

Pengambilan Keputusan Pada Sistem Kontrol Gripper Menggunakan Metode Fuzzy Logic Dan Aplikasi Telegram

Junior Risqy Cosabagus¹, Richa Watiasih²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya, Surabaya, 60231, Indonesia,

¹venturycosabagus11@gmail.com, ²richa@ubhara.ac.id

Abstrak

Penerapan gripper dalam dunia industri yang telah mempermudah pekerjaan manusia dalam proses pemilahan, namun memiliki kekurangan tidak bisa memilah objek berdasarkan warna objek tersebut. Kondisi seperti itulah yang dapat mempengaruhi faktor kualitas produksi pemilahan objek. Penelitian ini menghasilkan sistem end effector gripper menggunakan metode fuzzy dan aplikasi telegram sebagai kontrol yang mempunyai fungsi untuk membedakan warna objek yang digenggam oleh gripper, sehingga meminimalisir kesalahan pemilahan objek berdasarkan warna. Telegram digunakan karena aplikasinya yang cukup ringan dan bisa diakses dimanapun asal terhubung dengan koneksi internet. Penelitian ini menggunakan metode fuzzy logic sebagai proses pengambilan keputusan. Metode fuzzy digunakan karena salah satu metode yang sangat fleksibel dan memiliki nilai toleransi pada data yang ada. Fungsi telegram pada penelitian ini digunakan sebagai kontrol utama untuk memberi perintah pada gripper. Sensor warna TCS3200, pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi warna objek. Sensor TCS3200 mengkonversi nilai intensitas cahaya menjadi 8bit agar bisa dibaca oleh microcontroller pada setiap warna dalam pengujian. Warna merah, hijau, dan biru dipilih sebagai acuan karena warna primer atau dasar dari semua warna. Dari hasil pengujian keseluruhan sistem pada penelitian ini didapatkan presentasi sebesar 90% keberhasilan dapat memindahkan objek secara tepat berdasarkan warna objek tersebut. Hal tersebut cukup untuk membuktikan jika sistem dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci: Fuzzy Logic, Gripper, Sensor Warna, Telegram.

Abstract

The application of the gripper in the industrial world has facilitated human work in the sorting process, but has the disadvantage of not being able to sort objects based on the color of the object. Conditions like that can affect the production quality factor of sorting objects. This research resulted in a gripper end effector system using the fuzzy method and the telegram application as a control which has a function to distinguish the color of objects gripped by the gripper, thereby minimizing errors in sorting objects based on color. Telegram is used because the application is quite light and can be accessed anywhere as long as it is connected to an internet connection. This study uses the fuzzy logic method as a decision-making process. The fuzzy method is used because it is a very flexible method and has a tolerance value in the existing data. The telegram function in this study is used as the main control to give orders to the gripper. The TCS3200 color sensor, in this study, is used to detect object color. The TCS3200 sensor converts the light intensity value to 8bits so that it can be read by the microcontroller for each color in the test. The colors red, green, and blue were chosen as a reference because they are the primary or basic colors of all colors. From the results of testing the entire system in this study, it was obtained a presentation of 90% success in being able to move objects precisely based on the color of the object. This is enough to prove if the system can work properly.

Keyword: Fuzzy Logic, Gripper, Color Sensor, Telegram.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri modern tidak terlepas dari peran robot sebagai pengganti tenaga manusia dalam proses produksi. Selain untuk mengambil objek yang sulit dijangkau

atau berbahaya bagi manusia, teknologi robot juga digunakan untuk menjaga kestabilan dan peningkatan kualitas produk[1]. Kelebihan lain dari penggunaan robot adalah tidak mudah

Lelah dan dapat diprogram ulang sehingga dapat difungsikan untuk beberapa tugas yang berbeda.

Robot lengan merupakan robot yang paling sering digunakan dalam dunia industri[2]. Robot lengan memiliki beberapa komponen penting yang digunakan untuk menjalankan fungsinya dengan baik, salah satu komponen penting tersebut adalah end effector. End effector adalah sebuah komponen yang terdapat pada ujung robot, yang digunakan untuk melakukan interaksi secara langsung dengan objek[3]. Robot biasanya berinteraksi dengan sistem tangan, dan dalam kegiatan industri, tangan biasanya disebut sebagai gripper[4].

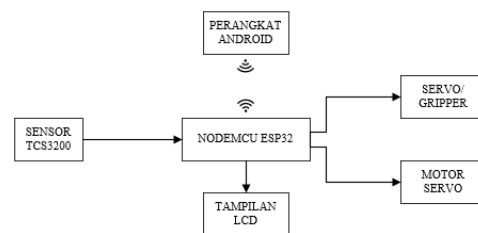
Rancangan robot mobil gripper jarak jauh yang telah dikembangkan memiliki kelemahan yaitu, masih menggunakan koneksi Bluetooth sebagai pengendali robot, sehingga harus berada pada jarak jangkauan bluetooth agar bisa menjalankan robot[5]. Penelitian rekayasa kendali gripper robot transporter menggunakan ESP8266[6], telah menggunakan jaringan wireless sebagai kontrol, tetapi tidak ada metode pengambilan keputusan yang digunakan pada penelitian ini, sehingga robot tidak bisa berjalan secara otomatis untuk menjalankan perintah.

Perancangan gripper sebagai handling mesin plastik yang telah dikembangkan[7], Penerapan gripper pada dunia industri hanya berfungsi sama seperti jari manusia, tidak bisa mengetahui warna objek yang digenggam oleh gripper, sehingga tidak ada pengelompokan pada objek.

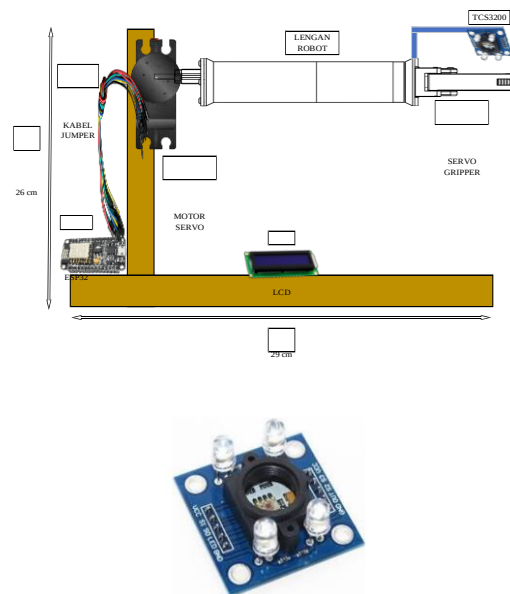
Sistem pengambilan keputusan end effector gripper menggunakan fuzzy logic dan aplikasi telegram yang dihasilkan dalam penelitian ini selain untuk memegang objek, gripper juga bertujuan untuk membedakan warna objek, Sistem juga dapat digunakan untuk membantu industri pengolahan sampah, agar bisa memilah sampah berdasarkan jenis warna. Selain itu, kontrol pergerakan gripper ini lewat smartphone menggunakan aplikasi telegram sehingga lebih mudah untuk dioperasikan. Aplikasi telegram dipilih karena cukup ringan dan mudah digunakan dan bisa diakses dari mana saja asalkan terhubung dengan koneksi internet. Metode fuzzy digunakan sebagai metode pengambil keputusan karena sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada daripada algoritma tradisional lainnya. ESP32 bekerja sebagai mikrokontroler pada penelitian ini, karena sudah memiliki wifi yang terintegrasi pada board ESP tersebut, jadi tidak perlu perangkat tambahan lagi. Satu-satunya sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah Sensor Warna TCS3200.

II. METODE PENELITIAN

Sebelum dilakukan pembuatan sistem diperlukan sebuah perencanaan sistem yang berupa blok diagram dan rancangan mekanik hardware berbentuk 2D yang nantinya akan menjadi acuan utama dalam perancangan hardware. Rancangan mekanik juga dilengkapi ukuran hardware beserta keterangan masing-masing komponen. Blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar 1 dan desain rancangan mekanik hardware pada gambar 2.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem



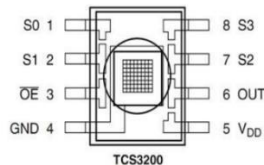
Gambar 2 Rancangan Mekanik Hardware dan Sensor Warna TCS3200[9]

A. Sensor Warna TCS3200

Sensor Warna TCS3200 adalah sebuah sensor yang menggunakan chip sensor TAOS TCS3200 RGB. TCS3200 mampu mendeteksi berbagai jenis warna berdasarkan panjang gelombang yang dibaca oleh sensor. TCS3200 sangat berguna untuk proyek yang melibatkan pengenalan, pencocokan, pengurutan warna, dan lain sebagainya[8].

Nama lain dari sensor TCS3200 yaitu *Programmable Converter 'Color Light' Sensor*

to Frequency. Bahan pembuatan TCS3200 berasal dari penggabungan antara Silicon, Photodiode, dan IC CMOS Single Monolithic. Yang memiliki fungsi sebagai pengkonversi arus menjadi sinyal frekuensi. Output dari sensor ini berbentuk gelombang kotak (duty cycle 50%) sinyal frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas Cahaya (irradiance) yang dibaca oleh sensor[10].



Gambar 3. Pin Sensor TCS3200[11]

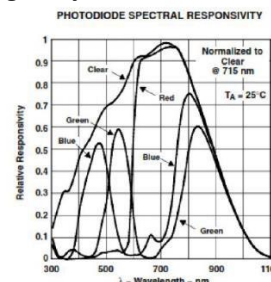
Di dalam Sensor TCS3200 (Gambar 3), konverter mengubah warna menjadi sinyal frekuensi dengan cara membaca sebuah array dari 8x8 photodiode, dimana 16 photodiode merupakan penyaring warna Merah, 16 photodiode merupakan penyaring warna Hijau, 16 photodiode merupakan penyaring warna Biru, dan 16 photodiode untuk warna terang atau tanpa penyaring[11]. Sensor Warna TCS3200 memiliki konfigurasi pin dengan fungsi yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Fungsi Pin Sensor Warna TCS3200[12]

Nama	Kaki IC	I/O	Fungsi Pin
GND	4	-	Ground pada Power Supply
OE	3	I	Output Enable, sebagai input untuk frekuensi output skala rendah
OUT	6	O	Output Frekuensi
S0, S1	1, 2	1	Sebagai saklar pemilih pada frekuensi output skala tinggi
S2, S3	7, 8	1	Sebagai saklar pemilih 4 kelompok dioda
VDD	5	-	Supply tegangan

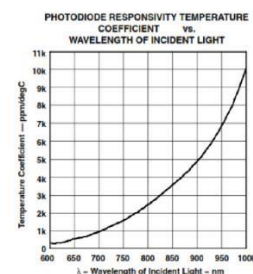
TCS3200 dapat dioperasikan menggunakan supply tegangan pada vdd berkisar antara 2,7v-5,5v. TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing-masing memiliki sensitivitas yang berbeda antara satu dengan yang lainnya pada setiap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Photodiode yang mendeteksi warna merah dan terang memiliki nilai sensitivitas yang tinggi pada saat

mendeteksi cahaya dengan panjang gelombang 715nm. Untuk nilai sensitivitas paling rendah, yaitu Ketika mendeteksi cahaya dengan panjang gelombang 1100nm, hal itu membuktikan jika sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas yang berubah-ubah terhadap panjang gelombang yang dibaca oleh sensor[13]. Gambar 4 menunjukkan karakteristik photodiode terhadap Panjang gelombang cahaya.



Gambar 4. Karakteristik sensitivitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya[13]

Semakin besar koefisien temperature yang didapatkan dari photodiode, maka semakin panjang gelombang yang dihasilkan oleh sensor, yang dimana besar atau kecilnya temperature koefisien tersebut dipengaruhi oleh keadaan pencahayaan atau panjang gelombang, hal ini membuktikan jika sensor TCS3200 memiliki karakteristik panjang gelombang yang linier[13].



Gambar 5. Karakteristik perbandingan temperature koefisien terhadap panjang gelombang[13]

B. NodeMCU ESP32

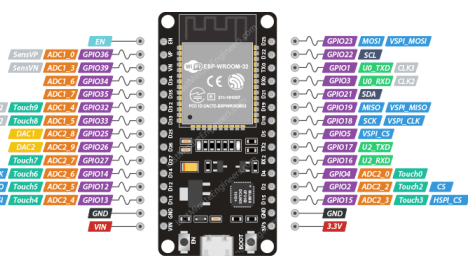
NodeMCU Esp32 DevKit merupakan salah satu mikrokontroller keluaran Espressif System yang merupakan penerus dari seri sebelumnya yaitu ESP8266. ESP32 memiliki beberapa kelebihan, antara lain memiliki fitur Wi-Fi dan Bluetooth 4.2 dengan mode ganda yang sudah tertanam dan terintegrasi di dalam board ESP32 itu sendiri. ESP32 juga dilengkapi dengan processor yang cukup cepat dengan Dual-Core 32-bit berkecepatan 160/240 MHz. Ditambah lagi dengan fitur hemat daya yang menjadikannya lebih fleksibel. ESP32 DevKit

sudah kompatibel dengan perangkat seluler dan aplikasi IOT (Internet Of Thing). Sehingga lebih mudah dalam pembuatan project atau prototype yang menggunakan IOT. Mikrokontroller ESP32 dapat difungsikan sebagai sistem mandiri yang lengkap atau dapat dioperasikan sebagai perangkat pendukung mikrokontroller lain atau berfungsi sebagai host.



Gambar 6. NodeMCU ESP32 DevKit[14]

ESP32 memiliki dua versi board , yaitu 30 dan 36 GPIO. Keduanya memiliki fungsi yang sama, tetapi versi 30 GPIO dipilih karena memiliki dua pin GND. GPIO merupakan singkatan dari *General Purpose Input Output* yang memiliki fungsi sebagai pin input dan pin output analog maupun digital. Semua pin pada board diberi label dibagian atas board sehingga lebih mudah untuk dikenali. Board ESP32 ini juga memiliki interface USB-to-UART sehingga mudah untuk diprogram dengan aplikasi seperti Arduino IDE atau program pengembangan aplikasi yang lainnya. Sumber daya atau tegangan untuk board ESP32 bisa disambungkan melalui konektor micro-USB yang terintegrasi di board ESP32[14].



Gambar 7. Pinout ESP32 NodeMCU[15]

C. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah perangkat aktuator putar atau motor yang dirancang dengan system loop tertutup, sehingga dapat di diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut derajat dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, rangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Rangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros motor servo dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan nilai resistansinya saat motor berputar berfungsi

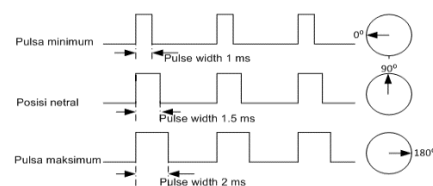
sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



Gambar 8. Motor Servo HS-645MG

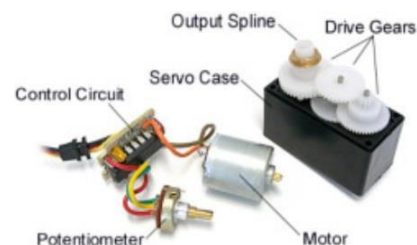
Motor servo tipe HS-645MG digunakan pada sistem ini karena memiliki torsi yang besar dan juga disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan.

Prinsip kerja dari motor servo yaitu dikendalikan atau dikontrol dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa atau *Pulse Wide Modulation / PWM* melalui kabel kontrol. Lebar pulsa dari sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut nilai derajat putaran dari poros motor servo.



Gambar 9 Lebar Pulsa Motor Servo

Komponen penyusun motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan rangkaian motor DC yang dilengkapi dengan controller dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0°-180° atau bisa juga 360°. Setiap komponen pada motor servo masing-masing memiliki fungsi sebagai controller, driver, sensor, gearbox dan aktuator. Untuk dapat mengontrol atau mengendalikan motor servo perlu diberikan sumber tagangan dan sinyal kontrol.



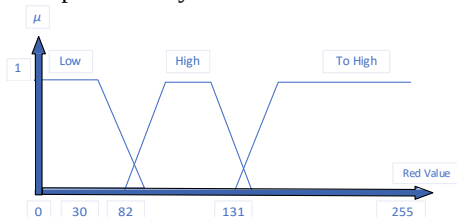
Gambar 10. Komponen penyusun motor servo

D. Fuzzy Logic

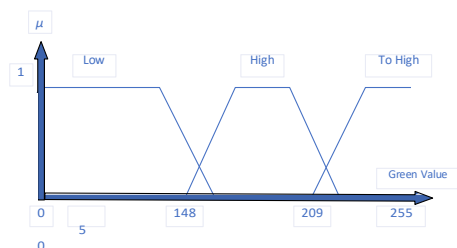
Logika fuzzy merupakan salah satu logika komponen pembentuk soft computing. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan pada tahun 1965 oleh Prof. Lotfi A. Zadeh dari Universitas

California, Berkeley. Dasar dari logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Peranan derajat keanggotaan atau membership function sangat berpengaruh sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau variabel fuzzy atau menjadi ciri utama dari penalaran dari logika fuzzy tersebut. Sistem ini menggunakan control fuzzy logic dengan metode Sugeno dengan 1 input dan 1 output.

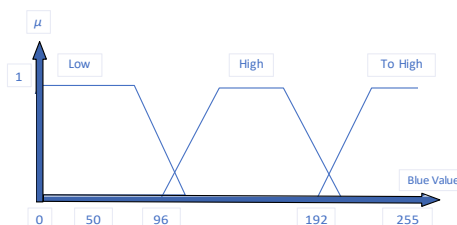
1. Input untuk system adalah:



Gambar 11 Membershipfunction untuk warna merah

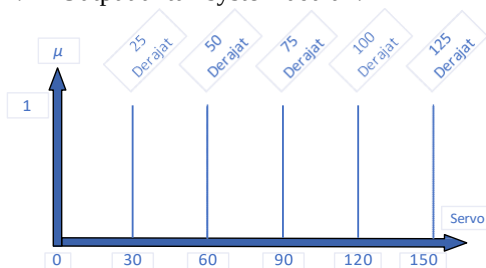


Gambar 12 Membershipfunction untuk warna hijau



Gambar 13 Membershipfunction untuk warna biru

2. Output untuk system adalah:



Gambar 14 Membershipfunction Output Fuzzy Logic

3. Rule base fuzzy logic.

Rule base berfungsi untuk menentukan keputusan, agar system dapat berjalan dengan

plant yang sudah direncanakan. Tabel 2 merupakan aturan rule base fuzzy logic.

Tabel 2 Rule Base Fuzzy Logic

Input R	Input G	Input B	Respon
High	Low	Low	125°
Low	High	Low	60°
Low	Low	High	60°

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

Untuk mengetahui kemampuan kinerja dari sensor, maka dilakukan pengujian karakteristik sensor warna yang digunakan dengan cara memberikan objek yang memiliki warna RGB (Red, Green, Blue). Warna tersebut dipilih karena merupakan dasar dari semua warna. Berikut adalah hasil pengujian sensor berdasarkan warna RGB.

Tabel 3 hasil pengujian objek warna merah

Data	Jarak 1cm		
	R	G	B
1	82	184	129
2	82	178	123
3	76	185	129
4	82	184	129
5	82	185	123

Tabel 4 hasil pengujian objek warna hijau

Data	Jarak 1cm		
	R	G	B
1	177	104	90
2	176	104	90
3	177	98	85
4	171	104	90
5	177	104	84

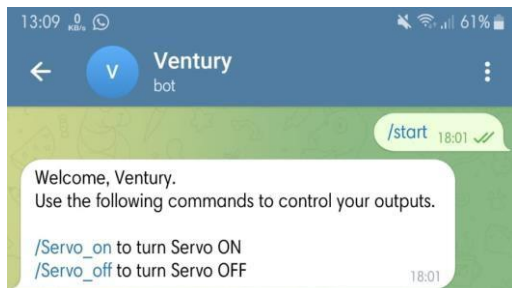
Tabel 5 hasil pengujian objek warna biru

Data	Jarak 1cm		
	R	G	B
1	189	96	40
2	184	98	46
3	190	99	46
4	189	92	46
5	190	98	46

B. Pengujian Gripper Menggunakan Telegram

Untuk mengetahui kemampuan kinerja dari aplikasi telegram sebagai control gripper maka dilakukan pengujian dengan cara memberikan perintah dari aplikasi telegram, sehingga gripper dapat berjalan secara maksimal. Gambar 16 merupakan tampilan awal program. Perintah “/start” digunakan untuk

memulai sistem. Ketika sistem dimulai maka akan muncul perintah output yang bisa digunakan. Yaitu kondisi servo on untuk mengaktifkan gripper servo. Dan kondisi servo off untuk mematikan gripper servo atau memberi perintah gripper servo agar berada di posisi 0°.



Gambar 16 Tampilan Awal Kontrol Telegram

Perintah “/servo on” digunakan untuk mengaktifkan servo gripper agar menutup atau memegang objek. Ketika perintah servo on dikirimkan dari telegram maka servo gripper akan bergerak dari 0° menuju ke 45° untuk mencengkram objek. Respon dari mikrokontroler adalah notifikasi “Servo set to ON” yang berarti servo gripper berada dalam kondisi aktif. Gambar 17 merupakan tampilan ketika servo gripper berada pada kondisi on.



Gambar 17 Kondisi Servo On

Perintah “/servo off” digunakan mengembalikan servo gripper untuk membuka atau melepaskan objek. Ketika perintah servo off dikirimkan dari telegram maka servo gripper akan bergerak dari posisi 45° menuju ke 0° untuk melepaskan objek. Respon dari mikrokontroler adalah notifikasi “Servo set to OFF” yang berarti servo berada dalam kondisi tidak aktif. Gambar 18 merupakan tampilan ketika servo gripper berada pada kondisi off.



Gambar 18 Kondisi Servo Off

C. Pengujian Sistem

Pengujian sistem untuk proses kerja pembacaan warna dan pendeteksian warna, maka dapat diperoleh hasil yang sesuai dengan yang diinginkan. Sistem ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan ketentuan yang telah diharapkan, sensor dapat membaca nilai konversi dari intensitas cahaya yang masuk ke dalam 8 bit, yaitu 0-255. Agar lebih mudah dalam pembacaan nilai intensitas cahaya maka dari setiap warna merah, hijau, dan biru dikonversi ke dalam nilai 0-255.

Objek bangun ruang buatan yang digunakan berwarna merah, hijau dan biru untuk membuktikan sistem bekerja dengan baik atau tidak. Prinsip kerja dari sistem yaitu, apabila ada objek yang memiliki warna merah digerakkan atau didekatkan menuju sensor TCS3200 dengan menggunakan servo gripper sebagai pencapit objek, dan sensor TCS3200 mendeteksi objek warna. Jika objek berhasil dideteksi, data dari sensor kemudian diproses melalui mikrokontroler. ESP32 sebagai otak atau pengendali data yang telah diprogram terlebih dahulu untuk mengkoneksikan komponen-komponen yang lain agar saling berhubungan. Pada saat objek sudah berhasil dideteksi dan data diproses pada mikrokontroler, kemudian objek dipindahkan menggunakan motor servo untuk dikelompokkan sesuai dengan warna.

Tabel 6 Hasil pengujian sistem objek warna merah

No	Nilai Sensor			Servo	Ket.
1	R:85	G:247	B:51	High	v
2	R:92	G:247	B:51	High	v
3	R:82	G:248	B:52	High	v
4	R:86	G:246	B:51	High	v
5	R:90	G:179	B:126	High	v
6	R:131	G:241	B:51	High	x
7	R:91	G:247	B:52	High	v
8	R:90	G:247	B:51	High	v
9	R:91	G:178	B:124	High	v
10	R:91	G:247	B:52	High	v
11	R:90	G:173	B:126	High	v
12	R:85	G:247	B:51	High	v
13	R:91	G:179	B:126	High	v
14	R:92	G:247	B:51	High	v
15	R:90	G:247	B:51	High	v
16	R:90	G:247	B:51	High	v
17	R:208	G:494	B:116	High	x
18	R:91	G:179	B:126	High	v
19	R:86	G:173	B:126	High	v
20	R:82	G:248	B:52	High	v

Dari hasil pengujian pada tabel 6, didapat hasil dari output dengan keakuratan sistem dengan nilai 90%. Angka tersebut didapat dari perhitungan 20 kali percobaan yang dilakukan didapat 2x kegagalan, sehingga jumlah percobaan berhasil sebanyak 18 kali. Terdapat 2 kegagalan dalam pengujian sistem dengan objek warna merah yaitu, pada percobaan ke 6 dan ke 17, dimana servo seharusnya berada pada kondisi High namun pada pengujian servo dalam keadaan low. Untuk warna merah dibagi menjadi 3 mfs fuzzy logic yaitu low, high, dan to high, nilai high dari konversi sensor yang dipakai dan dapat dikonversi dengan sempurna. Dari pengujian objek warna merah, dapat dikatakan sistem secara keseluruhan memiliki kinerja yang baik.

Tabel 7 adalah hasil pengujian keseluruhan sistem menggunakan objek berwarna hijau.

Tabel 7 Hasil pengujian sistem objek warna hijau

TABEL PENGUJIAN SENSOR					
No	Nilai Sensor			Servo	Ket.
1	R:245	G:153	B:60	Low	v
2	R:251	G:148	B:60	Low	v
3	R:251	G:153	B:59	Low	x
4	R:251	G:153	B:60	Low	v
5	R:255	G:209	B:59	Low	v
6	R:215	G:138	B:78	Low	v
7	R:212	G:138	B:74	Low	v
8	R:215	G:139	B:78	Low	v
9	R:210	G:139	B:84	Low	v
10	R:215	G:139	B:85	Low	v

Dari hasil pengujian pada tabel 7, didapat hasil output dengan keakuratan sistem dengan nilai 90%. Angka tersebut didapat dari perhitungan 10 kali percobaan yang dilakukan, didapatkan 1 kali kegagalan. Sehingga jumlah pengujian berhasil sebanyak 9 kali. Terdapat 1 kali percobaan gagal yaitu pada percobaan ke 3, seharusnya servo berada pada kondisi high, tapi tidak ada respon dari servo. Untuk warna hijau dibagi menjadi 3 mfs fuzzy logic yaitu low, high, dan to high, nilai high dari konversi sensor yang dipakai dan dapat dikonversi dengan sempurna. Dari hasil pengujian objek warna hijau dapat dikatakan sistem dapat bekerja dengan baik. Sistem tidak bisa merespon selain objek yang berwarna merah.

Tabel 8 adalah hasil pengujian keseluruhan sistem menggunakan objek berwarna biru.

Tabel 8 Hasil pengujian sistem objek warna biru

TABEL PENGUJIAN SENSOR					
No	Nilai Sensor			Servo	Ket.
1	R:217	G:126	B:54	Low	v
2	R:211	G:126	B:61	Low	v
3	R:217	G:126	B:62	Low	v
4	R:217	G:119	B:55	Low	v
5	R:218	G:126	B:62	Low	v
6	R:211	G:126	B:62	Low	v
7	R:217	G:126	B:61	Low	v
8	R:217	G:126	B:63	Low	v
9	R:218	G:126	B:62	Low	v
10	R:217	G:126	B:62	Low	v

Dari hasil pengujian pada tabel 8, didapat hasil dari output dengan keakuratan sistem dengan nilai 100%. Angka tersebut didapat dari perhitungan 10 kali percobaan yang dilakukan, semuanya berhasil dan tidak ada kegagalan. Dari beberapa pengujian keseluruhan sistem, dapat dikatakan sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diinginkan untuk memilih objek berdasarkan warna merah.

D. Pengujian Alat dan Kontrol



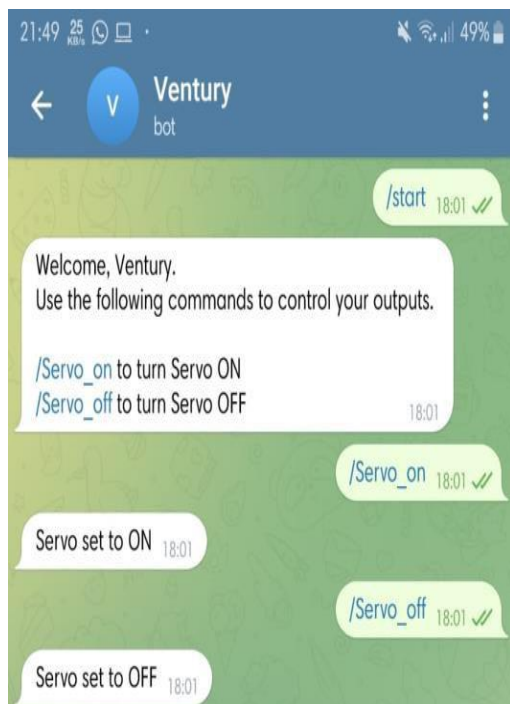
Gambar 15 Hardware End Effector Gripper

Pada awal pengujian keseluruhan sistem yang telah dibuat. Terlebih dahulu dilakukan pengukuran hardware. Tujuannya tidak lain yaitu untuk membuktikan bahwa keseluruhan hardware dapat bekerja secara maksimal. Gambar 15 merupakan bentuk hardware dari sistem yang telah dibuat dari samping kanan, samping kiri dan dari atas.

Pada tahapan ini dilakukan juga pengujian terhadap kontrol dari smartphone melalui aplikasi telegram untuk kontrol servo 1 yang

berfungsi sebagai gripper. Telegram dipilih karena memiliki respon aplikasi yang baik dan tentunya cukup ringan. Hasil dari pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat pada gambar 15 – gambar 22.

Terdapat 3 perintah untuk melakukan kontrol yaitu, start, servo on dan servo off. Start digunakan untuk memulai program dan ditampilkan perintah apa yang dapat direspon oleh sistem. Servo on untuk kontrol servo agar bergerak menutup untuk mencengkram objek. Servo off untuk kontrol agar servo terbuka untuk melepaskan objek. Hasil kontrol telegram dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Kontrol Gripper Servo Dengan Telegram

Pengujian prototipe menggunakan objek berwarna merah, hijau, dan biru. Dikombinasikan dengan kontrol gripper menggunakan smartphone dengan aplikasi telegram.



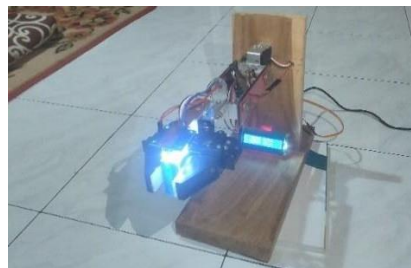
Gambar 16 Pengujian Kontrol Gripper Dengan Telegram



Gambar 17 Pengujian Sistem Menggunakan Objek Warna Merah



Gambar 18 Pengujian Sistem Menggunakan Objek Warna Hijau



Gambar 19 Pengujian Sistem Menggunakan Objek Warna Biru

Berdasarkan Gambar 16 – Gambar 19 dapat dijelaskan bahwa Servo 1 sebagai gripper bekerja dengan baik untuk mencengkram objek. Untuk koneksi antara smartphone dan Mikrokontroller ESP32 dianjurkan menggunakan jaringan internet yang cukup baik agar proses dapat berjalan dengan baik dan cepat sesuai respon yang dikirimkan.

Gambar 20 – Gambar 22 merupakan hasil dari respon warna yang dibaca oleh sensor warna TCS3200. Data dari sensor warna dikirim ke mikrokontroller ESP32 untuk selanjutnya diolah dan di proses menggunakan logika fuzzy logic. Untuk dikelompokkan sesuai jenis warnanya. Jika warna merah maka servo 2 akan berputar ke arah 125° dari titik sistem awal yaitu 60° dan LCD akan menampilkan jika objek berwarna merah. Jika sensor warna mendeteksi warna selain merah, maka servo akan berputar ke arah 30° dan LCD akan menampilkan objek bukan warna merah. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20 Hasil Respon Untuk Objek Warna Merah



Gambar 21 Hasil Respon Untuk Objek Warna Hijau



Gambar 22 Hasil Respon Untuk Objek Warna Biru

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem pengambilan keputusan pada end effector gripper menggunakan metode fuzzy logic dan aplikasi telegram yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem yang telah dibuat memiliki kinerja cukup baik untuk memisahkan dan mengelompokkan objek berdasarkan warna menggunakan metode fuzzy logic.
2. Warna objek yang akan dikelompokkan harus memiliki warna yang terang dan jelas karena mempengaruhi nilai keakuratan pembacaan sensor, sehingga kinerja sensor menjadi lebih bagus.
3. Tingkat keakuratan pengelompokkan jenis warna dipengaruhi oleh metode fuzzy yang memerlukan nilai intensitas cahaya dari sensor sebagai input fuzzy logic.

4. Dari beberapa pengujian yang dilakukan menggunakan objek yang memiliki warna RGB didapatkan presentasi keberhasilan sebesar 90%, hasil itu membuktikan bahwa sistem bekerja dengan baik sesuai dengan hasil yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhnnabil, "Definisi Robot dan Jenis-jenis Robot," *muhnnabil.wordpress.com*, 2012. <https://muhnnabil.wordpress.com/2012/06/28/definisi-robot-dan-jenis-jenis-robot/>
- [2] D. Caysar, G. D. Nusantara, and E. Yudanangtyas, "Pengaturan Pergerakan Robot Lengan Smart Arm Robotic Ax-12a Melalui Pendekatan Geometry Based Kinematic Menggunakan Arduino," *J. Mhs. TEUB*, vol. 2, no. 7, pp. 1–8, 2015,
- [3] M. E. Zarkasih, D. Syauqy, and W. Kurniawan, "Pengembangan Sistem Haptic untuk Memegang Objek (Gripper) Dengan Komunikasi Wifi pada Mobile Robot," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 6, pp. 2309–2318, 2018,
- [4] W. Widhiada, T. G. T. Nindhia, and N. Budiarsa, "Robust Control for the Motion Five Fingered Robot Gripper," *Int. J. Mech. Eng. Robot. Res.*, vol. 4, no. 3, pp. 226–232, 2015
- [5] D. P. Silitonga and T. Hartati, "Rancangan Robot Mobil Gripper Dikendalikan Oleh Android Melalui Komunikasi Bluetooth," pp. 15–16, 2017.
- [6] Sumardi, "Mobile robot gripper pemindah benda statis dengan metode fuzzy," pp. 97–105.
- [7] M. Hidayat, M. A. Syahroni, and S. Ardi, "Perancangan Dan Pembuatan Gripper Sebagai Komponen Robot 6-Axis Pada Proses Otomatisasi Product Handling Mesin Plastik Injeksi," *Simp. Nas. RAPI XV-2016 FT UMS*, no. 1412–9612, pp. 96–103, 2016.
- [8] "Sensor Warna TCS3200 - Edukasi Elektronika | Electronics Engineering Solution and Education."
- [9] "TCS230 TCS3200 Color Sensor Color Recognition module for Arduino of Arduino Sensor Module."
- [10] A. Faudin, "Cara mengakses module sensor warna TCS230 menggunakan Arduino," 2018.
- [11] N. L. Husni, S. Rasyad, M. S. Putra, Y. Hasan, and J. Al Rasyid, "Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler," *J. Ampere*, vol. 4, no. 2, p. 297, 2020,

- [12] “Arduino Color Sensor TCS230 TCS3200 |Random Nerd Tutorials.”
- [13] S. P. Putra, “Aplikasi Sensor Warna Pada Alat Penyiram Tanaman Otomatis Bertenaga Solar Cell,” vol. 3200, pp. 5–25, 2017.
- [14] I. Rifky, “Mikrokontroler Esp32 - Universitas Raharja,” *Universitas Raharja*. 2021,
- [15] Lastminuteengineers, “ESP8266 Pinout Reference - Last Minute Engineers.”