

PEMROGRAMAN SISTEM KONTROL PADA ALAT LABELLING BOTOL SEMI OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO

Aan Prianto¹, Nur Indah¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: 41317120044@mercubuana.ac.id

Abstrak-- Proses pelabelan botol secara manual kurang efisien dari segi waktu dan tenaga. Penggunaan alat labelling botol manual juga mengakibatkan hasil produksi tidak dapat terukur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat labelling botol manual menjadi alat labelling semi otomatis dengan cara membuat sistem kontrol yang dapat mengendalikan alat tersebut. Sistem kontrol alat yang akan dibuat berbasis mikrokontroler arduino UNO. Penggunaan mikrokontroler arduino UNO dapat mempermudah dalam mengontrol beberapa komponen elektronika yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem kontrol. Mikrokontroler arduino di program dengan menggunakan software arduino IDE dengan bahasa C++. Pada penelitian ini logika pemrograman yang di gunakan adalah logika fungsi if else condition. Logika pemrograman if else condition digunakan mengacu pada sistem kontrol yang akan dibuat banyak memuat pernyataan pengambilan keputusan dari suatu kondisi. Sebelum dilakukan pengembangan alat, penelitian ini dimulai dari proses observasi yang bertujuan untuk mengetahui prinsip dasar kerja dari alat labelling botol manual. Selanjutnya dari hasil observasi tersebut dilakukan pembuatan program atau pembuatan sistem kontrol yang bertujuan untuk memperoleh hasil alat yang bekerja secara semi otomatis. Hasil dari penelitian ini adalah program arduino yang dapat mengontrol sensor ultrasonik, sensor warna TCS3200 dan stepper motor pada alat labelling botol semi otomatis. Rata-rata waktu pelabelan alat semi otomatis adalah 3,262 detik dan rata-rata waktu pelabelan alat manual adalah 5,088 detik. Dari segi waktu, alat labelling botol semi otomatis lebih efisien 35,888 % dibandingkan dengan alat labelling botol manual. Alat labelling semi otomatis lebih efisien dari segi tenaga dibandingkan dengan alat labelling botol manual, dikarenakan pemutaran handle shaft menggunakan motor stepper sehingga tidak memerlukan tenaga operator untuk memutar. Berdasarkan perhitungan hasil produksi yang dilakukan, alat labelling botol manual mampu menghasilkan 707 botol per jam dan alat labelling botol semi otomatis mampu menghasilkan 1.103 botol per jam.

Kata kunci: Alat labelling, Arduino UNO, Sistem Kontrol, Sensor

Abstract-- The process of manually labeling bottles is less efficient in terms of time and effort. The use of manual bottle labelling tools also results in unmeasurable production results. This study aims to develop a manual bottle labelling tool into a semi-automatic labelling tool by creating a control system that can control the tool. The control system of the tool to be made is based on the arduino UNO microcontroller. The use of an Arduino UNO microcontroller can make it easier to control some electronic components needed in making a control system. Arduino microcontroller in the program using arduino IDE software with C++ language. In this study, the programming logic used is the logic of the if else condition function. The programming logic if else condition is used to refer to a control system that will be made to contain many decision-making statements of a condition. Before the development of the tool, this research started from an observation process that aimed to find out the basic working principles of the manual bottle labelling tool. Furthermore, from the results of these observations, the creation of a program or the creation of a control system aimed at obtaining the results of tools that work semi-automatically. The result of this study is an arduino program that can control ultrasonic sensors, TCS3200 color sensors and stepper motors on semiautomatic bottle labelling tools. The average labeling time of the semiautomatic tool is 3.262 seconds and the average manual tool labeling time is 5.088 seconds. In terms of time, the semi-automatic bottle labelling tool is 35.888% more efficient than the manual bottle labelling tool. Semi-automatic labelling tools are more efficient in terms of power compared to manual bottle labelling tools, because the rotation of the shaft handle uses a stepper motor so that it does not require operator power to rotate. Based on the calculation of the production results carried out, the manual bottle labelling tool is able to produce 707 bottles per hour and the semi-automatic bottle labelling tool is able to produce 1,103 bottles per hour.

Keywords: Labeling tool, Arduino UNO, Control System, Sensor

1. PENDAHULUAN

Proses pengoperasian alat secara manual kurang efisien dari segi waktu dan tenaga. Suatu sistem kontrol yang bersifat manual membutuhkan banyak tenaga dan cenderung tidak stabil, sehingga sistem tersebut tidak cukup efektif dan efisien [1]. Maka dari itu perlu dibuat suatu sistem, sistem tersebut berfungsi untuk membantu meringankan tugas manusia dalam proses pengoperasian alat. Sistem ini dibutuhkan untuk mengubah dari alat yang semula dioperasikan secara konvensional atau manual menjadi alat semi otomatis.

Dalam perancangan sistem semi otomatis membutuhkan suatu perangkat yang berfungsi untuk mengendalikan atau mengontrol komponen mesin atau komponen elektronika. Salah satu perangkat yang bisa digunakan dalam perancangan sistem semi otomatis pada suatu alat ataupun mesin adalah mikrokontroler arduino. Mikrokontroler merupakan hardware pengendali berukuran relatif kecil yang diidentikkan dengan dunia otomatisasi (serba otomatis), baik di lingkungan pendidikan (tugas akhir), industri, maupun masyarakat pada umumnya [2]. Akan tetapi arduino ini tidak serta langsung bisa menjalankan tugasnya sebagai pusat kontrol, maka dari arduino membutuhkan pemrograman melalui software.

Pemrograman mikrokontroler dapat dikerjakan dengan aplikasi IDE (Integrated Development Environment) yang menggambarkan sesuatu kumpulan urutan perintah ke komputer dengan memakai bahasa yang mudah dipahami, sehingga komputer bisa mengerjakan sesuai dengan perintah. Pada software inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang akan dibenamkan melalui sintaks pemrograman [3]. Mikrokontroler arduino diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C++. Pada penelitian ini logika pemrograman yang di gunakan adalah logika fungsi if else condition. Logika pemrograman if else condition digunakan mengacu pada sistem kontrol yang akan dibuat banyak memuat pernyataan pengambilan keputusan dari suatu kondisi serta mudah untuk dipahami. Bahasa pemrograman C++ pada arduino ini banyak di aplikasikan pada alat semi otomatis maupun alat otomatis, contohnya seperti alat penetas telur otomatis, alat pembuat kopi otomatis dan alat penyortir tingkat kematangan buah otomatis. Namun demikian, aplikasi bahasa pemrograman C++

belum merambah ke alat labelling botol untuk industri menengah ke bawah.

Pada alat labelling botol manual, proses pelabelan dilakukan dengan cara memutar handle shaft secara manual. Proses pelabelan botol yang dilakukan secara manual kurang efisien dalam segi waktu dan tenaga. Berlandaskan penelitian dari [4] Penggunaan alat labelling botol manual harus menggunakan tenaga manusia untuk menggerakkan atau memutar handle shaft, sehingga hasil produksi bervariasi tergantung kecepatan operator pada saat mengoperasikan alat. Penggunaan alat labelling botol manual juga mengakibatkan hasil produksi tidak dapat terukur sehingga sukar dalam hal menentukan target produksi.

Dalam rangka untuk menambah jumlah produksi yang dihasilkan oleh alat, maka penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem kontrol pada alat labelling botol. Sistem kontrol ini dibuat dengan tujuan agar alat labelling botol dapat beroperasi secara semi otomatis serta mampu meningkatkan efisiensi alat dari segi waktu dan tenaga pada saat proses pelabelan. Dari hasil kerja sistem semi otomatis pada alat labelling botol yang dibuat dapat digunakan untuk mendapatkan analisis perbandingan kinerja otomatisasi dengan jumlah produksi botol yang dihasilkan oleh alat.

2. METODOLOGI

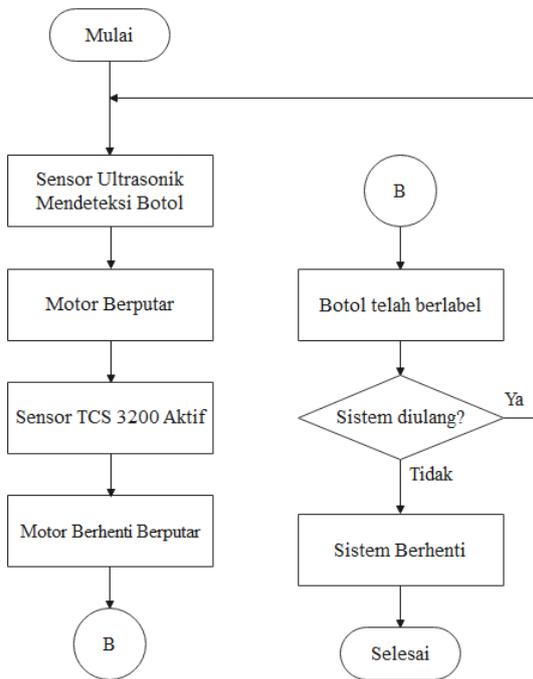
Alat - Alat yang digunakan untuk menunjang pembuatan alat *labelling* botol seperti : Laptop, Perangkat Lunak Arduino IDE, *Protoboard*, Multimeter, Tang potong, *Screwdriver*, *Power supply*, *Allen key*, *Amperemeter*, Sensor Ultrasonik, Sensor warna TCS 3200 dan *Stepper moto Nema 17*.

Bahan - Bahan yang diperlukan dalam pembuatan alat *labelling* botol seperti : Lampu led, *Jumper wire*, PCB (*printed circuit board*), *Software Arduino IDE* dan *Software Fritzing*.

Penelitian ini dimulai dari studi literatur kemudian pengumpulan data yang bertujuan untuk mengetahui prinsip dasar kerja dari alat *labelling* botol manual. Selanjutnya dilakukan pembuatan program atau pembuatan sistem kontrol yang bertujuan untuk memperoleh hasil alat yang bekerja secara semi otomatis sesuai prinsip kerja. Kemudian simulasi program, pemasangan komponen, uji coba alat dan yang terakhir analisa masalah dan kesimpulan.

2.1 Flow Chart Kerja Sistem Kontrol

Flow chart kerja sistem kontrol dapat dilihat pada Gambar 1.



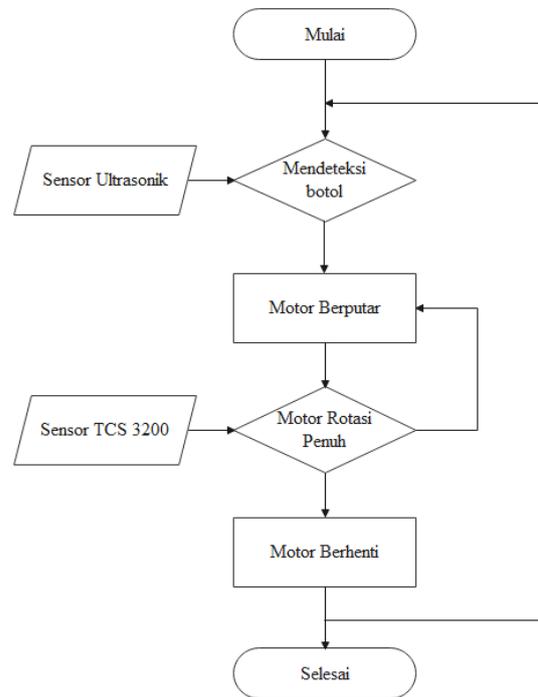
Gambar 1. Flow Chart Kerja Sistem Kontrol

Penjelasan dari flow chart cara kerja sistem kontrol:

1. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi keberadaan botol. Sensor ini akan bekerja apabila botol berada pada depan sensor. Cara kerja sensor ultrasonik ini didasarkan pada prinsip dari pantauan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu.[5]
2. Setelah sensor ultrasonik mendapatkan sinyal atau *input* bahwa botol sudah siap untuk dilabel, maka sensor ultrasonik akan memberikan *output* untuk menggerakkan motor *stepper* untuk berputar.
3. Motor *stepper* akan berhenti jika sensor warna TCS3200 aktif. Sensor TCS 3200 akan aktif jika menemukan perbatasan antar label satu dengan label yang lainnya.
4. Setelah motor berhenti, maka botol sudah selesai dalam proses pelabelan.
5. Kemudian setelah botol sudah berlabel, maka ada dua keputusan dalam sistem kontrol. Apakah pelabelan botol akan diulang atau tidak, jika tidak maka sistem akan berhenti.

2.2 Flow Chart Program Alat Labelling Botol

Flow chart program dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flow Chart Program Alat Labelling Botol

Penjelasan dari flow chart program alat labelling botol:

1. Jika program dijalankan maka komponen pertama yang akan bekerja adalah sensor ultrasonik. Jika sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan botol, maka motor akan berputar. Akan tetapi jika sensor ultrasonik tidak mendeteksi keberadaan botol maka program akan memerintahkan kembali pada sensor sampai mendeteksi adanya botol.
2. Motor akan berhenti berputar atau mencapai rotasi penuh ketika sensor warna TCS3200 aktif membaca *margin* pada label stiker.
3. Setelah motor berhenti maka proses telah selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat pada tugas akhir ini dilakukan guna mengetahui kinerja tiap komponen alat labelling botol. Hasil dari pengujian alat ini diharapkan sanggup memperoleh data sesuai yang diharapkan dari komponen elektrik.

3.1 Uji Tegangan Power Supply

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran dari *power supply* agar sesuai kebutuhan sistem kontrol. Pengukuran tegangan

dilakukan menggunakan multimeter, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengujian *power supply*.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Power Supply*

Nama Pengukuran	Pengukuran ke-	Tegangan berdasarkan spesifikasi (V)	Hasil pengukuran (V)	Error
<i>Power Supply</i> 12V DC	1	12	12,3	2,5 %
	2	12	12,3	2,5 %
	3	12	12,3	2,5 %
	4	12	12,3	2,5 %
	5	12	12,3	2,5 %

Perhitungan nilai *error* pada pengukuran tegangan *ouput power supply*:

$$\text{Presentase error} = \frac{V \text{ terukur} - V \text{ spesifikasi}}{V \text{ spesifikasi}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase error} = \frac{12,3 - 12}{12} \times 100\%$$

$$\text{Presentase error} = \frac{0,3}{12} \times 100\%$$

$$\text{Presentase error} = 0,025 \times 100\%$$

Presentase error = 2,5 %

3.2 Uji Tegangan Arduino UNO

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui tegangan *output* yang dihasilkan oleh arduino UNO. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan yang keluar dari pin 5V pada arduino yang telah diberi tegangan dari adaptor arduino. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian tegangan arduino UNO.

Tabel 1. Pengujian tegangan arduino UNO

Pengukuran	Beban	Pengukuran ke-	Tegangan berdasarkan spesifikasi (V)	Hasil Pengukuran (5V)
Arduino UNO	Tanpa beban	1	5	5
		2	5	5
		3	5	5

Pengukuran	Beban	Pengukuran ke-	Tegangan berdasarkan spesifikasi (V)	Hasil Pengukuran (V)
Arduino UNO	Dengan beban	1	5	4,97
		2	5	4,88
		3	5	4,90
		4	5	4,95
		5	5	4,85
Rata-rata			5	4,91

Pengujian tangan dengan beban yang dimaksud adalah arduino sudah tersambung dengan beban seperti *stepper motor*, sensor ultrasonik, sensor warna.

3.3 Pengujian Stepper Motor

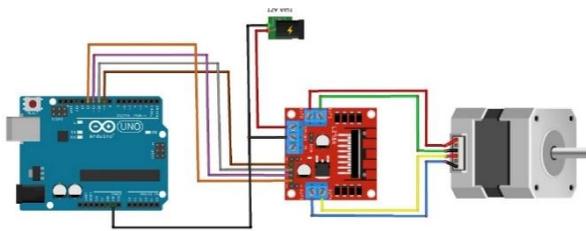
Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui bahwa motor dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan memutar *stepper motor* dengan 4 posisi sudut yaitu 45°, 90°, 180°, 270° dan 360°. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengujian Stepper Motor

Sudut	Nilai Step	Keterangan
90°	50	Motor berhasil berputar searah jarum jam sebesar ¼ putaran
180°	100	Motor berhasil berputar searah jarum jam sebesar ½ putaran
270°	150	Motor berhasil berputar searah jarum jam sebesar ¾ putaran
360°	200	Motor berhasil berputar searah jarum jam sebesar 1 putaran

Rangkaian Stepper Motor Pada Arduino UNO

Pada rangkaian *stepper motor* perlu ditambahkan satu komponen yaitu *driver motor* yang bertujuan untuk menyesuaikan arah putaran dan kecepatan motor[6]. *Stepper motor* dapat berputar atau berotasi dengan *step* atau sudut tertentu yang bervariasi tergantung pada motor yang digunakan [7]. Pada penelitian ini *driver motor* yang dipilih adalah tipe L298N. Rangkaian *stepper motor* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Stepper Motor

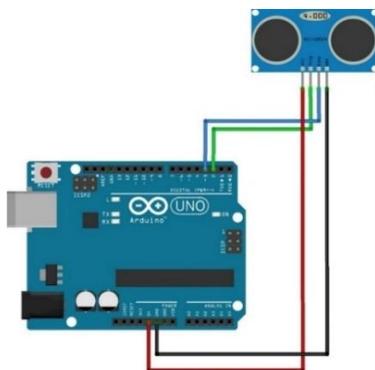
3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik ini dilakukan dengan meletakkan botol di depan sensor kemudian diukur dengan mistar dan kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran jarak menggunakan serial monitor pada software arduino IDE. Hasil pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Hasil Ukur dengan Mistar (cm)	Hasil Ukur dengan Arduino IDE (cm)	Selisih	Error (%)
1	1	2	1	100%
2	2	2	0	-
3	3	3	0	-
4	4	4	0	-
5	5	5	0	-
6	6	6	0	-
7	7	7	0	-
8	8	8	0	-
9	9	9	0	-
10	10	10	0	-

Rangkaian Sensor Ultrasonik Pada Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Ultrasonik

3.5 Pengujian Sensor TCS3200

Pengujian dilakukan untuk memperoleh data

range warna objek yang terbaca sensor warna TCS3200, karena setiap warna memiliki data range yang berbeda. Pembacaan warna dapat dilakukan menggunakan TCS3200 sebagai pembacaan dari empat jenis warna yaitu merah, hijau, biru, dan kuning[8]. Pengujian ini dilakukan dengan cara mendekatkan sensor dengan suatu warna yang akan dideteksi untuk mencari daripada frekuensi RGB atau *red green blue* dari masing-masing warna. Hasil pengujian sensor warna TCS3200 dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

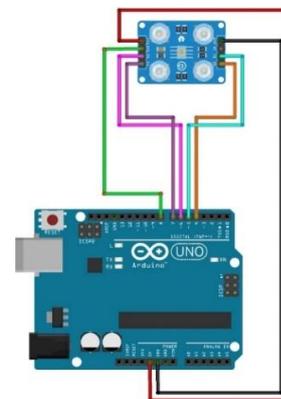
Tabel 5. Hasil Pengujian RGB 1

Nilai RGB	Merah		Kuning		Hijau	
	Terdah	Tertinggi	Terdah	Tertinggi	Terdah	Tertinggi
R	76	79	50	57	107	113
G	153	160	61	67	92	98
B	114	120	83	89	104	111

Tabel 6. Hasil Pengujian RGB 2

Nilai RGB	Biru		Hitam		Putih	
	Terdah	Tertinggi	Terdah	Tertinggi	Terdah	Tertinggi
R	170	177	169	175	24	31
G	153	159	167	173	28	33
B	93	100	132	138	38	42

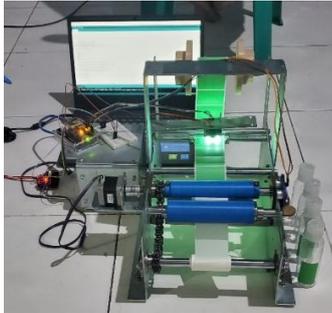
Pengukuran range RGB sensor warna TCS3200 dilakukan satu kali dalam waktu pengukuran 1 menit pada jarak antara sensor dan warna 20 mm. Pada saat pengujian, sensor harus berada dalam kondisi yang stabil agar pembacaan dapat akurat. Sensor warna bekerja dengan baik serta dapat membaca enam objek warna yang di amati. Rangkaian Sensor Warna TCS3200 Pada Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Warna TCS3200

3.6 Pengujian Alat

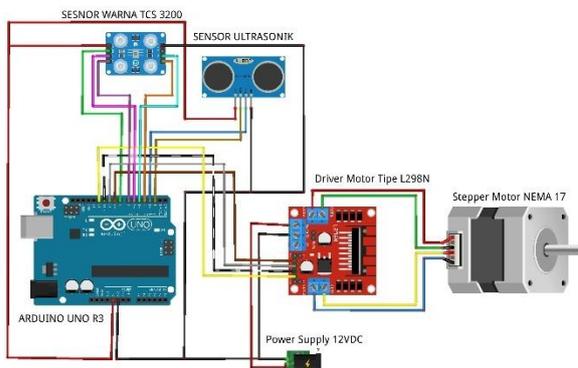
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat rancangan dapat beroperasi sesuai program yang telah dibuat atau tidak (uji fungsional). Pengujian ini dilakukan dengan cara *trial and error* pada alat yang telah dibuat. Pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui perbandingan waktu proses pelabelan antara alat *labelling* botol manual dan alat *labelling* botol semi otomatis. Gambar 6. Menunjukkan alat *labelling* botol semi otomatis.



Gambar 6. Alat *Labelling* Botol Semi Otomatis

A. *Wiring* Total Alat *Labelling* Botol Semi Otomatis

Skema rangkaian *wiring* total dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. *Wiring* Total Alat *Labelling* Botol Semi Otomatis

Beberapa komponen yang terdapat pada Gambar 7.

1. Arduino UNO

Arduino adalah sebuah rangkaian yang memakai IC *microcontroller* sebagai pengendali utama rangkaian [9].

2. Sensor Ultrasonik HC SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi jarak benda menggunakan gelombang ultrasonik [10]. Cara kerja sensor ultrasonik ini didasarkan pada prinsip dari pantauan suatu gelombang suara sehingga dapat di pakai untuk menafsirkan jarak suatu benda dengan frekuensi tertentu.

3. Sensor Warna TCS 3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu objek benda atau warna dari objek yang dimonitor [11]. Sensor warna TCS3200 bekerja dengan cara membaca nilai dari intensitas cahaya yang dipancarkan oleh *led super bright* terhadap objek benda yang dideteksi. Pembacaan nilai intensitas cahaya tersebut dilakukan melalui matriks 8x8 photodiode, 64 photodiode tersebut dibagi menjadi 4 kelompok pembaca warna. Setiap warna yang disinari oleh led akan memantulkan sinar led menuju photodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda, Panjang gelombang tergantung pada warna objek yang terdeteksi.

4. *Stepper* Motor

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa *elektronis* menjadi gerakan mekanis diskrit [12]. *Stepper* motor dapat berputar atau berotasi dengan *step* atau sudut tertentu yang bervariasi tergantung pada motor yang digunakan.

5. *Driver* Motor L298N

Driver motor yang berfungsi untuk menyesuaikan arah putaran dan kecepatan motor.

B. Perbandingan Kinerja Alat Manual Dan Alat Semi Otomatis

Perbandingan ini dilakukan dengan mengitung kecepatan proses pelabelan untuk setiap satu botol dengan bantuan alat *stopwatch*. Dimensi label yang digunakan pada pengujian ini adalah 50 mm x 30 mm dan jenis botol yang digunakan adalah botol plastik dengan kapasitas 250 ml . Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian RGB 2

Percobaan n	Alat Manual (s)	Percobaan n	Alat semi otomatis (detik)
1	5,15	1	3,23
2	5,58	2	4,25
3	5,21	3	3,94
4	4,64	4	2,65
5	5,51	5	2,20
6	5,04	6	2,54
7	4,13	7	4,13
8	5,90	8	3,72
9	3,95	9	2,81
10	5,77	10	3,15

Rata-rata	5,088	Rata-rata	3,262
-----------	-------	-----------	-------

Berdasarkan Tabel 7. maka dapat diperoleh analisis perbandingan kinerja antara alat *labelling* botol manual dan alat *labelling* botol semi otomatis dalam segi waktu pelabelan. Waktu pelabelan menggunakan alat semi otomatis efektif lebih cepat dibandingkan dengan alat manual. Dapat dilihat pada Tabel 7. rata-rata waktu pelabelan alat semi otomatis adalah 3,262 detik dan rata-rata waktu pelabelan alat manual adalah 5,088 detik.

C. Perhitungan nilai efisiensi alat semi otomatis dari segi waktu pelabelan.

$$\text{Presentase efisiensi alat} = \frac{\bar{X} \text{ waktu pelabelan otomatis} - \bar{X} \text{ waktu pelabelan manual}}{\bar{X} \text{ waktu pelabelan otomatis}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase efisiensi alat} = \frac{5,088 \text{ detik} - 3,262 \text{ detik}}{5,088 \text{ detik}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase efisiensi alat} = \frac{1,826 \text{ detik}}{5,088 \text{ detik}} \times 100\%$$

$$\text{Presentase efisiensi alat} = 0,358 \times 100\%$$

$$\text{Presentase efisiensi alat} = 35,888 \%$$

Berdasarkan perhitungan diatas, alat *labelling* botol semi otomatis lebih efisien 35,888 % dibandingkan dengan alat *labelling* botol manual.

D. Perbandingan jumlah produksi alat *labelling* botol manual dan alat *labelling* botol semi otomatis.

Tabel 8. Perhitungan Jumlah Produksi Yang Dihasilkan Alat *Labelling*

	\bar{X} Waktu pelabelan 1 pc (detik)	Pcs/ menit	Pcs/ jam	Output 1 hari (7 jam kerja)
Manual	5,088	11	707	4.949 Pcs
Semi Otomatis	3,262	18	1.103	7.721 Pcs

Berdasarkan Tabel 8. dapat diperoleh perhitungan jumlah produksi yang dihasilkan oleh alat *labelling* botol. Alat manual mampu menghasilkan 11 botol per menit, 707 botol per jam dan 4.949 botol dalam 7 jam produksi. Sedangkan alat semi otomatis mampu menghasilkan 18 botol per menit, 1.103 botol dan 7.721 botol dalam 7 jam produksi.

Perbandingan kecepatan pelabelan antara alat *labelling* botol semi otomatis yang telah dibuat dengan alat *labelling* botol semi otomatis tipe MT-50 dan tipe FK603 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Kecepatan Pelabelan Alat Semi Otomatis

Tipe Alat	Pcs/menit
Alat semi otomatis yang telah dibuat	18
Alat semi otomatis tipe MT-50	10 - 40
Alat semi otomatis tipe FK603	15 - 45

Berdasarkan Tabel 9. maka dapat disimpulkan bahwa alat *labelling* botol semi otomatis yang telah dibuat masih kurang cepat dalam melakukan proses pelabelan jika dibandingkan dengan alat *labelling* botol semi otomatis tipe MT-50 dan tipe FK603.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Program sistem kontrol dapat bekerja pada alat *labelling* botol semi otomatis sesuai dengan prinsip kerja yang ada secara efisien dari segi waktu dan tenaga. Sensor ultrasonik mampu membaca keberadaan botol sehingga dapat memutar motor *stepper*. Sensor TCS3200 mampu membaca *margin* pada label sehingga motor *stepper* berhenti pada posisi yang tepat. Alat *labelling* lebih efisien dari segi tenaga dibandingkan dengan alat *labelling* botol manual, dikarenakan pemutaran *handle shaft* menggunakan motor *stepper* sehingga tidak memerlukan tenaga operator untuk memutar. Pada dimensi label 50 mm x 30 mm alat *labelling* botol semi otomatis membutuhkan waktu rata-rata pelabelan 3,262 detik dari setiap satu botol, sedangkan alat *labelling* botol manual membutuhkan waktu rata-rata 5,08 detik dari setiap satu botol. Dari segi waktu, alat *labelling* botol semi otomatis lebih efisien 35,88 % dibandingkan dengan alat *labelling* botol manual.
- Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, alat *labelling* botol manual mampu menghasilkan 707 botol per jam dan alat *labelling* botol semi otomatis mampu menghasilkan 1.103 botol per jam. Dengan ini alat semi otomatis menghasilkan *output* yang relatif lebih besar dibandingkan dengan alat manual.

DAFTAR PUSTAKA

T. C. Wardaya, "Instrumentasi," Kamalogis Fakultas Teknik UGM, 2019.
 D. Nurdin Bagenda and R. Hudaya, "Pengaruh Struktur Pemrograman Dan Compiler Pada Kecepatan Operasi Menggunakan Arduino Uno,"

- Prosiding Seminar Teknik Elektro & Informaika, vol. 1, no. 3, pp. 62–67, Nov. 2016.
- [3] A. I. Yusuf, S. Samsugi, and F. Trisnawati, “Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote,” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [4] S. Danial, N. Hazwani, and N. F. Dina, “Labelling Bottle Machine,” *Politeknik Sultan Hasanudin*, 2020.
- [5] H. Santoso, *Arduino Untuk Pemula*, vol. 1. Elang Sakti, 2015.
- [6] S. Kurniadi, “Perancangan Alat Pengontrol Kecepatan Motor Menggunakan Arduino Mega 2560 Berbasis Android Melalui Bluetooth,” *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Subang*, pp. 22–32, 2019.
- [7] F. Nugraha and B. Wibowo, “Stepper Motor Speed Control Using Start-Stop Method Based On PLC,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 3, pp. 213–220, 2021.
- [8] A. Safaris and H. Effendi, “Rancang Bangun Alat Kendali Sortir Barang Berdasarkan Empat Kode Warna,” *JTEV* vol. 6, pp. 400–410, 2020, [Online].
- [9] G. Wahyu Priambudi, *ebook arduino jilid 1*, vol. 1. 2020.
- [10] A. W. Dani, “Rancang Bangun Sistem Pengairan Tanaman Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah,” *Jurnal Teknologi Elektro Universitas Mercubuana*, vol. 8, no. 2, pp. 151–155, 2017.
- [11] G. Mahardhian Dwi Putra, D. Ajeng Setiawati, and Sumarjan, “Rancang Bangun Sistem Sortasi Kematangan Buah Semi Otomatis Berbasis Arduino,” *Jurnal Teknotan*, vol. 12, no. 1, Sep. 2018.
- [12] K. Dwitantya, “Lengan Robot Dengan Penggerak Motor Stepper Dan Motor Servo,” *Sanata Dharma University, Yogyakarta*, 2017.