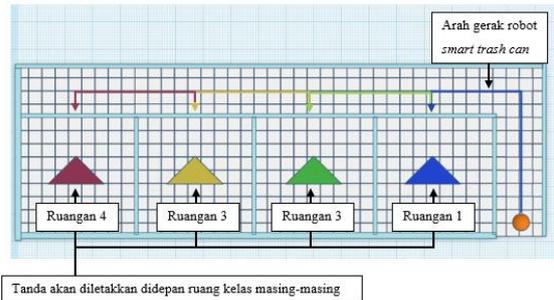


Gambar 2. Diagram Alir Fungsi Pengolahan Citra

Robot akan mencari ruangan yang telah dilengkapi dengan tanda berbentuk segitiga sebanyak empat buah dengan warna berbeda-beda yaitu biru, hijau dan ungu seperti Gambar 7. Denah ruangan dapat dilihat pada Gambar 8. Ketika tanda berhasil ditangkap oleh kamera, maka sinyal akan dikirimkan ke Raspberry Pi untuk diteruskan kedalam proses pengambilan keputusan gerak robot yang melibatkan fungsi penggerak.



Gambar 3. Desain bentuk dan warna tanda yang akan dideteksi



Gambar 4. Denah ruangan dan arah gerak robot

3.2 Transformasi Nilai RGB ke HSV

Untuk mendapatkan nilai *Hue*, *Saturation*, dan *Value* untuk masing-masing warna yang akan diinput pada program Raspberry Pi, maka dilakukan perhitungan transformasi warna dari RGB ke HSV. Citra warna yang akan dideteksi diambil dengan menggunakan *webcam* Logitech C270 HD.

Diasumsikan koordinat-koordinat R, G, B [0,1] adalah berurutan merah, hijau, biru dalam ruang warna RGB, dengan max adalah nilai maksimum dari nilai red, green, blue, dan min adalah nilai minimum dari nilai red, green, blue. Untuk memperoleh sudut hue[0,360] yang tepat untuk ruang warna HSV, menggunakan rumus seperti berikut:

$$h(\text{hue}) = \begin{cases} 0, & \text{jika } \max = \min \\ 60^\circ \times \left(\frac{G-B}{\max - \min} \bmod 6 \right), & \text{jika } \max = R \\ 60^\circ \times \left(\frac{B-R}{\max - \min} + 2 \right), & \text{jika } \max = G \\ 60^\circ \times \left(\frac{R-G}{\max - \min} + 4 \right), & \text{jika } \max = B \end{cases}$$

Nilai-nilai untuk *s* dan *v* pada HSV didefinisikan sebagai berikut :

$$S(\text{saturation}) = \begin{cases} 0, & \text{jika } \max = \min \\ \frac{\max - \min}{V}, & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$v(\text{value}) = \max$$

Contoh warna yang akan dikonversi adalah warna biru dengan hasil tampilan citra yang diambil seperti pada Gambar 9.



Gambar 5. Tampilan Citra Biru

Dari gambar diatas, didapatkan nilai R,G,B yaitu (34, 72, 175) dengan jangkauan nilai [0,255]. Nilai R,G,B tersebut kemudian diubah dalam jangkauan [0,1] dengan membagi tiap nilai dengan 255 menjadi :

$$\left(\frac{34}{255}, \frac{72}{255}, \frac{175}{255} \right) = (0.133, 0.282, 0.686)$$

Untuk $\max = B$

Maka:

$$\max - \min = 0.686 - 0.133 = 0.553$$

$$\begin{aligned} h(\text{Hue}) &= 60^\circ \times \left(\frac{R-G}{\max - \min} + 4 \right) \\ &= 60^\circ \times \left(\frac{0.133 - 0.282}{0.553} + 4 \right) \\ &= 60^\circ \times \left(\frac{-0.149}{0.553} + 4 \right) \\ &= 60^\circ \times (-0.279 + 4) \\ &= 60^\circ \times 3.721 \\ &= 223.2^\circ \end{aligned}$$

$$v(\text{Value}) = \max = 0.686$$

$$\begin{aligned} s(\text{Saturation}) &= \frac{\max - \min}{V} \\ &= \frac{0.553}{0.686} \\ &= 0.806 \end{aligned}$$

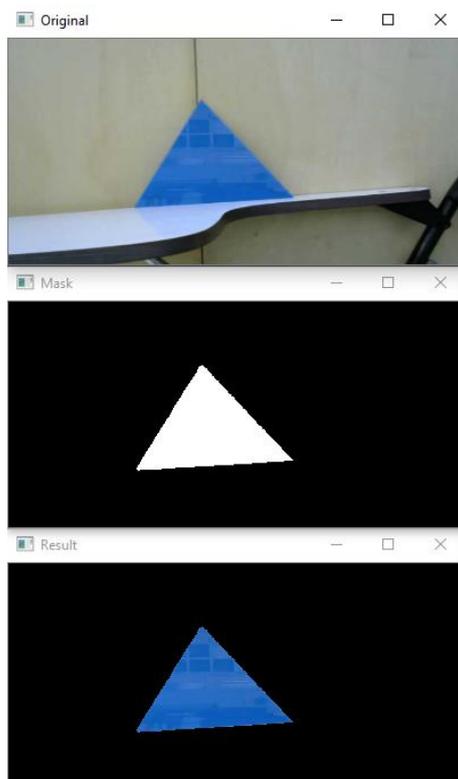
Sehingga nilai R,G,B (34, 72, 175) ditransformasikan menjadi HSV (223°, 0.806, 0.686) dengan jangkauan HSV[0,1].

Nilai H bernilai 360° diubah menjadi 180° untuk menyesuaikan nilai derajat pada proses pemrograman sehingga $223^\circ : 2 = 111.5^\circ$ sedangkan Nilai S dan V dapat ditransformasikan ke jangkauan $[0,255]$ dengan dikali 255 menjadi (205,175) maka nilai HSVnya adalah (112°, 205, 175).

Untuk warna Biru, nilai *trackbar* yang akan diinputkan pada kode program adalah Low-Hue = 102 dan High-Hue = 122. Untuk nilai *trackbar* Low-Saturation = 154 dan High-Saturation = 255. Untuk nilai *trackbar* Low-Value = 97 dan High-Value = 255.

Untuk membuktikan apakah hasil konversi RGB ke HSV telah sesuai dan memenuhi kriteria pendeteksian objek, penulis melakukan simulasi menggunakan aplikasi Pycharm. Pada saat simulasi, nilai HSV masing-masing diinput kedalam koding. Penulis juga memanfaatkan penggunaan *trackbar* HSV untuk mendapatkan nilai Low dan High warna. Nilai HSV hasil konversi dianggap sebagai nilai tengah antara nilai Low dan High HSV pada *trackbar*.

Tampilan hasil konversi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Simulasi Warna Biru

Berikut ini merupakan tabel hasil transformasi nilai RGB ke HSV serta nilai *trackbar* masing-masing warna yang akan dideteksi.

Tabel 1. Konversi Nilai RGB ke HSV

Warna	Nilai RGB (bit)			Nilai HSV (bit)		
	R	G	B	H	S	V
Biru	34	72	175	112	205	175
Hijau	72	182	85	63.5	154	107
Kuning	204	188	70	27	168	204
Ungu	147	56	87	178	158	146

4. HASIL PENELITIAN

4.1 Pendeteksian Warna dan Bentuk pada Kamera

Pendeteksian warna pada kamera didapatkan dengan memasukkan nilai *low-high* pada *trackbar* masing-masing HSV dengan *range* yang mengacu pada hasil perhitungan konversi RGB ke HSV yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Range Trackbar

Warna	Range Trackbar					
	H		S		V	
	Low	High	Low	High	Low	High
Biru	102	122	154	255	97	255
Hijau	55	72	107	255	53	255
Kuning	20	33	80	255	153	255
Ungu	166	179	61	255	37	255

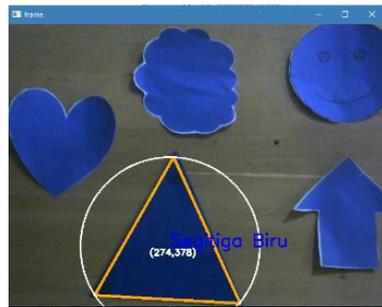
Range Trackbar merupakan nilai toleransi untuk masing-masing warna yang dapat dideteksi oleh kamera yang dipengaruhi oleh kecerahan warna.

Bentuk segitiga didapatkan dengan menggunakan kode program:

```
if len(approx) == 3:
```

dimana kamera akan mendeteksi objek yang memiliki tiga sudut sehingga didapatkan objek segitiga.

Pengujian bentuk dan warna telah dilakukan dengan menggunakan minimal 4 jenis objek yang berbeda dan dilakukan sebanyak 6 kali. Hasil pendeteksian warna dan bentuk pada kamera dapat dilihat pada Gambar 7.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 7. Pendeteksian Objek Segitiga Warna (a) Biru (b) Hijau (c) Kuning (d) Ungu

4.2 Data Hasil Pengukuran Motor DC

Pada penelitian ini, ketika robot diberikan input berupa perintah untuk mendeteksi objek, motor akan bergerak sesuai nilai PWM yang diberikan pada kode

program. Pengaturan nilai PWM digunakan untuk menentukan nilai tegangan yang berpengaruh pada kecepatan gerak robot sehingga kamera dapat mendeteksi objek dengan baik.

Nilai tegangan diukur dengan membandingkan hasil perhitungan yang didapatkan dari perhitungan *duty cycle* dan hasil pengukuran yang diukur menggunakan multimeter. Hasil pengukuran nilai tegangan keluaran motor DC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan dan Pengukuran Motor DC

No.	Nilai PWM	Perhitungan		Pengukuran
		Duty Cycle (%)	Vout (V)	Vout (V)
1	0	0	0	0
2	30	11.7	2.82	2.9
3	50	19.6	4.71	4.8

5. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa kamera dapat mendeteksi objek yang telah ditentukan dengan baik berdasarkan nilai HSV yang telah diberikan pada kode program. Penentuan nilai HSV berupa *Low-high* berguna untuk memberikan toleransi kecerahan warna pada objek yang terbaca oleh kamera sehingga warna akan tetap terdeteksi meskipun memiliki kecerahan warna yang berbeda. Bentuk segitiga yang terdeteksi tidak memiliki kriteria khusus seperti segitiga sama sisi atau segitiga sama kaki sehingga kamera dapat mendeteksi dari berbagai macam sudut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan. Penulis juga berterima kasih kepada peneliti dari

Politeknik Negeri Sriwijaya atas bantuan dalam menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. L. Husni, E. Prihatini, and A. Silvia, "Garbage Monitoring and Warning System," *3rd ICECOS*, 2019.
- [2] N. L. Husni, S. Sitangsu, S. Rasyad, F. Damsi, and A. Silvia, "Real Time Garbage Bin Capacity Monitoring," *Comput. Eng. Appl. J.*, vol. 9, no. 2, pp. 127–133, 2020.
- [3] Nyayu Latifah Husni et al, "Garbage Box (G-Box) Designing and Monitoring," *ITC CSCC Conf.*, pp. 5–8, 2019.
- [4] Raspberry Pi 3, Alliedelec.com. diakses tgl 3 Juli 2020.
- [5] Hurriyatul Fitriyah, S. M, 2016, *Modul Ajar Komputasi Citra Dan Suara Digital*, pp. 1-28, Malang.
- [6] Pazriyah, D, 2017, *Penggunaan Raspberry Pi Dalam Mendeteksi Warna Melalui Webcam*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [7] Ayu Rizkia, P. D, 2016, *Rancang Bangun Sistem Audio Berbasis Raspberry Pi Via Bluetooth Dengan Smartphone*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [8] Python: Pengenalan Python, advernesia.com, diakses tgl 4 Juli 2020.
- [9] Herdiana, B, 2017, Detection and Targets Shooter System on Robot Tank with Wireless Controller, *Telekontran*, No.1, Vol.5, 17-27.
- [10] Swedia, Ericks Rachmat; Cahyanti, Margi. 2010. *Algoritma Transformasi Ruang Warna*. Universitas Gunadarma.