

DESAIN DAN IMPLEMENTASI MESIN PEMILAH WARNA BERBASISKAN ARDUINO UNO

Ivan Laudries¹⁾, Hendra Tjahyadi²⁾, Arnold Aribowo³⁾

*^{1,2,3} Program Studi Komputer Sistem,
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pelita Harapan
Jl. Boulevard Palem Raya, Lippo Village, Tangerang, Banten Indonesia 15811
Email: hendra.tjahyadi@uph.edu*

Abstrak. Makalah ini memaparkan desain dan implementasi mesin pemilah warna berbasis Arduino Uno. Mesin ini dibuat untuk memilah objek berdasarkan warna yang telah ditentukan sebelumnya dengan laju dan akurasi yang tinggi agar mampu menggantikan tenaga manusia dalam memisahkan objek berdasarkan warna yang seringkali membosankan dan melelahkan. Secara fisik, sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu object receiver dan delivery zone. Object receiver terbagi menjadi dua area, yaitu sensor area dan drop zone area. Sebuah sensor warna TCS3200 yang akan mengidentifikasi warna objek ditempatkan pada sensor area, dan sebuah servo motor ditempatkan pada drop zone area. Pada delivery zone juga ditempatkan sebuah motor servo yang akan menempatkan objek pada wadah-wadah dengan posisi tertentu. Mesin akan mengidentifikasi warna objek, menemukannya pada posisi tertentu pada drop zone area dan akhirnya menemukannya pada wadah yang berbeda berdasarkan warna yang dikenali melalui delivery zone. Untuk keperluan penyetelan awal, pengguna cukup melakukan perubahan color range dan angle pada servo agar sesuai dengan posisi wadah. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan coklat dengan empat warna yang berbeda, didapatkan bahwa mesin mampu mengantarkan objek ke tujuan dengan tepat. Mesin pemilah warna mampu mengolah objek dengan kecepatan enam puluh objek per menit dengan tingkat keberhasilan sebesar 97,08%.

Kata kunci: otomatis, Arduino, sensor warna

1. Pendahuluan

Deteksi dan pengenalan warna memainkan peranan yang penting dalam berbagai bidang misalnya pada industri tekstil [1], industri kayu lapis [2], kesehatan [3] atau dalam proses produksi [4]. Hal tersebut adalah karena warna bisa menjadi suatu parameter yang menjadi ciri bagi jenis, kualitas atau karakteristik lain dari suatu objek. Ada banyak industri yang memproduksi barang dengan warna-warna yang berbeda misalnya saja produk-produk makanan, obat-obatan, atau barang-barang *fashion* seperti kancing, benang, kain dll. Produk-produk tersebut seringkali dipisahkan secara manual oleh tenaga manusia yang tentu saja merupakan tugas yang melelahkan dan membosankan.

Untuk menggantikan tenaga manusia dalam proses pemilahan warna telah dibuat mesin pemilah warna. Fungsinya adalah memilah – milah barang berdasarkan warna secara otomatis tanpa intervensi yang terlalu banyak dari manusia. Mesin yang ada di industri umumnya berskala besar dan berharga mahal. Pada paper ini dilaporkan hasil perancangan dan implementasi sebuah mesin pemilah warna otomatis yang relatif murah menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor warna sebagai pemilah warna dan servo motor sebagai aktuator. Mesin akan dianggap berhasil apabila dapat mengenali warna dan dapat mengantarkan objek ke wadahnya dalam keadaan telah dipilah berdasarkan warna sebagai keluaran akhir.

Pembahasan pada paper ini dibagi menjadi lima bagian. Pada bagian pendahuluan disampaikan latar belakang yang menjadi motivasi dilakukannya studi yang dilaporkan pada paper ini. Pada bagian kedua disampaikan landasan teori singkat yang membahas sensor warna, *microcontroller* Arduino dan motor servo. Selanjutnya implementasi yang meliputi rancangan perangkat keras dan perangkat lunak disampaikan pada bagian ketiga. Uji coba dan analisa, serta kesimpulan disampaikan masing-masing pada bagian keempat dan kelima.

2. Dasar Teori

Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah pendeteksi warna yang terintegrasi dengan 4 LED putih dan memiliki chip sensor Taos TCS3200 yang berfungsi sebagai konverter untuk mengubah besaran arus yang berkorelasi dengan warna yang dideteksi menjadi frekuensi. *Board* sensor memiliki dimensi 28,4x28,4mm dan dapat beroperasi pada suhu -40 hingga 85°C dengan sumber tegangan 2,7 hingga 5,5 volt. Sensor warna TCS3200 memiliki 8 pin yang terdiri dari pin *VCC*, *GND*, *OE*, *S0*, *S1*, *S2*, *S3* dan *Out*, dimana pin *S0*, *S1*, *S2*, *S3*, *Out* dihubungkan ke pin digital mikrokontroler, *VCC* ke sumber tegangan, *GND* dan *OE* dihubungkan ke *ground* agar sensor dapat berkomunikasi dengan *board* Arduino.

Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah papan *microcontroller* berbasis ATmega328 [5]. Ia memiliki 14 pin *input/output* digital, 6 *input* analog, sebuah 16 MHz resonator keramik, colokan USB, colokan power, sebuah *header* ICSP, dan tombol reset. Papan ini memiliki semua yang dibutuhkan untuk mendukung *microcontroller*.

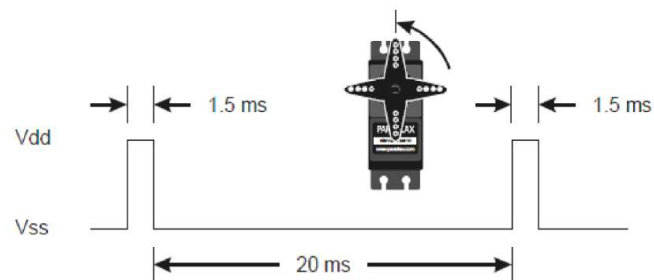
Arduino Uno bisa mendapatkan catu daya dari komputer menggunakan koneksi USB atau dari sumber tegangan lain, seperti *power supply* dan baterai. Tegangan yang ideal digunakan untuk Arduino Uno adalah antara 7 – 12 volt. Jika diberikan tegangan kurang dari 7 volt, maka sumber tegangan dari pin 5 volt akan mengeluarkan tegangan kurang dari 5 volt dan papan Arduino menjadi tidak stabil. Jika diberikan tegangan lebih dari 12 volt, maka *voltage regulator* pada Arduino bisa menjadi terlalu panas dan merusak papan Arduino.

Servo Standard Parallax

Servo standard adalah motor servo yang dapat bergerak dua dengan batasan defleksi sudut putar antara 0° hingga 180° [5]. Motor servo standard Parallax memiliki tiga buah pin, yaitu : *power*, *ground*, dan sinyal. Pin *power* berwarna merah dan dihubungkan dengan sumber tegangan, pin *ground* berwarna hitam dan dihubungkan dengan *ground* dari sumber tegangan, dan pin sinyal berwarna putih dan dihubungkan dengan pengendali. Sumber tegangan servo mulai dari 4 hingga 6 VDC dan bisa didapat dari *power supply* atau baterai. Motor servo standard Parallax memiliki dimensi panjang 5.58 cm x lebar 1.9 cm x tinggi 4.06 cm (tidak termasuk tanduk servo) dan dapat beroperasi pada suhu -10 hingga 50°C.

Kendali servo melalui pin PWM

Lebar sudut rotasi dari servo ditentukan dari lebar pulsa yang diberikan oleh mikrokontroler. Motor servo perlu menerima pulsa setiap 20 ms yang dikirim oleh mikrokontroler melalui pin *pulse width modulation* (PWM). Sementara, nilai pulsa yang diterima servo, mampu membuat servo mengatur dan mempertahankan posisi [6]. Sebagai contoh, pada Gambar 1. Ditunjukkan *timing diagram* untuk posisi tengah dari servo standard Parallax.



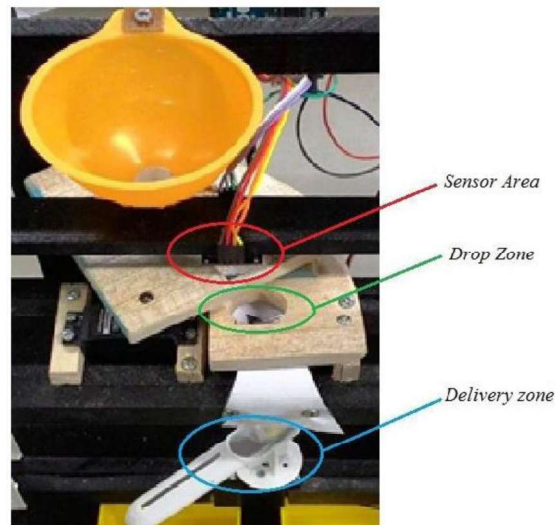
Gambar 1. Contoh *timing diagram* servo standard Parallax

Berdasarkan Gambar 1, jika servo diberikan pulsa selama 1.5 ms setiap 20 ms, maka servo akan berotasi ke posisi tengah dari batasan defleksi sudut putar antara 0° hingga 180°, atau bisa dikatakan menuju sudut 90°.

3. Implementasi

Struktur Dan Cara Kerja

Sistem utama dari mesin pemilah warna ini terdiri dari 3 buah perangkat, yaitu sensor warna, servo dan Arduino Uno, serta 2 bagian penting, yaitu bagian penerimaan objek (*object receiver*) dan bagian selongsong pengantar objek (*delivery zone*). *Object receiver* terdiri dari 2 area, yaitu area sensor (*sensor area*) dan area penjatuhan objek (*drop zone*). Arduino yang merupakan mikrokontroler berperan sebagai pengendali dari seluruh operasi. Secara fisik mesin dari pemilah warna ditunjukkan pada Gambar 2.

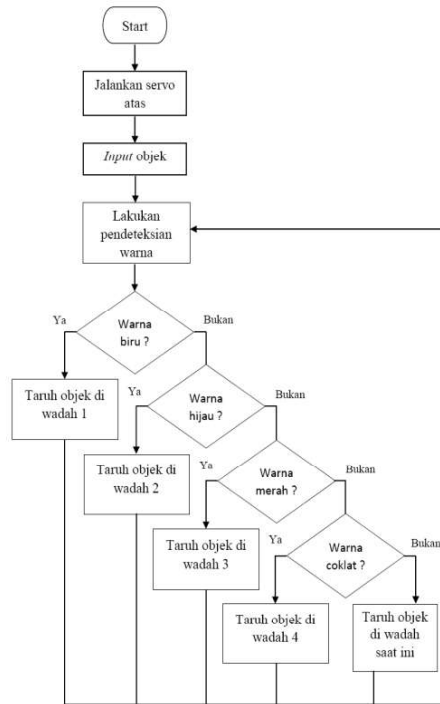


Gambar 2. Struktur Mesin Pemilah Warna

Berdasarkan keterangan dari Gambar 2., awalnya objek ditaruh dalam corong penampung. Servo atas diprogram untuk menuju 3 posisi dengan *delay* tertentu untuk masing - masing posisi. Posisi pertama untuk mengambil objek dari corong penampung. Setelah diperoleh, maka objek akan dibawa ke posisi kedua atau yang disebut sebagai *sensor area*. Di area ini, objek akan dideteksi warnanya dan ditentukan apakah objek tersebut berwarna biru, hijau, merah, atau coklat berdasarkan pencocokan nilai frekuensi dengan rentang warna yang telah diperoleh dari warna objek itu sendiri. Kemudian, servo bawah akan mengarahkan selongsong pengantar objek ke arah wadah yang telah ditentukan untuk masing – masing warna. Pada saat yang bersamaan, objek akan dibawa ke posisi ketiga atau yang kita sebut sebagai *drop zone*. Dalam seketika objek akan jatuh menuju *delivery zone* dan langsung menuju wadah keluaran. Setelah selesai untuk 1 objek, proses akan terulang dengan prosedur yang sama untuk objek lainnya. Akhirnya, semua objek yang telah melalui proses pemilahan akan terpisah-pisah berdasarkan warnanya masing – masing sesuai dengan tujuan dibuatnya mesin pemilah warna.

Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem yang menggambarkan proses kerja sistem dijelaskan dalam Gambar 3. Mulai dari saat objek ditaruh ke dalam mesin hingga berada di wadah keluaran dalam keadaan sudah terpilah. Proses yang terdapat pada diagram alir, melibatkan pengambilan keputusan sebanyak 4 kali. Proses pengambilan keputusan dilakukan agar dapat menentukan warna objek secara pasti. Namun, jika ada objek yang tidak dapat ditentukan warnanya atau dengan kata lain bukan biru, bukan hijau, bukan merah, dan bukan coklat, maka objek akan dijatuhkan ke wadah keluaran yang sama seperti wadah keluaran sebelumnya.



Gambar 3. Diagram alir dari cara kerja sistem

4. Pengujian alat secara keseluruhan

Percobaan dilakukan untuk menguji tingkat akurasi dan laju mesin dalam memilah objek berdasarkan warna. Coklat dengan warna yang berbeda digunakan sebagai objek. Sebanyak 9 coklat warna hijau, 22 coklat warna merah, 17 coklat warna biru, dan 19 coklat warna coklat digunakan dalam pengujian. Dua percobaan dilakukan untuk menguji keakuratan dari mesin yaitu dengan menggunakan tiga warna yang berbeda dan empat warna yang berbeda, dan satu percobaan dilakukan untuk menguji laju dari mesin. Untuk masing-masing percobaan dilakukan sebanyak sepuluh kali dan hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 1 – Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Untuk Memilah Tiga Warna

No	Merah terpilah	Biru terpilah	Hijau terpilah	Tingkat keberhasilan (%)
1	21	17	9	98,48
2	22	17	8	96,29
3	22	16	9	98,04
4	22	17	8	96,29
5	22	17	8	96,29
6	22	17	8	96,29
7	22	17	9	100
8	22	17	9	100
9	20	17	9	96,96
10	22	17	9	100
Rata-rata tingkat keberhasilan				97,86

Tabel 2. Hasil Pengujian Untuk Memilah Empat Warna

No	Merah terpilah	Biru terpilah	Hijau terpilah	Coklat terpilah	Tingkat keberhasilan (%)
1	21	17	9	17	96,23
2	22	17	8	19	97,22
3	22	16	9	17	95,89
4	22	17	8	18	95,90
5	22	17	8	16	93,27
6	22	17	8	19	97,22

No	Merah terpilah	Biru terpilah	Hijau terpilah	Coklat terpilah	Tingkat keberhasilan (%)
7	22	17	9	18	98,68
8	22	17	9	19	100
9	20	17	9	19	97,22
10	22	17	9	18	98,68
Rata-rata tingkat keberhasilan					97,08

Tabel 3. Hasil Pengujian Laju Pemilahan

No	Waktu (detik)
1	68
2	68
3	68
4	69
5	68
6	68
7	67
8	69
9	68
10	67
Rata-rata 68	

Dari percobaan pertama dan kedua yang dicatat pada Tabel 1 dan Tabel 2, terlihat rata-rata tingkat akurasi adalah lebih dari 97% dengan keakuratan untuk membedakan 3 warna lebih tinggi dari membedakan 4 warna. Tingkat akurasi terendah untuk memilah tiga warna adalah sebesar 96,29% sedangkan untuk memilah empat warna adalah sebesar 93,27%. Dari dua percobaan ini terlihat tingkat akurasi menurun dengan meningkatnya jumlah warna yang perlu dibedakan. Percobaan ketiga menunjukkan rata – rata waktu yang dibutuhkan untuk memilah sebanyak 67 objek adalah sebesar 68 detik, sehingga bisa disimpulkan laju mesin mendekati 60 objek per menit.

5. Simpulan

Dari hasil percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa mesin pemilah warna yang telah direalisasikan berhasil memilah tiga dan empat warna yang berbeda dengan tingkat akurasi rata-rata di atas 97%, dan tingkat akurasi akan berkurang dengan bertambahnya warna yang harus dipilah. Laju pemilahan warna yang ditunjukkan oleh mesin pemilah warna adalah sekitar 60 objek permenit. Penelitian untuk meningkatkan laju pemilahan dengan tetap mempertahankan akurasi di atas 97% akan merupakan penelitian yang menarik sehingga mesin pemilah warna yang siap untuk dipakai di industri dengan harga yang relatif murah bisa direalisasikan.

Daftar Pustaka

- [1]. Zhang, M. and Jia, Y., “*Color Recognition Model Based on Multiple SVMs for Robin Sorting Machine*”, in Proc. 2012 Fifth International Symposium on Computational Intelligence Design, pp. 218-221, 2012.
- [2]. Lu, Q. et al., “*Machine Vision System for Color Sorting Wood Edge-glued Panel Parts*”, in Proc. Industrial Electronics, Control and Instrumentation, pp.1460-1464, 1997.
- [3]. Poon, T.W. and Friensen, M.R., “*Algorithms for Size and Color Detection of Smartphone Images of Chronic Wounds for Healthcare Applications*”, IEEE Access, pp.1799 -1808, 2015.
- [4]. Tapetado, A. et al., “*Two-Color Pyrometer for Process Temperature Measurement During Machining*”, Journal of Lightweight Technology, 2016.
- [5]. Baichtal, J. “*Arduino for Beginner: Essential skills every maker needs*”, Pearson, 2014.
- [6]. Niku, S.B., “*Introduction to Robotics: Analysis, Control, Applications*”, Wiley, 2011.