

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM PENYORTIRAN BARANG MELALUI KODE WARNA (*OURCODE*) BERBASIS *ARDUINO UNO*

Ery Gunawan¹, Akhmad Burhan Maulana²

Jurusan Teknik Elektronika
Politeknik Muhammadiyah Pekalongan
Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan
Telp/Fax.: (0285) 385313, e-mail: ^[1]poltekmuh_pk1@yahoo.com
Website : www.politeknikhpk.ac.id

ABSTRAKSI

Penggunaan teknologi baru dan canggih menjadi pilihan dunia industri untuk meningkatkan efisiensi produksi baik dari segi kualitas, kuantitas maupun penghematan biaya. Proses otomasi sistem kendali industri tidak akan lepas dari penggunaan perangkat elektronik, seperti halnya penggunaan berbagai macam sensor dan komponen penting lainnya. Pemanfaatan komponen LDR (*Light dependent Resistor*) seringkali hanya digunakan sebagai saklar cahaya, akan tetapi masih terdapat banyak peluang untuk dikembangkan, contohnya sebagai komponen sensor yang mampu mengidentifikasi warna, maka daripada itu dilakukanlah penelitian guna memanfaatkan komponen LDR tersebut dalam proses otomasi industri, yakni proses penyortiran barang dengan memanfaatkan warna dalam pengidentifikasian barang, dan untuk komponen kendalinya digunakan sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan komponen elektronika yang mampu mengolah data untuk kemudian diproses menjadi perintah kerja dengan bantuan baris-baris program yang dimasukkan ke dalamnya. *Board Arduino UNO* dipilih untuk digunakan dalam perancangan ini karena dinilai mudah untuk dikembangkan dan juga dipelajari.

Kata kunci : LDR (*Light dependent Resistor*), sensor warna, Mikrokontroler, *Arduino UNO*

ABSTRACT

The use of new and advanced technologies become the industry choice to improve production efficiency both in terms of quality, quantity and cost savings. Industrial automation process control system will not be separated from the use of electronic devices, such as the use of a wide variety of sensors and other critical components. Utilization component LDR (Light Dependent Resistor) is often only used as a light switch, but there are still many opportunities to be developed, for example as a component of a sensor that is able to identify the color, and could therefore conducted this research in order to utilize the components LDR is in the process of industrial automation, the process sorting items by using colors in the identification of goods, and to control the components used a microcontroller. Microcontroller is an electronic component that is capable of processing the data to be processed into work orders with the help of the program lines are inserted into it. Board Arduino UNO selected for use in this design because it is considered easy to be developed and studied.

Keywords: LDR (*Light Dependent Resistor*), color sensors, microcontroller, *Arduino UNO*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peran teknologi dewasa ini telah berkembang dengan pesat, ditambah dengan adanya era persaingan bebas. Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, dan merupakan satu – satunya alternatif yang tidak dapat dielakkan lagi untuk memperoleh sistem kerja yang sederhana, praktis, dan efisien sehingga memperoleh hasil dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Segi waktu juga harus dipertimbangkan, karena dengan semakin pendek waktu yang diperlukan untuk proses produksi, maka akan mendapatkan hasil yang mempunyai kualitas lebih jika dibandingkan dengan proses produksi yang menggunakan waktu lebih lama. Selain jumlah produksi lebih banyak, biaya pengoperasiannya juga dapat ditekan seminim mungkin serta

membutuhkan tenaga yang lebih sedikit, sehingga proses produksi tersebut memperoleh keuntungan lebih tinggi.

Perkembangan otomasi industri tidak lepas dari perkembangan komputasi yang mampu memproses data analog menjadi digital. Sebuah IC (*Integrated Circuit*) mampu menerima, memproses dan mengolah data untuk kemudian menjadi output dengan bantuan algoritma yang diterjemahkan menjadi dalam baris-baris listing program. IC yang sering digunakan karena mudah dikembangkan adalah mikrokontroler yang dewasa ini sudah digunakan dalam banyak perangkat elektronika.

Dalam proses produksi akan dijumpai pengkategorian barang produksi sesuai dengan jumlah, jenis, dimensi dan variabel-variabel lain yang ditujukan untuk mempermudah proses produksi maupun distribusi. Dewasa ini sudah kita

jumpai banyak jenis *barcode* yang tentunya berfungsi untuk mempermudah pengidentifikasian barang. Warna memiliki banyak gradasi dan juga jenis, hal ini dan dimanfaatkan untuk pengkodean barang dengan membuat kombinasi warna yang disesuaikan dengan yang dikehendaki. Pembacaan warna dapat dilakukan dengan menggunakan sensor warna yang kemudian diproses menjadi data dalam mikrokontroler lalu diterjemahkan menjadi output yang beragam sesuai dengan yang diinginkan. Untuk itu penulis mengambil judul **“Rancang Bangun Prototype Sistem Penyortiran Barang Melalui Kode Warna (Ourcode) Berbasis Arduino Uno”** sebagai bahan penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perumusan masalah adalah sebagai berikut :

- Bagaimana merancang sistem penyortiran barang dengan memanfaatkan sensor warna sebagai pengidentifikasi jenis barang?
- Bagaimana membuat sensor warna dengan memanfaatkan komponen elektronika berupa LDR (*Light Dependent Resistor*)?
- Bagaimana cara kerja dari sistem penyortiran barang dengan berdasarkan kode warna?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dibuat batasan masalah agar penyusunan laporan Tugas Akhir tidak melewati dari lingkup pembahasan sebagai berikut :

- Jenis sensor warna yang digunakan merupakan pemanfaatan dari komponen elektronika berupa LDR (*Light Dependent Resistor*) jenis sensor yang digunakan.
- Rancang bangun alat ini berbasis mikrokontroler dengan menggunakan *Minimum System Board Arduino Uno*.
- Software* yang digunakan sebagai *Compiler* adalah ARDUINO IDE 1.0.6.

1.4 Tujuan

Dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh hasil untuk dapat dilakukan penelitian dan pengembangan mengenai kode warna dalam otomasi proses produksi, bahkan lebih luas dalam pengaplikasiannya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bagi Penulis
Sebagai sarana untuk mengimplementasikan teori juga sebagai pengembangan ilmu pengetahuan penulis yang telah didapat penulis selama menempuh perkuliahan di

Politeknik Muhammadiyah Pekalongan Jurusan Elektronika.

- Bagi Mahasiswa Politeknik Muhammadiyah Pekalongan

Sebagai sarana pembelajaran mahasiswa untuk lebih memahami tentang sistem kendali dan cara kerja dari sebuah otomasi peralatan serta menambah wawasan akan mikrokontroler yang sedang berkembang sekarang ini.

- Bagi Politeknik Muhammadiyah Pekalongan Sebagai wujud dari pengamalan Tridharma perguruan tinggi yakni penelitian dan dapat dijadikan sebagai referensi Tugas Akhir untuk mahasiswa angkatan selanjutnya

2. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

2.1 Sistem Instrumentasi Pengukuran

Sistem merupakan susunan beberapa bagian dalam suatu batasan-batasan tertentu yang bekerja bersama-sama untuk menghasilkan suatu keluaran dari masukan-masukan. Batasan-batasan tersebut memisahkan sistem dari lingkungannya melalui sinyal-sinyal yang bergerak melewati batas-batas tersebut baik dari lingkungan menuju sistem (yang disebut sebagai masukan) maupun dari sistem menuju lingkungan (yang disebut sebagai keluaran). (W. Bolton : 2004).

2.2 Sistem Kontrol

Sistem kontrol dapat dipandang sebagai sistem dimana suatu masukan atau beberapa masukan tertentu digunakan untuk mengontrol keluaran pada nilai tertentu, memberikan urutan kejadian tertentu atau memunculkan suatu kejadian jika beberapa kondisi tertentu terpenuhi. (W. Bolton : 2004)

2.3 Teori Warna

Teori warna dibahas oleh Teori Brewster yang pertama kali dikemukakan pada tahun 1831. Teori warna - Teori Warna ini menyederhanakan warna - warna yang ada di alam menjadi 4 kelompok warna, yaitu warna primer, sekunder, tersier, dan warna netral. Kelompok warna ini sering disusun dalam lingkaran warna *brewster*. Lingkaran warna *brewster* mampu menjelaskan teori kontras warna (*complementer*), *split complementer*, *triad*, dan *tetrad*.

2.4 Sensor Warna

Sensor warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemanfaatan LDR. LDR adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau

sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya.

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input-output. Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, computer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan inputan yang diterima dan program yang dikerjakan. (Muhammad Syahwil, 2013)

2.6 Arduino Uno

2.6.1 Pengertian

Muhammad Syahwil (2013 : 1) mendefinisikan pengertian Arduino sebagai berikut :

Kata arduino berasal dari bahasa italia ardui = sulit dan no = tidak Arduino merupakan *platform* dalam pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *opensource* baik pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang mudah digunakan (fleksibel). *Hardware*-nya menggunakan prosesor Atmel AVRATMega328. Arduino Uno memiliki 14 pin *input/output* digital (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin input analog, sebuah koneksi menggunakan USB dan sebuah tombol reset. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) dan dalam lingkup pengembang berdasarkan *Processing*.

2.6.2 Spesifikasi Arduino Uno

Berikut merupakan karakteristik dari Arduino Uno (arduino.cc, 2014)

- a. Mikrokontroler AT 328
- b. Tegangan untuk operasi 5V
- c. Tegangan masukan (direkomendasikan) 7V – 12V
- d. Tegangan masukan (limit) 6V - 20V
- e. 14 pin I/O Digital (6 diantaranya sebagai output PWM)
- f. 6 pin input analog
- g. Arus DC per I/O 40mA
- h. Arus pada pin tegangan 3,3V 50mA
- i. Memori FLASH 32 KB
- j. SRAM 2KB
- k. EEPROM 1KB
- l. Kecepatan clock 16MHz

2.6.3 komponen arduino

1. daya

2. memori
3. input dan output
4. komunikasi
5. pemrograman

2.7 Software Arduino IDE

Untuk menulis program pada board Arduino dibutuhkan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). IDE adalah sebuah *software* untuk menulis program, mengkompilasi menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memory mikrokontroler. Software ini dapat didownload secara gratis.

2.8 Bahasa Pemrograman Arduino

Banyak bahasa pemrograman yang biasa digunakan untuk program mikrokontroler, misalnya bahasa *assembly*. Namun dalam pemrograman Arduino bahasa yang dipakai adalah bahasa C.

2.9 Power supply (Catu Daya)

Power supply adalah referensi ke sumber daya listrik. Perangkat atau sistem yang memasok listrik atau jenis energi ke output beban atau kelompok beban disebut *power supply unit* atau PSU. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik.

2.10 Motor Listrik

Motor listrik sangat sering digunakan sebagai elemen kontrol final dalam sistem kontrol posisi ataupun kecepatan. Prinsip kerja dasar dari sebuah motor listrik adalah gaya yang bekerja pada konduktor yang berada di dalam suatu medan magnet ketika ada arus yang melewati konduktor tersebut. (W. Bolton : 2004).

Ada banyak macam tipe motor yang berbeda, dalam perancangan ini hanya digunakan dua tipe motor diantaranya adalah motor dc dan motor servo.

2.11 Sensor Perpindahan

Sensor perpindahan merupakan sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu obyek, yaitu sensor posisi. Sensor perpindahan ini dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu sensor yang berkontak langsung dengan obyek yang sedang dimonitor, dengan cara pembebanan pegas atau hubungan mekanis terhadap obyek, serta sensor perpindahan yang tidak berkontak langsung dengan obyeknya. (W. Bolton : 2004).

3. Metode Penulisan

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini digunakan beberapa metode, antara lain:

1. Metode studi literatur dan observasi

Pada metode ini penulis mengambil dan mengumpulkan data-data yang dapat digunakan sebagai rujukan dari buku-buku referensi, media cetak dan pemanfaatan teknologi informasi yang ada.

2. Metode konsultasi

Pada metode ini penulis melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen pembimbing dan dosen-dosen lain yang kompetensi dengan materi yang diteliti.

3. Metode riset

Pada metode ini penulis mengambil dan mengumpulkan data dengan melakukan pengujian terhadap objek yang diteliti sehingga dapat dilakukan pengembangan.

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi Rancangan

Implementasi rancangan merupakan hasil dari rancangan yang telah dibuat untuk kemudian diwujudkan dalam bentuk benda kerja yang diinginkan.

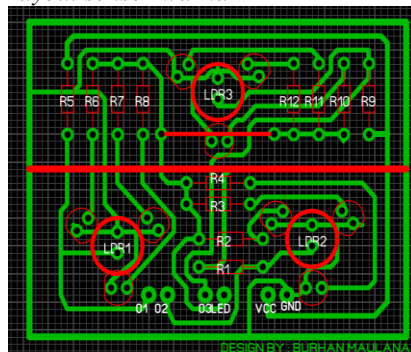
A. Pembuatan Perangkat Keras

1. Perangkat keras elektronik

Merupakan perangkat keras yang terdiri dari komponen-komponen elektronika yang disusun pada sebuah papan PCB (*Printed Circuit Board*). Penggunaan papan PCB ditujukan untuk mempermudah merangkai komponen elektronika sesuai dengan skema yang telah dibuat.

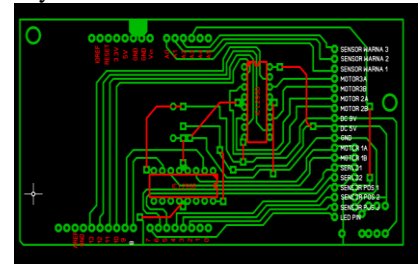
a. Pembuatan layout rangkaian

1. Layout sensor warna



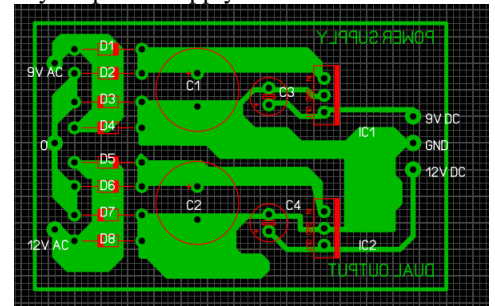
Gambar 1. Layout sensor warna

2. Layout driver motor



Gambar 2. Layout driver motor

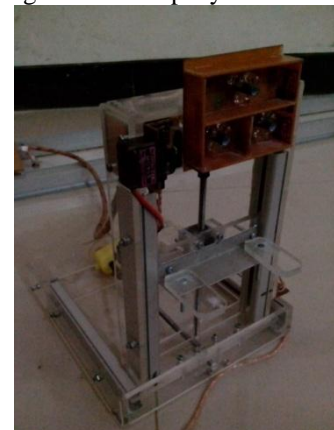
3. Layout power supply



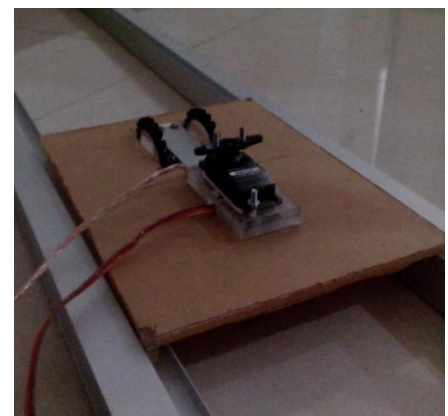
Gambar 3. Layout power supply

2. Perangkat keras non elektronik

a. Perangkat mekanis penyortir barang



Gambar 4. Perangkat mekanis penyortir barang (bagian atas)

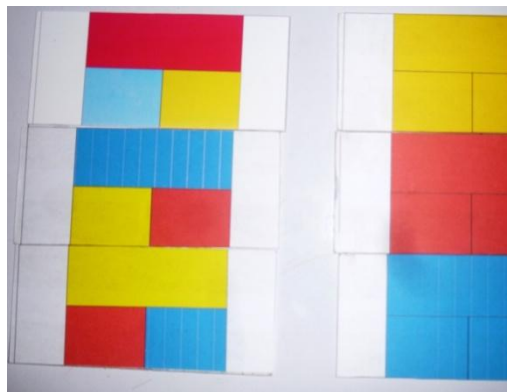


Gambar 5. Perangkat mekanis penyortir barang (bagian bawah)

- b. Kode warna
Kode warna yang dibuat dalam perancangan ini berupa kombinasi tiga warna yang diletakan pada persegi panjang yang dibagi menjadi tiga bagian, dan setiap warna menempati tiap-tiap bagian tersebut.

Tabel 1. Spesifikasi kode warna

Bahan dan alat yang digunakan			
Jenis Warna		Jenis Printer	Jenis Kertas
Merah	Pantone	Merk	Tipe :
:	Warm	:	HVS
Biru	Red C	Canon	Berat :
:	Pantone	Tipe	70
	Process	:	Gsm
Kuning	Blue C	IP	
:	Pantone	2770	
	Yellow		
	C		



Gambar 6. Kode warna

- c. Lintasan dan rak barang
Merupakan jalur yang akan dilalui oleh perangkat mekanis dan sekaligus sebagai penempatan benda kerja (*mini container box*)



Gambar 7. Lintasan dan rak barang

- d. Mini container box
Komponen ini merupakan benda kerja yang akan dikenai kerja oleh sistem, mulai dari pengambilan lalu diseleksi melalui proses *scan* oleh sensor warna kemudian dipindahkan ketempat yang sesuai.



Gambar 8. Mini container box

B. Pembuatan perangkat lunak

Dari rancangan *flowchart* yang telah dibuat, maka dikembangkan menjadi *listing* program yang kemudian dimasukan pada lembar *sketch* pada *software Arduino IDE*.

4.2 Pengujian

Pengujian dan pengambilan data pada rancang bangun *prototype* sistem penyortiran barang berdasarkan kode warna (*ourcode*) berbasis *arduino uno* ini tidak dilakukan pada seluruh bagian atau komponen yang telah dibuat.

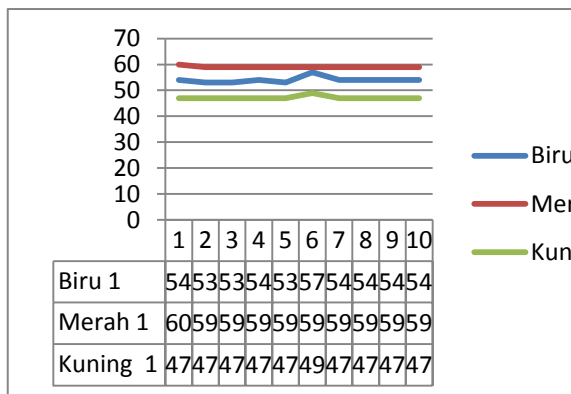
Pengujian dilakukan guna mengetahui hasil dari bagian atau komponen yang telah dibuat sesuai dengan rancangan sebelumnya dan untuk mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik. Dalam perancangan ini pengujian terbagi menjadi dua yakni :

1. Pengujian bagian atau komponen sistem

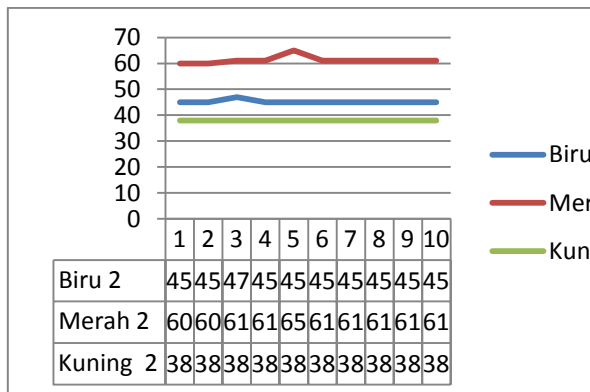
Pengujian bagian atau komponen sistem bertujuan untuk mengetahui dan mengukur nilai yang diperoleh dari tiap komponen yang diuji, sehingga dapat diketahui apakah komponen tersebut bekerja optimal.

a. Pengujian sensor warna

Pengujian sensor warna bertujuan untuk mengetahui nilai resistor variabel dalam pembacaan tiap warna dan juga menguji kepekaan sensor terhadap variabel tertentu.



Gambar 8 .Data dan diagram hasil pengukuran pada sensor warna 1 terhadap kertas jenis HVS



Gambar 9. Data dan diagram hasil pengukuran pada sensor warna 1 terhadap kertas jenis glossy

b. Pengujian sensor posisi

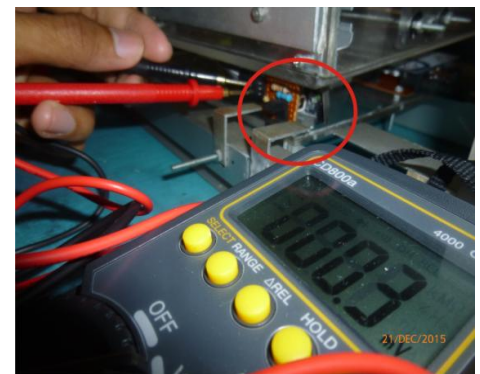
Sensor posisi pada perancangan ini pada dasarnya adalah saklar yang berfungsi untuk membatasi gerak actuator, ada dua jenis saklar yang digunakan pada perancangan ini yakni saklar *limit switch* dan saklar *phototransistor*.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik sensor dapat menghasilkan sinyal bernilai *HIGH* (5 V) dan sinyal bernilai *LOW* (0 V).

Pengujian sensor posisi tidak dibutuhkan *listing* program karena mekanisme pengujian dilakukan secara manual.



Gambar 9. Sensor posisi keadaan *HIGH*



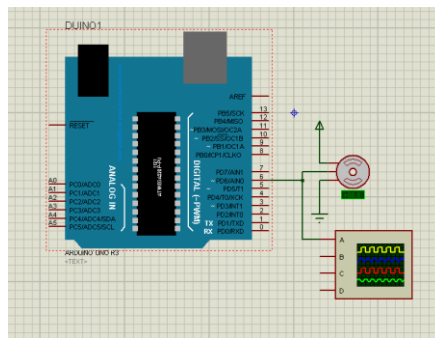
Gambar 10. Sensor posisi keadaan *Low*

c. Pengujian Driver Motor DC

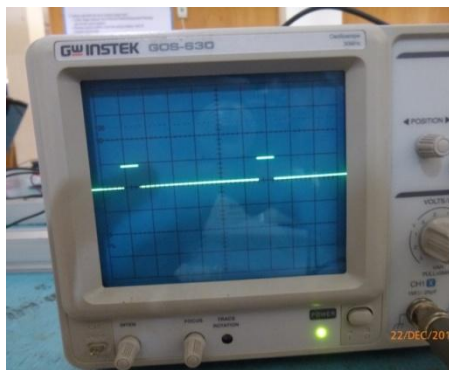
Pengujian *driver* motor DC dalam perancangan ini bertujuan untuk mengetahui apakah koneksi dari mikrokontroler ke motor DC yang melalui *driver* berjalan dengan baik dalam mengerjakan perintah-perintah gerak yang telah diterjemahkan dalam *coding*.

d. Pengujian Motor Servo

Motor *servo* merupakan motor dengan sistem *closedfeedback* dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor *servo* mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai lebar pulsa modulasi untuk sudut 0° , 90° , dan 180° .



Gambar 11. Rangkaian pengujian motor *servo*



Gambar 12. Dokumentasi pengujian *servo*

e. Pengujian Power Supply

Pada rangkaian *powersupply* terdiri dari dioda sebagai penyearah arus AC menjadi arus DC, IC *regulator* sebagai penyetabil tegangan, dan kapasitor sebagai *filter*. Rangkaian *power supply* yang dibuat tersebut menghasilkan tegangan +9V dan +12V. Untuk mendapatkan tegangan yang stabil sesuai yang diinginkan digunakan IC regulator. IC LM7812 digunakan untuk menghasilkan tegangan sebesar +12V DC dan IC LM7809 digunakan untuk menghasilkan tegangan sebesar +9V DC.

Pengamatan dilakukan dengan mengukur nilai tegangan *power supply* melalui voltmeter. Pengamatan tersebut menghasilkan tegangan yang tidak jauh berbeda dari tegangan keluaran yang diinginkan. Pada bagian ini akan diamati tegangan keluaran dari IC regulator LM7812 dan LM7809.

2. Pengujian sistem secara keseluruhan
Merupakan pengujian kinerja dari sistem itu sendiri.

Tabel 2. Hasil pengamatan kinerja sistem

Siklus	Jumlah penyimpangan	Jenis penyimpangan	Keterangan
1 x	1	Kurang presisi	Bekerja baik
2 x	2	Kurang presisi	Bekerja baik

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Komponen LDR (*Light Dependent Resistor*) dapat dijadikan sebagai sensor warna, akan tetapi dalam pengaplikasian pada sistem masih memiliki kekurangan, yakni kurang stabil dalam pembacaan warna pada berbagai macam kondisi, hal ini karena pengaruh dari jenis kertas yang dipakai untuk kode warna, lalu jarak sensor warna dengan kode warna dan juga intensitas cahaya ruangan atau lokasi.
2. Metode pembuatan kode warna dengan memanfaatkan kombinasi warna dapat digunakan dalam proses penyortiran dan diaplikasikan lebih luas lagi karena dengan semakin banyak warna yang digunakan, maka akan semakin banyak pula kombinasi yang dihasilkan.
3. *Board Minimum System Arduino UNO* dapat dimanfaatkan dalam pemrosesan sinyal *analog* yang dihasilkan oleh sensor warna, karena mempunyai fitur ADC (*Analog to Digital Converter*).
4. *Board Minimum System Arduino UNO* dapat digunakan dalam proses otomasi penyortiran barang dengan mengontrol *pin* pada *board Arduino UNO* untuk digunakan sebagai *output* ataupun *input* sistem melalui pemrograman.

5.2 Saran

Saran terkait dengan hasil pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan perancangan yang lebih matang untuk pembuatan hardware, sehingga dapat diperoleh perangkat mekanis yang lebih baik dalam segi gerak dan segi konstruksi.
2. Diperlukan pengembangan pada perangkat supaya dapat meningkatkan mobilitas, tidak hanya berjalan pada lintasan yang ditentukan.

Daftar Pustaka

1. Syahwil, Muhammad (2013). "Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino". Yogyakarta : Penerbit Andi.
2. Bolton, W (2006). "Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol". Jakarta : Penerbit Erlangga.
3. Nalwan, Andi (2012). "Teknik Rancang Bangun Robot". Yogyakarta: Penerbit Andi.
4. Yagusandri, Ariel (2011). "Rancang Bangun *Prototype* Sistem Aktuator Sirip Roket Menggunakan Motor Servo". Depok: Universitas Indonesia.
5. Tampubolon, Friedolin Hasian (2010). "Perancangan Switching Power Supply Untuk Mencatu Sistem Pensaklaran IGBT pada Inverter". Depok: Universitas Indonesia.
6. Dianto, Ledi (2012). "Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor TCS230 Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535". Jakarta : Universitas Gunadarma.
7. Priyadi, Bambang (2012). "Aplikasi Sensor Warna TCS230 Sebagai Alat Penentu Komposisi Warna Pada Cat Mobil". Malang : Politeknik Negeri Malang.
8. Novianta, Muhammad Andang (2009). "Alat Pendeteksi Warna Berdasarkan Warna Dasar Penyusun RGB Dengan Sensor TCS230". Yogyakarta : AKPRIND.
9. <http://www.arduino.cc/>
10. <https://joe4cva.wordpress.com/2011/10/27/sensor-warna-sederhana-low-cost/>
11. <http://belajarduino.blogspot.com/2014/07/alat-pembaca-warna-4.html>.
12. <http://www.bebitdeartha.com/2014/09/membuat-sensor-warna-dengan-photodiode.html>.
13. <http://www.fajar-elridik.blogspot.com/2014/10/arduino-robot-sederhana-penyortir-warna.html>