

# Rancang Bangun Smart Cleaner Robot sebagai Robot Pengambil dan Pemilah Sampah

<sup>1</sup>Abdur Rohman, <sup>2</sup>James Aditama, <sup>3</sup>M. Bagus Arifin, <sup>4</sup>Ria Rahmawati, <sup>5</sup>Siti Sendari

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang  
Jl. Semarang 5, Malang 65145 Telp: (0341) 565-307

<sup>1</sup>rohmen10@gmail.com, <sup>2</sup>james.a.k.putra316@gmail.com, <sup>3</sup>arifinbagus4@gmail.com, <sup>4</sup>riarahmawati0703@gmail.com, <sup>5</sup>siti.sendari.ft@um.ac.id

**Abstrak** – Terciptanya lingkungan yang sehat dipengaruhi oleh kebersihan lingkungan. Kebersihan lingkungan dapat tercipta berkat adanya kesadaran dan partisipasi masyarakat yang proaktif dalam menangani masalah sampah. Namun saat ini, kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan semakin menurun. Hal tersebut menyebabkan lingkungan menjadi kumuh dan dapat menjadi sumber berbagai jenis penyakit. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sampah yang efektif dan efisien agar tercipta lingkungan yang sehat.

Smart Cleaner Robot merupakan robot pemungut dan pemilah sampah berbasis arduino yang dapat membantu penanganan sampah rumah tangga untuk menjaga kebersihan lingkungan tempat tinggal. Smart Cleaner Robot akan memancarkan radar dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya sampah, jika robot mendeteksi sampah maka robot akan bergerak mendekati sampah hingga robot berada di depan sampah, arm robot akan aktif untuk mengambil sampah, sekaligus mendeteksi jenis sampah berdasarkan pembacaan sensor warna. Dari pembacaan tersebut, robot akan memilah jenis sampah organik dan anorganik dengan batasan sampah organik berwarna hijau dan kuning dan selain warna tersebut diasumsikan sebagai sampah anorganik. Penentuan jenis sampah tersebut akan berpengaruh pada pergerakan servo sudut putar  $z$  arm robot pembuangan sampah.

Dari pengujian yang dilakukan, sistem telah bekerja dengan baik. Robot dapat mendeteksi keberadaan sampah dan dapat memilah jenis sampah organik dan anorganik sesuai dengan pembacaan sensor warna. Ketika sampah terdeteksi sampah organik maka servo sudut putar  $z$  arm robot mendapat nilai  $180^\circ$  untuk membuang sampah pada box penampung sampah organik dan ketika sampah terdeteksi sampah anorganik maka servo sudut putar  $z$  arm robot mendapat nilai  $0^\circ$  dan untuk membuang sampah pada box penampung sampah anorganik.

**Kata Kunci:** Sampah, Smart Cleaner Robot, Kinematik Robotika

**Abstract** – The creation of a healthy environment is influenced by environmental hygiene. environmental hygiene can be created thanks to the existence of the awareness and public participation are proactive in addressing the waste problem. But this time, public awareness of environmental hygiene will be progressively decreased. This neighborhood became rundown and can be a source of various kinds of diseases. Therefore, the required waste management is effective and efficient in order to created a healthy environment.

Smart Cleaner Robot is a robot garbage collector and parser-based arduino that can help the handling of household waste to keep the environment clean. Smart Cleaner Robot will emit Ultrasonic sensors of a radar to detect the presence of garbage, if the robot detects a trash robot will then approach the garbage up to the robot are in front of the garbage, the robot arm will be activated to take the trash, as well as detects the type of trash sensor readings based on color. From these readings, the robot will sort out the types of organic and inorganic waste with the limitations of organic waste are green and yellow and besides the color assumed as inorganic garbage. The determination of the type of garbage that will affect the movement of the servo arm swivel angle  $z$  robot garbage disposal.

From the testing that was done, the system has worked well. The robot can detect the presence of garbage and trash can to sort organic and inorganic types correspond to the reading of the sensor. When garbage was detected organic waste then swivel angle servo robot arm gets  $z$  value of  $180^\circ$  to dump on a box holding organic waste and garbage are detected when inorganic garbage then swivel angle servo robot arm  $z$  grades  $0^\circ$  and for dump on inorganic garbage container box.

**Keywords :** Rubbish, Smart Cleaner Robot, Kinematic Robotics

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Lingkungan yang sehat dan bersih merupakan dambaan setiap orang. Terciptanya lingkungan yang sehat dipengaruhi oleh kebersihan lingkungan. Lingkungan dikatakan bersih apabila tidak ada sampah yang berserakan dimana-mana. Kebersihan lingkungan dapat tercipta berkat adanya kesadaran dan partisipasi masyarakat yang proaktif dalam menangani masalah sampah. Namun saat ini, kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan semakin menurun. Hal tersebut menyebabkan lingkungan menjadi kumuh dan dapat menjadi sumber berbagai jenis penyakit. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan sampah yang efektif dan efisien agar tercipta lingkungan yang sehat.

Dengan permasalahan tersebut, kami membuat sebuah robot mampu membantu manusia untuk membersihkan sampah, yaitu Smart Cleaner Robot. Dengan robot diharapkan kebersihan lingkungan akan selalu terjaga. Terlebih robot

dilengkapi dengan sensor warna yang mampu membedakan sampah organik dan non organik, dan mengambil sampah menggunakan pergerakan arm robot untuk membuang sampah pada box penampung sesuai jenis sampah yang telah terdeteksi. Dengan demikian, sampah akan mudah diproses kembali (daur ulang sampah).

### B. Tujuan

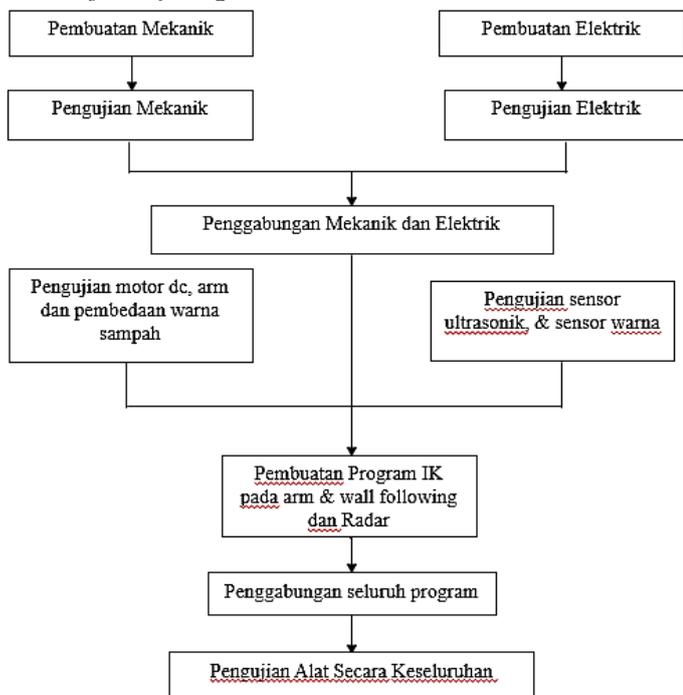
Tujuan perancangan Smart Cleaner Robot yaitu sebagai berikut :

1. Merancang sebuah sistem cerdas yang dapat menggantikan tugas manusia membersihkan sampah dan menggolongkan jenis sampah
2. Merangkai komponen sensor, aktuator, dan sistem kontrol robot menjadi sebuah system Smart Cleaner Robot yang terintegrasi

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Smart Cleaner Robot

Dalam sistem ini, digunakan beberapa perangkat keras untuk mendukung proses kerja alat agar dapat berjalan dengan baik. Salah satunya menggunakan mikrokontroler Arduino Mega sebagai otak dari sistem tersebut. Mikrokontroler digunakan untuk memproses hasil pembacaan sensor yang kemudian akan diproses untuk pengontrolan pemungutan dan pemilahan sampah dengan tahapan penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian Perancangan Smart Cleaner Robot

### B. Komponen Smart Cleaner Robot

Komponen penyusun smart cleaner robot yaitu sebagai berikut :

#### 1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC. Board arduino mega 2560 ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Arduino Mega 2560

#### 2. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Motor servo sebagai aktuator pergerakan robot ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Motor Servo

#### 3. Motor DC

Motor DC merupakan alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar).

Motor DC untuk sistem wall following robot ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Motor DC beserta gearbox

#### 4. Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan driver motor yang paling populer digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor terutama pada *robot line follower / line tracer*. Kelebihan dari driver motor L298N ini adalah cukup presisi dalam mengontrol motor. Selain itu, kelebihan driver motor L298N adalah mudah untuk dikontrol. Untuk mengontrol driver L298N ini dibutuhkan 6 buah pin mikrokontroler. Dua buah untuk pin Enable (satu buah untuk motor pertama dan satu buah yang lain untuk motor kedua. Karena driver L298N ini dapat mengontrol dua buah motor DC). Board Driver L298N sebagai pengatur kecepatan motor DC wall following ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Driver Motor

#### 5. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Sensor ultrasonik sebagai radar pendeteksi sampah dan pengatur jarak wall following ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Sensor Ultrasonik

#### 6. Sensor Warna TCS3200

TCS3200 merupakan konverter yang diprogram untuk mengubah warna menjadi frekuensi yang tersusun atas konfigurasi *silicon photodiode* dan konverter arus ke frekuensi dalam IC CMOS *monolithic* yang tunggal. Keluaran dari sensor ini adalah gelombang kotak (duty cycle 50%) frekuensi yang berbanding lurus dengan intensitas cahaya (*irradiance*). Keluaran frekuensi skala penuh dapat diskalakan oleh satu

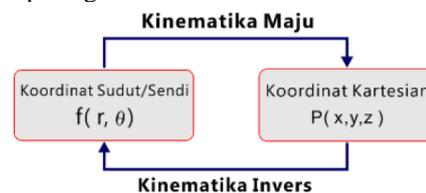
dari tiga nilai-nilai yang ditetapkan via dua kontrol pin input. Masukan digital dan keluaran digital memungkinkan antarmuka langsung ke mikrokontroler atau sirkuit logika lainnya. Sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi jenis sampah berdasarkan warna ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Sensor Warna TCS3200

#### 7. Kinematika Robot

Kinematik dalam robotik adalah suatu bentuk pernyataan deskripsi matematik geometri dari suatu struktur robot yang diperoleh melalui hubungan antara konsep geometri ruang sendi pada robot dengan konsep koordinat cartesian untuk menentukan kedudukan dari suatu obyek. Kinematik pada robot secara umum terbagi menjadi dua, yaitu kinematik maju (*forward*) dan kinematik kebalikan (*invers*). Hubungan antara *forward* dan *invers* kinematik arm robot ditunjukkan pada gambar 8.

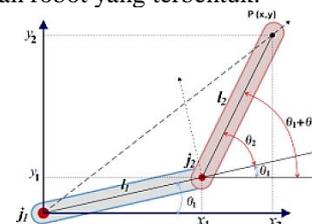


Gambar 8. Hubungan Forward Kinematic dan Invers Kinematic

Mengacu pada Gambar 8 :

- Kinematik maju adalah analisis kinematik agar mendapatkan posisi titik koordinat kartesian  $P(x,y,z)$  jika yang diketahui besar sudut tiap sendi,
- Kinematik balikan (*invers*) adalah analisis kinematik agar mendapatkan besar sudut angular tiap sendi, jika yang diketahui titik koordinat  $P(x,y,z)$ .

Salah satu cara paling mudah untuk menyelesaikan analisis kinematik robot adalah dengan menggunakan persamaan geometri yang memanfaatkan pola segitiga pada setiap link lengan robot yang terbentuk.



Gambar 9. 2 Dof Arm Robot

Pada Gambar 9 menunjukkan konfigurasi robot lengan 2 sendi yang digambar menggunakan warna biru muda dan dilambangkan dengan huruf l. Apabila variabel yang diketahui adalah besar sudut  $\theta$ , maka untuk mendapatkan kedudukan ujung lengan yang dinyatakan sebagai  $P=(x,y)$  adalah dengan menggunakan analisis kinematik maju. Persamaan kinematik maju untuk robot lengan 2 sendi

Persamaan nilai x :  

$$x = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \dots\dots\dots(1)$$

Persamaan nilai y :  

$$y = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) \dots\dots\dots(2)$$

Sedangkan untuk mencari persamaan kinematik balik (invers kinematic) yang besar sudut  $\theta_1$  dan  $\theta_2$  didapat dari persamaan x dan y diatas dengan mengkuadratkan dan menjumlahkan keduanya menggunakan rumus eliminasi, langkah-langkah tersebut maka diperoleh persamaan.

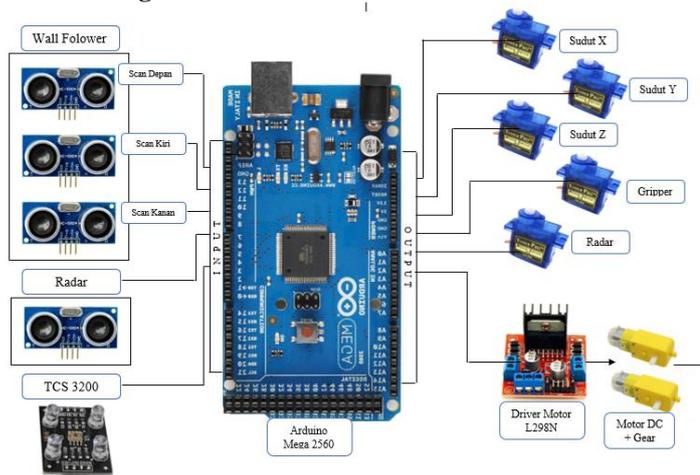
Persamaan nilai  $\theta_2$  :  

$$\theta_2 = \cos^{-1} \left( \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 l_2} \right) \dots\dots\dots(3)$$

Persamaan nilai  $\theta_1$  :  

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left( \frac{y(l_1 + l_2 \cos \theta_2) - x l_2 \sin \theta_2}{x(l_1 + l_2 \cos \theta_2) + y l_2 \sin \theta_2} \right) \dots\dots\dots(4)$$

**C. Blok Diagram Smart Cleaner Robot**



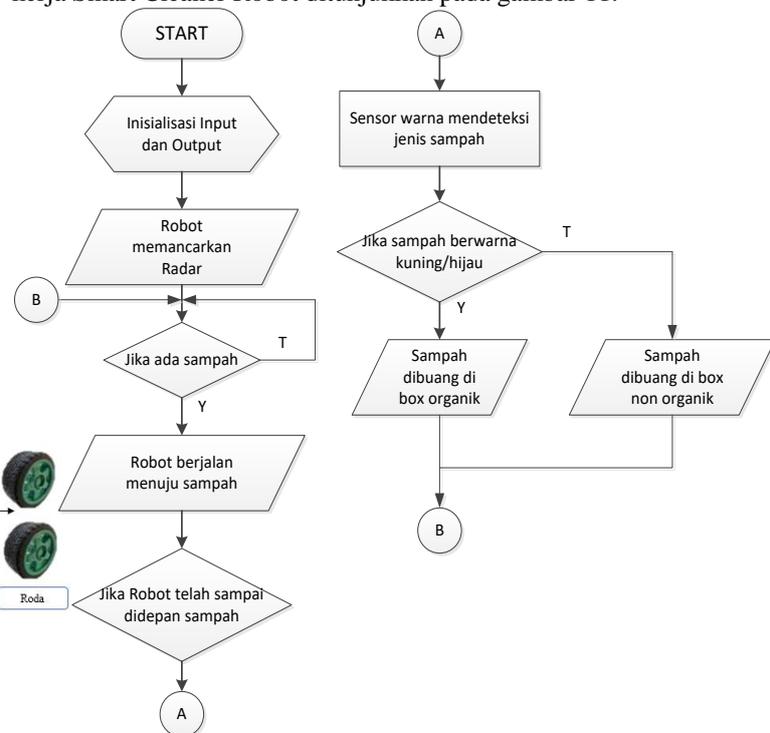
Gambar 10. Gambar Blok Diagram Smart Cleaner Robot

Blok Diagram diatas memperlihatkan bahwa dalam robot pemungut dan pemilah sampah memiliki beberapa input dan output. Input robot sebanyak dua jenis yaitu Sensor Ultrasonik dan sensor warna (TCS-3200). Sensor Ultrasonik terdapat dua fungsi yaitu untuk *Wall Follower* sebanyak tiga

buah (depan, kanan, dan kiri) dan satu buah berfungsi sebagai radar pendeteksi sampah. Processor pada sistem ini menggunakan modul *Arduino Mega*. Outputnya sebanyak dua yaitu motor DC dan motor servo. Untuk servo terdapat dua fungsi yaitu untuk menggerakkan arm sebanyak tiga buah dan menggerakkan radar sebanyak satu buah. Sedangkan untuk pergerakan robot menggunakan motor DC yang diatur melalui driver motor L298N.

**D. Prinsip Kerja Smart Cleaner Robot**

Smart Cleaner Robot merupakan robot pemungut dan pemilah sampah berbasis arduino yang dapat membantu penanganan sampah rumah tangga untuk menjaga kebersihan lingkungan tempat tinggal. Smart Cleaner Robot akan memancarkan radar dari sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya sampah, jika robot mendeteksi sampah maka robot akan bergerak mendekati sampah hingga robot berada didepan sampah, arm robot akan aktif untuk mengambil sampah, sekaligus mendeteksi jenis sampah berdasarkan pembacaan sensor warna. Dari pembacaan tersebut, robot akan memilah jenis sampah organik dan anorganik dengan batasan sampah organik berwarna hijau dan kuning dan selain warna tersebut diasumsikan sebagai sampah anorganik. Penentuan jenis sampah tersebut akan berpengaruh pada pergerakan servo sudut putar z arm robot pembuangan sampah. Flowchart prinsip kerja Smart Cleaner Robot ditunjukkan pada gambar 11.

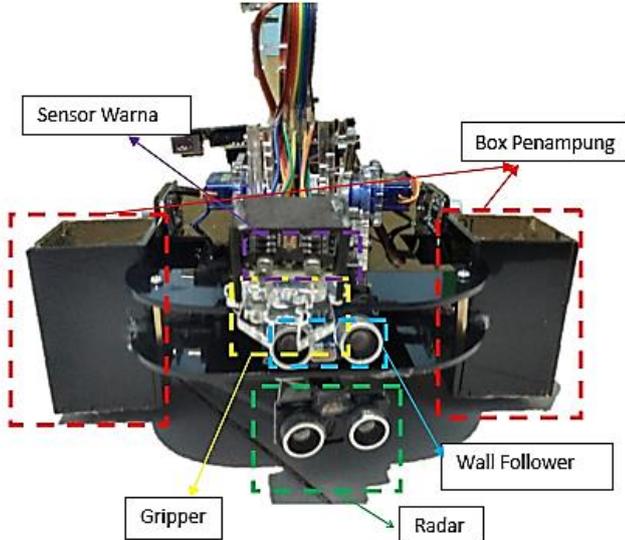


Gambar 11. Flowchart Smart Cleaner Robot

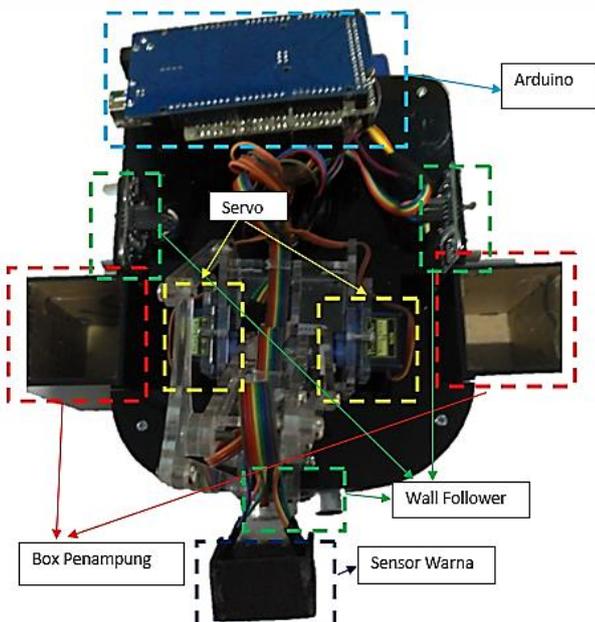
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Prototype Smart Cleaner Robot

Hasil pembuatan prototype smart cleaner robot ditunjukkan pada gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 12. Tampak Depan Smart Cleaner Robot



Gambar 13. Tampak Atas Smart Cleaner Robot

#### B. Pengujian Smart Cleaner Robot

Berikut merupakan tabel pengujian sistem Smart Cleaner Robot :

Tabel 1. Sampah Berwarna Hijau  
 Intensitas (RGB) : R = 89 G=103 B=85

Percobaan Ke-	Warna terbaca	Komponen Warna			Jenis Sampah	Sudut Putar Z
		R	G	B		
1	Hijau	31	21	15	Organik	180 <sup>0</sup>
2	-	30	30	14	-	-
3	Hijau	27	22	23	Organik	180 <sup>0</sup>

Tabel 2. Sampah Berwarna Biru  
 Intensitas (RGB) : R = 89 G=103 B=85

Percobaan Ke-	Warna terbaca	Komponen Warna			Jenis Sampah	Sudut Putar Z
		R	G	B		
1	Hijau	34	23	16	Organik	180 <sup>0</sup>
2	Biru	44	32	22	An-Organik	0 <sup>0</sup>
3	Biru	25	24	16	An-Organik	0 <sup>0</sup>

Tabel 3. Sampah Berwarna Kuning  
 Intensitas (RGB) : R = 89 G=103 B=85

Percobaan Ke-	Warna terbaca	Komponen Warna			Jenis Sampah	Sudut Putar Z
		R	G	B		
1	Hijau	18	22	27	Organik	180 <sup>0</sup>
2	Kuning	15	19	24	Organik	180 <sup>0</sup>
3	Kuning	15	19	23	Organik	180 <sup>0</sup>

Dari data hasil pengujian sistem dapat analisa bahwa intensitas cahaya sangat berpengaruh pada pemilahan sampah sistem pendeteksi sampah dengan menggunakan radar sensor ultrasonik sudah berjalan dengan baik. Pembacaan sensor warna dengan berbagai jenis sampah menggunakan sensor warna TCS3200 juga terbaca dengan baik, untuk menentukan jenis sampah sesuai dengan batasan masalah yang telah ditentukan. Ketika sampah terdeteksi sampah organik maka servo sudut putar z arm robot mendapat nilai 180<sup>0</sup> untuk membuang sampah pada box penampung sampah organik dan ketika sampah terdeteksi sampah anorganik maka servo sudut putar z arm robot mendapat nilai 0<sup>0</sup> dan untuk membuang sampah pada box penampung sampah anorganik.

### IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada Program terdapat program *wall following* untuk menjalankan robot mengikuti tembok, radar untuk mendeteksi adanya sampah, dan Inverse Kinematic untuk menjalankan arm untuk mengangkut sampah.

2. Pada Program *wall following* menggunakan tiga buah sensor ultrasonik untuk mendeteksi adanya tembok, sensor tersebut dipasang pada kanan; kiri; dan depan. Selanjutnya *wall following* tersebut menjalankan robot.
3. Untuk menggerakkan robot menggunakan tipe roda dengan menggunakan motor DC dilengkapi dengan gearbox kuning. Pada motor DC dipasang *driver* L298N.
4. Pada Program radar menggunakan sensor ultrasonik yang dipasang dengan servo untuk menggerakkan ultrasonik. Radar tersebut digunakan untuk menggerakkan putar *arm* ke arah benda yang dideteksi.
5. *Inverse Kinematik* untuk menggerakkan arm ke arah benda yang telah dideteksi. *Inverse Kinematik* menjalankan koordinat sesuai rumus pada program.
6. Setelah benda tersebut diangkat menggunakan *gripper*, sensor warna (TCS3200) tersebut akan mendeteksi warna tersebut dan memutar *arm* ke arah box kanan atau kiri.
7. Program *arm* tersebut menggunakan dua *Degree of Freedom* dilihat dari jumlah link sebanyak dua buah.
8. Robot tersebut digunakan untuk mencari sampah otomatis, mengangkat sampah, dan membedakan organik dan anorganik dengan melihat dari warna sampah tersebut.
9. Intensitas cahaya mempengaruhi deteksi sampah.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Aritonang P., dkk.2017.“Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Cerdas Otomatis The Prototype Of Automatic Smart Trash Clustering Tool”. *SNITT- Politeknik Negeri Balikpapan*
- [2]Craig, J.J. 2005. *Introduction to Robotics Mechanics and Control*. Prentice Hall. United State of America.
- [3]Jayakrista Suriandi.2013. “Perancangan dan realisasi pemilah sampah anorganik perkantoran otomatis berbasis mikrokontroler”, *Tugas Akhir Universitas Kristen Mahardika*
- [4]Pitowarno, Endra., Robotika Desain Kontrol dan Kecerdasan Buatan, Yogyakarta : Andi Offset, 2006.
- [5]Setiawan Dedi, dkk. 2014. Rancang bangun pembuka dan penutup tong sampah otomatis berbasis mikrokontroler”, *Jurnal Program Studi Sistem Komputer, STMIK Royak Kisanan*.
- [6]Spong, Mark W. 2007. *Robot Dynamics and Control*. John Wiley & Sons. New York.
- [7]Syahwil M.2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*, Jogja:Andi.
- [8]Wardi, I.N.2011.”Pengelolaan Sampah Berbasis Sosial Budaya : Upaya Mengatasi Masalah Lingkungan Di Bali”. *Jurnal Bumi Lestari* 11(1), 167-177.