

Rancang Bangun Lengan Robot Penyortir Benda Kerja Berdasarkan Warna Dengan Pengendalian Kestabilan Cahaya Menggunakan *Fuzzy logic*

Ilyas Al Ashfahani¹, Yusuf Sofyan², Sofian Yahya³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : ilyas.al.toi18@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : yusufsofyan@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559
E-mail : sofianyahya@polban.ac.id

ABSTRAK

Lengan robot merupakan sebuah robot yang memiliki bentuk dan sistem kerja yang mirip dengan lengan manusia. Salah satu penerapan lengan robot di industri yaitu untuk melakukan penyortiran benda kerja. Dengan menggunakan lengan robot kesalahan penyortiran benda dapat dihindari. Proses penyortiran yang akan dilakukan oleh alat ini berdasarkan warna dari benda. Proses pendeteksian warna benda dilakukan oleh sensor TCS3200 yang memiliki keakuratan yang baik. Namun keakuratan sensor TCS3200 dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal seperti intensitas cahaya dan juga jarak antara sensor dengan benda. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat yang mampu menyortir benda berdasarkan warna dengan 3 jenis warna yaitu merah, hijau dan biru. Kemudian untuk pemindahan benda dilakukan oleh lengan robot 3 DOF yang diprogram dengan menggunakan perhitungan *inverse kinematics*. Proses penstabilan cahaya dilakukan dengan pengendalian terhadap lampu menggunakan modul *dimmer* dengan metode *fuzzy logic*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, pengendalian kestabilan cahaya menggunakan *fuzzy logic* memperoleh nilai rata – rata pembacaan yaitu sebesar 295,55 lux yang artinya *error* yang dihasilkan sebesar 1,48%. Adapun waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai lux yang diinginkan yaitu selama 1073 ms. Dengan demikian nilai pembacaan warna relatif sama dan akurat, sehingga lengan robot dapat memindahkan benda ke tempat yang ditentukan.

Kata Kunci

Lengan Robot, sensor TCS3200, Fuzzy logic, Mikrokontroler, Modul *dimmer*.

PENDAHULUAN

Teknologi robot sangat diperlukan saat ini, banyak penelitian yang dilakukan untuk mengembangkan teknologi di bidang robotik ini baik dari segi kinerja maupun penerapannya. Robot sendiri merupakan suatu alat mekanis yang dapat melakukan tugas untuk menggantikan manusia, baik menggunakan pengawasan dan pengendalian manusia, maupun menggunakan program yang telah ditentukan (Kecerdasan buatan)[1]. Penggunaan teknologi robot ini dapat membantu berbagai pekerjaan manusia. Di industri penggunaan teknologi robot sudah banyak diaplikasikan untuk membantu proses produksi. Dengan adanya teknologi robot akan menghindari terjadinya human *error* yang disebabkan oleh manusia karena rasa lelahnya. Salah satu aplikasi dari teknologi robot yaitu dibuatnya lengan robot yang dapat

melakukan berbagai pekerjaan. Lengan robot merupakan sebuah robot yang memiliki bentuk dan sistem kerja yang menyerupai lengan manusia[2].

Lengan robot ini dapat diaplikasikan pada beberapa bagian di industri salah satunya adalah pada bagian penyortiran. Menyortir merupakan proses pemilahan benda berdasarkan parameter fisik tertentu sesuai dengan kebutuhan. Pada bagian ini diperlukan ketelitian dan ketepatan dalam melakukan pemilahan benda dan penempatan benda hasil sortir. Semua tahapan mulai dari pendeteksian benda kerja sampai pada proses pemindahan benda kerja ke tempat yang dituju harus dilakukan dengan baik. Salah satu parameter fisik yang sering digunakan adalah penyortiran berdasarkan warna dari benda kerja. Untuk memperoleh hasil yang baik pada proses penyortiran ini diperlukan

beberapa perangkat pendukung seperti sensor untuk membantu proses penyortiran benda. Sensor yang dipilih harus dapat mendukung kinerja lengan robot dalam melakukan penyortiran benda kerja. Sensor warna TCS3200 dipilih untuk pendeteksian warna pada benda kerja dikarenakan memiliki tingkat keakuratan yang baik[3]. Namun kinerja dari sensor TCS3200 dapat dipengaruhi oleh keadaan eksternal seperti jarak pembacaan dan intensitas cahaya luar[3]–[5]. Sehingga perlu adanya pengendalian untuk kestabilan cahaya agar sensor dapat bekerja secara optimal[5]. Kestabilan intensitas cahaya harus dijaga pada 300 lux sesuai dengan standar yang berlaku untuk sebuah industri[6]. Pengendalian intensitas cahaya ini dapat dilakukan dengan menggunakan lampu tambahan yang dikendalikan intensitas cahayanya menggunakan kendali *fuzzy logic*. Kendali *fuzzy* dipilih karena dapat memberikan pengendalian dengan hasil *error* yang relatif kecil[7].

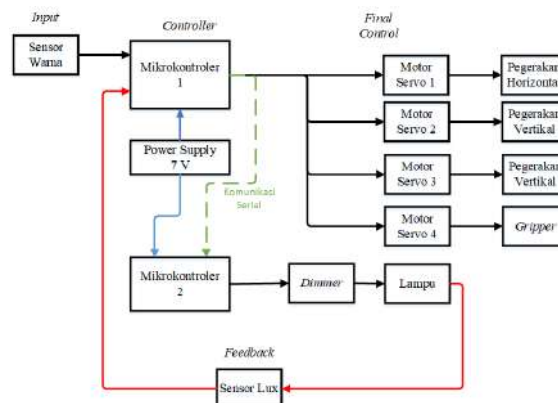
Proses pemindahan benda kerja menggunakan metode perhitungan *inverse kinematic* sehingga lengan robot dapat bergerak ke posisi penyimpanan benda kerja dengan baik. Namun pada proses pembuatan lengan robot perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan motor servo yang tepat untuk digunakan, karena selain beban dari benda kerja yang akan diangkat ada juga beban lengan dan komponen lainnya yang harus diperhitungkan[8], [9].

1. METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Deskripsi Kerja dan Blok Diagram Sistem

Alat penyortir benda bekerja dengan menggunakan sebuah lengan robot 3 DOF yang digerakkan oleh 4 buah motor servo yang mana servo 1 di tempatkan pada base untuk melakukan pergerakan secara horizontal, kemudian servo 2 ditempatkan pada bahu untuk melakukan pergerakan secara vertikal, kemudian servo 3 ditempatkan pada siku untuk melakukan pergerakan secara vertikal dan servo 4 yang ditempatkan pada penjepit. Proses diawali pembacaan nilai cahaya yang dilakukan oleh sensor lux BH1750 yang kemudian data hasil pembacaan dikirim ke mikrokontroler 1 yaitu Arduino Mega2650 yang kemudian di proses dengan metode *fuzzy logic*. Hasil keluaran *fuzzy logic* yang berupa nilai persentase kekuatan cahaya yang akan dihasilkan lampu kemudian dikirim melalui komunikasi serial ke mikrokontroler 2 yaitu Arduino UNO.

Kemudian mikrokontroler 2 akan mengirimkan nilai tersebut ke modul *Dimmer* dan lampu akan menyala sesuai nilai persentase yang diterima. Sensor lux BH1750 akan mendeteksi nilai intensitas cahaya yang baru, jika nilai intensitas cahaya baru tidak masuk ke rentang yang diinginkan maka proses akan berulang sampai nilai intensitas cahaya yang terbaca masuk ke rentang yang diinginkan yaitu 290 lux – 310 lux, kemudian berlanjut pada pendeteksian warna oleh sensor warna TCS3200. Hasil pendeteksian sensor warna akan menentukan pergerakan lengan robot.



Gambar 6. Blok diagram sistem

1.2 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi dari alat yang akan dibuat ditunjukkan pada Tabel III.1 berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Sistem

No	Fitur	Spesifikasi
1	Jangkauan Maks. Lengan Robot	25 cm pada ketinggian 9,5 cm
2	Derajat Kebebasan Lengan Robot	3 DOF
3	Daya Angkat Lengan Robot	30 gram
4	Identifikasi Warna	3 Jenis Warna (Merah, Hijau dan Biru)
5	Ukuran Benda Kerja	3,5cm x 4cm x 5 cm (Kotak)
6	Waktu Pemindahan Benda	Merah 10 detik Hijau 10 detik Biru 11 detik
7	Berbasis	Mikrokontroler

1.3 Perancangan Perangkat Keras

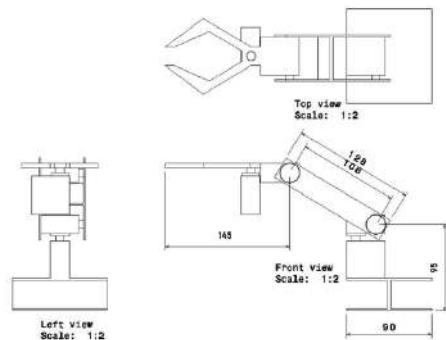
Pada pembuatan alat ini diperlukan beberapa perangkat keras untuk menunjang kinerja alat

agar dapat sesuai dengan tujuan penelitian. Perangkat keras yang dibutuhkan meliputi perancangan meja kerja, perancangan lengan robot, dan perancangan *slider* benda kerja.

1.3.1 Perancangan Lengan Robot

Langkah awal yang dilakukan dalam merancang lengan robot yaitu menentukan spesifikasi dari lengan robot diantaranya lengan robot memiliki 3 derajat kebebasan dan dibangun dengan menggunakan motor servo. Jangkauan lengan robot sebesar 25 cm pada ketinggian 9,5 cm dengan daya angkat 30 gram.

Berdasarkan spesifikasi lengan robot maka dibuatlah rancangan berupa desain dari lengan robot yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Desain lengan robot ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.



Gambar 7. Perancangan Lengan Robot

Berdasarkan desain yang sudah dibuat maka perlu dilakukan perhitungan nilai torsi yang dibutuhkan pada *joint* 2 dan *joint* 3 agar dapat menentukan motor servo yang akan digunakan. Diketahui berat pada masing – masing komponen yang digunakan adalah sebagai berikut.

<i>Gripper</i>	: 150 gr
Motor Servo MG996R	: 75 gram
<i>Bracket L</i>	: 10 gram
<i>Bracket U</i>	: 25 gram
<i>Multifunction Bracket</i>	: 20 gram
Benda Kerja	: 30 gram

τ_1 merupakan torsi yang diperlukan pada *joint* 3 lengan robot dimana pada *joint* tersebut beban yang diangkat (m_1) yaitu *gripper*, motor servo MG996R, bracket L dan benda kerja. Sehingga besarnya τ_1 adalah sebagai berikut :

$$\tau_1 = m_1 \times g \times r_1$$

(1)

$$\tau_1 = 0,265 \times 9,8 \times 0,145$$

$$\tau_1 = 0,376 \text{ Nm} = 3,83 \text{ kgfcm}$$

Dengan demikian, motor servo MG996R digunakan pada *joint* 3 dengan torsi maksimal yang dihasilkan sebesar 11 kgfcm. Motor servo ini dipilih agar sistem dapat bekerja secara kontinyu dan memiliki kehandalan yang baik.

Selanjutnya, perhitungan besarnya torsi (τ_2) yang diperlukan pada *joint* 2 lengan robot dimana pada *joint* tersebut mengangkat beban diantaranya, *gripper*, 2 buah motor servo MG996R, bracket L, benda kerja, dan 2 buah bracket L. Sehingga besarnya τ_2 adalah sebagai berikut :

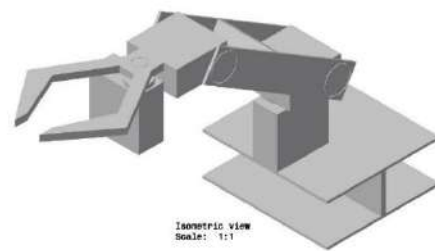
$$\tau_2 = m_2 \times g \times r_2$$

(2)

$$\tau_2 = 0,41 \times 9,8 \times 0,25$$

$$\tau_2 = 1,0045 \text{ Nm} = 10,24 \text{ kgfcm}$$

Dengan demikian motor servo SPT5435LV digunakan pada *joint* 2 lengan robot dengan torsi maksimal yang dihasilkan 35 kgfcm. Motor servo ini dipilih agar sistem dapat bekerja secara kontinyu dan memiliki kehandalan yang baik.

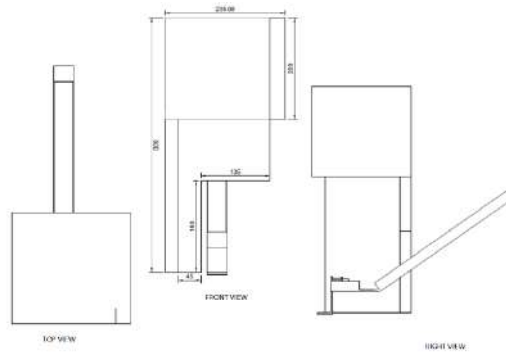


Gambar 8. Desain 3D Lengan Robot

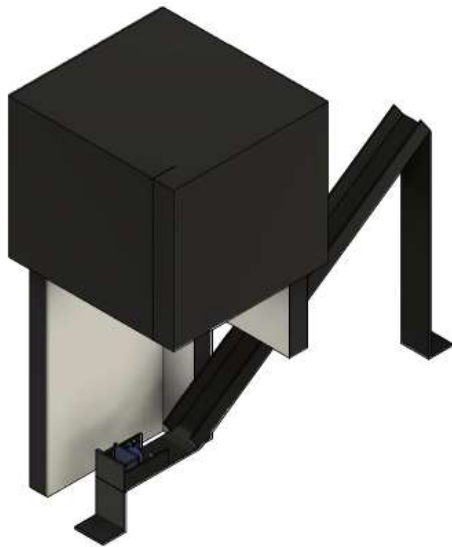
1.3.2 Perancangan *Slider* Benda Kerja

Slider benda kerja merupakan sebuah tempat penyimpanan awal benda kerja sebelum disortir oleh alat. Selain itu bagian ini juga menjadi tempat pendeteksian benda kerja dan penerapan sistem pencahayaan menggunakan lampu. Dalam perancangan *slider* benda kerja lebar dari *slider* benda ditentukan berdasarkan dimensi dari benda kerja yaitu 3,5cm x 4cm x 5cm. Sehingga lebar dari *slider* benda kerja yaitu 4cm dan panjang *slider* benda kerja dibuat 25 cm agar dapat menampung 4 – 5 buah benda kerja. Selain itu rancangan *slider* benda kerja juga harus dapat menunjang kinerja dari setiap sensor yaitu sensor warna dan sensor cahaya. Dimana jarak antara sensor warna dan benda kerja yang akan dideteksi yaitu 1,5 cm agar menghasilkan pembacaan yang optimal. Lalu untuk menunjang kinerja pengendalian intensitas cahaya maka dibuat penutup agar

cahaya yang terdeteksi oleh sensor lux dapat lebih terkendali. Desain dari *slider* benda kerja ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



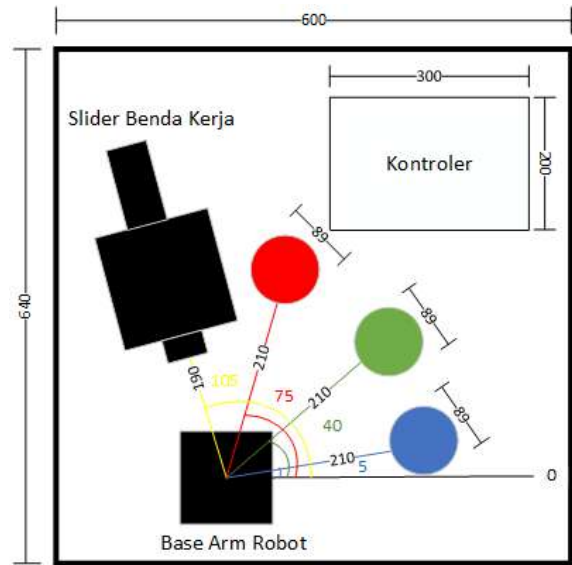
Gambar 9. Perancangan Slider Benda Kerja



Gambar 10. Desain 3D Slider Benda Kerja

1.3.3 Perancangan Meja Kerja

Perancangan meja kerja tergantung dari area jangkauan lengan robot dan ukuran dari *slider* benda kerja. Berdasarkan perancangan pada lengan robot dan *slider* benda kerja maka ukuran meja kerja yang dapat memuat seluruh bagian dari sistem yaitu sebesar 600 mm x 640 mm. Dengan desain perancangan meja kerja ditunjukkan pada Gambar 6.

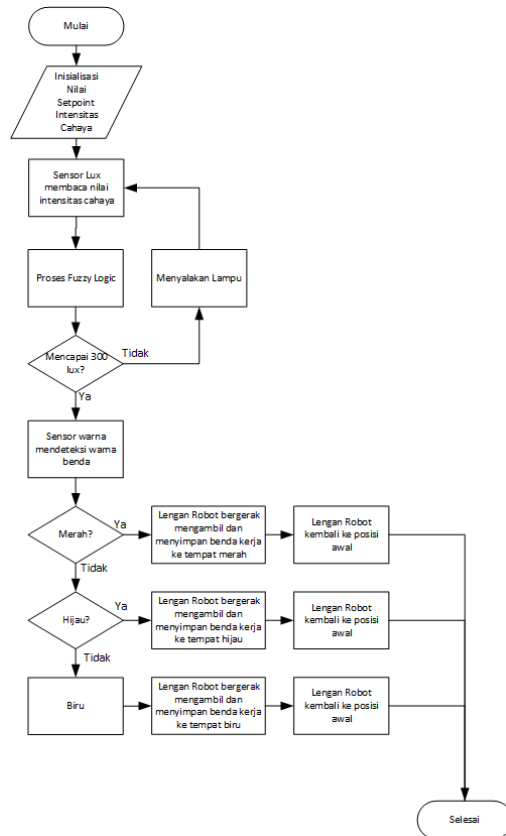


Gambar 11. Perancangan Meja Kerja

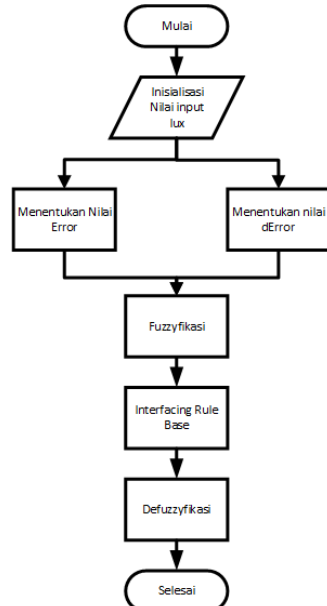
1.4 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak merupakan tahapan yang dilakukan untuk mensimulasikan sistem dan merancang program yang akan diterapkan pada penelitian tugas akhir. Perancangan perangkat lunak berupa diagram alir simulasi *fuzzy logic* dengan menggunakan Matlab dan diagram alir algoritma program pada mikrokontroler, seperti ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.

Program diawali dengan inialisasi nilai *setpoint* untuk intensitas cahaya. Kemudian sensor BH1750 akan membaca nilai intensitas cahaya sebenarnya. Hasil Pembacaan tersebut akan diolah untuk mendapatkan nilai *error* dan *derror* yang akan menjadi input untuk *fuzzy logic*. Setelah itu akan dimulai perhitungan *fuzzy logic* dan kemudian akan didapat nilai keluaran untuk mengatur kekuatan cahaya yang dihasilkan lampu agar intensitas cahaya yang terbaca oleh sensor BH1750 sebesar 300 lux. Apabila intensitas cahaya sudah mencapai nilai yang diinginkan maka sensor warna akan mendeteksi warna dari benda kerja, kemudian lengan robot akan mengambil benda kerja tersebut dan memindahkan ke tempat yang sesuai dengan warna benda.



Gambar 12. Diagram Alir Algoritma Program

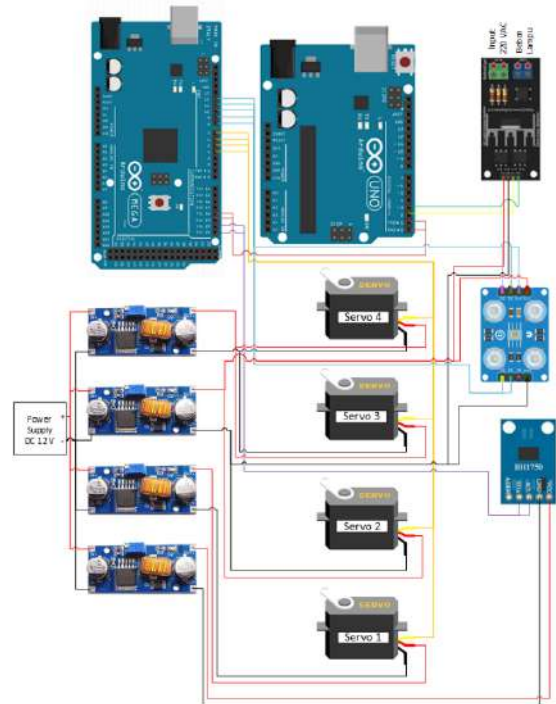


Gambar 13. Diagram Alir Fuzzy logic pada Simulator Matlab

1.5 Perancangan Perangkat Sistem

Perancangan sistem merupakan gabungan dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak atau merupakan tahapan perancangan alat secara keseluruhan. Perancangan sistem dapat rangkaian skematik

alat secara keseluruhan seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 14. Rangkaian Sistem Kontrol

1.6 Perhitungan Inverse kinematic

Inverse kinematic merupakan sebuah metode perhitungan untuk menghasilkan nilai sudut setiap *joint* pada lengan robot. Dengan menggunakan nilai titik koordinat tujuan dari lengan robot maka akan di dapat nilai sudut untuk setiap motor servo pada lengan robot. Pada dasarnya perhitungan *inverse kinematic* sama dengan aturan cosinus dalam matematika. Pada penelitian yang dilakukan lengan robot yang digunakan memiliki 3 derajat kebebasan sehingga lengan robot akan membentuk segitiga ketika sudah mencapai titik yang diinginkan. Dengan demikian perhitungan *inverse kinematic* dengan menggunakan aturan cosinus akan lebih mudah untuk diterapkan.

Diketahui: $l_1 = 10,5 \text{ cm}$
 $l_2 = 14,5 \text{ cm}$

Koordinat pengambilan benda kerja :

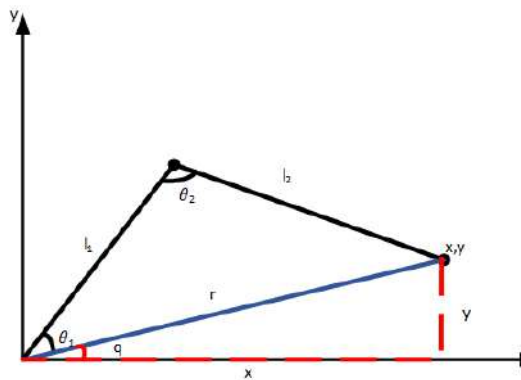
$x = 19 \text{ cm}$

$y = 1,5 \text{ cm}$

Koordinat penyimpanan benda kerja :

$x = 21 \text{ cm}$

$y = 8 \text{ cm}$



Gambar 15. Parameter Perhitungan Inverse kinematic

Maka perhitungan untuk pengambilan benda kerja adalah sebagai berikut.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

(3)

$$r = \sqrt{19^2 + 1,5^2}$$

$$r = \sqrt{382,5}$$

$$r = 19,06 \text{ cm}$$

Setelah didapat nilai r maka dihitung sudut q, sebagai berikut.

$$q = \cos^{-1} \frac{r^2 + x^2 - y^2}{2rx}$$

(4)

$$q = \cos^{-1} \frac{19,06^2 + 19^2 - 1,5^2}{2 \cdot 19,06 \cdot 19}$$

$$q = \cos^{-1} \frac{722,03}{724,28}$$

$$q = \cos^{-1}(0,997)$$

$$q = 4,439^\circ$$

Lalu dihitung nilai θ_1 dan θ_2 , sebagai berikut.

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{l_1^2 + r^2 - l_2^2}{2l_1r}$$

(5)

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{10,5^2 + 19,06^2 - 14,5^2}{2 \cdot 10,5 \cdot 19,06}$$

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{263,28}{400,26}$$

$$\theta_1 = \cos^{-1}(0,658)$$

$$\theta_1 = 48,85^\circ$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{l_2^2 + l_1^2 - r^2}{2l_1l_2}$$

(6)

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{14,5^2 + 10,5^2 - 19,06^2}{2 \cdot 10,5 \cdot 14,5}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{-42,78}{304,5}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1}(-0,14)$$

$$\theta_2 = 98,047^\circ$$

Sehingga realisasi nilai sudut untuk motor servo 2 dan motor servo 3 pada lengan robot adalah sebagai berikut:

$$\text{Sudut servo 2} = 90^\circ + \theta_1 + q$$

$$\text{Sudut servo 2} = 90^\circ + 48,85^\circ + 4,439^\circ$$

$$\text{Sudut servo 2} = 143,289^\circ$$

$$\text{Sudut servo 3} = 90^\circ - (180^\circ - \theta_2)$$

$$\text{Sudut servo 3} = 90^\circ - (180^\circ - 98,047^\circ)$$

$$\text{Sudut servo 3} = 8,047^\circ$$

Setelah diperoleh nilai sudut untuk mengambil benda maka dilakukan perhitungan untuk menyimpan benda, sebagai berikut.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$r = \sqrt{21^2 + 8^2}$$

$$r = \sqrt{505}$$

$$r = 22,47 \text{ cm}$$

Lalu untuk mendapatkan nilai sudut q

dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$q = \cos^{-1} \frac{r^2 + x^2 - y^2}{2rx}$$

$$q = \cos^{-1} \frac{22,47^2 + 21^2 - 8^2}{2 \cdot 22,47 \cdot 21}$$

$$q = \cos^{-1} \frac{881,9}{943,74}$$

$$q = \cos^{-1}(0,934)$$

$$q = 20,9^\circ$$

Lalu untuk mendapatkan nilai sudut θ_1 dan θ_2 dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{l_1^2 + r^2 - l_2^2}{2l_1r}$$

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{10,5^2 + 22,47^2 - 14,5^2}{2 \cdot 10,5 \cdot 22,47}$$

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{404,9}{471,87}$$

$$\theta_1 = \cos^{-1}(0,858)$$

$$\theta_1 = 30,9^\circ$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{l_2^2 + l_1^2 - r^2}{2l_1l_2}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{14,5^2 + 10,5^2 - 22,47^2}{2 \cdot 10,5 \cdot 14,5}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{-184,4}{304,5}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1}(-0,605)$$

$$\theta_2 = 127,23^\circ$$

Sehingga realisasi nilai sudut untuk motor servo 2 dan motor servo 3 pada lengan robot adalah sebagai berikut:

$$\text{Sudut servo 2} = 90^\circ + \theta_1 + q$$

$$\text{Sudut servo 2} = 90^\circ + 30,9^\circ + 20,9^\circ$$

$$\text{Sudut servo 2} = 141,8^\circ$$

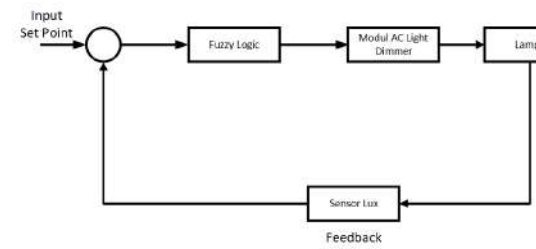
$$\text{Sudut servo 3} = 90^\circ - (180^\circ - \theta_2)$$

$$\text{Sudut servo 3} = 90^\circ - (180^\circ - 127,23^\circ)$$

$$\text{Sudut servo 3} = 37,23^\circ$$

1.7 Perancangan Sistem Fuzzy logic

1.7.1 Diagram Blok *Fuzzy logic*

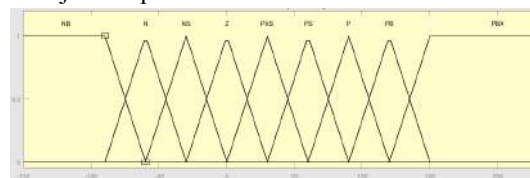


Gambar 16. Diagram Blok *Fuzzy logic*

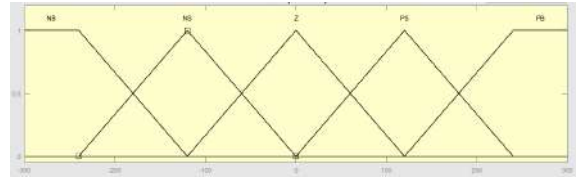
Pada sistem ini cahaya yang dibaca oleh sensor lux digunakan sebagai input awal pada sistem yang nantinya akan diproses oleh *fuzzy logic*. Keluaran *fuzzy logic* berupa sinyal PWM yang digunakan untuk mengatur cahaya lampu melalui modul AC *Light dimmer*. Kemudian keluaran cahaya dari lampu akan dideteksi Kembali oleh sensor lux sebagai feedback jikalau intensitas cahaya tidak sesuai dengan yang diinginkan.

1.7.2 Penentuan Parameter *Fuzzy logic*

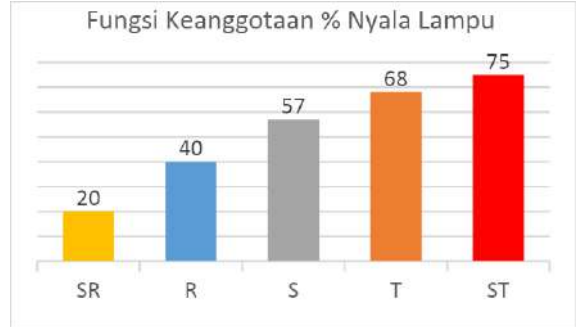
Pada pembuatan sistem *fuzzy logic* diperlukan nilai input yang berasal dari nilai *Error* dan *derror* pembacaan sensor dan set point yang diinginkan. Nilai input ini perlu dimodelkan ke dalam bahasa alami yang biasanya bersifat samar berdasar pada pemikiran manusia secara umum sehingga menjadi sebuah himpunan *fuzzy*. Setiap himpunan *fuzzy* kemudian dipetakan nilai – nilainya sehingga akan di dapat fungsi keanggotaannya. Fungsi keanggotaan input pada penelitian yang dilakukan berdasar pada nilai *Error* dan *derror* dari selisih pembacaan sensor lux dan *setpoint*. Sedangkan untuk fungsi keanggotaan output berupa nilai persentase untuk mengatur nyala lampu melalui modul *dimmer*. Fungsi keanggotaan dari parameter input dibagi menjadi *Error* dan *derror* dengan diberi variabel linguistik berupa NB, N, NS, Z, PXS, PS, P, PB, PXB untuk *Error* dan NB, NS, Z, PS, PB untuk *derror* seperti ditunjukkan pada Gambar 12 dan Gambar 13. Untuk fungsi keanggotaan dari parameter output dibagi menjadi SR, R, S, T, ST seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 17. Fungsi Keanggotaan Input *Error*



Gambar 18. Fungsi Keanggotaan Input *derror*



Gambar 19. Fungsi Keanggotaan Output % Nyala Lampu

Setelah fungsi keanggotaan *fuzzy* input dan output dibuat maka perlu dibuat inferensinya. Rule base dapat dibuat dengan melakukan uji coba terhadap pembacaan intensitas cahaya dan tingkat keterangan yang perlu dikeluarkan oleh lampu agar mencapai nilai intensitas yang diinginkan. Dari uji coba yang dilakukan diperoleh 45 *fuzzy rule* yang digunakan untuk pengendalian intensitas cahaya agar selalu stabil, seperti ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 3. *Fuzzy Rule*

Error dError	NB	N	NS	Z	PXS	PS	P	PB	PXB
NB	SR	SR	R	R	S	T	T	T	ST
NS	SR	SR	R	S	S	T	T	T	ST
Z	SR	SR	R	S	T	T	T	T	T
PS	SR	SR	R	R	S	S	S	T	T
PB	SR	SR	R	S	S	S	T	S	T

1.8 Realisasi Alat

Realisasi sistem berupa alat yang mampu menyortir benda kerja berdasarkan warna yang dideteksi oleh sensor TCS3200. Dengan intensitas cahaya yang stabil dengan dukungan sensor lux BH1750 dan lampu. Proses pemindahan benda kerja dilakukan oleh lengan robot dengan 3 derajat kebebasan. Seperti ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 20. Realisasi Alat

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan beberapa pengujian terhadap alat yang sudah dibuat untuk mengetahui kinerja dari alat. Pengujian yang dilakukan diantaranya, pengujian lengan robot, pengujian karakteristik pengendalian cahaya, pengujian pengendalian cahaya tanpa gangguan, pengujian pengendalian cahaya dengan gangguan dan pengujian keseluruhan sistem.

Pada pengujian lengan robot diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Lengan Robot

No.	Posisi	Sudut yang diinginkan			Sudut yang dihasilkan lengan robot			Error		
		Servo 1	Servo 2	Servo 3	Servo 1	Servo 2	Servo 3	Servo 1	Servo 2	Servo 3
1	Pengambilan Benda	105	143	8	108	141	7	2,9%	1,4%	12,5%
2	Penyimpanan Benda 1	75	142	37	76	140	35	1,3%	1,4%	5,4%
3	Penyimpanan Benda 2	45	142	37	46	140	34	2,2%	1,4%	8,1%
4	Penyimpanan Benda 3	5	142	37	6	141	38	20,0%	0,7%	2,7%

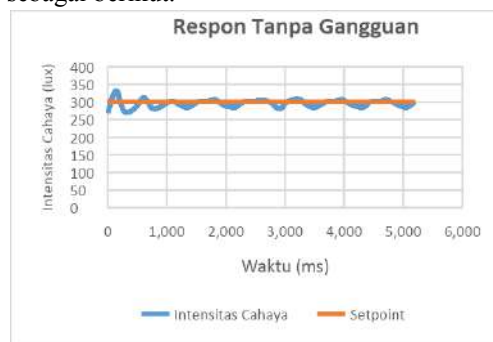
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3, setiap sudut yang dihasilkan oleh lengan robot menghasilkan selisih 1 – 3 derajat dari nilai sudut hasil perhitungan. Hal ini dikarenakan setiap motor servo memiliki beban/hambatan sehingga motor servo tidak dapat menghasilkan sudut yang ideal. Namun dikarenakan selisih yang dihasilkan relatif kecil maka proses pengambilan dan penyimpanan benda kerja masih dapat dilakukan dengan baik.

Lalu pada pengujian karakteristik pengendalian cahaya diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 21. Kurva hasil pengujian karakteristik pengendalian cahaya

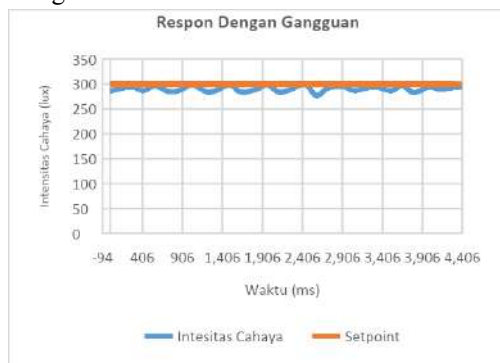
Berdasarkan Gambar 16, hasil dari pengujian ini diperoleh kurva sigmoid yang mana dapat disimpulkan bahwa sensitivitas pengendalian cahaya sangat kecil pada persentase 0%-30% namun sensitivitas mengalami peningkatan pada persentase 40%-70%. Hal ini dikarenakan cahaya yang dihasilkan lampu pada persentase 0% - 30% cenderung redup sehingga tidak terdeteksi dengan baik oleh sensor lux. Sedangkan pada persentase 40% - 70% lampu sudah mulai menyala terang sehingga cahaya yang dihasilkan sudah dapat terdeteksi dengan baik oleh sensor lux. Dengan demikian pengendalian cahaya akan mengalami fluktuasi apabila persentase yang digunakan terdapat pada rentang 40%-70%. Lalu pada pengujian pengendalian intensitas cahaya tanpa gangguan diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 22. Hasil Pengujian Pengendalian Intensitas Cahaya Tanpa Gangguan

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil seperti pada Gambar 17 dimana sistem mampu mencapai nilai yang diinginkan dalam waktu 1073 ms dengan overshoot mencapai 330 lux. Dari data yang diperoleh nilai rata – rata cahaya yang terukur oleh sensor BH1750 yaitu sebesar 295.55 lux yang artinya besarnya error yang didapat adalah 1.48%. Hasil pengujian memperoleh respon yang sedikit fluktuatif dikarenakan persentase

nyala lampu yang digunakan selama proses pengujian masuk pada rentang 40% - 70%. Lalu pada pengujian pengendalian intensitas cahaya dengan gangguan diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 23. Hasil Pengujian Pengendalian Intensitas Cahaya dengan Gangguan

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 18 yang mana sistem mampu mencapai nilai yang diinginkan dalam waktu 563 ms dengan nilai rata – rata yang diperoleh sebesar 290.08. Sehingga nilai *error* yang diperoleh sebesar 3.31%. Hasil pengujian memperoleh respon yang sedikit fluktuatif dikarenakan persentase nyala lampu yang digunakan selama proses pengujian masuk pada rentang 40% - 70%.

Lalu pada pengujian keseluruhan sistem diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Warna	Nilai lux	Freq. R	Freq. G	Freq. B	Penyimpanan
Merah 1	290,83	59	125	118	Tepat
Hijau 1	290	199	161	194	Tepat
Biru 1	298,33	117	112	71	Tepat
Merah 2	290	60	111	93	Tepat
Hijau 2	299,17	243	167	191	Tepat
Biru 2	294,17	119	108	71	Tepat

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel , sistem mampu membaca warna dengan nilai pembacaan yang relatif sama pada rentang intensitas cahaya 290 – 310 lux. Lalu dapat menyimpan benda pada tempatnya sesuai dengan warna benda. Berdasarkan pengujian persentase keberhasilan penyortiran benda sebesar 100% dikarenakan semua benda dapat dideteksi dan dipindahkan ke tempat yang sesuai. Dengan demikian sistem yang dibuat sudah berjalan dengan baik.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa. Lengan robot penyortir sudah mampu bekerja dengan baik, alat mampu menyortir benda dengan 3 jenis

warna yaitu merah, hijau, dan biru dengan beban benda kerja seberat 30 gram ke 3 titik penyimpanan yaitu sudut 5°, 40°, dan 75°. Lalu sistem pengendalian intensitas cahaya menggunakan *fuzzy logic* sudah dapat bekerja dengan baik, dikarenakan pada pengujian yang dilakukan memperoleh nilai *error* yang relative kecil yaitu 1.48%. Sehingga dapat menghasilkan pembacaan sensor warna yang akurat dan stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya Mahasiswa peneliti Tugas Akhir tahun akademik 2021/2022 mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung, melalui wakil Direktur Akademik atas bantuan pendanaan penyusunan tugas akhir kelompok A1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Rahayu and A. T. Sumarni, "Goods Robots Based On Color Using Microcontroller Atmega 328," *JAETS*, vol. 2, no. 2, pp. 50–61, May 2021, doi: 10.37385/jaets.v2i1.144.
- [2] W. Wiliam, B. Kartadinata, and L. Wijayanti, "Pengendalian Lengan Robot untuk Proses Pemindahan Barang," *TESLA*, vol. 21, no. 1, pp. 69–78, Mar. 2019, doi: 10.24912/tesla.v21i1.3252.
- [3] I. Faroz, R. Maulana, and W. Kurniawan, "Implementasi Sensor Warna Pada Robot Lengan Pemindah Barang Menggunakan *Inverse kinematics*," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 7, pp. 7284–7293, Jul. 2019.
- [4] I. Zulkarnain, M. Ramadhan, and B. Anwar, "Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan *Fuzzy logic* dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, vol. 2, no. 2, pp. 106–117, Jul. 2019.
- [5] S. Z. Jasmine, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Warna Pada Kaleng Minuman Menggunakan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino Uno," Tugas Akhir, Universitas Sumatra Utara, Medan, 2017.
- [6] A. L. Maukar and S. Ramadhina, "Perancangan Ulang Sistem Pencapaian Proses Inspeksi Area Dekorasi Pada Pabrik Kemasan Pelanggan," 2019, p. 7.
- [7] R. Nugraha, M. Z. Romdlony, and I. A. Fayyadh, "Perancangan Sistem Sensor

Lampu LED Dengan Kendali Intensitas Cahaya Otomatis Menggunakan *Fuzzy logic* Controller,” Bandung, Aug. 2020, vol. 7, pp. 3000–3009.

- [8] A. S. Arisandi and J. Subur, “Rancang Bangun Robot Lengan Pemindah Barang 3 DOF Menggunakan Metode *Inverse kinematics* Berbasis Android,” *Elektrika Borneo (JEB)*, vol. 6, no. 2, pp. 35–41, Oct. 2020.
- [9] I. Amalia, Syukranullah, and Bukhari, “Rancang Bangun Robot Lengan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” *JURNAL MESIN SAINS TERAPAN*, vol. 3, no. 1, pp. 7–10, 2019.