

RANCANG BANGUN LENGAN ROBOT SEBAGAI ALAT PEMINDAH BARANG BERDASARKAN WARNA MENGUNAKAN SENSOR FOTODIODA

^[1]Fachrunisa Cempaka, ^[2]Abdul Muid, ^[3]Ikhwan Ruslianto
^{[1][2][3]}Jurusan Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak
Telp./Fax.: (0561) 577963
e-mail:
^[1]fachrunisafc@gmail.com, ^[2]muid@physics.untan.ac.id,
^[3]ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini telah dibuat sebuah lengan robot yang dapat memindahkan barang berdasarkan warna. Lengan robot ini mendeteksi keberadaan benda lalu mengambilnya, kemudian lengan robot menyortir warna benda yang diambil tersebut untuk dimasukkan ke dalam masing-masing wadah yang sesuai. Lengan robot digerakkan oleh motor servo yang terpasang pada setiap pangkal sendi dan bergerak sesuai dengan perintah mikrokontroler. Sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi keberadaan benda sedangkan untuk mendeteksi warna benda, digunakan sensor fotodiode. Lengan robot mampu mengambil benda yang ada di depannya dengan kisaran jarak antara 15 cm sampai dengan 30 cm. Lengan robot telah mampu melakukan penyortiran warna secara benar dengan indikator bahwa benda berwarna merah diletakkan pada wadah penampungan warna merah, benda berwarna hijau diletakkan pada wadah penampungan warna hijau, benda berwarna biru diletakkan pada wadah penampungan warna biru, dan benda selain warna merah, hijau, dan biru diletakkan ke wadah pembuangan.

Kata kunci : Lengan robot, Pemindah barang, Penyortiran warna, Fotodiode

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat khususnya dalam bidang industri, diciptakanlah robot-robot otomatis yang dikendalikan oleh teknologi komputer. Robot lengan adalah bentuk robot yang sering dipakai dalam dunia industri untuk memaksimalkan fungsi kerja manufaktur pada sebuah pabrik/perusahaan.

Uray Ristian pada tahun 2013 telah melakukan sebuah penelitian yang berkaitan dengan pembuatan lengan robot pemindah barang berjudul “Visualisasi dan Pengendalian Gerak Robot Lengan 4 Dof menggunakan Visual Basic” [1]. Permasalahannya yaitu lengan robot tersebut hanya digunakan untuk mengambil benda tanpa spesifikasi khusus terhadap barang-barang yang akan dipindahkan, misalnya pemindahan barang berdasarkan warna, ukuran atau jenisnya. Pemindahan barang tanpa spesifikasi khusus ini menyebabkan proses pemindahan dan pengelompokan

barang dilakukan secara berulang-ulang dan masih menggunakan tenaga manusia (manual) yang banyak menghabiskan waktu dan tenaga.

Karena lengan robot pemindah barang tersebut dianggap belum memiliki spesifikasi khusus dalam menjalankan fungsinya, maka pada penelitian ini akan dibuat rancang bangun berupa lengan robot pemindah barang berdasarkan warna menggunakan sensor fotodiode, dimana lengan robot tersebut dapat memindahkan barang pada tempatnya berdasarkan warna barang tersebut untuk memudahkan pekerjaan manusia, menghemat waktu dan tenaga dalam pengelompokan barang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot Lengan

Robot lengan (*arm robot*) adalah robot mekanik yang gerakannya dibuat menyerupai anatomi lengan manusia. Robot lengan memiliki beberapa sendi pergerakan dan

pencengkram (*gripper*) yang disesuaikan dengan kebutuhan. Robot lengan juga memiliki komponen-komponen lain sebagai bagian pembentuknya seperti aktuator dan kontroler. Robot lengan juga memiliki derajat kebebasan yang berfungsi menentukan banyaknya gerakan pada robot tersebut [2].

2.2 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo [3].

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler dapat diumpamakan sebagai bentuk minimum dari sebuah mikrokomputer. Ada perangkat keras dan perangkat lunaknya, juga ada memorinya, CPU, dan lain sebagainya, yang terpadu dalam satu chip IC. Dalam perkembangannya, mikrokontroler telah mengambil peran penting dalam dunia sistem elektronika, terutama dalam aplikasi elektronika konsumen. Mikrokontroler merupakan salah satu pilihan untuk memenuhi kebutuhan alat kontrol yang fleksibel dan portabel, serta dapat diprogram ulang (*programmable*) [4].

2.4 Sensor Jarak Inframerah (IR)

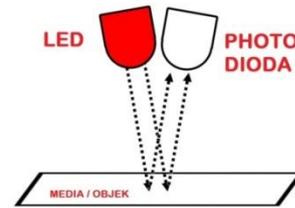
Dalam pembuatan robot, sensor ini berguna untuk mengukur jarak antara suatu objek benda dengan penghalang (*obstacle*) dengan keberadaan robot sehingga pada jarak tertentu robot bisa diatur agar melakukan gerakan menghindari benda (*avoid*) atau penghalang yang ada didepannya [4].

2.5 Fotodioda

Fotodioda digunakan sebagai penangkap gelombang cahaya yang dipancarkan oleh inframerah. Besar tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh fotodioda tergantung pada besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh inframerah [5].

LED akan memancarkan cahaya ke objek dan fotodioda akan menerima cahaya yang dipantulkan oleh objek tersebut. Intensitas cahaya yang diterima oleh

fotodioda akan mempengaruhi nilai resistansinya.



Gambar 1. Fotodioda (*Detector*) dan LED Infrared (*Emmitter*)

2.6 Cahaya dan Warna

Menurut teori gelombang, cahaya merupakan gelombang yang menyebar dari suatu sumber seperti riak yang menyebar pada permukaan air jika dijatuhkan batu ke permukaannya. Energi yang dibawa cahaya menurut analogi ini terdistribusi secara kontinyu ke seluruh pola gelombang. Menurut teori kuantum, cahaya menyebar dari sumbernya sebagai sederetan konsentrasi energi yang terlokalisasi, masing-masing cukup kecil sehingga dapat diserap oleh sebuah elektron [6].

Panjang gelombang yang berbeda-beda diinterpretasikan oleh otak manusia sebagai warna, dengan merah adalah panjang gelombang terpanjang (frekuensi paling rendah) hingga ke ungu dengan panjang gelombang terpendek (frekuensi paling tinggi). Cahaya dengan kisaran frekuensi dibawah 380 nm dan diatas 750 nm tidak dapat dilihat oleh manusia. Cahaya disebut sebagai sinar ultraviolet pada batas frekuensi tinggi dan inframerah pada batas frekuensi rendah.

Warna putih terbentuk dari pantulan semua warna, sedangkan warna hitam terbentuk karna menyerap semua warna . Oleh karena itu, warna hitam dan putih memiliki perbedaan yang sangat kontras.

3. METODOLOGI PENELITIAN

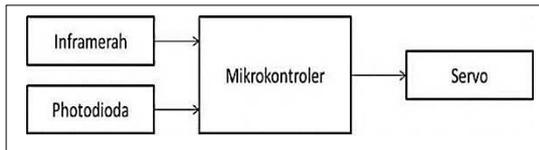
Proses penelitian dimulai dengan melakukan studi pustaka terkait dengan teori-teori robotika dan teori-teori penunjang lainnya. Selanjutnya dilakukan perancangan yang meliputi perancangan sistem mekanik, sistem elektronik dan sistem pemrograman yang kemudian diintegrasikan menjadi suatu sistem sehingga berfungsi sebagaimana

mestinya. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem. Setelah pengujian maka dilakukan analisa untuk mendapatkan kesimpulan akhir dari proses penelitian.

4. PERANCANGAN SISTEM

4.1 Perancangan Perangkat Elektronik

Diagram blok pada gambar 2 menunjukkan prinsip kerja sistem secara umum.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok tersebut terdapat satu buah perangkat untuk mendeteksi ada atau tidak adanya suatu benda yaitu sensor inframerah, kemudian satu buah perangkat pendeteksi warna benda yaitu sensor fotodiode, serta terdapat enam buah motor servo yang berfungsi sebagai penggerak lengan robot. Seluruh perangkat masukan dan keluaran terhubung ke *minimum system* mikrokontroler ATmega16.

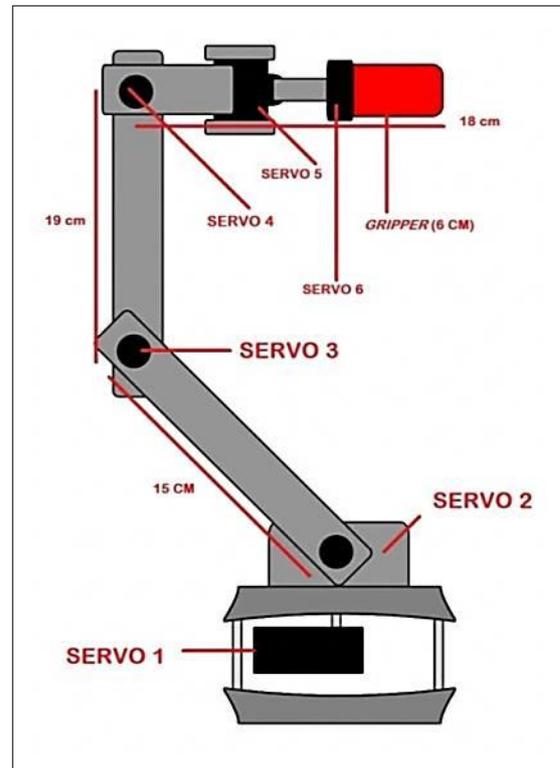
4.2 Perancangan Mekanika Robot Lengan

Pembuatan mekanik robot lengan ini menggunakan bahan *acrylic* yang masing-masing diatur panjangnya. Gambar 3 merupakan gambar perancangan mekanika robot lengan secara visual menggunakan komputer.

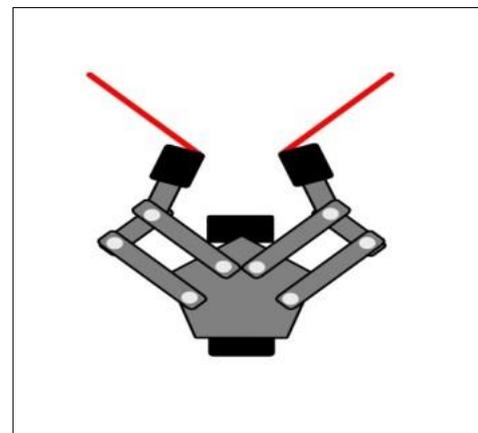
Selain perancangan mekanika robot lengan secara umum, diperlukan juga perancangan mekanika pada pembuatan capit atau *gripper*. Hal ini sangat penting karena *gripper* merupakan kunci utama lengan robot tersebut dalam proses pengambilan barang. Apabila pembuatan *gripper* dilakukan secara sembarangan, maka akan memungkinkan terjadi error dalam jumlah yang besar pada proses pengambilan barang. Gambar 4 merupakan mekanika perancangan *gripper*.

Pada perancangan *gripper* seperti yang ditunjukkan gambar 4., katup pada *gripper* dibuat berbeda seperti biasanya yang posisinya menutup ke dalam seperti cangkang kepiting atau dalam bentuk “()”. Pada penelitian ini, katup dibuat dalam posisi terbuka atau dalam bentuk “X”. Hal ini

bertujuan untuk memperbesar kemungkinan benda dapat masuk ke dalam *gripper* dalam posisi apapun. Misalnya, kubus yang posisinya lurus atau pun sedikit bergeser ke kanan akan tetap bisa diambil oleh *gripper* tersebut. Katup pada *gripper* dapat membuka dan menutup yaitu sekitar 1,8 cm sampai dengan 6 cm.



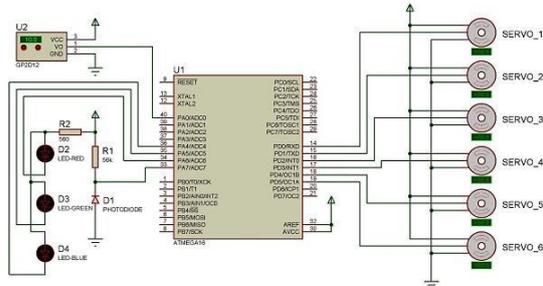
Gambar 3. Mekanika Robot Lengan



Gambar 4. Perancangan *Gripper*

4.2.1 Perancangan Minimum Sistem ATmega16

Fungsi rangkaian *minimum system* ini hampir sama seperti papan induk yang terdapat pada komputer. Rangkaian skematik minimum sistem yang digunakan dalam perancangan sistem ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Skematik Minimum Sistem Mikrokontroler

Berikut ini merupakan rancangan konfigurasi I/O pada mikrokontroler:

1. Port A

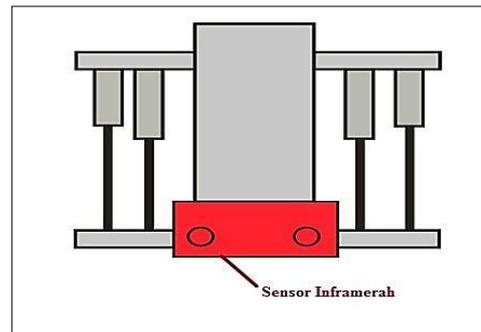
Port A digunakan sebagai *port* masukan (*input*) untuk menerima sinyal dari sensor inframerah dan sensor fotodiode. Penggunaan *port* A untuk sensor dikarenakan fitur *analog to digital converter* (ADC) hanya terdapat pada *port* A. Penelitian ini akan menggunakan masing-masing satu buah sensor inframerah dan sensor fotodiode yang terhubung pada dua buah pin *port* A, yaitu A.0 (untuk sensor inframerah) dan A.4 sampai A.7 (untuk sensor fotodiode).

2. Port D

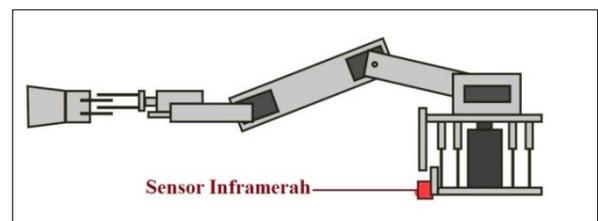
Port D dikonfigurasi sebagai *port* keluaran (*output*). Pin yang digunakan untuk menghubungkan *motor servo* yaitu pin D.0 sampai D.5 (6 buah motor servo).

4.2.2 Perancangan Sensor Inframerah

Sensor Inframerah diletakkan pada bagian depan bawah pada lengan robot. Sensor inframerah digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi benda yang ada di depan lengan robot. Gambar 6 dan gambar 7 merupakan gambar perancangan sensor inframerah (ditunjukkan oleh gambar berwarna merah).



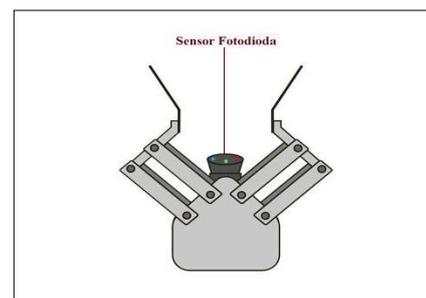
Gambar 6. Posisi Sensor Inframerah (Tampak Depan)



Gambar 7. Posisi Sensor Inframerah (Tampak Samping)

4.2.3 Perancangan Sensor Fotodiode

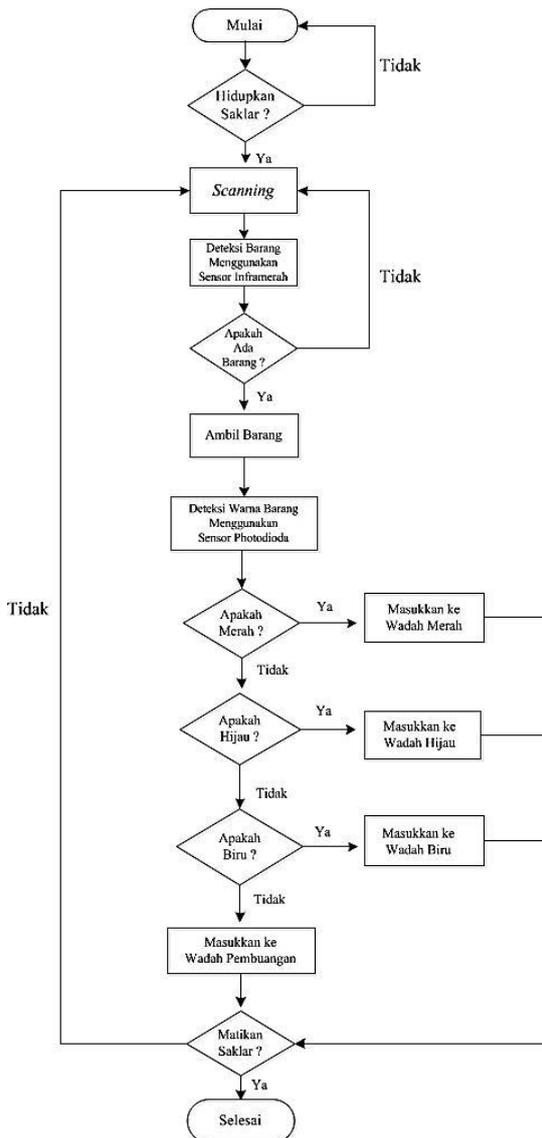
Sensor Fotodiode diletakkan pada bagian dalam pencapit (*gripper*). Sensor fotodiode mempunyai 3 LED yang terdiri dari warna merah, hijau, dan biru.. Sensor fotodiode bekerja sebagai pengenal warna. Gambar 8 merupakan posisi sensor fotodiode.



Gambar 8. Posisi Sensor Fotodiode

4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir pada gambar 9 menunjukkan alur kerja mikrokontroler sesuai dengan perangkat lunak yang akan dirancang.



Gambar 9. Diagram Alir Perangkat Lunak

Gambar 9 merupakan diagram alir perangkat lunak atau alur kerja dari perancangan lengan robot. Cara kerjanya yaitu pertama dengan menghidupkan saklar. Apabila saklar sudah dalam keadaan hidup, servo berotasi otomatis untuk *scanning* sambil membaca data dari inframerah. Sensor Inframerah mendeteksi keberadaan barang yang ada disekitarnya. Jika ada barang, mikrokontroler meneruskan perintah ke servo untuk mengambil barang tersebut. Setelah barang berada di dalam capit (*gripper*), sensor fotodiode mendeteksi warna yang barang yang berada di dalam capit (*gripper*) tersebut. Jika barang yang terdeteksi merupakan warna merah, maka servo akan

bergerak menuju wadah penampungan warna merah. Jika barang yang terdeteksi merupakan warna hijau, maka servo akan bergerak menuju wadah penampungan warna hijau. Jika barang yang terdeteksi merupakan warna biru, maka servo akan bergerak menuju wadah penampungan warna biru. Jika barang yang terdeteksi bukan merupakan warna merah, hijau, atau biru maka servo akan menggerakkan lengan robot ke wadah pembuangan. Selanjutnya jika saklar tidak dimatikan maka lengan robot akan kembali ke tahap *scanning* dan melakukan proses yang sama secara berulang-berulang dan akan selesai apabila saklar dimatikan.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun pengujian sistem ini meliputi pengujian perangkat keras, perangkat lunak, dan pengujian sistem secara keseluruhan.

5.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian Perangkat Keras dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras sudah berfungsi dengan baik. Pengujian perangkat keras dalam penelitian ini meliputi pengujian pada motor servo, mikrokontroler, sensor fotodiode dan sensor inframerah.

5.1.1. Pengujian Motor Servo

Hasil perancangan motor servo dapat dilihat pada gambar 10 dimana lengan robot terdiri dari 6 buah motor servo tetapi servo 5 tidak digunakan karena pada awalnya lengan robot dimaksudkan agar bisa mengambil benda dari posisi atas, akan tetapi setelah dilakukan beberapa kali percobaan hasilnya tidak efektif dan lengan tersebut kurang akurat dalam mengambil benda.



Gambar 10. Hasil Perancangan Motor Servo

Selanjutnya dilakukan pengujian motor servo. Pengujian motor servo dilakukan untuk menguji apakah seluruh motor servo sudah dapat bekerja dengan baik.

Tabel 1. Pengujian Motor Servo

SERVO 1	Pengujian ke-	Value Code	PWM (ms)	Besar Sudut
	1	190	2,26	-90°
	2	140	1,78	-30°
	3	115	1,54	0°
	4	70	1,108	54°
	5	40	0,82	90°

SERVO 2	Pengujian ke-	Value Code	PWM (ms)	Besar Sudut
	1	135	1,732	-46,8°
	2	110	1,492	-16,8°
	3	96	1,36	0°
	4	60	1,01	43,2°
	5	40	0,82	67,2°

SERVO 3	Pengujian ke-	Value Code	PWM (ms)	Besar Sudut
	1	160	1,97	-72°
	2	140	1,78	-48°
	3	100	1,4	0°
	4	80	1,2	24°
	5	50	0,92	60°

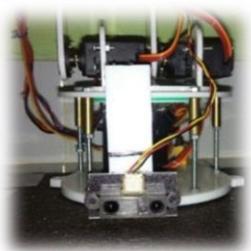
SERVO 4	Pengujian ke-	Value Code	PWM (ms)	Besar Sudut
	1	50	0,92	-96°
	2	90	1,3	-48°
	3	130	1,7	0°
	4	180	2,17	60°
	5	200	2,35	84°

SERVO 6 (GRIPPER)	Pengujian ke-	Value Code	PWM (ms)	Besar Sudut
	1	62	1,03	63,6°
	2	80	1,2	42°
	3	100	1,4	18°

Tabel 1 merupakan hasil pengujian untuk servo 1, servo 2, servo 3, servo 4, dan servo 6 (*gripper*). Dari seluruh percobaan yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa servo mampu bekerja dengan baik.

5.1.2. Pengujian Sensor Inframerah

Hasil perancangan sensor inframerah dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hasil Perancangan Sensor Inframerah

Inframerah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Inframerah Sharp GP2D12. Keseluruhan sistem pada penelitian ini menggunakan tegangan 5 Volt. Nilai ADC yang digunakan dalam sensor inframerah ini yaitu 10 bit jadi sekitar 0 sampai dengan 1023. Tabel 2 menunjukkan jarak terdekat dan jarak terjauh sensor inframerah yang dapat dicapai oleh lengan robot.

Tabel 2. Pengujian terhadap Sensor Inframerah

Pengujian ke-	Besar ADC	Jarak (cm)	Pendeteksian Benda	Pengambilan Benda
1	420	10	Berhasil	Gagal
2	380	15	Berhasil	Berhasil
3	320	20	Berhasil	Berhasil
4	260	25	Berhasil	Berhasil
5	200	30	Berhasil	Berhasil
6	140	35	Berhasil	Gagal

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian terhadap sensor inframerah yang dilakukan sebanyak 6 kali. Dari percobaan ke- 1 sampai dengan percobaan ke-6 dapat disimpulkan bahwa sensor inframerah dapat bekerja dengan baik. Sensor inframerah dapat mendeteksi keberadaan benda yang ada disekitarnya. Dari percobaan ini, inframerah dapat mendeteksi keberadaan benda yang ada didepannya pada rentang jarak antara 15 cm sampai dengan 30 cm.

5.1.3. Pengujian Sensor Fotodiode

Hasil perancangan sensor fotodiode dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Hasil Perancangan Sensor Fotodiode

Jumlah ADC untuk sensor fotodiode yaitu 1023 dibagi 50 jadi didapatkan skala nilai yaitu sekitar 0-20. Tujuan dibagi 50 yaitu untuk memperkecil skalanya agar tidak terlalu besar. Pada percobaan ini, warna yang

akan digunakan adalah warna merah, hijau, dan biru

Tabel 3. Pengujian Sensor Fotodiode Terhadap Warna

PENGUJIAN WARNA MERAH				
Percobaan ke-	R (Merah)	G (Hijau)	B (Biru)	Hasil Warna
1	19	6	15	Merah
2	19	14	19	Merah
3	19	7	10	Merah
4	19	10	17	Merah
5	18	5	9	Merah
6	18	6	11	Merah
7	19	8	16	Merah

PENGUJIAN WARNA HIJAU				
Percobaan ke-	R (Merah)	G (Hijau)	B (Biru)	Hasil Warna
1	3	10	6	Hijau
2	3	11	6	Hijau
3	4	13	8	Hijau
4	5	15	10	Hijau
5	6	18	12	Hijau
6	6	17	11	Hijau
7	5	16	10	Hijau

PENGUJIAN WARNA BIRU				
Percobaan ke-	R (Merah)	G (Hijau)	B (Biru)	Hasil Warna
1	7	14	19	Biru
2	9	17	19	Biru
3	5	9	19	Biru
4	8	15	19	Biru
5	14	16	19	Biru
6	6	11	19	Biru
7	15	18	19	Biru

Dari percobaan ke-1 sampai dengan percobaan ke-7 pada pengujian warna merah didapatkan hasil bahwa sensor fotodiode dapat mengenali warna merah dengan nilai *red* diatas 17, nilai *green* antara 5 – 14, dan nilai *blue* antara 9 – 19. Hasil dari 7 kali percobaan menunjukkan bahwa warna merah didapat dari nilai *Red* yang lebih dominan. Nilai *Red* memiliki nilai yang paling tinggi, *Blue* memiliki nilai yang tinggi (tapi tetap dibawah *red*) sedangkan *Green* memiliki nilai yang paling rendah untuk menghasilkan warna merah.

Dari percobaan ke-1 sampai dengan percobaan ke-7 pada pengujian warna hijau didapatkan hasil bahwa sensor fotodiode dapat mengenali warna hijau dengan nilai *red* antara 3 - 6, nilai *green* diatas 9, dan nilai *blue* antara 6 – 12. Hasil dari 7 kali percobaan menunjukkan bahwa warna hijau didapat dari nilai *Green* yang lebih dominan. Nilai *Green* memiliki nilai yang paling tinggi, *Blue* memiliki nilai yang tinggi (tapi tetap dibawah *green*) sedangkan *red* memiliki nilai yang paling rendah untuk menghasilkan warna hijau.

Dari percobaan ke-1 sampai dengan percobaan ke-7 pada pengujian warna biru didapatkan hasil bahwa sensor fotodiode dapat mengenali warna biru dengan nilai *red* antara 5 - 15, nilai *green* diatas 8, dan nilai *blue* diatas 18. Hasil dari 7 kali percobaan menunjukkan bahwa warna biru didapat dari nilai *Blue* yang lebih dominan. Nilai *Blue* memiliki nilai yang paling tinggi, *Green* memiliki nilai yang tinggi (tapi tetap dibawah *blue*) sedangkan *red* memiliki nilai yang paling rendah untuk menghasilkan warna biru.

5.2 Pengujian Perangkat Lunak

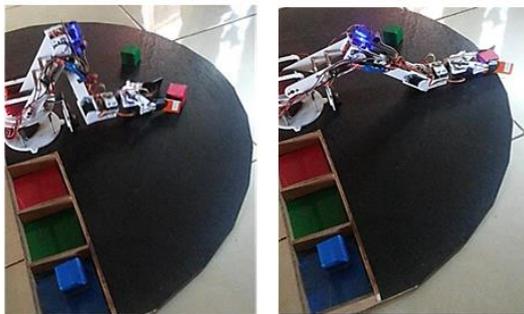
Pengujian Perangkat Lunak dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat lunak sudah dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat dilakukan analisa kesalahan-kesalahan di dalam proses pembuatan program. Keberhasilan oleh perangkat lunak sangat penting karena perintah-perintah dari *software* ini yang menjadi otak segala sistem agar perangkat keras dapat melakukan tugasnya sesuai dengan yang diharapkan.

5.3 Pengujian Seluruh Sistem

Pengujian sistem pemindah barang penyortir warna oleh lengan robot ini melibatkan pengujian kinerja semua komponen untuk mengetahui apakah alat mampu bekerja dan dapat menghasilkan keluaran yang diinginkan. Indikator keberhasilan alat ini adalah pengambilan dan penempatan barang yang sesuai dengan warna barang yang diambil. Pengujian seluruh sistem terbagi dalam 2 tahapan yaitu proses pengambilan barang, dan proses penyortiran warna barang.

5.3.1 Proses Pengambilan Barang

Saat benda berotasi otomatis, terdapat 3 buah warna yang dengan warna yang berbeda untuk dijadikan objek dalam proses pengambilan benda. Robot berotasi ke arah barat atau berlawanan dengan arah jarum jam. Apabila sensor mendeteksi keberadaan benda yang ada di depannya maka lengan robot langsung merunduk dan mengambil benda yang ada di depannya tersebut. Gambar 13 merupakan gambar pergerakan robot saat proses pengambilan barang.



Gambar 13. Proses Pengambilan Barang

Setelah melakukan 30 kali pengujian proses pengambilan barang terdapat beberapa data yang akan disajikan dalam tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Tabel Pengujian Pengambilan Barang

Pengujian ke-	Jarak (cm)	Keberhasilan Pengambilan (Ya/ Tidak)
1 - 5	3 - 9	Tidak
6 - 10	10 - 14	Tidak
11 - 15	15 - 19	Ya
16 - 20	20 - 25	Ya
21 - 25	26 - 30	Ya
26 - 30	>30	Tidak

Dari data pengujian yang didapatkan dalam proses pengambilan barang maka didapatkan kesimpulan bahwa lengan robot dapat mengambil barang dengan tepat dalam jarak 15 cm sampai dengan 30 cm. Hal ini dibatasi karena ukuran lengan robot tidak cukup panjang untuk meraih benda di atas 30 cm dan tidak bisa meraih benda di bawah 15 cm meskipun ia tetap dapat mendeteksi keberadaan benda tersebut.

5.3.2 Proses Penyortiran Warna

Proses kedua dari proses pengujian seluruh sistem pada robot ini yaitu pengujian penyortiran warna. Pada pengujian ini akan dilihat apakah lengan robot dapat memilah warna benda sesuai dengan yang diperintahkan.

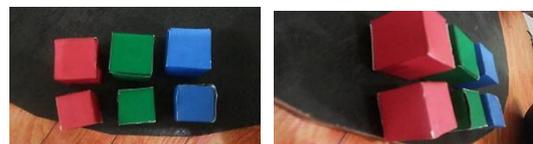
Objek dalam penyortiran warna ini berupa barang yang berbentuk kubus dengan lebih dari satu jenis warna, ukuran, dan bahan. Gambar 14 menunjukkan objek yang digunakan untuk pengujian penyortiran warna barang.



Gambar 14.a Lego Pastel



Gambar 14.b Kubus Berwarna

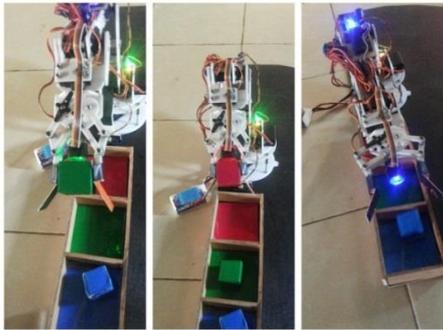


Gambar 14.c. Kubus Berwarna Merah, Hijau, dan Biru

Gambar 14 merupakan objek yang akan diuji dalam proses identifikasi warna yang dilakukan oleh lengan robot. Gambar 14.a merupakan mainan anak-anak atau yang biasa disebut Lego berwarna pastel (hijau lembut, kuning lembut, pink lembut, dan ungu lembut) dan berbahan plastik. Gambar 14.b merupakan 4 buah kubus berbahan karton yang terdiri dari warna hitam, putih, jingga, dan biru muda. Sedangkan gambar 14.c merupakan kubus berbahan karton yang terdiri dari warna merah, hijau, dan biru kemudian memiliki ukuran berbeda.

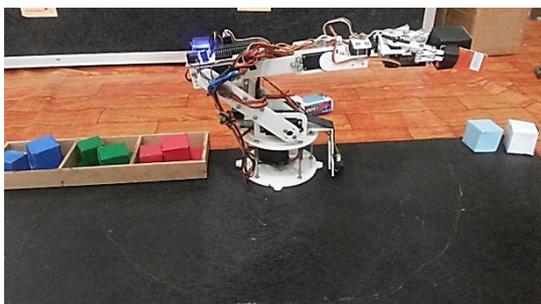
Masing-masing objek diuji untuk mengetahui ketepatan robot ini dalam proses penyortiran warna. Gambar 15 merupakan

contoh penyortiran warna yang dilakukan oleh robot.



Gambar 15. Proses Penyortiran Warna

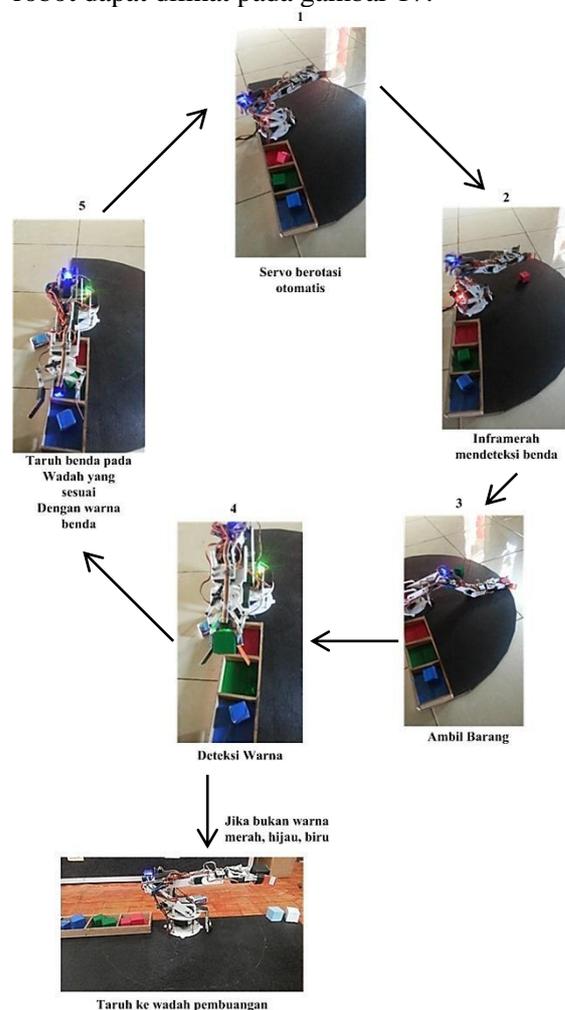
Saat mendeteksi keberadaan barang, lengan robot langsung meraih benda tersebut untuk dicapit lalu diidentifikasi warnanya. Apabila benda yang diambil merupakan benda berwarna hijau, maka LED hijau akan menyala sebagai konfirmasi dari fotodiode bahwa benda yang sedang berada dalam cengkeraman merupakan warna hijau kemudian benda warna hijau tersebut ditaruh pada wadah yang berwarna hijau. Apabila benda yang diambil merupakan benda berwarna biru, maka LED biru akan menyala sebagai konfirmasi dari fotodiode bahwa benda yang sedang berada dalam cengkeraman merupakan warna biru kemudian robot menggerakkan lengannya untuk menaruh benda tersebut ke dalam wadah penampungan warna biru. Apabila benda yang diambil merupakan benda berwarna merah, maka LED merah akan menyala sebagai konfirmasi dari fotodiode bahwa benda yang sedang berada dalam cengkeraman merupakan warna merah kemudian robot menggerakkan lengannya untuk menempatkan benda berwarna merah tersebut ke dalam tempat penampungan warna merah.



Gambar 16. Proses Pemilahan Warna

Gambar 16 merupakan proses pemilahan warna yang dilakukan oleh lengan robot. Pemilahan warna ini dilakukan untuk mendeteksi warna selain warna merah, hijau, dan biru. Jadi, pada saat robot tidak menemukan benda dengan warna merah, hijau, ataupun biru, maka lengan robot menggerakkan lengannya ke arah kirinya untuk menaruh benda-benda selain merah, hijau, dan biru tersebut ke dalam wadah pembuangan. Wadah pembuangan tersebut disediakan untuk menaruh benda-benda selain warna merah, warna biru dan warna hijau.

Siklus proses seluruh sistem pada lengan robot dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Siklus Sistem Lengan Robot

Pergerakan lengan robot diawali dengan rotasi otomatis untuk mencari benda. Kedua, inframerah mendeteksi keberadaan benda. Ketiga, mengambil benda tersebut. Keempat,

fotodioda mendeteksi warna benda saat berada dalam caput. Apabila terdeteksi warna merah, hijau, atau biru maka lengan robot menaruh benda tersebut berdasarkan warnanya. Apabila pendeteksian pada fotodioda menghasilkan warna selain warna merah, hijau, dan biru maka benda tersebut diletakkan ke wadah pembuangan. Selanjutnya lengan robot kembali berotasi otomatis seperti pada siklus pertama sampai lengan robot tersebut menemukan barang untuk dideteksi keberadaannya.

5.4 Analisa Keseluruhan Pengujian

Setelah dilakukan serangkaian proses pengujian, maka didapatkan sebuah kesimpulan untuk dianalisa. Pengujian seluruh sistem ini diujikan untuk 17 benda dengan warna, jenis, dan ukuran yang berbeda. Untuk setiap masing-masing benda, dilakukan 5 kali percobaan dengan jarak yang berbeda-beda.

Dari 17 objek benda yang diuji dalam 85 kali percobaan, dapat disimpulkan bahwa lengan robot dapat mengambil benda bahan apapun, ukuran apapun, dan warna apapun dengan kisaran jarak dari 15 cm hingga 30 cm dengan presentase keberhasilan 100%. Untuk benda berbahan plastik, kemungkinan kegagalan caput dalam mencengkeram benda lebih tinggi karena benda berbahan plastik memiliki tekstur yang licin, tetapi dari 20 kali percobaan yang dilakukan dengan menggunakan benda berbahan plastik pada pengujian ini dapat diambil semuanya oleh caput (*gripper*). Penelitian ini menggunakan 3 jenis benda dengan ukuran berbeda dan hasilnya semua benda yang digunakan dalam penelitian ini dapat diambil oleh caput tersebut dengan ketentuan bahwa ukuran benda tersebut tidak lebih kecil dan tidak lebih besar dari ukuran caput (sekitar 1,8 cm sampai dengan 6 cm). Penelitian ini difokuskan untuk menyortir warna dasar yaitu warna merah, warna hijau, dan warna biru. Dari 11 warna yang digunakan pada saat penelitian, lengan robot mampu menyortir warna secara benar dengan indikator bahwa warna merah diletakkan pada wadah penampungan warna merah, warna biru diletakkan pada wadah penampungan berwarna biru, warna hijau diletakkan pada wadah penampungan

berwarna hijau, dan warna apapun selain merah, hijau, biru, diletakkan pada wadah pembuangan.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan pengujian dan analisis terhadap perancangan lengan robot pemindah barang berdasarkan warna menggunakan sensor fotodioda ini maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dari rancang bangun yang telah dibuat, serta beberapa saran yang dapat berguna bagi pengembangan selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat setelah proses pengerjaan proyek tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Lengan robot dapat mengambil benda pada jarak 15 cm sampai dengan 30 cm.
2. Lengan robot mampu menyortir warna benda dengan benar dan meletakkan benda tersebut ke dalam wadah penampungan yang sesuai dengan warna benda.
3. Berdasarkan pengujian keseluruhan sistem sebanyak 85 kali dengan 17 objek penelitian yang terdiri dari 11 warna berbeda diperoleh hasil pengujian yang menunjukkan bahwa lengan robot dapat memindahkan benda ke wadah yang sesuai warnanya dengan tingkat keberhasilan 100%.

6.2 Saran

Adapun saran-saran untuk menyempurnakan kerja sistem dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Fitur-fitur pada robot lengan dapat ditambah lagi, misalnya dengan menggunakan kamera atau monitor sebagai *interface* dari pengendalian robot lengan.
2. Untuk tingkat akurasi yang lebih tinggi, dapat ditambahkan metode *Artificial Intelligence* seperti pengolahan citra atau logika fuzzy.
3. Selanjutnya dapat ditambahkan program-program pintar pada robot seperti lengan robot yang dapat menulis, berkoordinasi dengan suara, bermain musik dan fungsi-fungsi lengan robot lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ristian, Uray. 2013. *Visualisasi dan Pengendalian Gerak Robot Lengan 4 Dof menggunakan Visual Basic*. Skripsi. Universitas Tanjungpura
- [2] Arifianto, Deni, dan Winarno. 2011. *Bikin Robot Itu Gampang*. Jagakarsa: Kawan Pustaka
- [3] Yagusandri, Ariel. 2011. *Rancang Bangun Prototipe Sistem Aktuator Sirip Roket Menggunakan Motor Servo*. Skripsi. Universitas Indonesia
- [4] Suyadhi, Taufiq Dwi Septian. 2010. *Buku Pintar Bagaimana Merancang dan Membuat Robot Sendiri*. Yogyakarta : Penerbit Andi
- [5] Fadlisyah dan M.Sayuti. 2009. *Robot Visi*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- [6] Iskandar, Nur Ilham. 2009. *Alat Ukur Panjang Gelombang Cahaya Tampak Dengan Metode Kisi Difraksi*. Skripsi. Universitas Indonesia