

## Rancang Bangun Prototype Sortir Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Berbasis Arduino Uno

Muhammad Andri<sup>1</sup>, Jasmir Jasmir<sup>2</sup>, Willy Riyadi<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dinamika Bangsa, Jambi, Indonesia

Email: <sup>1</sup>Muhammatandri71@gmail.com, <sup>2</sup>ijay\_jasmir@gmail.com, <sup>3</sup>wriyadi5@gmail.com

**Abstrak** – Perkebunan buah kelapa sawit di Indonesia merupakan perkebunan terbesar berdasarkan data BPS tahun 2020, Indonesia memiliki luas perkebunan kelapa sawit sebesar 14,59 juta hektar yang tersebar di 26 provinsi dengan produksi kelapa sawit sebesar 47,12 juta ton per tahun. Namun belakangan terjadi penurunan kualitas CPO yang disebabkan ada kecurangan oleh beberapa oknum petani kelapa sawit. Pihak petani kelapa sawit hanya mementingkan jumlah produksi Butir buah tandan atau (brondolan) yang dijual ke tengkulak kelapa sawit dalam keadaan yang tidak begitu matang atau mentah, karena pihak petani merontokan butir buah tandan yang belum begitu matang dengan paksa menggunakan parang agar butir buah tandan rontok dari tandan kelapa sawit. Agar para tengkulak kelapa sawit dapat menyortir tingkat kematangan butir buah tandan (Brondolan) kelapa sawit sesuai standar kualitas matang pabrik diperlukan Alat pensortir otomatis dengan cara memasukan butir buah tandan (Brondolan) ke tempat sortir maka sensor TCS3200 akan mendeteksi nilai rentang RGB dari warna kelapa sawit tersebut dengan baik. Setelah sensor TCS3200 mendeteksi warna dari buah kelapa sawit tersebut, maka servo akan bekerja mengarahkan butir buah tandan (Brondolan) ke wadah yang sesuai dengan tingkat kematangan buah sawit tersebut berdasarkan nilai rentang RGB dari kelapa sawit. Setelah servo mengarahkan butir buah tandan (Brondolan) ke wadah matang maka Sensor Loadcell akan mendeteksi berat dari butir buah tandan tersebut, maka LCD akan memberikan informasi mengenai berat dari brondolan tersebut.

**Kata Kunci:** Prototype; Sortir ; Kelapa Sawit; Arduino Uno; Sensor TCS3200

**Abstract** – According to data from BPS in 2020, oil palm plantations in Indonesia are the largest in the world. Indonesia has a total of 14.59 million hectares of oil palm plantations spread across 26 provinces, with an annual palm oil production of 47.12 million tons. However, recently there has been a decrease in the quality of crude palm oil (CPO) due to cheating by some oil palm farmers. These farmers only focus on the quantity of fruit bunches (brondolan) sold to oil palm middlemen, even if the fruit bunches are not fully ripe or still raw. The farmers forcibly use a machete to knock off the unripe fruit bunches from the oil palm tree. To ensure that the oil palm middlemen can sort the maturity level of the fruit bunches (brondolan) according to the standard quality of ripe palm fruit in the factory, an automatic sorting machine is needed. The sorting machine works by inserting the fruit bunches (brondolan) into a sorting area, and the TCS3200 sensor will detect the RGB color value of the oil palm fruit well. Once the sensor detects the color of the oil palm fruit, the servo will work to direct the fruit bunches (brondolan) to the appropriate container based on the maturity level of the oil palm fruit determined by the RGB value range of the oil palm. After the servo directs the fruit bunches (brondolan) to the ripe container, the Loadcell sensor will detect the weight of the fruit bunches, and the LCD will provide information about the weight of the brondolan.

**Keywords:** Prototype; Sortir; Kelapa Sawit; Arduino Uno; TCS3200 Sensors

### 1. PENDAHULUAN

Perkebunan buah kelapa sawit di Indonesia merupakan perkebunan terbesar, buah kelapa sawit yang ada di beberapa daerah terutama di pulau Kalimantan dan Sumatra, Berdasarkan data BPS tahun 2020, Indonesia memiliki luas perkebunan kelapa sawit sebesar 14,59 juta hektar yang tersebar di 26 provinsi dengan produksi kelapa sawit sebesar 47,12 juta ton per tahun[1]. Hal ini merupakan peluang baik bagi pihak petani kelapa sawit untuk memacu meningkatkan produksi CPO yang pada akhirnya berlomba untuk mendapatkan suplai TBS dari petani maupun tengkulak kelapa sawit. Namun belakangan terjadi penurunan kualitas CPO yang disebabkan ada kecurangan oleh beberapa oknum petani kelapa sawit. Pihak petani kelapa sawit hanya mementingkan jumlah produksi Butir buah tandan atau (brondolan) yang dijual ke tengkulak kelapa sawit dalam keadaan yang tidak begitu matang atau mentah, karena pihak petani merontokan butir buah tandan yang belum begitu matang dengan paksa menggunakan parang agar butir buah tandan rontok dari tandan kelapa sawit. Dan juga para tengkulak membeli butir buah tandan dalam kemasan karung sehingga sulit bagi tengkulak untuk mensortir butir buah tandan yang matang dan yang mentah.

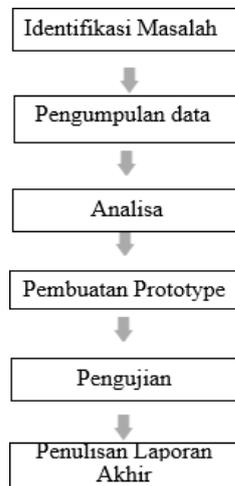
Sehingga para tengkulak mengalami kerugian karena butir buah tandan yang mereka jual ke pabrik tidak memenuhi kualitas matang. Akibatnya pabrik hanya membeli butir buah tandan dari tengkulak dengan harga yang lebih murah dibandingkan harga beli butir buah tandan yang matang. Maka perlu pemanfaatan sistem sortasi yang dapat memilah butir buah tandan atau (brondolan) kelapa sawit yang digunakan para tengkulak dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno ATmega 328 adalah Sebuah rangkaian mikrokontroler sebagai pengendali jalannya proses dari rangkaian elektronik[2]. Pada sistem ini, butir buah tandan kelapa sawit akan

diterapkan pada sebuah konveyor. Konveyor adalah sebuah sistem mekanik yang berfungsi untuk memindah atau alat untuk mengangkut barang dari satu tempat ke tempat lain. Konveyor banyak digunakan pada perindustrian untuk pendistribusian barang dalam jumlah yang banyak dan berkelanjutan[3]. Diatas konveyor ini akan menyortir butir buah tandan (Brondolan) berdasarkan tingkat kematangannya. Yang dihasilkan dari hasil input sensor warna TC3200 akan mendeteksi warna butir buah tandan kelapa sawit apakah warna yang di terdeteksi sesuai dengan kematangannya atau tidak, jika butir buah tandan matang maka motor servo akan mengarahkan burtir buah tandan ke wadah yang matang, sedangkan butir buah tandan yang mentah atau kurang matang akan diarahkan ke wadah yang mentah. Dan nantinya akan ada informasi yang dikeluarkan melalui LCD 16x2 yang menunjukkan apakah brondolan matang atau tidak matang serta menampilkan berat dari butir buah tandan (brondolan) tersebut.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Tahapan Penelitian

Kerangka Kerja (framework) penelitian menjelaskan tahapan dan langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah. Adapun kerangka kerja penelitian yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :



**Gambar 1.** Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian pada gambar 1, maka dapat diuraikan pembahasan masing-masing tahap dalam penelitian sebagai berikut :

#### 1. Identifikasi Masalah

Tahap ini dilakukan agar mendapatkan sebuah masalah yang benar-benar harus diselesaikan dan jika memungkinkan untuk diciptakan agar dapat memberikan tujuan dan manfaat yang bagus dalam segala hal. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi masalah penelitian dan menentukan batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian. Dalam hal ini identifikasi masalah dilakukan dengan mengamati proses pemberian pakan ikan nila . Kemudian mencari solusi yang akan menjadi hasil dari penelitian ini.

#### 2. Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis melakukan pengumpulan data menggunakan metode wawancara dengan Bapak Sutrisno selaku pemilik usaha tengkulak butir buah tandan (brondolan). Dan observasi ini dilakukan di Rt 25 Rw 04, Desa Ladang Panjang, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi. untuk mengetahui proses yang terjadi mengenai aktivitas yang sedang berjalan

#### 3. Tahapan Analisa

Berdasarkan data-data yang telah didapat maka permasalahan yang ada dapat diidentifikasi dan dicari alternatif pemecahannya. Hasil analisa di harapkan dapat memperbaiki kinerja sistem yang telah ada.

#### 4. Tahapan Pembuatan Prototype

Tahapan pembuatan prototype ini merupakan tahapan yang digunakan untuk merancang sebuah sistem berdasarkan analisa yang telah dilakukan sebelumnya rancangan sistem ini dimulai dari perancangan fisik, pembuatan prototype dan perancangan perangkat lunak dalam bentuk listing program.

#### 5. Tahapan Pengujian

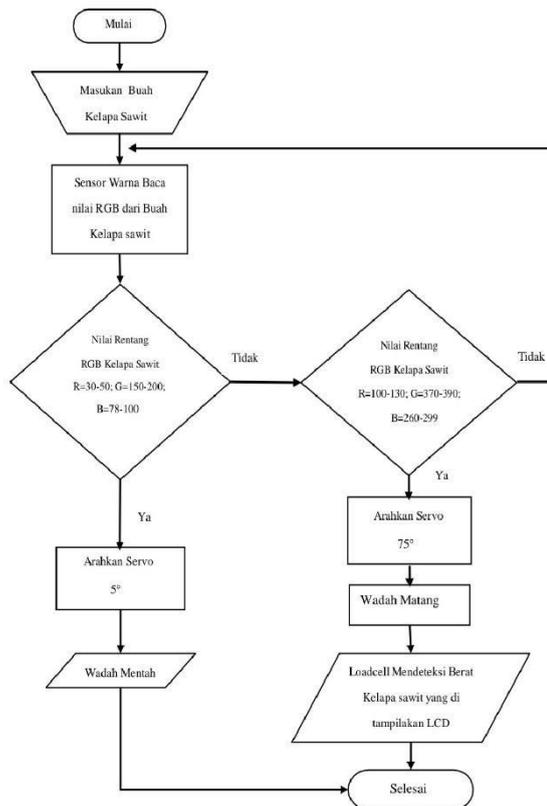
Sebelum melakukan perancangan terlebih dahulu melakukan pengujian ke setiap komponen yang digunakan seperti : Arduino Uno, Motor Dc, Sensor warna TCS3200, Motor Servo, Sensor berat Loadcell, Lcd 16x2, dan Adaptor. Agar bisa dipastikan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perencanaan yang diharapkan.

## 6. Laporan

Pada tahap ini penulis membuat laporan dari tugas akhir yang berjudul “ Rancang Bangun Prototype Sortir Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Berbasis Arduino Uno”. Pembuatan laporan ini membuat rancangan seperti blok diagram, flowchart, dan membuat rancangan alat yang menggunakan IC Arduino Uno.

## 2.2 Perancangan Algoritma

Algoritma merupakan aliran yang menggambarkan bagaimana komputer melakukan proses pengolahan data dengan mengikuti instruksi-instruksi yang telah disusun dalam bentuk program aplikasi atau dengan kata lain merupakan Langkah-langkah yang dilakukan komputer dalam proses pengolahan data agar menghasilkan output sesuai dengan yang diinginkan[4]. Sebuah algoritma berisi serangkaian proses dan hubungan diantara mereka. Alur program menggambarkan urutan diantara beberapa tahap dan transmisi informasi dari operasi[5]. Untuk memudahkan dalam memahami suatu program penulis perlu merancang terlebih dahulu algoritma program flowchart sebagai berikut.



## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat ini dirancang untuk mensortir tingkat kematangan butir buah tandan (Brondolan) pada tengkulak kelapasawit. Ketika memasukan brondolan kedalam wadah sortir kelapa sawit yang telah di siapkan, kemudian sensor tcs3200 akan mendeteksi warna dari brondolan tersebut sesuai dengan tingkat kematangannya tersebut. Selanjutnya motor servo bekerja mengarahkan brondolan ke wadah yang sesuai dengan kondisi kematangan brondolan tersebut. Selain itu juga Ketika alat telah melakukan pensortiran, selanjutnya tengkulak akan melihat pada layar lcd yang terdapat pada alat pensortiran. Disana akan memberikan informasi berat dari brondolan yang matang. Berdasarkan Analisa kebutuhan dalam perancangan, alat dan bahan yang diperlukan yaitu Arduino Uno Atmega328, Sensor Warna TCS3200, Rangkaian motor servo SG90, Rangkaian catudaya, dan rangkaian Motor DC.

## 3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Untuk kebutuhan “Rancang Bangun Prototype Sortir Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Berbasis Arduino uno terbagi atas dua kebutuhan yaitu :

### 3.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Pada saat pengujian dan pengetesan rancang bangun Rancang Bangun Prototype Sortir Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Berbasis Arduino uno) ini menggunakan spesifikasi perangkat keras yaitu :

1. Arduino uno Atmega328  
Sebuah Board Arduino yang menggunakan ic mikrokontroler Atmega328. Board ini memiliki 14 input/output digital 6 output untuk pwm, 6 analog input, resonator keramik 16 MHZ, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset[6].
2. Sensor Warna TCS3200  
Komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya dan mendeteksi warna cahaya yang dipantulkan dari suatu objek. Sensor ini dapat mendeteksi intensitas cahaya yang dipantulkan dari suatu objek dan membedakan warna primer seperti merah, biru, dan hijau[7].
3. Motor Servo SG9  
Motor servo MG90S merupakan motor listrik yang berfungsi untuk mendorong atau memutar objek dengan sistem closed loop dan digunakan dalam mengendalikan kecepatan dan posisi akhir dengan tingkat keakuratannya yang tinggi[8].
4. MOTOR DC GEARBOX 3 - 6V  
Sebuah perangkat elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Cara kerja motor DC dalam mengubah energi ialah dengan mengambil daya listrik melalui arus searah menjadi rotasi mekanis[9].
5. LOAD CELL HX711  
Load cell digunakan untuk mengkonversikan regangan pada logam ke tahanan variabel sehingga menghasilkan sinyal listrik yang besarnya sebanding dengan berat yang diukur[10].
6. LCD 16x2  
LCD (Liquid Crystal Display) suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa pada sebuah rangkaian[11].

### 3.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

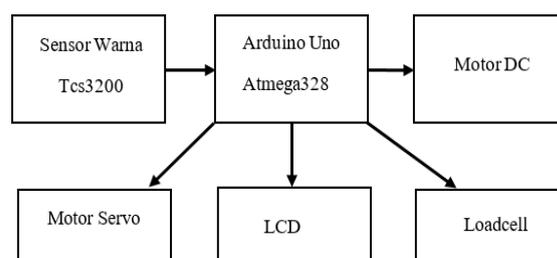
Perangkat lunak atau software adalah program komputer yang berfungsi sebagai sarana interaksi antara pengguna dengan perangkat keras. Perangkat lunak dapat juga dikatakan sebagai penerjemah perintah perintah yang dijalankan pengguna komputer untuk proses oleh perangkat keras.

#### 1. Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) merupakan perangkat lunak bersifat open-source berisi editor teks untuk menulis kode, area pesan, konsol teks, serta toolbar dengan tombol untuk fungsi umum dan serangkaian menu[12].

## 3.2 Blok Diagram Cara Kerja Alat

Blok diagram merupakan sistem terintegrasi, karena sistem tersebut tidak dapat bekerja apabila salah satu perangkat tidak ada. Isi dari sistem ini adalah Arduino Uno sebagai pusat pengendali utama dari perangkat lain, blok diagram dapat di lihat pada gambar 3 berikut :



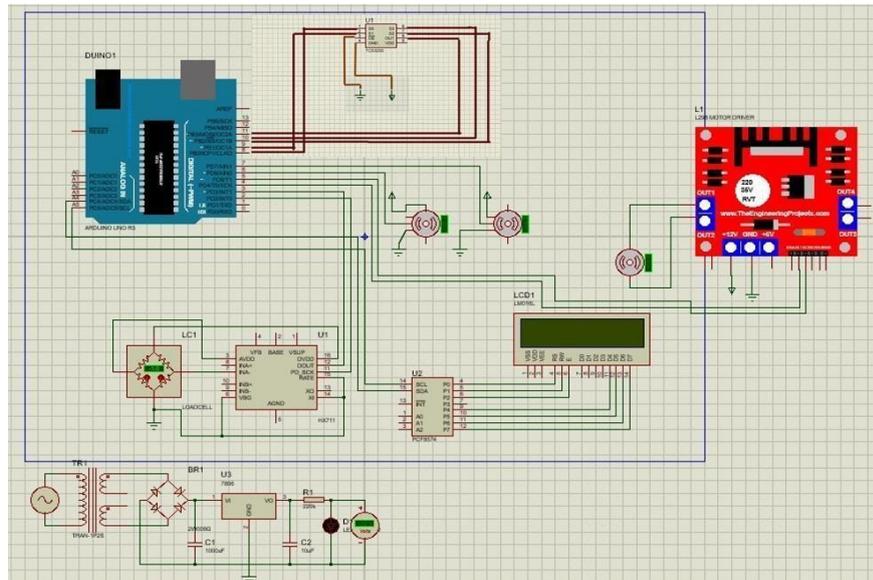
Gambar 3. Blok diagram

Dari gambar 3 dapat dilihat sistem ini mempunyai beberapa bagian diantaranya:

- 1) Sensor Warna TCS3200  
Sensor Warna TCS3200 berfungsi sebagai pendeteksi warna dari butir buah tandan (Brondolan) kelapa sawit.
- 2) Arduino Uno Atmega328  
Arduino Uno Atmega328 berfungsi sebagai Mikrokontroler yang menjadi komponen utama dalam pengiriman dan penerimaan data dari perangkat lain. Serta menjadi pusat kendali utama dengan perangkat lunak (software).
- 3) Motor DC  
Motor DC Berfungsi sebagai pusat kendali dan outputnya akan menghasilkan arah perputaran maju atau perputaran mundur.
- 4) Motor Servo SG90  
Servo SG90 berfungsi mengarahkan butir buah tandan ke wadah sesuai tingkat kematangannya.
- 5) Loadcell  
Berfungsi sebagai mendeteksi berat atau masa dari buah kelapa sawit.
- 6) Lcd  
Berfungsi sebagai media informasi atau penampil berat dari hasil loadcell.

### 3.3 Skema Rangkaian Elektronik

Pada rangkaian hasil perancangan ini akan di jelaskan mengenai mengenai Analisa dari perancangan masing-masing rangkaian yang mendukung tercapainya perancangan alat pada penelitian ini. Skema rangkaian hasil dari perancangan terdiri dari beberapa komponen yang terhubung seperti Arduino Uno ATmega328, Motor Servo SG90, Sensor Warna TCS3200, Motor Dc, Loadcell HX711, Dan lcd 16x2, dengan memanfaatkan antarmuka pemrograman ArduinoIDE. Skema rangkaian alat pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Rangkaian Elektronik

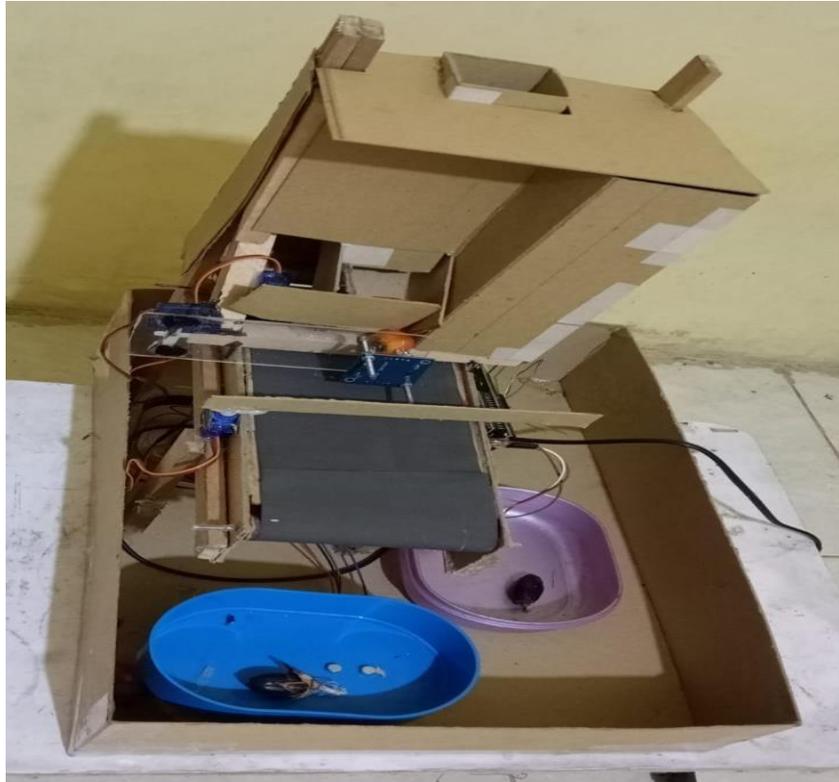
### 3.4 Hasil Implementasi

Pada tahap ini penulis mengimplementasikan hasil perancangan yang telah dibuat. Adapun hasil implementasi dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Rancang Bangun Alat Sortir Buah Kelapa Sawit

Hasil Rancang bangun alat Sortir buah kelapa sawit berdasarkan tingkat kematangan berbasis arduino unoterdiri dari beberapa komponen yang terhubung seperti Arduino uno Atmega328, Motor Servo SG90, Motor DC, Sensor Warna TCS3200, Loadcell HX711, Lcd 16x2 dengan memanfaatkan antarmuka pemrograman ArduinoIDE, dan dikombinasikan dengan rangkaian catu daya. Alat ini dirancang untuk mensortir tingkat kematangan buah kelapa sawit dari sensor warna akan mendeteksi warna dari buah kelapa sawit setelah sensor warna mendeteksi warna maka motor servo akan mengarahkan ke wadah yangsesuai dengan tingkat kematangannya bersarkan warna yang

terdeteksi. Setelah buah kelapa sawit masuk ke wadah matang maka loadcell akan mendeteksi berat dari buah kelapa sawit matang dan informasi berat tersebut dapat dilihat melalui lcd. Secara keseluruhan hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



**Gambar 5.** Rancang Bangun Alat Sortir Buah Kelapa Sawit

## 2) ArduinoIDE Tampilan Verifikasi

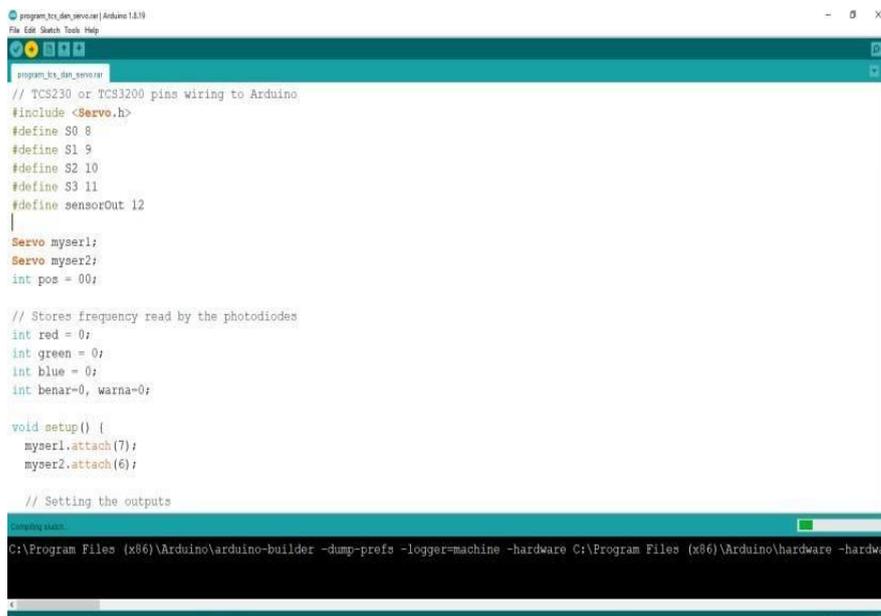
Setelah selesai melakukan coding program pada Arduino IDE, langkah selanjutnya yaitu proses verifikasi program apakah sudah berfungsi dengan baik sebelum di upload ke dalam Arduino uno Atmega328 dengan meng-klik tanda ✓. Tampilan proses verifikasi dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Tampilan Verifikasi

### 3) ArduinoIDE Upload Sukses

Arduino Jika telah selesai diverifikasi langkah selanjutnya menghubungkan komputer dengan Arduino uno Atmega328 dengan memanfaatkan downloader selanjutnya tinggal proses upload dengan meng-klik tanda → dengan aplikasi Arduino IDE seperti gambar 7 berikut:



Gambar 7. ArduinoIDE Upload Sukses

### 4) Pengujian Mikrokontroler Arduino uno Atmega328

Pengujian Arduino uno Atmega328 dilakukan dengan memberikan tegangan VCC sebesar 12V DC untuk selanjutnya diberikan perintah output High pada setiap Pin sehingga didapatkan nilai seperti tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Mikrokontroler Arduino uno Atmega328

Sumber	Tegangan VCC	Tegangan Pin
	Input	Output
Arduino Uno	5 – 12 V	4,8 V
Arduino Uno	5 – 12 V	3,3 V

5) Pengujian Sensor Warna TCS3200

Pengujian sensor warna Tcs3200 dilakukan dengan menghubungkan VCC ke 5V DC selanjutnya diletakan buah kelapa sawit di depan sersor warna maka sensor warna akan mendeteksi warna buah kelapa sawit sesuai kematangannya bedasarkan hasil kalibrasi sensor warna tersebut. Seperti tabel 2 berikut:

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Sensor Warna Tcs3200

Pengujian ke	Nilai Frekuensi			Buah sawit
	Red	Green	Blue	
1	40	150	78	Mentah
2	30	188	88	Mentah
3	50	200	100	Mentah
4	130	370	260	Mateng
5	103	390	299	Mateng
6	100	380	290	Mateng

6) Pengujian Motor servo SG90

Pengujian motor servo SG90 dilakukan dengan menghubungkan VCC ke 5V DC dan ke 3,3 V DC maka motor servo akan bergerak atau tidak bergerak berdasarkan VCC yang di hubungkan. seperti tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Motor Servo SG90

Perangkat	Tegangan Input	Keadaan Servo
Motor Servo SG90	3,3 V DC	Tidak Bergerak
Motor Servo SG90	5 V DC	Bergerak

7) Pengujian Load Cell

Pengujian *load cell* dilakukan untuk membandingkan berat yang didapat dari pengukuran berat menggunakan *loadcell* dengan pengukuran berat menggunakan timbangan. Seperti tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Pengujian Load Cell

Pengukuran Timbangan Manual (gram)	Pengukuran Load Cell (Gram)
10	9
20	19,50
25	24,44
30	28,70

8) Pengujian Motor Driver

Pengujian motor driver dilakukan dengan memberikan tegangan VCC 3,3 -12V DC. maka motor DC akan bergerak atau tidak bergerak berdasarkan VCC yang di hubungkan. seperti tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Pengujian Motor Driver

Tegangan Input	Motor DC	Keterangan
3,3V DC	Tidak Bergerak	Tidak Bergerak
5V DC	Pelan	Bergerak
12V DC	Standart	Bergerak

#### 9) Pengujian LCD 16x2

Pengujian Lcd 16x2 dilakukan dengan memberikan tegangan VCC 3,3 - 5V DC. maka cahaya yang dihasilkan akan sesuai dengan tegan vcc yang di berikan. seperti tabel 5 berikut.

**Tabel 6.** Pengujian LCD 16x2

Tegangan Input	Keadaan Lcd
3,3V DC	Redup
5V DC	Terang stabil

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Rancang Bangun Prototype Sortir Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Berbasis Arduino Uno, Untuk sistem yang telah di buat bekerja dengan sangat baik, pada saat tengkulak memasukan butir buah tandan (Brondolan) ke tempat sortir maka sensor TCS3200 akan mendekteksi nilai rentang RGB dari warna kelapa sawit tersebut dengan baik. Setelah sensor TCS3200 mendeteksiwarna dari buah kelapa sawit tersebut, maka servo akan bekerja mengarahkan butir buah tandan (Brondolan) ke wadah yang sesuai dengan tingkat kematangan buah sawit tesebut berdasarkan nilai rentang RGB dari kelapa sawit.Setelah servo mengarahkan butir buah tandan (Brondolan) ke wadah matang maka Sensor Loadcell akanmendeteksi berat dari butir buah tandan tersebut, maka LCD akan memberikan informasi mengenai berat daribrondolan tersebut.

## REFERENSI

- [1] Dindha Amelia, "Statistik kelapa sawit Indonesia," vol. 21, no. 1, 2020, hal. 1–139. [Daring]. Tersedia pada: <http://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/>
- [2] S. V. S. Ritha dan S. Alfi, "Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 4, hal. 48, 2017, doi: 10.22441/jtm.v5i4.1225.
- [3] W. R. Fajar, R. Angga, dan W. D. Prasetya, *Perancangan Dan ImplementasiAlat Penyortir Barang Pada Design and Implementation of Items Device Sorting on Conveyor*, vol. 5, no. 1. 2018.
- [4] L. Sitorus, *Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta: CV.ANDI OFFSET,2015. [Daring]. Tersedi pada:  
[https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=MRHwCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA149&dq=info:xo0TvMIms5MJ:scholar.google.com/&ots=02idu0L0K7&sig=Pr\\_UxaNGMbxYmQn71nYSiiEfCs&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=MRHwCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA149&dq=info:xo0TvMIms5MJ:scholar.google.com/&ots=02idu0L0K7&sig=Pr_UxaNGMbxYmQn71nYSiiEfCs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [5] W. Wibawanto, *Desain dan Pemrograman Multimedia Pembelajaran Interaktif, Pertama*. Jember: Cerdas Ulet Kreatif, 2017. [Daring]. Tersedia pada:  
[https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=9pULDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=info:Qx5aV7Js1yWJ:scholar.google.com/&ots=5GZhbTyGTO&sig=VZCayvcqmr9VVbdC-p86La8pcMI&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=9pULDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=info:Qx5aV7Js1yWJ:scholar.google.com/&ots=5GZhbTyGTO&sig=VZCayvcqmr9VVbdC-p86La8pcMI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [6] Y. Tan, A. Setiaji, E. Wismiana, M. Yunus, M. R. Effendi, and A. Munir, "IoT System Implementation for ATmega328 Microcontroller Based Home Door Control," in 2019 IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), 2019, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICWT47785.2019.8978214.
- [7] P. E. Pambudi dan E. Sutanta, "Identifikasi Daging Segar Menggunakan Sensor Warna RGB TCS3200-DB," vol. 6, no. 2, hal. 177–184, 2014.

- [8] X. Wang, W. Wang, L. Li, J. Shi, and B. Xie, "Adaptive Control of DC Motor Servo System With Application to Vehicle Active Steering," *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 24, no. 3, pp. 1054–1063, 2019, doi: 10.1109/TMECH.2019.2906250.
- [9] A. P. Zanofa, R. Arrahman, M. Bakri, dan A. Budiman, "Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3," vol. 1, no. 1, hal.27, 2020.
- [10] A. Sari, N. Utami, S. Samsugi, dan S. D. Ramdan, "Pengembangan koper pintar berbasis arduino," vol. 1, no. 1, hal. 4–8, 2020.
- [11] R. Fauzan, A. Rahardjo, dan H. Winarno, "Pendeteksi Ketinggian Level Air Dengan Tampilan Lcd Berbasis Mikrokontroler Atmega 8 Serta Led Buzzer Dan Seven Segment Sebagai Peringatan Dini Kenaikan Air Pasang (Rob) Berbasis Programmable Logic Controller Cp1e-E40dr-A," vol. 17, no. 1, 2012.
- [12] O. E. Amestica, P. E. Melin, C. R. Duran-Faundez, and G. R. Lagos, "An Experimental Comparison of Arduino IDE Compatible Platforms for Digital Control and Data Acquisition Applications," in 2019 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON), 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/CHILECON47746.2019.8986865.