

Otomatisasi *Wiper* Dan *Washer Pump* Ketika Mendeteksi Kotoran Pada Kaca Mobil Dengan Metode *Image Processing* Berbasis *Raspberry Pi*

1st John David Daniel Hutasoit
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
Johndavidh@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Porman Pangaribuan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Ramdhan Nugraha
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
ramdhan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Wiper dan *washer* merupakan perangkat pada mobil yang berfungsi untuk membersihkan air hujan serta kotoran pada kaca mobil secara manual yang dapat dioperasikan oleh pengendara mobil. Oleh karena itu untuk meningkatkan tingkat konsentrasi dan keselamatan pengendara diperlukan suatu sistem otomatisasi *Wiper* pada kaca mobil.

Pada tugas akhir ini telah dirancang suatu sistem otomatisasi *Wiper* dan *washer pump* saat mendeteksi kotoran pada kaca mobil dengan menggunakan metode *Image Processing*. Sistem ini akan menangkap sinyal input yaitu kotoran dengan kamera. Proses pendeteksian kotoran pada kaca mobil tersebut dilakukan dengan metode *contour detection* kemudian secara otomatis data tersebut diproses didalam mikrokomputer. Sebagai aktuator sistem ini menggunakan motor *Wiper* dan motor *washer pump* untuk membersihkan kotoran yang terdapat pada kaca mobil.

Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem ini dapat memberikan tanggapan berupa aktif atau tidak nya motor *Wiper* dan motor *washer* ketika ada atau tidak adanya suatu kotoran pada kaca mobil.

Kata Kunci : *Wiper automation and washer pump, Raspberry pi microcomputer, Contour detection, Imager processing.*

I. PENDAHULUAN

Wiper adalah komponen bawaan wajib dari setiap mobil yang terpasang di depan maupun dibelakang mobil. Komponen tersebut memiliki bagian yang berfungsi menghilangkan air hujan dan kotoran-kotoran dari kaca mobil. Sebuah *Wiper* umumnya

Abstract

Wipers and washer are part of the system device in the car. The device serves to clean rainwater and dirt on the car glass manually that can be operated by the driver of the car. Therefore, to improve the level of concentration and safety of motorists, a system of automation of *Wipers* on the windshield is needed.

In this final task has been designed an automation system *Wiper* and *Washer pump* when detecting dirt on the car glass using the *Image Processing* method. This system will capture the input signal i.e. dirt with the camera. The process of detecting dirt on the car glass is done by *contour detection* method and then automatically the data is processed in the microcomputer. As an actuator this system uses *wiper motors* and *Washer pump motors* to clean the dirt contained in the car glass.

The test results prove that this system can provide a response in the form of active or not *Wiper motors* and *washer motors* when there is or is no dirt on the car glass.

Keywords: *Wiper automation and washer pump, Raspberry pi microcomputer, Contour detection, Imager processing.*

terdiri dari lengan berputar disatu ujung dan pisau karet panjang melekat pada yang lain. Pisau berayun bolak-balik pada kaca, mendorong air hujan atau kotoran-kotoran dari permukaan kaca [1].

Wiper dan *washer* merupakan bagian dari sistem yang ada pada mobil untuk mencapai kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Selama ini *Wiper*

dioperasikan oleh pengemudi mobil secara manual. Pada saat musim hujan, *Wiper* berfungsi membersihkan kaca reben dari air hujan dengan cara menyalakan tombol *Wiper*. Sedangkan pada saat musim kemarau, *Wiper* dilengkapi dengan adanya *washer pump* yang dapat membantu membersihkan tugas akhir ini dilakukan pengembangan mengatasi masalah tersebut yaitu dengan membuat suatu sistem otomatisasi *Wiper* dan *Washer pump* saat mendeteksi kotoran pada kaca reben. Sistem ini menangkap sinyal kotoran dengan menggunakan sensor kamera kemudian secara otomatis diproses didalam mikrokomputer, maka akan menyala jika terdapat kotoran pada kaca reben tersebut dan juga *washer* akan menyala secara otomatis jika terdapat kotoran pada kaca reben tersebut.

II. KAJIAN TEORI

A. Prinsip Kerja *Wiper*

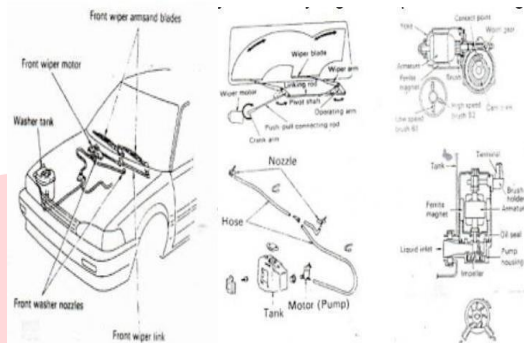
Sistem *wiper* adalah penghapus kaca yang berfungsi untuk membersihkan kaca dari air hujan, salju, debu, lumpur, dan kotoran lain yang menempel pada kaca, sehingga keberadaannya sangat penting untuk keselamatan pengemudi. Sehingga pengemudi dapat memiliki visibilitas yang lebih jelas saat berkendara. Apabila saat kotoran-kotoran menempel mengakibatkan kaca mobil menjadi kabur dan tidak segera dibersihkan dapat menimbulkan bahaya bagi keselamatan pengemudi. Oleh karena itu, pada kendaraan mobil harus wajib dilengkapi dengan sistem *wiper* sebagai pembersih kotoran-kotoran yang melekat pada kaca, yang berfungsi agar penglihatan pengemudi kendaraan dijalan tidak terganggu [2]. Ilustrasi dari sistem *wiper* digambarkan pada Gambar 1 [3].

B. Prinsip Kerja *Washer*

Sistem *washer* diperlengkapi dengan pompa yang berperan untuk memompa cairan pencuci yang ada pada tangka ke arah nozzel yang berada pada depan kaca hingga bisa menyemprot. Ilustrasi dari sistem *washer* digambarkan pada Gambar 1 [3].

kaca reben dari kotoran secara manual dengan menekan tombol washer pump sehingga kaca reben tersebut menjadi bersih, tetapi dengan cara tersebut dapat mengganggu pengemudi kehilangan konsentrasinya dan mengakibatkan kecelakaan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, didala



Gambar 1. Struktur Komponen Wiper dan Washer

C. Warna Citra

Warna dapat didefinisikan sebagai sifat cahaya yang dipancarkan, atau secara subjektif/psikologis dari pengalaman indra penglihatan. Warna menjadi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, karena warna membangkitkan perasaan yang spontan kepada orang yang melihatnya.[4].

Sadjiman Ebdy Sanyoto (2005: 9) mendefinisikan warna secara fisik dan psikologis. Warna secara fisik adalah sifat cahaya yang dipancarkan, sedangkan secara psikologis sebagai bagian dari pengalaman indera penglihatan. Terdapat tiga elemen yang penting dari pengertian warna. Unsur tersebut ialah benda, mata dan unsur cahaya. Adapun beberapa bagian warna yang diterapkan pada Tugas Akhir ini ya itu *Red Green Blue (RGB)*, *Hue Saturation Value (HSV)*.

Pada citra berwarna maka digunakan model RGB. RGB adalah citra berwarna yang terdiri dari 3 buah matriks derajat keabuan yang berupa *Red (R-layer)*, *Green (G-layer)* dan *Blue(B-layer)*. *R-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna merah (misalkan untuk skala keabuan 0-255, nilai 0 menyatakan gelap (hitam) dan 255 menyatakan merah. *G-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna hijau, dan *B-layer* adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna biru. Dari definisi tersebut, untuk menyajikan warna tertentu dapat dengan mudah dilakukan, yaitu dengan mencampurkan ketiga warna

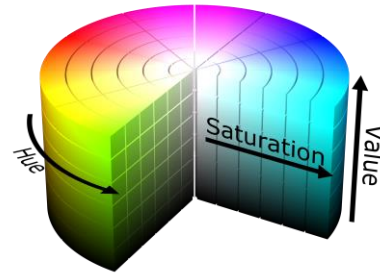
dasar RGB. Pada Tabel 1 menampilkan nilai *pixel* warna citra [5].

Tabel 1. Tabel Warna Dasar dalam RGB

Color	HTML / CSS Name	Hex Code #RRGGBB	Decimal Code (R,G,B)
	Black	#000000	(0,0,0)
	White	#FFFFFF	(255,255,255)
	Red	#FF0000	(255,0,0)
	Lime	#00FF00	(0,255,0)
	Blue	#0000FF	(0,0,255)
	Yellow	#FFFF00	(255,255,0)
	Cyan/Aqua	#00FFFF	(0,255,255)
	Magenta/Fuchsia	#FF00FF	(255,0,255)
	Silver	#C0C0C0	(192,192,192)
	Gray	#808080	(128,128,128)
	Maroon	#800000	(128,0,0)
	Olive	#808000	(128,128,0)
	Green	#008000	(0,128,0)
	Purple	#800080	(128,0,128)
	Teal	#008080	(0,128,128)
	Navy	#000080	(0,0,128)

Istilah *Hue saturation value* (HSV) digunakan untuk visi computer dan analisis gambar untuk proses segmentasi. Hue (H) mengacu pada rona untuk mengukur kemurnian warna, *Saturation* (S) menunjukkan tingkat warna putih yang tertanam pada warna tertentu dan *value* (V) menunjukkan nilai [6]. Warna HSV mudah didefinisikan oleh persepsi visual manusia, berbeda dengan RGB dan CMYK. Area aplikasi dari model warna HSV, yaitu persepsi visual manusia, computer grafis, pemrosesan citra, visi computer, analisis gambar, desain gambar, visi manusia, perangkat lunak pengedit gambar dan edit video [7].

Fitur warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Warna *Hue* (H) mewakili warna dasar, dan ditentukan oleh yang dominan panjang gelombang dalam distribusi spektrum panjang gelombang cahaya, representasinya dalam bentuk derajat yakni merah pada 0 derajat, hijau pada 120 derajat, dan biru pada 240 derajat. *Saturation* (S) adalah keberwarnaan suatu warna. Semakin berwarna sebuah warna maka semakin besar nilai saturasinya. *Value* (V) adalah nilai kecerahan sebuah warna. Warna cerah memiliki nilai *value* yang tinggi dan begitupun sebaliknya. Gambar 2 adalah ilustrasi dari HSV [6].



Gambar 2. Ruang Warna Hue, Saturation, Value (HSV).

D. Open CV

Computer vision merupakan sebuah penemuan dibidang komputer yang digunakan untuk menghasilkan suatu sistem yang hampir mendekati *system visual* manusia. Pada umumnya *Open CV* adalah *open source C++ library* untuk *Image Processing* dan *computer vision* secara *real-time* dengan kode yang telah dioptimalkan [8].

OpenCV memudahkan bisnis untuk memanfaatkan dan memodifikasi. kode *library* ini memiliki lebih dari 2500 algoritma yang dapat dioptimalkan, yang mencakup satu set lengkap visi komputer klasik dan *state-of-the-art* komputer vision dan mesin pembelajaran algoritma. OpenCV adalah metode yang paling cepat dan memiliki *library* paling lengkap untuk komputer vision [9].

E. Image Processing

Image Processing adalah metode atau teknik pemrograman yang dapat digunakan untuk memproses citra dengan jalan memanipulasinya menjadi data yang diinginkan untuk mendapat informasi tertentu [10]. *Image Processing* dapat diartikan juga sebagai metode yang biasa digunakan untuk memperbaiki citra mentah yang diterima dari berbagai sumber. Ini merupakan teknik untuk mengubah gambar menjadi bentuk digital dan menerapkan tindakan tertentu di atasnya, untuk membuat gambar yang lebih baik. *Image Processing* ini seperti dispensasi sinyal di mana gambar adalah input dan *output* yang juga merupakan gambar atau fitur yang terkait dengan gambar. Tujuan *Image Processing* yaitu untuk visualisasi, penajaman dan pemulihan gambar, Pengambilan gambar gambar yang relevan, pengukuran pola, dan pengenalan gambar [11].

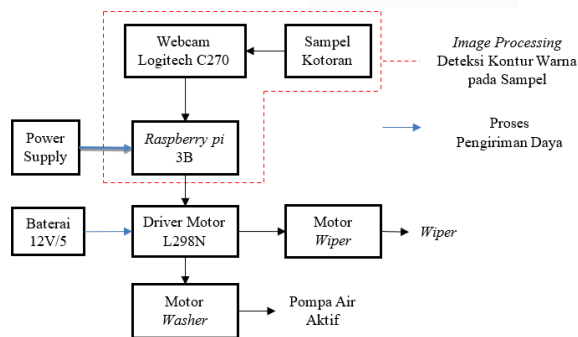
F. Contour Detection

Kontur merupakan fitur representatif dari suatu objek citra. kontur didefinisikan sebagai garis besar mewakili atau membatasi bentuk atau wujud dari suatu benda. Deteksi kontur mencoba untuk mengekstrak kurva yang mewakili bentuk objek dari gambar. Konsep kontur dapat didasarkan pada pengalaman umum manusia, yang tidak memiliki definisi matematika formal. Kontur terkait erat dengan dua konsep tambahan, yaitu, tepi dan batas [12]. *Contour detection* mampu melokalisasi objek tersebut dengan mudah. Umumnya penerapan dari metode ini yaitu sebagai ekstraksi fitur pada objek, segmentasi citra, dan deteksi/pengenalan objek.

III. METODE

A. Desain Sistem

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, sistem yang dirancang adalah membuat *wiper* dan *washer pump* otomatis berupa sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi kotoran pada kaca mobil dengan menggunakan sensor kamera. Sistem ini menggunakan metode *Image Processing*. Data yang ditangkap dari sensor kamera lalu dikirim ke mikrokomputer untuk diolah sehingga aktuator bergerak yang diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Sistem

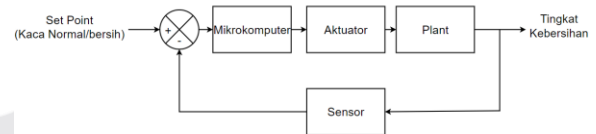
Berdasarkan dari Gambar 3 setiap komponen memiliki peranan masing – masing pada sistem ini. Seperti *Power supply* digunakan sebagai sumber daya untuk *Raspberry Pi*. Baterai 12v 5a digunakan untuk daya motor *driver* yang akan mengatur motor *wiper* dan *washer*. Kamera sebagai *vision Raspberry Pi* untuk proses *image processing*. Proses *image processing* akan membaca sampel kotoran berupa nilai area *contour* dari kotoran yang terbaca. Saat kontur

terdeteksi sesuai dengan *threshold*, maka *Raspberry Pi* akan memberikan sinyal pwn ke *driver* motor untuk menggerakkan motor *wiper* dan *washer*.

B. Blok Diagram Sistem

Sistem otomatis wiper dan washer pada mobil ini memiliki diagram blok sistem seperti pada Gambar 4. Diagram blok ini berupa sistem lingkaran tertutup (*close loop*). Input merupakan nilai pixel saat kondisi kaca normal atau bersih yang dianggap sebagai nilai *set point*. Mikrokomputer yang digunakan pada sistme adalah *Raspberry pi* dan digunakan sebagai pengontrol motor serta pengolahan citra. Aktuator pada sistem adalah motor Wiper dan Washer. Sensor yang digunakan adalah kamera yang digunakan untuk mengambil citra berupa video. Dan plant pada sistem ini adalah membersihkan kaca depan mobil (*prototipe*) yang akan memiliki kaluaran berupa tingkat kebersihan kaca depan mobil (*prototipe*).

Dengan nilai *set point* (kondisi kaca bersih/normal) yang diberikan pada sistem, sensor akan membaca tingkat kebersihan kaca yang diolah oleh *Raspberry pi*. Saat sensor membaca lebih dari nilai *set point*, maka *Raspberry pi* selain mengolah data citra juga akan memberikan perintah kepada aktuator untuk menyala dan melakukan tugas pada plant yang diberikan.



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

C. Diagram Alir Sistem

Sistem pada otomatis berdasarkan Gambar 3, proses *image processing* sebagai nilai input dan gerakan motor Wiper dan Wisher sebagai output. Sistem ini memiliki alur program seperti pada Gambar 5.

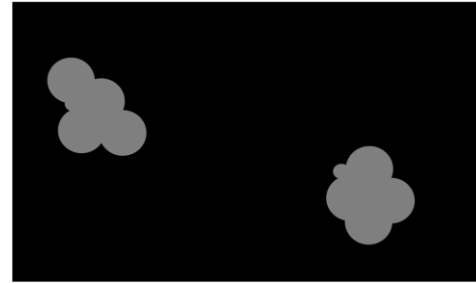


Gambar 5. Diagram Alir Sistem

Proses diawali dengan inisialisasi, akuisisi citra, segmentasi citra, konvolusi *pixel* citra, *remask* citra, membaca *contour*, dan menggerakkan motor. Proses *image processing* terdiri dari akuisisi data, segmentasi citra, konvolusi *pixel* citra, *remask* citra, dan membaca *contour*. Secara jelas akan dijelaskan sebagai berikut:

Proses inisialisasi merupakan proses pemulaan untuk mengenali PORT dan PIN yang digunakan pada pengontrol yang digunakan. Sistem ini menggunakan mikrokomputer yaitu *Raspberry Pi*. Pengenalan PIN GPIO pada *Raspberry Pi* yang digunakan untuk motor *Wiper* dan *Washer*, serta inisialisasi *port USB* yang digunakan untuk webcam terjadi pada proses ini.

Akuisisi citra merupakan proses pengambilan citra sebelum dilakukannya tahapan proses *image processing*. Akuisisi citra merupakan salah satu proses penting dalam *image processing* yang digunakan untuk mendapatkan citra digital sebagai *input*. Gambar 6 merupakan hasil dari akuisisi citra dari *prototype* kaca depan mobil pada Gambar 7.



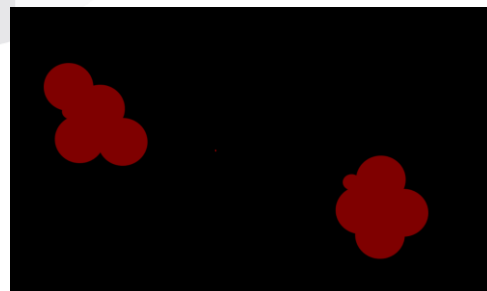
Gambar 6. Hasil Akuisisi Citra



Gambar 7. Prototipe Kaca Depan Mobil

Pada Gambar 6 diibaratkan warna selain hitam adalah sebagai kotoran pada kaca. Pengambilan data pada proses akuisisi data sangat berpengaruh terhadap cahaya luar, sehingga sistem dijalankan pada keadaan cahaya yang redup agar kaca tidak memantulkan cahaya ke kamera.

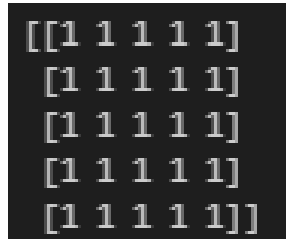
Segmentasi citra merupakan tahapan terpenting dalam pengenalan pola. Segmentasi citra merupakan sebuah proses yang dilakukan untuk memisahkan antara objek (*foreground*) dengan *background*. Pada umumnya keluaran dari segmentasi citra berupa citra *biner* yang dimana objek yang dikehendaki berwarna putih (nilai *pixel* 255), sedangkan *background* yang ingin dihilangkan berwarna hitam (nilai *pixel* 0). Pada sistem ini Gambar 8 adalah ilustrasi dari hasil segmentasi citra.



Gambar 8. Hasil Segmentasi Citra

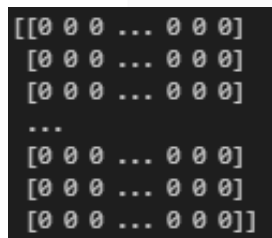
Segmentasi citra yang dilakukan pada Gambar 8 adalah memisahkan objek (kotoran) menjadi warna merah dan background (kaca) tetap hitam.

Konvolusi citra adalah teknik untuk menjadi informasi citra kedalam bentuk matriks. Sistem ini menggunakan matriks 5 x 5 untuk menterjemahkan informasi dari citra. Gambar 9 adalah ilustrasi dari hasil konvolusi *pixel* citra.



Gambar 9. Hasil Konvolusi *Pixel* Citra 5x5

Remask citra adalah proses pada pengolahan citra yang digunakan untuk mengganti nilai *pixel* citra berdasarkan pada nilai *threshold* dan matriks konvolusi yang digunakan. Proses ini digunakan untuk memisahkan antara objek utama dengan objek *background*. Gambar 10 adalah hasil matriks dari proses *remask* citra.



Gambar 10. Hasil Remask Citra

Pada Gambar 3.18 nilai 0 adalah nilai *pixel* untuk warna hitam.

Contour detection digunakan mendeteksi batas tepi histogram pada citra berdasarkan nilai *threshold* pada remask citra. Batas tepi ini adalah batas pemisah antara objek (kotoran) dengan *background* (kaca) yang digunakan. Gambar 11 adalah hasil dari *contour detection*.



Gambar 3.19 Hasil *Contour Detection*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Pengujian Set Point

Pengujian set point dilakukan untuk mencari nilai yang akan digunakan sebagai *threshold*, agar motor *Wiper* dan *Wisher* dapat bekerja. Pengujian dilakukan dengan 3 sampel kotoran, kotoran sedikit, normal, dan banyak, serta kondisi bersih yang dilakukan pada *prototipe* kaca depan mobil. Tabel 2 menampilkan hasil pengujian.

Tabel 2. Hasil Nilai *Pixel* Area Kontur

Asumsi Kotoran	Nilai <i>Pixel</i> Area Kontur
Bersih	10-300
Sedikit	300-980
Sedang	1.000-3388
Banyak	3.672-10.997

Saat kondisi bersih nilai *pixel* berada pada nilai 10 sampai dengan 300, sedangkan pada saat kondisi sedikit kotoran nilai *pixel* berada pada 300 – 980. Nilai *pixel* 300 digunakan sebagai *set point* pada sistem, karena merupakan batas atas dari kondisi kaca bersih dan batas bawah dari kondisi kaca sedikit kotoran.

B. Pengujian Sampel Kotoran Berwarna

Pengujian sampel warna dilakukan untuk melihat warna kotoran apa saja yang dapat terdeteksi dengan baik, agar sistem bekerja. Warna kotoran yang dipilih adalah warna merah, hijau, biru, coklat, dan kuning. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap sampel warna kotoran. Hasil pengujian dengan set point yang sudah di tentukan ditampilkan pada Tabel 3 sampai dengan Tabel 7.

Tabel 3. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel

Tabel 6. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Berwarna Cokelat

Percobaan	Nilai <i>Pixel</i> Area Kontur	Set Point	Wiper	Pump
Percobaan 1	2.723	300	On	On
Percobaan 2	2.742	300	On	On
Percobaan 3	2.724	300	On	On
Percobaan 4	2.739	300	On	On
Percobaan 5	2.732	300	On	On

Percobaan	Nilai <i>Pixel</i> Area Kontur	Set Point	Wiper	Pump
Percobaan 1	3.647	300	On	On
Percobaan 2	3.649	300	On	On
Percobaan 3	3.672	300	On	On
Percobaan 4	3.653	300	On	On
Percobaan 5	3.623	300	On	On

Tabel 4. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Berwarna Hijau

Percobaan	Nilai <i>Pixel</i> Area Kontur	Set Point	Wiper	Pump
Percobaan 1	3.892	300	On	On
Percobaan 2	3.873	300	On	On
Percobaan 3	3.884	300	On	On
Percobaan 4	3.952	300	On	On
Percobaan 5	3.915	300	On	On

Tabel 5. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Berwarna Biru

Percobaan	Nilai <i>Pixel</i> Area Kontur	Set Point	Wiper	Pump
Percobaan 1	3.871	300	On	On
Percobaan 2	3.857	300	On	On
Percobaan 3	3.815	300	On	On
Percobaan 4	3.807	300	On	On
Percobaan 5	3.823	300	On	On

Tabel 7. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Berwarna Kuning

Percobaan	Nilai <i>Pixel</i> Area Kontur	Set Point	Wiper	Pump
Percobaan 1	2.963	300	On	On
Percobaan 2	2.953	300	On	On
Percobaan 3	2.985	300	On	On
Percobaan 4	2.961	300	On	On
Percobaan 5	2.971	300	On	On

C. Pengujian Ukuran Tiap Sampel Warna

Pengujian ukuran tiap sampel warna kotoran dilakukan untuk melihat ukuran sampel warna kotoran apa saja yang dapat terdeteksi dengan baik, agar sistem bekerja. Warna kotoran yang dipilih adalah warna merah, hijau, biru, coklat, dan kuning. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap sampel warna kotoran. Hasil pengujian 5 ukuran berbeda tiap warna ditampilkan pada Tabel 8 sampai dengan Tabel 12.

Tabel 8. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Warna Merah Dengan 5 Ukuran Berbeda

Percobaan	Nilai <i>Pixel Area Kontur</i>	Set Point	Wiper	Pump
Ukuran 1	3.967	300	On	On
Ukuran 2	3.250	300	On	On
Ukuran 3	1.287	300	On	On
Ukuran 4	705	300	On	On
Ukuran 5	357	300	On	On

Tabel 12. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Warna Kuning Dengan 5 Ukuran Berbeda

Percobaan	Nilai <i>Pixel Area Kontur</i>	Set Point	Wiper	Pump
Ukuran 1	9.147	300	On	On
Ukuran 2	4.678	300	On	On
Ukuran 3	2.439	300	On	On
Ukuran 4	1.238	300	On	On
Ukuran 5	635	300	On	On

Tabel 9. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Warna Hijau Dengan 5 Ukuran Berbeda

Percobaan	Nilai <i>Pixel Area Kontur</i>	Set Point	Wiper	Pump
Ukuran 1	7.389	300	On	On
Ukuran 2	3.547	300	On	On
Ukuran 3	1.658	300	On	On
Ukuran 4	704	300	On	On
Ukuran 5	371	300	On	On

V. KESIMPULAN

Nilai set point berdasarkan pengujian *set point* untuk sistem adalah 300. Nilai *pixel* 300 ini diperoleh dari percobaan kondisi kaca *prototipe* bersih, kotoran sedikit, kotoran sedang, dan kotoran banyak. nilai *pixel* 300 di peroleh dari batas atas kondisi bersih dan batas bawah dari kondisi kotoran sedikit. Nilai *set point* 300 juga efektif digunakan pada warna kotoran berbeda seperti pada warna merah, hijau, biru, cokelat, dan kuning. Bahkan ukuran warna kotoran yang berbeda sistem dengan *set point* 300 dapat tetap bekerja dengan baik.

Tabel 10. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Warna Biru Dengan 5 Ukuran Berbeda

Percobaan	Nilai <i>Pixel Area Kontur</i>	Set Point	Wiper	Pump
Ukuran 1	8.560	300	On	On
Ukuran 2	4.327	300	On	On
Ukuran 3	2.063	300	On	On
Ukuran 4	1.267	300	On	On
Ukuran 5	537	300	On	On

Tabel 11. Hasil Pengujian Mendeteksi Sampel Kotoran Warna Cokelat Dengan 5 Ukuran Berbeda

Percobaan	Nilai <i>Pixel Area Kontur</i>	Set Point	Wiper	Pump
Ukuran 1	9.205	300	On	On
Ukuran 2	4.357	300	On	On
Ukuran 3	2.266	300	On	On
Ukuran 4	1.218	300	On	On
Ukuran 5	578	300	On	On

REFERENSI

- [1] Hardianto, D. C., & Wahyono, I. D. *Implementasi Logika Fuzzy untuk Otomatisasi Wiper dan Air Pembersih Kaca Mobil Berbasis Atmega16* (Doctoral dissertation, Universitas Kanjuruhan Malang). [Online]. Available : https://web.archive.org/web/20180417181006id_/http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JFTI/article/viewFile/587/335
- [2] Admin. (2021, May) Rangkaian dan Cara Kerja Wiper dan Washer pada mobil. [Online]. Available: <https://www.geraiteknologi.com/2021/05/cara-kerja-Wiper-washer.html>
- [3] "Rangkaian Wiper dan Washer : Pengertian, Komponen, dan Cara Kerja" <https://www.otosigna.com/rangkaian-Wiper-dan-washer/> (accesed December 10, 2020) <https://www.otosigna.com/rangkaian-wiper-dan-washer/>
- [4] Monica, M., & Luzar, L. C. (2011). Efek Warna dalam Dunia Desain dan Periklanan. *Humaniora*, 2(2), 1084-1096. [Online]. Available: <https://journal.binus.ac.id/index.php/Humaniora/article/view/3158>
- [5] Mulyawan, Hendy. "Identifikasi dan Tracking Objek Berbasis Image Processing secara Real Time." *EEPIS Final Project* (2011). [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/12344478.pdf>
- [6] Auliasari, R. N., Novamizanti, L., & Ibrahim, N. (2020). Identifikasi Kematangan Daun Teh Berbasis Fitur Warna Hue Saturation Intensity (HSI) dan Hue Saturation Value (HSV)(Identification Maturity Tea Leaves Based on Color Feature Hue Saturation Intensity (HSI) and Hue Saturation Value (HSV)). *JUITA: Jurnal Informatika*, 8(2), 217-223. [Online]. Available : <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JUITA/article/view/7387/3566>
- [7] Edha, H., Sitorus, S. H., & Ristian, U. (2020). Penerapan metode transformasi ruang warna hue saturation intensity (HSI) untuk mendeteksi kematangan buah mangga harum manis. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 8(1). [Online]. Available : <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcskommipa/article/view/39188/75676585066>
- [8] Susim, Theresia, and Cahyo Darujati. "Pengolahan Citra untuk Pengenalan Wajah (Face Recognition) Menggunakan OpenCV." *Jurnal Syntax Admiration 2.3* (2021): 534-545. [Online]. Available: <https://journalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/view/202/327>
- [9] Muchtar, H., & Apriadi, R. (2019). Implementasi pengenalan wajah pada sistem penguncian rumah dengan metode template matching menggunakan open source computer vision library (opencv). *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOmputeR)*, 2(1), 39-42. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/resistor/article/view/4116>
- [10] E. S. Ningrum, R. Y. Hakkun, A. H. Alasiry, and R. W. Indrawa, "An Image Processing system for visual servoing of soccer robot," in *Proceedings of International Seminar on Applied Technology, Science, and Arts (2nd APTECS)*, 2010, pp. 1725–1730.
- [11] N. Rani, "Image Processing techniques: A review," vol. 5, no. 1, pp. 40–49, June 2017.
- [12] Gong, X. Y., Su, H., Xu, D., Zhang, Z. T., Shen, F., & Yang, H. B. (2018). An overview of contour detection approaches. *International Journal of Automation and Computing*, 15(6), 656-672. [Online]. Available : https://www.researchgate.net/publication/326063134_An_Overview_of_Contour_Detection_Approaches