

Perancangan dan Implementasi Pemilah Tikus Berdasarkan Warna dan Berat dengan Sensor TCS230

1st John Piter Natanael Siboro
Universitas Telkom

Fakultas Ilmu Terapan
Bandung, Indonesia

johnpiternatanael@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Giva Andriana Mutiara
Universitas Telkom

Fakultas Ilmu Terapan
Bandung, Indonesia

giva.andriana@tass.telkomuniversity.ac.id

3rd Lisda Meisaroh
Universitas Telkom

Fakultas Ilmu Terapan
Bandung, Indonesia

lisdameisaroh@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Peran teknologi yang berkembang sangat pesat mempengaruhi berbagai ranah termasuk ranah dunia industri perusahaan dalam memenuhi tuntutan industri semakin meningkat. Sehingga diperlukan kecepatan, ketepatan, serta keakuratan dalam proses pemilahan, dengan kemajuan teknologi informasi saat ini. Proses pemilahan hasil produksi masih manual, yaitu dengan memindahkan hasil produksi ke tempat penyimpanan menggunakan tenaga manusia dan mengangkatnya satu per satu yang cukup menguras tenaga. Sehingga pemilahan secara manual kurang efisien, maka kemajuan teknologi sangat dibutuhkan agar dapat menghemat waktu dan tenaga, serta memberikan keuntungan yang lebih untuk industri tersebut. Maka dilakukan penelitian dengan menggunakan metode perancangan hardware dan software yang bertujuan untuk membuat Alat Pemilah Hasil Produksi Berdasarkan Kode Warna, alat ini menggunakan sensor warna tcs 230 sebagai pembaca kode warna dan menggunakan motor servo sebagai pemisah, sebagai hasil penelitian ini diharapkan mampu membantu para pengguna atau pemilik perusahaan untuk mempermudah proses pemilahan yang lebih efisien dan dapat memberikan keuntungan sesuai tujuan industri. Dan pada umumnya untuk memilah tikus para ilmuwan melakukan pemilahan secara manual dengan cara satu persatu tikus ditimbang dan memilahnya lagi sesuai warna tikus.

Kata kunci— tikus, pemilahan, warna

I. PENDAHULUAN

Perkembangan di zaman era globalisasi dan teknologi dibidang mikrokontroler dan sensor berdampak kepada kehidupan manusia. Banyak sekali lahir berbagai inovasi teknologi baru dan terbarukan yang semuanya ditujukan untuk mempermudah dan membantu aktivitas manusia. Berbagai macam kegiatan di bidang pertanian, bidang industri, dan bidang penelitian laboratorium, melakukan kegiatan ini sebagai salah satu dari rangkaian proses. Pemilahan sendiri pada dasarnya adalah membagi atau memisahkan suatu barang atau benda sesuai dengan kriteria masing-masing.

Dalam bidang penelitian laboratorium, ilmuwan memiliki kriteria terhadap memilah hewan percobaan yang akan digunakan dalam pengujian pada suatu obat atau produk makanan. Dan hewan percobaan yang digunakan oleh ilmuwan sengaja dipelihara atau dternakkan untuk dipakai sebagai hewanmodel guna mempelajari dan mengembangkan berbagai macam bidang ilmu dalam skala penelitian atau pengamatan laboratoris.

Tikus (*Rattus norvegicus*) banyak digunakan sebagai hewan percobaan pada berbagai penelitian yang telah dilakukan baik itu tikus berwarna putih maupun tikus berwarna hitam. Tikus yang tersertifikasi diharapkan lebih mempermudah para peneliti dalam mendapatkan hewan percobaan yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Dan pada umumnya untuk memilah tikus para ilmuwan melakukan pemilahan secara manual dengan cara satu persatu tikus ditimbang dan memilahnya lagi sesuai warna tikus. Hal tersebut pastinya akan membutuhkan waktu yang sangat lama dan rumit.

permasalahan yang di hadapi yaitu bagaimana merancang sensor pemilah tikus secara otomatis dan bagaimana mengimplentasikan alat untuk mengetahui berat dan warna tikus. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem atau alat yang dapat memilah tikus berdasarkan berat dan warnanya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur tingkat kesuksesan pemilahan tikus berdasarkan warnanya.

II. KAJIAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Didalam penelitiannya yang berjudul “Pemilah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna TCS3200” Penelitian ini membahas tentang prototype alat pemilah berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200. Sistem mengidentifikasi 5 warna yaitu warna merah, hijau, biru, putih, dan hitam. Setiap lima motor yang di gunakan untuk setiap warna dan setiap motor di aktifkan oleh warna yang di tentukan. Satu motor DC digunakan untuk mengarahkan untuk meletakkan benda yang akan diidentifikasi oleh sensor warna TCS3200[1].

Penelitian selanjtunya mengenai penyortiran dibahas dalam jurnal yang berjudul “Rancangan Bangun Alat Pemilah Barang Berdasarkan Warna Dan Berat” Penelitian ini membahas tentang penyortiran barang jamak di industri yang dapat mengelompokan warna dan berat barang. Alat penyortir ini menggunakan sensor TCS3200, untuk penyortir berat menggunakan loadcell, dan memonitoring alat pemilah ini menggunakan LabVIEW[2].

Penggunaan sensor warna TCS3200 juga telah dilakukan pada penelitian yang berjudul “Alat Pendeteksi Menggunakan Sensor Warna TCS32200 Dan Arduino Nano) penelitian ini membahas tentang alat pendeteksi warna menggunakan sensor TCS3200 dan arduino nano dan sensor

warna untuk membedakan warna data yang di ambil. Untuk mengaktifkan sensor perlu untuk pengambilan data setiap objek warna yang di dekatkan, Pengambilan data yang menggunakan switch yang berfungsi untuk 4 menggantikan sensor posisi, sedangkan dua buah LED sebagai pemancar cahaya, Setelah proses selesai maka hasil pengujian sensor warna bisa di lihat dari LCD[3].

Penerapan sensor warna TCS3200 pada sistem penyortiran telah digunakan pada penelitian yang berjudul "Robot Penyortir Benda Berdasarkan Warna Menggunakan sensor Warna TCS3200" penelitian ini membahas tentang robot yang menyortir benda berdasarkan warnanya, sensor warna TCS3200 yang dapat mengenali warna RCB dari sebuah benda, Benda yang di sortir dijalankan konveyor menuju ruang baca benda, Sensor TCS3200 dapat membaca warna RCB dari benda dengan sangat baik dan persentase kesalahan pembacaan sangat kecil dan tingkat ketelitian sensor sangat tinggi[4].

Pada penelitian selanjutnya juga telah disebutkan konsep mengenai sistem otomasi. Yaitu "Rancangan Bangun Alat Kendali Sortir Barang Berdasarkan Empat Kode Warna". Penelitian ini membahas tentang dunia industry yang menerapkan konsep otomasi yang di lakukan oleh mesin yang tidak menggunakan tenaga manusia, pembacaan warna yang menggunakan TCS230, arduino uno untuk memproses menjadi data, dua motor servo sebagai lengan penyortir dan sensor infrared untuk pembaca jumlah barang yang disortir, dan barang yang sudng di sortir akan di tampilkan pada LCD[5].

B. Dasar Teori

Arduino uno merupakan microcontroller yang di dalamnya terdapat ICATMega328p yang mempunyai beberapa fitur, diantaranya 16 pin output dari digital. Dari 14 pin tersebut dapat digunakan sebagai PWM, 16 Mhz osilator, ICSP Header, USB Connection, Jack Power dan Reset. Arduino UNO mempunyai polaritas AC dan DC yang intinya bias menggunakan USB connection dan aliran listrik dari Adaptor-DC untuk menjalankannya.



GAMBAR 1
ARDUINO UNO[6]

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian

kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



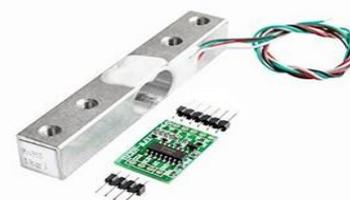
GAMBAR 2
SERVO MOTOR[7]

Sensor warna TCS230 adalah sensor warna yang sering digunakan pada aplikasi mikrokontroler untuk pendeteksian suatu object benda atau warna dari objek yang di monitor. Sensor warna TCS230 juga dapat digunakan sebagai sensor gerak, dimana sensor mendeteksi gerakan suatu object berdasarkan perubahan warna yang diterima oleh sensor. Pada dasarnya sensor warna TCS230 adalah rangkaian photo dioda yang disusun secara matrik array 8x8 dengan 16 buah konfigurasi photodiode yang berfungsi sebagai filter warna merah, 16 photodiode sebagai filter warna biru dan 16 photo dioda lagi tanpa filter warna. Sensor warna TCS230 merupakan sensor yang dikemas dalam chip DIP 8 pin dengan bagian muka transparan sebagai tempat menerima intensitas cahaya yang berwarna. Konstruksi sensor warna TCS230 dapat dilihat pada gambar berikut.



GAMBAR 3
SENSOR TCS230[4]

Load cells yaitu alat yang digunakan untuk menghasilkan sinyal listrik yang besarnya berbanding lurus dengan gaya yang diukur. Load cells banyak digunakan pada timbangan elektronik, dimana load cell menggunakan prinsip tekanan yang memanfaatkan sensor *strain gauge*. Load cell atau sel beban adalah sensor yang terdiri dari sebuah strain gauge atau lebih, yang ditempelkan pada batang berbahan logam yang berbentuk cincin. Jumlah strain gauge dalam sebuah load cell bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Strain gauge yang ada pada load cell terbuat dari bahan foil grid. Foil grid sendiri merupakan kawat tipis berukuran panjang yang disusun secara zig-zag.



GAMBAR 4
SENSOR LOAD CELL[8]

LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan gambar yang terlihat. Teknologi

Liquid Crystal Display (LCD) atau Penampil Kristal Cair sudah banyak digunakan pada produk- produk seperti layar Laptop, layar Ponsel, layar Kalkulator, layar Jam Digital, layar Multimeter, Monitor Komputer, Televisi, layar Game portabel, layar Thermometer Digital dan produk-produk elektronik lainnya.

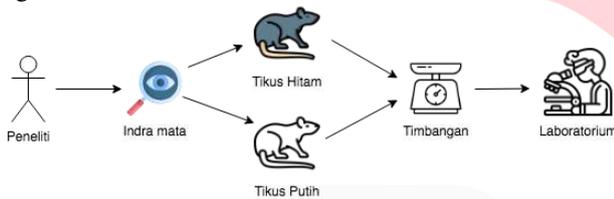


GAMBAR 5
LCD[9]

III. METODE

A. Gambaran Sistem Saat Ini

Desain sistem yang ada pada saat ini peneliti hanya memilah berdasarkan penglihatan mata, berikut gambar dibawah ini yang akan menjelaskan desain sistem saat ini, sebagai berikut.

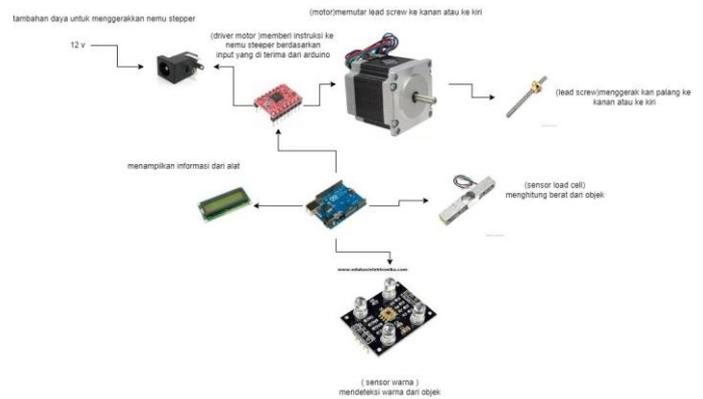


GAMBAR 6
GAMBARAN SISTEM SAAT INI

Pada Gambar 6 menjelaskan sistem dimulai saat peneliti melakukan pemilihan warna hewan percobaan tikus dengan menggunakan indra mata, lalu ketika peneliti sudah memilih warna tikus yang akan dipilih dilakukan penimbangan berat dari tikus tersebut setelah sesuai peneliti langsung meneliti dengan hewan percobaan tikus tersebut. Dapat disimpulkan bahwa pada sistem yang ada sekarang metode penyortiran atau pemilahan masih dilakukan secara manual tanpa bantuan alat apapun dan hanya mengandalkan penglihatan saja.

B. Perancangan Sistem

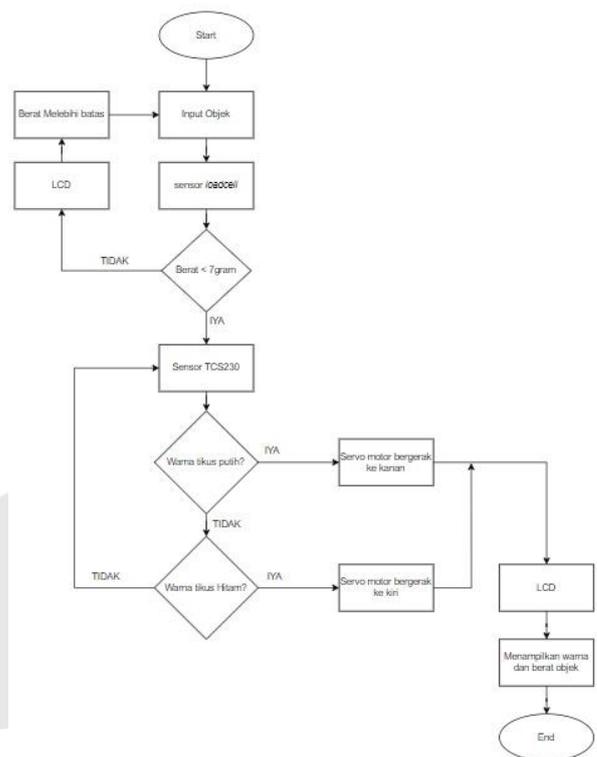
Desain atau rancangan sistem yang ada sebelumnya masih menggunakan metode penyortiran atau pemilahan yang masih dilakukan manual secara keseluruhan berdasarkan penglihatan mata, maka dari itu pada rancangan sistem yang diusulkan pada Tugas Akhir ini menggunakan sistem yang diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam memilah objek tikus. Adapun komponen yang digunakan dalam perancangan sistem yang diusulkan yaitu, komponen sensor TCS230, dan sensor load cell yang terhubung dengan *microcontroller* Arduino uno. Setelah data didapatkan data tersebut dikirimkan ke *driver* motor, lalu *driver* motor memberikan intruksi ke *nemu stepper* berdasarkan *input* yang di terima dari Arduino Uno.



GAMBAR 7
BLOK DIAGRAM SISTEM USULAN

Gambar 7 menjelaskan sistem dimulai saat sensor warna mendeteksi warna dari objek dalam hal ini adalah seekor tikus, setelah itu sensor *load cell* menghitung berat dari objek selanjutnya LCD akan menampilkan informasi berupa warna dan berat dari objek. Tahapan terakhir adalah *driver* motor memberi intruksi ke *nemu stepper* berdasarkan *input* yang di terima dari Arduino.

C. Alur Diagram Sistem



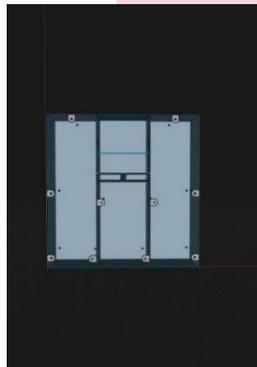
GAMBAR 8
ALUR DIAGRAM SISTEM

Gambar 8 diatas menjelaskan alur sistem yang akan dilakukan yaitu pertama adalah memasukan objek ke dalam alat yang telah dibuat, setelah objek dimasukkan ke dalam alat, selanjutnya sensor warna TCS230 melakukan pendeteksian warna hitam dan putih, jika warna tikus adalah putih maka dilakukan proses selanjutnya yaitu ke servo motor lalu servo motor tersebut bergerak ke kiri, namun jika warna tikus adalah hitam maka dilakukan proses selanjutnya yaitu ke servo motor lalu servo motor bergerak ke kanan dan

selesai. Setelah pedeteksian warna tikus selesai dan menunjukkan warna putih, servo motor akan bergerak ke kiri. Selanjutnya adalah sensor berat dimana sensor berat ini akan mendeteksi berat tikus apakah lebih dari 0,5 gram atau kurang dari 7 gram, jika berat tikus kurang dari 0,5 gram atau lebih besar dari 7 gram maka proses selesai, namun jika berat tikus lebih dari 0,5 gram atau kurang dari 7 gram maka akan berlanjut ke tahap selanjutnya. Tahap terakhir yang ditunjukkan pada alur diagram diatas adalah ketika alat atau sensor berhasil mendeteksi berat dan telah memenuhi kondisi yang ada, maka LCD akan menampilkan informasi berupa warna dan berat dari objek.

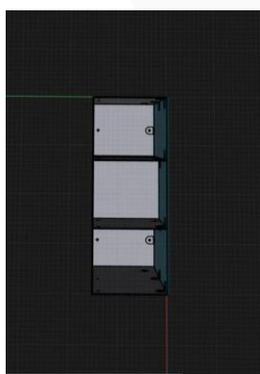
D. Perancangan Kerangka Kotak Tikus

Untuk penerapan sistem pemilah tikus berdasarkan warna dan berat objek dibutuhkan wadah untuk menjalankan sistem yang telah dibangun, berikut merupakan rancangan kerangka kotak tikus.



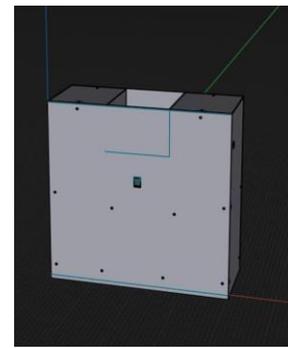
GAMBAR 9
KERANGKA TAMPAK DEPAN

Gambar 9 merupakan tampak depan dari rancangan kerangka kotak tikus, terdapat tiga bagian ruang, dimana ruang tengah adalah tempat untuk memasukkan objek tikus dan juga dilakukan deteksi terhadap warna dan berat objek. Ruang bagian kiri adalah tempat untuk objek tikus yang berwarna hitam dan ruanmg bagian kanan merupakan tempat untuk objek tikus yang berwarna putih



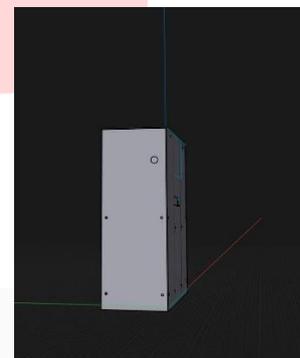
GAMBAR 10
KERANGKA TAMPAK ATAS

Gambar 10 merupakan tampak atas dari rancangan kerangka kotak tikus.



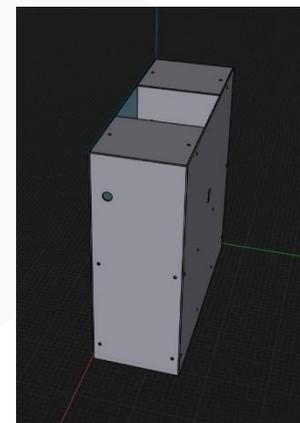
GAMBAR 11
KERANGKA TAMPAK BELAKANG

Gambar 11 merupakan tampak belakang dari rancangan kerangka kotak tikus. Pada bagian belakang ini sebagian besar digunakan untuk manajemen kabel dari semua perangkat elektronika.



GAMBAR 12
KERANGKA TAMPAK SAMPING KANAN

Gambar 12 merupakan tampak samping kanan dari rancangan kerangka kotak tikus.



GAMBAR 13
KERANGKA TAMPAK SAMPING KIRI

Gambar 13 merupakan tampak samping kiri dari rancangan kerangka kotak tikus.

Ukuran dimensi yang digunakan adalah panjang 30cm, lebar 15cm, dan tinggi 41cm.

E. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Berikut merupakan daftar perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam sistem yang diusulkan.

TABEL 1
KEBUTUHAN PERANGKAT KERAS

No	Hardware	Spesifikasi
1	Sensor Warna	<ul style="list-style-type: none"> Voltase maksimal : 5v Arus maksimal : 30mA
2	Sensor Berat	<ul style="list-style-type: none"> Voltase maksimal 12v Berat maksimal 20kg Arus maksimal 15mA
3	Driver Motor	<ul style="list-style-type: none"> Voltase malsimal 35v Arus maksimal 2A
4	LCD	<ul style="list-style-type: none"> Tegangan maksimal 5v Dimensi modul 80x36x12 mm Dimensi layar tampilan 64,5 mm x 16mm
5	Arduino uno	<ul style="list-style-type: none"> Mengunakan atmega 328P sebagai mikrokontroler Menggunakan daya 5v untuk penggunaan

TABEL 2
KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

No	Software	Keterangan
1	Arduino IDE	<ul style="list-style-type: none"> 1.8.57.0

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perangkat Keras Sistem

Bagian - bagian dari hardware satu sama lain harus berhubungan dan bekerja sama secara integrasi sesuai dengan kebutuhan sistem dan tujuan pembuatan perancangan alat. Pada proses ini menjelaskan bagaimana perancangan alat pada sistem yang akan dibangun hingga sistem berjalan sesuai yang diinginkan.

Kotak pemilah tikus terbuat dari bahan akrilik untuk wadah prototype, kotak pemilah tikus berbentuk seperti kotak yang di desain sebagai tempat untuk perangkat yang

akan dibangun. Bentuk kotak pemilah tikus dapat dilihat pada gambar.

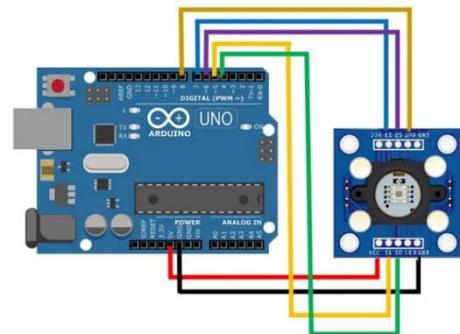


GAMBAR 14
IMPLEMENTASI KOTAK PEMILAH TIKUS

Gambar 14 merupakan pengimplementasian kotak pemilah tikus berdasarkan rancangan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Tahapan selanjutnya adalah mengimplementasikan perangkat keras berupa sensor warna TCS230 dan servo ke alat yang telah dibangun. Selanjutnya adalah pemasangan mikrokontroler berupa node mcu beserta rangkaian elektronika yang sudah dirancang sebelumnya. Setelah selesai, dilakukan pemasangan modul-modul dan perangkat lainnya.

B. Implementasi Rangkaian Sensor Warna TCS230

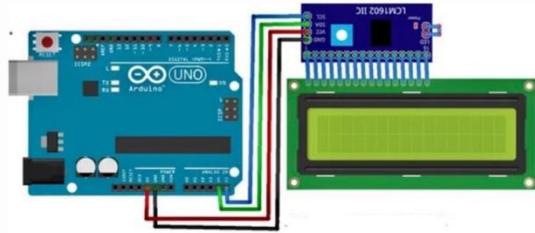
Berikut merupakan rangkaian sensor TCS230 yang terhubung pada arduino uno untuk mengetahui warna objek yang di terima.



GAMBAR 15
RANGKAIAN SENSOR WARNA TCS230

C. Implementasi Rangkaian LCD

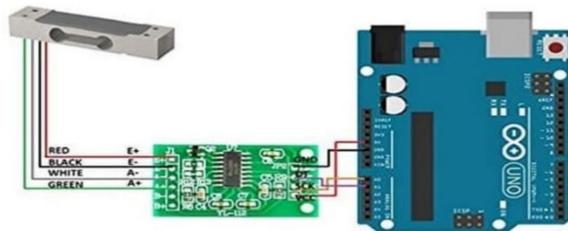
Berikut adalah rangkaian LCD yang terhubung pada arduino uno untuk menampilkan informasi berupa berat dan warna dari objek yang di masukan ke dalam alat.



GAMBAR 16 RANGKAIAN LCD

D. Implementasi Rangkaian Sensor Berat (*Load Cell*)

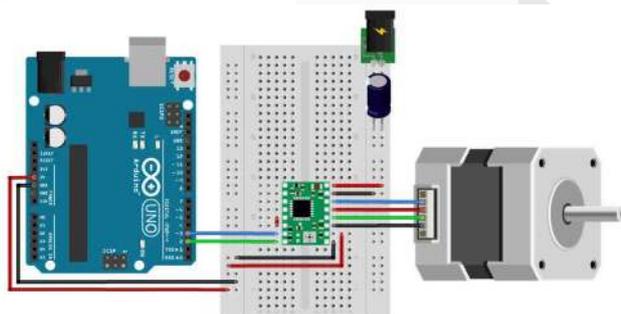
Berikut adalah rangkaian sensor berat (load cell) yang terhubung pada arduino uno untuk mengetahui berat dari objek yang di masukan ke dalam alat pemilah.



GAMBAR 17 RANGKAIAN LOADCELL

E. Implementasi Rangkaian Driver Motor a4988

Berikut adalah rangkain driver motor a4988 yang terhubung pada arduino uno untuk memilah objek sesuai warna.



GAMBAR 18 RANGKAIAN DRIVER MOTOR A4988

F. Pengujian Pemilah Tikus

Pengujian dilakukan untuk menguji apakah sensor warna dapat membaca warna dari objek yang akan di pilah. pengujian ini di lakukan dengan memasukkan objek kedalam kotak pemilah untuk melihat apakah sensor warna dapat membaca warna dari objek yang nantinya motor akan bergerak sesuai dengan kondisi dari warna objek tersebut. Data yang sudah didapat akan ditampilkan melalui LCD.

TABEL 3 HASIL PENGUJIAN PEMILAH TIKUS

No	Warna	Keterangan	Motor servo
1	Hitam	Berhasil	Kiri
2	Putih	Berhasil	Kanan
3	Hitam	Berhasil	Kiri
4	Putih	Berhasil	Kanan
5	Hitam	Berhasil	Kiri
6	Putih	Berhasil	Kanan
7	Hitam	Berhasil	Kiri
8	Putih	Berhasil	Kanan
9	Hitam	Berhasil	Kiri
10	Putih	Berhasil	Kanan

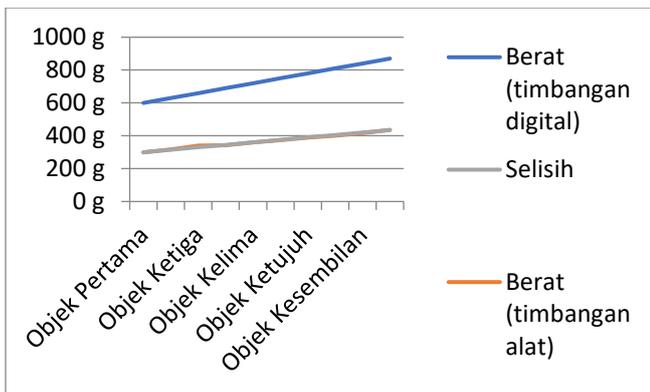
Setelah dilakukan analisis pengujian pemilah tikus, sensor warna berhasil mendapatkan atau mendeteksi warna dari tikus dan motor bergerak sesuai dengan kondisi warna dari tikus tersebut dengan tingkat kesesuaian mencapai 100%.

G. Pengujian Sensor Berat

Pengujian dilakukan untuk membuktikan kesesuaian berat dari objek yang di masukan. Dengan membandingkannya dengan berat yang di timbang dengan timbangan digital. Pengujian dilakukan dengan memasukan objek yang sudah di timbang di timbangan digital dan di masukan ke dalam kotak pemilah agar mengetahui apakah sensor berat dapat mengukur dari objek tersebut.

TABEL 4 HASIL PENGUJIAN SENSOR BERAT

Objek	Berat (timbangan digital)	Berat (timbangan alat)	Selisih
Tikus Pertama	300 g	299 g	1 g
Tikus Kedua	315 g	317 g	-2 g
Tikus Ketiga	330 g	340 g	-10 g
Tikus Keempat	345 g	342 g	3 g
Tikus Kelima	360 g	360 g	0 g
Tikus Keenam	375 g	374 g	1 g
Tikus Ketujuh	390 g	389 g	1 g
Tikus Kedelapan	405 g	400 g	5 g
Tikus Kesembilan	420 g	416 g	4 g
Tikus Kesepuluh	435 g	436 g	-1 g



GAMBAR 19
GRAFIK PENGUJIAN SENSOR BERAT

Setelah dilakukan analisis pengujian sensor berat terdapat perbedaan antara timbangan digital dan timbangan alat namun tidak ada perbedaan yang signifikan antara keduanya.

H. Pengujian Deteksi Warna Selain Hitam dan Putih

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat menerima objek selain warna putih dan hitam. Pada pengujian ini objek diletakkan ke dalam kotak pemilahan dan memasukkan objek yang berwarna selain hitam dan putih.



GAMBAR 20
PENGUJIAN WARNA EMAS

Gambar 20 merupakan pengujian yang dilakukan dengan meletakkan medali yang berwarna emas ke dalam alat pemilah.



GAMBAR 21
HASIL PENGUKURAN WARNA EMAS

Setelah melakukan pengujian terhadap medali dengan warna emas, pada Gambar 21 LCD menampilkan informasi bahwa

warna objek yang dimasukkan ke dalam alat pemilah tidak dikenali atau tidak terdefinisi.



GAMBAR 22
PENGUJIAN WARNA MERAH

Gambar 22 merupakan pengujian yang dilakukan dengan meletakkan kain yang berwarna merah ke dalam alat pemilah.



GAMBAR 23
HASIL PENGUKURAN WARNA MERAH

Setelah melakukan pengujian terhadap kain dengan warna merah, pada Gambar 23 LCD menampilkan informasi bahwa warna objek yang dimasukkan ke dalam alat pemilah tidak dikenali atau tidak terdefinisi.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, alat tidak dapat mendeteksi dan mendefinisikan warna selain warna hitam dan putih.

V. KESIMPULAN

Telah dapat membangun suatu sistem yang dapat melakukan pemilahan atau penyortiran objek berdasarkan warna dan berat, serta dapat menampilkan informasi yang terdeteksi terhadap objek pada LCD. Selain itu sistem telah dapat mendeteksi warna dan berat dari objek dengan tingkat kesesuaian sebesar 100% dari sepuluh kali pengujian yang dilakukan.

REFERENSI

- [1] M. I. Sari, R. Handayani, S. Siregar, and B. Isnu,

- “Pemilah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan Sensor Warna TCS3200,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 2, pp. 85–90, 2018, doi: 10.15575/telka.v4n2.85-90.
- [2] M. M. Yusuf, M. Mardiono, and S. W. Lestari, “Rancang Bangun Alat Pemilah Barang Berdasarkan Warna Dan Berat,” *J. Teknol.*, vol. 6, no. 2, pp. 119–135, 2019, doi: 10.31479/jtek.v6i2.30.
- [3] D. Ratnawati and Vivianti, “Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Dan Arduino Nano,” *Pros. Semin. Nas. Vokasi Indones.*, vol. 1, no. November, pp. 167–170, 2018.
- [4] M. Sensor, W. Tcs, J. K. L. Yos, S. Km, and N. Medan, “Robot Penyortir Benda Berdasarkan Warna,” vol. 3, no. 2, pp. 144–150.
- [5] A. Safaris and H. Effendi, “Rancang Bangun Alat Kendali Sortir Barang Berdasarkan Empat Kode Warna,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 2, pp. 391–402, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/article/view/109360>.
- [6] S. M. H. Khorassani, M. T. Maghsoodlou, N. Hazeri, M. Nassiri, G. Marandi, and A. G. Shahzadeh, “A facile synthesis of stable phosphorus ylides derived from harmin, harman, and carbazole,” *Phosphorus, Sulfur Silicon Relat. Elem.*, vol. 181, no. 3, pp. 567–572, 2006, doi: 10.1080/10426500500269190.
- [7] H. Zhou, “DC servo motor PID control in mobile robots with embedded DSP,” *Proc. - Int. Conf. Intell. Comput. Technol. Autom. ICICTA 2008*, vol. 1, pp. 332–336, 2008, doi: 10.1109/ICICTA.2008.426.
- [8] F. O. Sinaga, K. Amdani, and J. Rajagukguk, “Rancang Bangun Miniatur Eskalator Otomatis Menggunakan Sensor Berat (Load Cell) Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560,” *Einstein*, vol. 7, no. 3, pp. 15–21, 2019.
- [9] N. Koide, L. Crystal, and T. Way, *Crystal Display Story*. .