



DISAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENYORTIR BOTOL MINUMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR BERBASIS ARDUINO UNO

Inra Ahui Sitompul¹, Libianko Sianturi², Fiktor Sihombing³, Jamser Simanjuntak⁴, Sindak Hutaeruk⁵

Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen, Medan
Email: inraahuisitompul@gmail.com¹

Abstract

Currently, the goods sorting process in industry still uses a manual method. Therefore, it is necessary to propose an automatic sorting method using control technology. In order to realize the above issue, an automated method is proposed to separate plastic materials and metallic materials in a prototype of goods sorting process. In our study, a plastic bottle and metal bottle detector was designed using a TCRT5000 infrared sensor and an Arduino Uno-based Proximity sensor. The TCRT5000 sensor functions to detect nonmetallic materials while the proximity sensor detects metallic and nonmetallic materials. The sensors will provide logic output to the microcontroller so that the types of materials that enter the sorting system can be distinguished. After the material passes through the sensor, the LCD will automatically display the object value, then the servo motor will sort the objects by moving the actuator to sort the material. Based on the design and implementation of the prototype and based on testing, the plastic bottle material and metal bottle material can be separated properly.

Keywords: *Automatic Sorting, Arduino uno, Sensor TCRT5000, Sensor Proximity*

Abstrak

Saat ini, beberapa proses sortir barang pada industri masih menggunakan metoda manual. Oleh karena itu, perlu diusulkan suatu metoda otomatis dengan menggunakan teknologi, khususnya teknologi kendali. Untuk mewujudkan ide diatas, suatu metoda otomatis diusulkan dalam memisahkan bahan plastik dan bahan logam dalam sebuah prototipe. Dalam penelitian ini, sebuah alat pendeteksi botol bahan plastik dan botol bahan logam dirancang menggunakan sensor inframerah TCRT5000 dan sensor Proximity berbasis arduino uno. Sensor TCRT5000 berfungsi untuk mendeteksi bahan bukan logam sedangkan sensor proximity akan mendeteksi bahan logam dan bahan bukan logam. Kedua sensor tersebut akan memberikan output logika kepada mikrokontroler sehingga dapat dibedakan jenis bahan yang masuk ke sistem pemilahan. Setelah material melewati sensor maka secara otomatis LCD menampilkan nilai objek, lalu motor servo akan menyortir benda dengan mengerakan aktuator untuk memilah material. Berdasarkan disain dan implementasi prototipe dan berdasarkan pengujian, maka material botol plastik dan material botol logam dapat dipisahkan dengan baik

Kata kunci: *sortir otomatis, Arduino uno, Sensor TCRT5000, Sensor Proximity*

PENDAHULUAN

Teknologi industri terus berkembang bahkan telah merambat dalam berbagai sisi kehidupan manusia. Perkembangan teknologi ini, didukung oleh tersedianya perangkat keras dan perangkat lunak sehingga mengakibatkan percepatan perkembangan teknologi itu sendiri.



Perkembangan teknologi ini juga memungkinkan dunia memasuki era otomasisasi. Pada bidang pemisahan atau pensortiran barang, awalnya dilakukan secara manual. Akan tetapi dalam era otomasisasi, banyak proses sudah dilakukan secara otomatis tanpa menggunakan tenaga manusia.

Dalam hal proses pensortiran barang, prosesnya masih banyak secara manual dikerjakan oleh tenaga manusia dan membutuhkan jumlah tenaga kerja yang tidak sedikit dan membuat waktu proses produksi menjadi lebih lama. Selain itu sering terjadi *human error*. Untuk mengatasi masalah ini, perlu direncanakan suatu proses pensortiran yang lebih efektif dan efisien dengan mengaplikasikan sistem otomatis.

Dalam penelitian ini, Penulis merancang dan menguji sebuah alat penyortir (Gambar 7) yang berfungsi untuk memisahkan botol minuman berdasarkan jenis bahan. Dalam penelitian ini, alat penyortir disetting untuk membedakan 2 jenis bahan atau material yaitu bahan plastik dan bahan logam. Dengan menggunakan sensor inframerah yaitu TCRT5000 dan sensor Proximity, bahan dapat dideteksi dan dikendalikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. *Output* mikrokontroler adalah motor servo dan *display* LCD. Motor digunakan sebagai penggerak mekanis untuk memisahkan botol sedangkan *display* untuk menampilkan status dan jumlah kedua jenis botol yang telah disortir secara berurutan. Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian alat penyortir bahan plastik dan logam yang sudah dilakukan diperoleh pemahaman bahwa alat penyortir tersebut dapat berfungsi dengan baik.



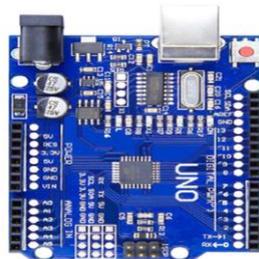
Gambar 7. Hasil Rakitan Rangkaian Penyortir Botol

TINJAUAN PUSTAKA

Arduino Uno R3 adalah sebuah rangkain elektronik yang bersifat *open source* dan didalamnya terdapat *chip mikrokontroler*. Arduino Uno R3 merupakan board berbasis

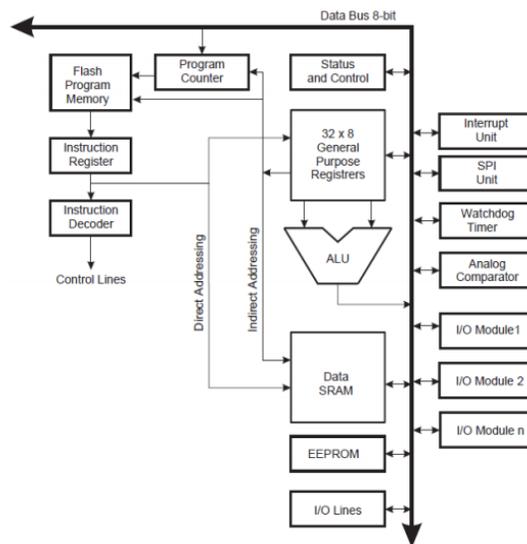


mikrokontroler ATmega328 yang memiliki 14 pin *input/ output* digital. Pin ini terdiri atas beberapa bagian dan fungsi antara lain: 6 pin sebagai keluaran, 6 pin sebagai masukan analog 16 MHz (pin A0 sampai A5), pin untuk koneksi USB (*universal Serial Bus*), pin untuk jack listrik, pin untuk *header* ICSP dan pin untuk tombol *reset*. Pin analog pada Arduino Uno R3 memiliki tegangan referensi sebesar 5 volt. Pin analog memiliki fitur untuk mengubah sinyal analog yang masuk menjadi digital. Pin digital hanya dapat mengenali sinyal 0 Volt sebagai nilai *Low* dan 5 Volt sebagai nilai *High*. Bentuk board Arduino Uno R3 dapat dilihat pada Gambar 1.



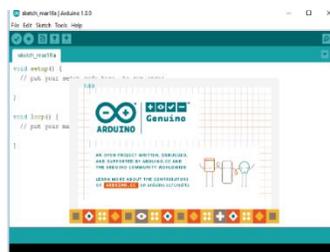
Gambar 1. Board Arduino Uno

Mikrokontroler ATmega328 memiliki kemampuan untuk memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga akan memaksimalkan kinerja secara paralel. Instruksi pada memori dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan, instruksi berikutnya sudah dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi - instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu *clock*. Secara prinsip, 322 x 8-bit register serbaguna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Terdapat 3 buah register pointer 16-bit untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register di atas, terdapat register lain yang dipetakan dengan teknik memory mapped I/O selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control timer/ *counter*, interupsi, ADS, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register - register ini menempati memori pada alamat 0x20h-0x5Fh, dimana arsitektur ATmega328 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Block Diagram Arsitektur Mikrokontroler ATmega3

Perangkat lunak IDE Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat open source, diturunkan dari platform wiring, dirancang untuk memudahkan pengguna elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya menggunakan prosesor Atmega AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman C++ yang sederhana. Gambar 3 memperlihatkan tampilan awal software IDE Arduino.



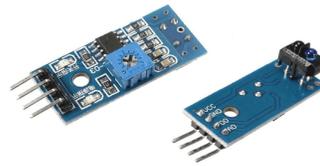
Gambar 3. Tampilan jendela IDE Arduino

Perangkat lunak IDE ditulis dengan bahasa pemrograman java. Mikrokontroler dengan software development, termasuk didalam perangkat lunak dengan kode editor dan fitur seperti sintaks, brace pencocokan, dan indentitas otomatis, serta mampu meng-*compile* dan *upload* program dengan sekali perintah klik serta uji coba secara terminal serial. Fungsi setiap icon pada IDE Arduino antara lain: menu verify bergambar ceklis berfungsi untuk mengecek program yang ditulis apakah ada yang salah atau error, menu upload yang bergambar panah kearah kanan



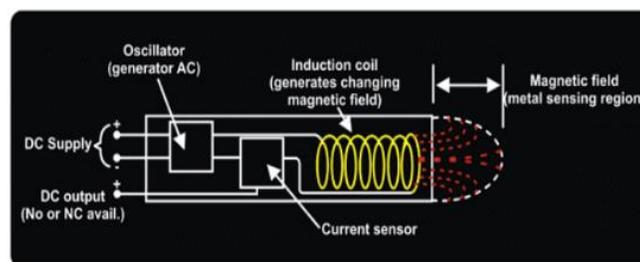
berfungsi untuk memuat / transfer program yang dibuat di perangkat lunak Arduino ke perangkat keras Arduino, menu New yang bergambar sehelai kertas berfungsi untuk membuat halaman baru dalam promograman, menu Open yang bergambar panah ke arah atas berfungsi untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang sudah dibuat dari pabrikan software Arduino, menu Save yang bergambar panah ke arah bawah berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat atau dimodifikasi, menu serial monitor yang bergambar kaca pembesar berfungsi untuk mengirim atau menampilkan serial komunikasi data saat dikirim dari hardware Arduino. Perangkat lunak Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang membuat operasi input/output jauh lebih mudah dipahami. Pengguna hanya perlu mendefinisikan dua fungsi untuk membuat program dapat dijalankan ketika dieksekusi pada Arduino Uno R3.

Sensor TCRT5000 merupakan fototransistor berbasis cahaya. Modul sensor infrared TCRT5000 ini terdiri dari berbagai komponen yaitu sensor infra merah TCRT5000, IC LM393, potensiometer, komparator, dan 2 buah LED. Sensor TCRT5000 pada modul ini terdiri dari IR LED yang berfungsi sebagai pemancar sinar infra merah dan fototransistor yang berfungsi sebagai penerima sinar infra merah. Cara kerja fototransistor hampir sama seperti transistor pada umumnya, dimana arus basis transistor dikalikan untuk memberikan arus pada kolektor, namun pada fototransistor arus basis dikendalikan oleh jumlah cahaya atau infra merah yang diterimanya. Pada prinsipnya jika terminal basis pada fototransistor menerima intensitas cahaya atau infra merah yang tinggi, maka arus yang mengalir dari terminal kolektor ke emiter akan semakin besar. Potensiometer pada modul ini digunakan sebagai pengatur sensibilitas dengan cara memberikan batas tengah pada keluaran sensor TCRT5000 yang nantinya akan masuk ke IC LM393. Potensiometer dapat diatur sesuai dengan kondisi dan aplikasi modul, jika modul digunakan di tempat dengan intensitas cahaya yang kecil maka potensiometer bisa dikecilkan agar modul menjadi lebih sensitif. IC LM393 merupakan komparator yang berfungsi sebagai pembanding antara dua nilai masukan yaitu keluaran yang dihasilkan oleh sensor TCRT5000 dan keluaran yang dihasilkan oleh potensiometer, keluaran dari komparator memiliki nilai *High* dan *Low* tergantung hasil perbandingan kedua masukan tersebut. Gambar sensor CRT5000 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk Fisik Sensor TCRT5000

Sensor Proximity dilengkapi fitur pengaturan nominal jarak dan pelaporan jarak objek yang dideteksi. Sensor proximity ini umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan, kedekatan, posisi dan penghitungan pada mesin otomatis dan sistem manufaktur. Mesin - mesin yang menggunakan sensor Proximity diantaranya adalah mesin kemasan, mesin produksi, mesin pencetakan, mesin pengerjaan logam, mesin pengolah makanan dan lain lain. Inductive Proximity Sensor atau sensor jarak induktif adalah jenis sensor yang mendeteksi keberadaan suatu objek yang menggunakan pengindraan logam, Inductive Proximity (IP) pada jarak 5 mm. Pendeteksian Induktif pada sensor proximity merupakan prinsip listrik dimana sebuah fenomena pada arus yang berfluktuasi yang disebut Induktansi. Ia memiliki komponen magnetik untuk menginduksi gaya gerak listrik (ggl) pada objek sasarannya. Sensor ini juga sebagai pengganti sakelar mekanis yang sering digunakan karena mampu beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi. Sensor Proximity Induktif terdiri dari beberapa komponen diantaranya: oscillator, coil, trigger circuit, dan output. *Oscillator* adalah rangkaian tuned kapasitif induktif yang menciptakan frekuensi radio. *Coil* merupakan komponen untuk menghasilkan medan elektromagnetik dengan frekuensi tinggi. Output dari sensor ini ada dua versi yaitu analog dan digital. Pada versi analog sensor dapat diaktifkan pada tegangan 0-10V DC atau 4-20 mA jarak pengukurannya bisa mencapai 5 cm. Rangkaian kerja Sensor Proximity Induktif ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Kerja Sensor Proximity Induktif

METODE PENELITIAN

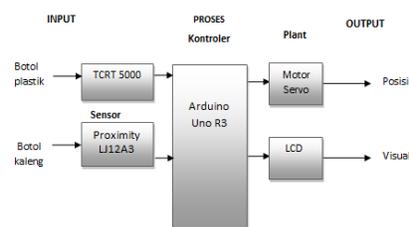
Penelitian ini diawali dengan perancangan, kemudian dilanjutkan dengan implementasi dan diakhiri dengan pengujian peralatan yang sudah diimplementasikan. Pada perancangan dan pembuatan alat ini ditempuh beberapa langkah antara lain pemilihan komponen yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, termasuk mempelajari petunjuk yang menunjang pembuatan alat. Penulis membuat perencanaan dan perancangan maupun spesifikasi komponen yang akan digunakan dalam pembuatan alat, percobaan serta pengujian alat. Hasil pengujian menunjukkan bagaimana alat pensortir dapat memisahkan botol plastik dan botol logam.

Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: peralatan komputer, alat - alat ukur listrik, perkakas atau toolset, mesin bor, gergaji, software Arduino IDE dan Proteus 8.0. Bahan utama dalam penelitian ini antara lain: Mikrokontroler Arduino Uno, Motor Servo, Sensor TCRT5000, Sensor Proximity LJ12A3, Display LCD M1632, Catu Daya 12V dan PVC board.

Blok Diagram Sistem Pensortir Botol

Pada penelitian ini, penelitian diawali dengan pembuatan blok diagram sistem seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem Pensortir Botol Otomatis.

Sistem ini berupa sebuah mesin pensortir botol otomatis, dengan demikian input sistem adalah beberapa jenis botol berbahan logam dan plastik. Mesin ini hanya dapat membedakan 2 jenis bahan yaitu bahan logam dan bahan plastik. Jenis bahan dideteksi melalui 2 jenis sensor pada bagian inputnya yaitu sensor TCRT5000 sebagai sensor inframerah dan sensor Proximity LJ12A3 untuk mendeteksi bahan logam. Kedua sensor memberikan masukan pada



mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler Arduino Uno akan bekerja sebagai pengendali proses atau kontroler akan membedakan 2 jenis bahan tersebut dan memilahnya jadi 2 bagian atau 2 tempat. Sebagai Plant output digunakan sebuah servo motor yang berfungsi untuk mengarahkan botol ke posisi sesuai jenis bahannya. Servo motor dikontrol oleh Arduino Uno melalui salah satu port keluaran. Servo motor yang merupakan fungsi kendali posisi lup terbuka akan bekerja menggerakkan tuas pintu pengarah untuk mengarahkan botol ke tempat tertentu. Selain servo motor terdapat sebuah output yaitu display LCD. Display LCD memberikan output berupa informasi jumlah yaitu berapa jumlah botol logam dan jumlah botol plastik yang telah masuk ke area serta total botol yang telah masuk. Masing-masing komponen bekerja sesuai fungsinya untuk membentuk kerja sistem sebagai mesin pemilah otomatis. Rangkaian secara keseluruhan diperlihatkan pada Gambar 7.

Perancangan Perangkat Lunak

Arduino IDE yang terinstal di komputer diprogram menggunakan bahasa C dan kemudian di upload ke Arduino Uno menggunakan kabel USB. Mikrokontroler Arduino Uno akan menyimpan hasil program. Setelah program terinstall pada mikrokontroler maka perangkat di hubungkan dengan adaptor sebagai sumber tegangan yang berfungsi untuk menjalankan perangkat. Dari tegangan AC ke tegangan rendah DC yang diperoleh dari hasil stepdown oleh transformator penurun tegangan kemudian disearahkan oleh dioda jembatan dan diratakan oleh kapasitor. Setelah tegangan menjadi 12 V DC tegangan diturunkan lagi dan distabilkan oleh *regulator* AN7805. Hasil regulasi tegangan adalah 5V konstan yang digunakan untuk mensuplai rangkaian sensor, mikrokontroler, display LCD dan servo. Input rangkaian adalah jenis bahan yaitu plastik atau logam. Bahan tersebut diidentifikasi oleh sensor.

Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino Software disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan sebagai ekstensi ino. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur-fitur seperti cutting atau paste dan searching atau replacing sehingga memudahkan dalam menulis kode program. Pada software Arduino IDE, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan



status, seperti misalnya pesan error, compile, dan upload program. Pada bagian bawah paling kanan software Arduino IDE, menunjukkan board yang terkonfigurasi beserta COM port yang digunakan.

ANALISIS DAN HASIL

Berdasarkan hasil perancangan, sistem pensortir hanya akan membedakan bahan logam dan bahan plastik berbentuk botol. Sistem dirancang dengan menggunakan sensor inframerah TCRT 5000 dan sensor induksi yaitu proximity dengan pengendali Arduino, mesin mampu membedakan bahan logam dan plastik. Tampilan output berupa display LCD yang memberi informasi berapa botol plastik dan botol logam yang telah dipilah. Mesin dirancang bangun sedemikian rupa sehingga botol yang dimasukkan akan meluncur dan jatuh ke penampungan. Saat meluncur, botol akan melewati sensor yaitu sensor inframerah dan sensor proximity. Saat terdeteksi sebagai botol logam, mikrokontroler akan menjalankan perintah untuk mengarahkan botol kesisi kanan dengan menggerakkan aktuator kekanan. Untuk bahan plastik akan diarahkan ke sebelah kiri. Demikianlah prinsip kerja mesin yang dibuat yang bekerja secara otomatis untuk memilah botol sesuai jenisnya. Untuk mengetahui kinerja mesin dan fungsinya maka dilakukan serangkaian pengujian terhadap komponen-komponen utama seperti sensor, mikrokontroler, display dan motor servo. Alat yang dirancang ditunjukkan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Rakitan Rangkaian Penyortir Botol

Pengujian alat dimulai dengan melakukan pengujian atas fungsi servo motor, kemudian dilakukan pengujian unjuk kerja servo terhadap respon sensor proximity, kemudian dilakukan pengujian sensor Proximity dan sensor IR TCRT5000, kemudian dilakukan pengujian modul kontroler Arduino Uno, kemudian dilakukan pengujian terhadap fungsi display LCD, dan diakhiri dengan pengujian unjuk kerja alat secara keseluruhan.



Pengujian servo motor dilakukan dengan pengaturan pulsa PWM. Gerak putaran motor adalah 0 hingga 90 atau 180 derajat. Hasil pengujian servo motor ditunjukkan pada Tabel 1, dimana servo motor diprogram untuk 3 keadaan atau posisi. Posisi pertama servo motor akan berada di derajat 0 selama 1 ms, setelah 1,5 ms kemudian akan berputar ke posisi 90 derajat lalu menjadi 2 ms. Servo dapat diprogram pada mikrokontroler dengan mengatur lebar pulsananya antara 1 ms ke 2 ms atau 1,5 ke 1 ms.

Tabel 1. Hasil Pengujian Servo Motor.

Lebar Pulsa (ms)	Derajat Putaran Servo
1	0°
1,5	90°
2	180°

Pengujian unjuk kerja servo terhadap respon sensor Proximity dilakukan untuk mengetahui respon servo yang diprogram terhadap hasil deteksi sensor proximity. Jika sensor mendeteksi bahan logam maka servo akan bergerak ke derajat 90 dan jika tidak maka servo akan ke 0 derajat. Hasil pengujian unjuk kerja servo terhadap respon sensor Proximity ditunjukkan pada Table 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Servo Motor Terhadap Waktu.

Jenis bahan	Posisi servo motor	Respon waktu
Aluminium	90°	0,7 detik
Plastik	0°	0,5 detik
Kaleng	90°	0,8 detik
Kertas	0°	0,5 detik

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh pemahaman atas pengujian unjuk kerja servo terhadap respon sensor Proximity bahwa servo motor memiliki respon terhadap sensor proximity dengan baik. Bahan berjenis logam akan diarahkan ke 90 derajat dan yang bukan logam akan membuat posisi servo bergerak ke 0 derajat. Respon waktu juga cukup baik yaitu dibawah 1 detik sehingga cukup untuk membuat servo bekerja sebagai pemilah botol yang cepat.

Pengujian sensor Proximity dan sensor IR TCRT5000 dilakukan dalam rangka menguji pendeteksian induktif pada sensor proximity. Pengujian ini merupakan prinsip listrik dimana sebuah fenomena pada arus yang berfluktuasi yang disebut Induktansi. Sensor memiliki



komponen magnetik untuk mengindeksi gaya gerak listrik (ggl) pada objek sasarannya. Sensor ini mendeteksi keberadaan logam dan non-logam, serta menghitung pada logam dan aplikasi posisi. Tabel 3 merupakan hasil pengujian sensor Proximity dan sensor IR TCRT5000.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Proximity

Kondisi	Teg. Sensor (V)	Logika
Tidak ada objek	4,98	1
Jarak 10 cm	4,87	1
Jarak 5 mm	0,18	0
Jarak 1 mm	0,03	0

Berdasarkan pengujian diperoleh pemahaman bahwa sensor memiliki respon terhadap objek dibawah 10 cm. Jarak diatas 10 cm tidak terdeteksi oleh sensor. Setelah objek mendekati 5 mm baru terdeteksi dan membuat output berubah dari logika 1 menjadi logika 0.

Selanjutnya adalah pengujian sensor proximity. Sensor diuji dengan mengukur tegangan output. Input yang diberikan adalah benda dengan jarak minimal dan menghasilkan output tegangan 0,03 V dc logika 1 menjadi logika 0 karena di bawah 10 cm. Setelah dilakukan pengukuran tegangan, benda sebagai input berbahan plastik dengan jarak 5 cm maka output tegangan sensor 0,01 V dc logika 1. Hasil pengukuran ditunjukkan seperti Tabel 4 dimana sensor TCRT 5000 diuji dengan logam dan non logam.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tegangan Sensor TCRT 5000

Jenis Bahan	Teg. Sensor(V)	Logika
Plastik	4,76	1
Kaleng	0,12	0
Kertas	4,66	1
Kain	4,71	1
Besi	0,03	0
Aluminium	0,15	0
Tembaga	0,13	0
Karet	4,81	1

Pengujian Arduino Uno dilakukan dengan membandingkan hasilnya apakah sudah sesuai, dalam hal ini untuk memberikan output berupa logika pada port. Setelah itu logika keluaran diukur dengan voltmeter digital apakah logika keluaran port tersebut sesuai dengan



program atau tidak. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan untuk pengujian tersebut. Setelah diunggah pada board arduino kemudian dijalankan dan diukur, maka dicatat hasil pengukuran setiap pin, Hasil pengujian modul kontroller arduino uno ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Pin Arduino Uno.

Pin	Vout(V)	Pin	Vout(V)
0	4,98	7	0,01
1	4,99	8	4,87
2	4,99	9	4,99
3	4,87	10	4,87
4	0,00	11	4,87
5	0,01	12	0,02
6	0,00	13	4,89

Pengujian display LCD dilakukan dengan membuat program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada LCD tersebut. Program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunggah pada kontroler. Setelah diunggah dan dijalankan pada kontroler, maka pada display LCD akan muncul kata "MESIN PENSORTIR" pada baris pertama dan "BOTOL OTOMATIS" pada baris kedua, Kemudian berkedip secara teratur. Dengan tampilan seperti itu maka pengujian display LCD telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diprogramkan.



Gambar 8. Foto Pengujian Display LCD.

Setelah semua bagian diuji dan telah bekerja sesuai fungsinya, tahap selanjutnya adalah menggabungkan semua komponen menjadi satu sistem yaitu mesin pensortir botol sesuai rancangan. Setelah itu diuji secara keseluruhan fungsi kerja mesin tersebut sebagai pensortir botol minuman berdasarkan jenis bahan pembuatnya. Untuk itu disiapkan beberapa jenis bahan botol seperti botol air mineral plastik, botol kaca, botol kaleng, dan benda lain dan sebagainya. Aktifkan mesin melalui saklar dan tunggu hingga mesin standby. Setelah itu masukkan satu persatu botol yang telah disediakan dan mengamati respon mesin melalui gerak motor servo.



Display akan menampilkan jumlah botol dengan bahan logam dan bukan bahan logam. Berikut adalah hasil pengamatan respon motor servo terhadap botol dan bahan yang masuk dan tampilan pada display LCD.

Tabel 6. Hasil Pengujian Respon Mesin Terhadap Jenis Botol dan Benda Lain.

Jenis Botol	Posisi Servo	Counter Logam	Counter Non Logam
Plastik	Kekiri	0	1
Kaleng	Kekanan	1	1
Kertas	Kekiri	1	2
Kaca	Kekiri	1	3
Stainless	Kekanan	2	3
Aluminium	Kekanan	3	3
Plastik	Kekiri	3	4
Plastik	Kekiri	3	5
Kaca	Kekiri	3	6
Kaleng	Kekanan	4	6
Stainless	Kekanan	5	6
Aluminium	Kekanan	6	6
Kertas	Kekiri	6	7

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa jika dihitung semua botol dan jenis benda diatas adalah berjumlah 13. Pada display LCD menunjukkan jumlah botol logam adalah 6 buah dan non logam berjumlah 7 buah sehingga seluruhnya adalah 13 buah. Pada kolom counter, counter logam akan bertambah jika yang terdeteksi adalah botol/benda berbahan logam dan akan tetap jika bukan bahan logam. Kolom counter non logam akan bertambah jika botol yang masuk adalah nonlogam. Dari hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa alat yang dirancang telah berfungsi dengan baik sesuai tujuan penelitian dan memiliki kinerja yang baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perancangan, pengujian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa: sebuah alat pendeteksi bahan plastik dan bahan logam dapat dirancang menggunakan sensor TCRT 5000 dan sensor proximity. Sensor TCRT 5000 dapat mendeteksi plastik sedangkan sensor proximity mendeteksi bahan logam. Kedua sensor memberikan output logika pada mikrokontroler sehingga dapat dibedakan bahan apa yang masuk ke sistem pemilahan. Dari



sisi counter dapat disimpulkan bahwa counter dapat berfungsi dengan baik. Display LCD dapat menunjukkan jumlah botol logam sebanyak 6 buah dan non logam sebanyak 7 buah sehingga seluruhnya adalah 13 buah. Dari hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa alat yang dirancang telah berfungsi dengan baik sesuai tujuan penelitian dan memiliki kinerja yang baik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, berikut saran yang bisa digunakan dalam pengembangan penelitian lanjutan di masa yang akan datang yaitu: penambahan conveyor sebagai pengembangan dan penyempurnaan mesin agar dapat mendeteksi botol yang masuk secara bersamaan sehingga dapat mempercepat proses pensortiran. Selain itu, disarankan pengembangannya sehingga dimungkinkan dilakukan penambahan sensor lain untuk membedakan jenis bahan lainnya selain plastik dan logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayati, Yulvi, Pratomo Budi Santosa, 2020, *Konveyor Cerdas Dengan Fitur Pemilah Berdasar Warna, Penimbang Berat, Dan Pemantauan Jumlah Barang Berbasis IoT*. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Iriyansyah Teguh. M. Jurnal, 2018, *Perancangan Alat Pendeteksi Warna Botol Menggunakan Sensor Tcs 3200 Berbasis Arduino*”, Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Junedi. Yuliyon Dwe Prabowo. 2018, *Project Sistem Kendali Elektronika Berbasis Arduino, Anugrah Utama Raharja*.
- Mochamad Fajar Wicaksono, 2019, *Aplikasi Arduino dan Sensor, Informatika Bandung*.
- Silitonga, N. M., Penni, 2019, *Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam Dan Non Logam Berbasis Arduino Uno*.
- Sinaga Josua Simon, 2021, *Desain Pengendali Sensor jarak pada robot mobil dengan penghalang tidak diketahui*”.
- Siregar Fatimah Nurul, 2018, *Alat Pendeteksi Warna Dengan Menggunakan Sensor TCS320 Mikrokontroller Arduino Uno*.
- Yopi, Mandari dan Triyanto, Pangaribowo. 2016, *Rancang Bangun Sistem Robot Penyortir Benda Padat Berdasarkan Warna Berbasis Arduino*.

[https://majalahcsr.id/botol-plastik-vs-kaleng-aluminium-siapa-pemenang-pengemas-minuman/
File:///E:/REFERENSI%20SENSOR/3B4_AplikasiProximitySensorDalamSmartHome.pdf](https://majalahcsr.id/botol-plastik-vs-kaleng-aluminium-siapa-pemenang-pengemas-minuman/File:///E:/REFERENSI%20SENSOR/3B4_AplikasiProximitySensorDalamSmartHome.pdf)

