

# ALAT PEMISAH WARNA OBJEK BERBASIS MIKROKONTROLER

**Yesy Afrillia, Rizky Putra Fhonna, Maulana Juliansyah, Imam  
Muslem R, dan T.M. Johan**

Dosen Teknik Informatika Universitas Malikussaleh Lhokseumawe  
Jl. Cot Tgk Nie-Reulet, Aceh Utara, 141 Indonesia  
Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Almuslim

**Abstrak:** Pembuatan alat pemisah warna objek yang dapat memindahkan objek warna dari satu tempat ke tempat lain dengan warna yang telah disesuaikan dari rangkaian tersebut apabila objek yang berwarna di letakkan pada corong kemudian turun mengenai sensor TCS3200, maka secara otomatis akan memberikan tegangan input ke mikrokontroler, sehingga mikrokontroler akan bekerja dan membaca program yang tersimpan, kemudian mikrokontroler akan memberikan output tegangan ke motor servo untuk menggerakkan objek warna ,dan menjalankan program secara otomatis dimana servo akan memindahkan objek warna dari tempat sensor ke tempat wadah yang sesuai dengan warna yang sama yang telah di sediakan, alat yang akan dibuat menggunakan mikrokontroler sebagai otak pengendalinya. Struktur serta antar muka mikrokontroler yang sederhana memberikan kemudahan pengguna dalam memahaminya, dan dalam kaitannya dengan penyortiran ini akan dibuat secara sistematis dan teliti dimana akan menyortir barang berupa objek warna yang pengendaliannya dan pendeteksiannya melalui sensor secara otomatis.

**Kata Kunci :** *Sensor Warna TCS3200, Mikrokontroler, Motor Servo*

## PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada zaman modern ini memberi dampak peningkatan yang sangat signifikan terhadap usaha meringankan beban kerja manusia. Sejalan dengan kemajuan teknologi tersebut, metode teknik pengukuran modern juga berkembang, salah satu contohnya adalah perangkat elektronika seperti alat pengenalan, pemisah, dan pengelompokan objek, dan untuk penggunaan objek tersebut adalah dengan menggunakan kertas. Mikrokontroler pun turut mengambil andil dalam perkembangan saat ini, sekarang sudah banyak peralatan teknologi yang menggunakan mikrokontroler, perkembangan mikrokontroler yang demikian pesat dari waktu ke waktu mengharuskan kita agar memahami teknologi tersebut, minimal mengetahui dasarnya dan cara penggunaannya. Dengan menggunakan mikrokontroler maka

penghematan biaya operasional dapat lebih ditekan lagi dibandingkan dengan menggunakan tenaga sumber daya manusia.

Warna merupakan salah satu unsur yang dapat dideteksi secara otomatis menggunakan sensor warna dengan membedakan pembacaan *Red Green Blue* (RGB) nya. Pemisah objek dengan cara memindahkan konveyor ketika sensor TCS3200 mendeteksi adanya warna dengan menggunakan motor servo, untuk itu diusahakan beberapa cara salah satunya dengan membuat alat pemisah warna objek sehingga diharapkan adanya pemerataan perbedaan warna.

## LANDASAN TEORI

### A. Warna

Warna termasuk salah satu unsur keindahan dalam seni dan desain selain unsur-unsur visual yang lain (Sulasmidarma, 1989:4). Lebih lanjut, (Sadjiman Ebdid Sanyoto, 2005:9) mendefinisikan warna secara fisik dan psikologis. Warna secara fisik adalah sifat cahaya yang dipancarkan, sedangkan secara psikologis sebagai bagian dari pengalaman indera penglihatan. (Ali Nugraha, 2008:34) mengatakan bahwa warna adalah kesan yang diperoleh mata dari cahaya yang dipantulkan oleh benda-benda yang dikenai cahaya tersebut. Selanjutnya, (Endang Widjajanti Laksono, 1998:42) mengemukakan bahwa warna merupakan bagian dari cahaya yang diteruskan atau dipantulkan. Terdapat tiga unsur yang penting dari pengertian warna, yaitu benda, mata dan unsur cahaya. Secara umum, warna didefinisikan sebagai unsur cahaya yang dipantulkan oleh sebuah benda dan selanjutnya diinterpretasikan oleh mata berdasarkan cahaya yang mengenai benda tersebut.

### B. Sensor

Sensor merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah besaran fisis tertentu menjadi besaran listrik equivalent yang siap untuk dikondisikan ke elemen berikutnya.

Sensor dapat dianalogikan sebagai sepasang mata manusia yang bertugas membaca atau mendeteksi data/informasi yang ada di sekitar. D Sharon, dkk (1982), mengatakan sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Contohnya antara lain yaitu, kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (light dependent resistance) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

### C. Jenis-Jenis Sensor

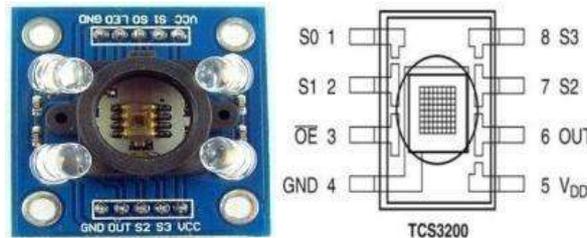
Secara umum terdapat dua jenis sensor yang berada di pasaran yaitu Sensor aktif dan pasif:

1. Sensor pasif merupakan sensor yang mendeteksi respon radiasi elektromagnetik dari obyek yang dipancarkan dari sumber alami.
2. Sensor aktif merupakan sensor yang mendeteksi pantulan atau emisi radiasi elektromagnetik dari sumber energi buatan yang biasanya dirancang dalam rangkaian yang memakai sensor.

### D. Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor terprogram yang terdiri dari 64 buah photodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada warna obyek serta filter frekuensi sebagai transduser yang berfungsi untuk mengubah arus menjadi frekuensi. Selain itu sensor tersebut memiliki lensa fokus yang berguna untuk mempertajam pendeteksian photodiode terhadap intensitas cahaya dengan jarak pembacaan 2 mm dari lensa IC.

Sensor warna TCS3200 dapat membaca 4 mode warna yaitu, merah, hijau, biru dan clear melalui 64 buah photodiode yang terbagi menjadi 4 bagian yaitu 16 photodiode untuk warna merah, 16 photodiode untuk warna hijau, 16 photodiode untuk warna biru dan 16 photodiode lainnya untuk pembacaan warna clear.



Gambar 1. Sensor warna TCS3200 dan skema pin sensor warna TCS3200

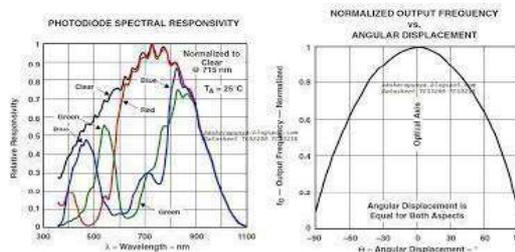
([https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf](https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf))

#### 1. Karakteristik Sensor TCS3200

IC TCS3200 dapat dioperasikan dengan supply tegangan pada Vdd berkisar antara 2,7 Volt sampai 5,5 Volt, dalam pengoperasiannya sensor tersebut dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Mode supply tegangan maksimum, yaitu dengan menyuplai tegangan berkisar antara 2,7 volt sampai 5,5 volt pada sensor TCS3200
2. Mode supply tegangan minimum, yaitu dengan menyuplai tegangan sebesar 0 sampai 0,8 volt.

Sensor TCS3200 terdiri dari 4 kelompok photodiode, masing-masing kelompok memiliki sensitivitas yang berbeda satu dengan yang lainnya pada respon photodiode terhadap panjang gelombang cahaya yang dibaca. Photodiode yang mendeteksi warna merah dan clear memiliki nilai sensitivitas yang tinggi ketika mendeteksi intensitas cahaya dengan panjang gelombang 715 nm, sedangkan pada panjang gelombang 1100 nm photodiode tersebut memiliki nilai sensitivitas yang paling rendah, hal ini menunjukkan bahwa sensor TCS3200 tidak bersifat linearitas dan memiliki sensitivitas berubah terhadap panjang gelombang cahaya yang diukur. Berikut adalah gambar Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.

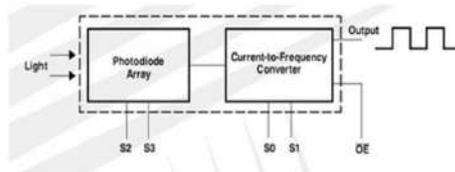


Gambar 2. Karakteristik sensitivitas dan linearitas photodiode terhadap panjang gelombang cahaya.

([https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf](https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf))

## 2. Prinsip Kerja Sensor TCS3200

Sensor TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dipancarkan oleh led super bright terhadap objek, pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matrik 8x8 photodiode, dimana 64 photodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna, setiap warna yang disinari led akan memantulkan sinar led tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda - beda tergantung pada warna objek yang dideteksi, hal ini yang membuat sensor TCS3200 dapat membaca beberapa macam warna.



Gambar 3. Diagram Fungsional Sensor TCS3200

([https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200\\_Datasheet\\_EN\\_v1.pdf](https://ams.com/ger/content/download/250259/976005/file/TCS3200_Datasheet_EN_v1.pdf))

## E. Mikrokontroler

Mikrokontroler sebagai suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer, hadir memenuhi kebutuhan pasar (market need) dan teknologi baru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal (dalam jumlah banyak) membuat harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor.

## F. Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (“special purpose computers”) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Andrianto, heri.2013).

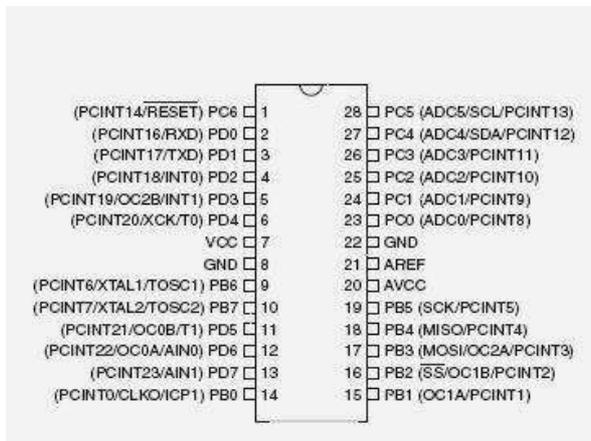
ATmega328 adalah prosesor yang kaya fitur. Dalam chip yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin Input/Output (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan oskilator eksternal), dengan 6 di antaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (analog-to-digital converter), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (pulse width modulation).



Gambar 4. Mikrokontroler atmega328

(<http://abisabrina.files.wordpress.com/2014/04/atmega328p.jpg>)

## 1. Konfigurasi Pin ATmega328



Gambar 5. Konfigurasi pin Atmega328

([http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P\\_datasheet\\_Summary.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Summary.pdf))

ATmega328 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pinnya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8 yaitu sebagai berikut :

- a. VCC  
Merupakan supply tegangan digital.

- b. GND  
Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.
- c. Port B (PB7...PB0)  
Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor.
- d. RESET/PC6  
Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset.
- e. Port D (PD7...PD0)  
Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.
- f. Avcc  
Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.

### G. Motor Servo

Motor Servo merupakan salah satu jenis aktuator yang cukup banyak digunakan dalam bidang industri atau sistem robotika. Motor servo yang digunakan dalam penelitian ini adalah servo FP-S3001 dengan putaran cepat dan dapat dikendalikan. Sebelum digunakan motor servo harus dimodifikasi terlebih dahulu, hal ini dikarenakan standar pabrik putaran servo hanya mencapai 180o. Oleh sebab itu motor servo harus dimodifikasi agar dapat mencapai putaran 360o (satu putaran penuh). Pengendalian putaran motor servo dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (Pulse Width Modulation). Pengendali motor servo digunakan BASIC Stamp2SX dengan bahasa pemrograman PBasic yang sangat sederhana. Hasil penelitian didapatkan, bahwa: putaran motor servo searah dengan arah jarum jam, jika jumlah pulsa yang harus di-input-kan lebih kecil dari 1600 pulsa (1,6 ms pulsa). Sedangkan motor servo akan berputar

berlawanan dengan arah jarum jam, jika jumlah pulsa yang di-input-kan lebih besar dari 1600 pulsa (1,6 ms pulsa). (Sujawarta, 2013).



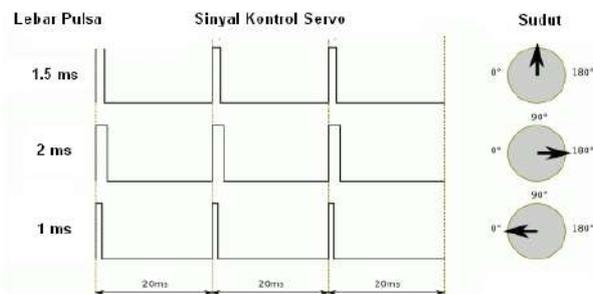
*Gambar 6. Motor servo*

(<https://www.virtuabotix.com/product/towardpro-servo-mg-946r-metal-gear-servo-motor/>)

### **1. Tipe-Tipe Motor Servo**

. Motor servo continous sering dipakai untuk Mobile Robot. Pada badan servo tertulis tipe servo yang bersangkutan. Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan system lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms, maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa  $\leq 1.3$ ms, dan pulsa  $\geq 1.7$ ms untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms, seperti ilustrasi berikut:



Gambar 7. Signal Motor Servo

(Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrikontroler, 2013:49)

## H. Bahasa Pemrograman Arduino Berbasis Bahasa C

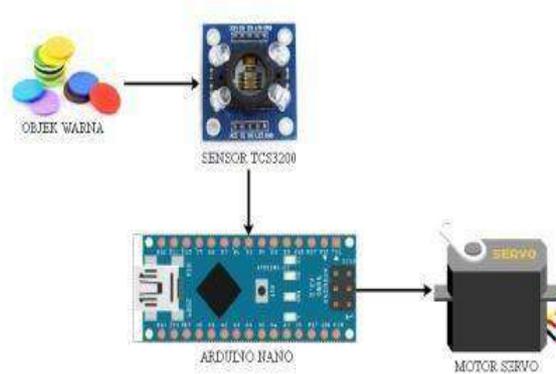
Seperti yang telah dijelaskan diatas program Arduino sendiri menggunakan bahasa C. walaupun banyak sekali terdapat bahasa pemrograman tingkat tinggi (high level language) seperti pascal, basic, cobol, dan lainnya. Walaupun demikian, sebagian besar dari paraprogramer profesional masih tetap memilih bahasa C sebagai bahasa yang lebih unggul.

Namun apabila kita menuliskan fungsi- fungsi lain tersebut diatas atau sebelum fungsi utama, maka kita tidak perlu lagi untuk menuliskan bagian prototipe diatas. Selain itu juga dalam bahasa C kita akan mengenal file header, biasa ditulis dengan ekstensi h(\*.h), adalah file bantuan yang yang digunakan untuk menyimpan daftar-daftar fungsi yang akan digunakan dalam program. Bagi anda yang sebelumnya pernah mempelajari bahasa pascal, file header ini serupa dengan unit. Dalam bahasa C, file header standar yang untuk prosesinput/output adalah <stdio.h>.

## METODE PENELITIAN

Analisa sistem merupakan gambaran umum identifikasi masalah, kebutuhan sistem dan beberapa komponen yang dibutuhkan dalam membuat suatu sistem. Sebelum masuk ketahapan perancangan dan implementasi perlu

diidentifikasi permasalahan yang dapat disimpulkan pada suatu terobosan untuk penyelesaian masalah tersebut. Penelitian yang fokus untuk hal penerapan suatu sistem elektronik yang digunakan untuk mempermudah dan meringankan pekerjaan dalam pengelompokkan objek sesuai warna khususnya kayu yang dilapisi kertas warna. Implementasi metode ini menggunakan alat yang memiliki sistem komputer dengan perangkat pendukung sebagai input berupa sensor warna dan perangkat pendukung proses berupa arduino nano, dan untuk perangkat pendukung output berupa motor servo sebagai penggerak objek untuk dikelompokkan sesuai dengan warna masing-masing. Rangkaian alat ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 8. Rangkaian Sistem

Sistem utama yang digunakan untuk merancang alat ini adalah sensor warna sebagai input dan Arduino Nano yang digunakan sebagai sistem kendali atau proses dan beberapa komponen lainnya. Komponen output terdiri dari motor servo sebagai pemisah objek berdasarkan warna untuk dikelompokkan sesuai dengan kelompok masing-masing. Alat pemisah warna objek dalam bentuk diagram alir (*flowchart*).

## PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

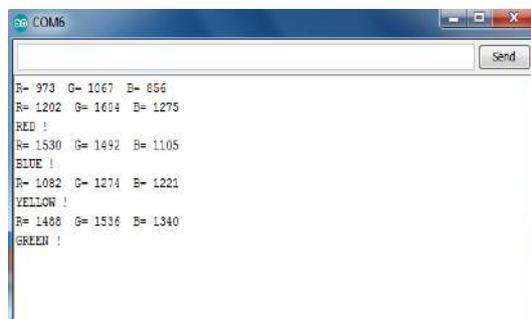
### 1. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan bagian yang penting dalam siklus pembangunan perangkat lunak maupun perangkat keras. Pengujian dilakukan untuk mengetahui perangkat lunak dan perangkat keras memiliki kualitas yang cukup baik, yaitu pengujian ini dilakukan agar dapat mempresentasikan kajian pokok dari spesifikasi, analisis, perancangan dan pengkodean dari perangkat lunak.

Pengujian harus diperhatikan selama melakukan pengujian, dalam hal ini pengujian dipilih sesuai dengan sistem yang akan diuji, dan tahapan pengujian ini merupakan langkah pengujian, yaitu pengujian pada alat (perangkat keras) maupun pada penggunaan perangkat lunak sebagai perintah untuk mengkoneksikan perangkat keras tersebut.

#### Pengujian Dan Hasil Sensor Warna TCS3200

Pada pengujian ini dilakukan pendeteksian warna-warna utama yaitu merah, hijau, biru, dan satu warna tidak utama yaitu warna kuning, untuk mengetahui persentase RGB yang terkandung dalam warna yang akan diukur sebagai berikut :



Gambar 11. Hasil Pengujian Sensor TCS3200

### Pembahasan

Berdasarkan hasil dari pengujian alat yang telah dilaksanakan pada sistem untuk proses kerja pembacaan warna dan pendeteksian warna maka dapat diperoleh hasil yang sesuai dengan ketentuan fungsi sistem. Alat pemisah warna objek dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan ketentuan yang diinginkan.

#### Prinsip Kerja Alat

Alat yang telah di rancang memiliki prinsip atau cara kerja yaitu objek warna atau kertas digerakan menuju ke sensor warna TCS3200 dengan menggunakan komponen motor servo1, dan sensor warna TCS3200 mendeteksi objek warna.

Jika objek berhasil dideteksi data dari sensor warna kemudian diproses melalui mikrokontroler atmega328. Arduino nano adalah otak atau pengendali data yang sudah diprogram terlebih dahulu untuk mengkoneksikan komponen-komponen yang lain agar saling berhubungan. Pada tahapan terakhir dari alat ini adalah ketika objek sudah berhasil dideteksi dan data diproses pada arduino nano, kemudian objek digerakan dengan menggunakan motor servo2 untuk dikelompokkan pada wadah yang sesuai dengan warna masing-masing.

### **Tampilan Utama Rangkaian Sistem**

Tampilan utama dari rangkaian sistem adalah mikrokontroler atmega328 atau Arduino nano sebagai perintah dan sebagai pengontrol dari semua rangkaian yang memberi program-program sebagai bahasa perintah untuk menjalankan dari sebuah sistem. Adapun tampilan utama rangkaian sistem dapat dilihat pada gambar berikut :

1. Tampilan utama rangkaian sistem



*Gambar 12. Tampilan Utama Rangkaian Sistem*

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Sistem yang dibuat pada alat pemisah warna objek ini cukup kompatibel untuk memisahkan dan mengelompokkan objek sesuai warna, hal tersebut disebabkan oleh sistem dapat diprogram sesuai dengan hasil pendeteksian atau pembacaan sensor warna TCS3200.
- b. Penempatan alat dan cahaya dari luar dapat mempengaruhi kondisi keakuratan pembacaan sensor sehingga diperlukan penutup warna hitam untuk menghalangi cahaya luar pada sensor.

- c. Tingkat keakuratan pembacaan warna ditentukan oleh faktor teknis yaitu posisi peletakan sensor tidak berubah dan harus pada kondisi cahaya yang stabil.
- d. Perancangan alat pemisah warna objek ini dapat bekerja dengan baik apabila tidak ada interferensi antar klasifikasi nilai unsur pada masing-masing warna.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Haris Dkk 2018. *Sistem Penyortiran Buah Apel Manalagi Menggunakan Sensor Loadcell Dan TCS3200 Berdasarkan Berat dan Warna Berbasis Arduino Uno*.
- Andrianto, Heri. 2013. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR). Bandung : Informatika.
- Darmaprawira, Sulasmi. 1989. Warna Sebagai Salah Satu Unsur Seni dan Desain. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Pendidikan.
- Darmaprawira, Sulasmi. 2002. Warna; Teori dan Kreatifitas Penggunaanya. Bandung: ITB.
- Dwi Ratnawati, dkk 2018 Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 Dan Arduino Nano. Universitas Tekonologi Yokyakarta: Yokyakarta.
- Kadir, Abdul. 2015. Buku Pintar Pemrograman Arduino. Yogyakarta : MediaKom.
- Ketut Darminta I Dkk 2017. *Simulasi Pemisah Kematangan Buah Jeruk Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328P*. Bali: Universitas Negeri Bali.

- Muhammad Andang Novianta 2009. *Pendeteksi Warna Berdasarkan Warna Dasar Penyusun RGB Dengan Sensor TCS230 (Colour Detector Device Based of Basic Composer RGB by TCS230 Sensor)*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Permadi, Trianda. 2012. *Aplikasi Sensor TCS3200 Pada Konveyor Pemilah Warna Barang Otomatis*. Politeknik Negari Sriwijaya: Palembang.
- Romi Wiryadinata Dkk 2018. *Perancangan Sistem Penyortir Botol dengan Menggunakan Sensor Warna RGB TCS3200*. Cilegon: Universitas sultan ageng tirtayasa.
- Sensor. <http://bocahpribumi.blogspot.com/2009/05/sensor.html> D Sharon, dkk (1982) (25 September 2010).
- Sudarmanto. 2007. *Perancangan Sistem Pengendalian Motor Servo pada Robot Berkaki Menggunakan Microcontroller PIC 16F84*. Bandar Lampung: STMIK Teknokrat.
- Sujawarta. 2013. *Pengendali Motor Servo Berbasis Mikrokontroler Basic STAMP 2SX Untuk Mengembangkan Sistem Robotika*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.