

Received: September 2023

Accepted: Oktober 2023

Published: Oktober 2023

Rancang Bangun Alat Pemilah Pada Biji Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna Dan Berat

Rian Wirayuda Hutagalung¹, Maria Ulfah^{2*}, Riklan Kango³

^{1,2*,3}Jurusan Rekayasa Elektro, Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Balikpapan

*Email: maria.ulfah@poltekba.ac.id

Abstract

In the palm oil industry, processing oil palm kernels in the field to improve the quality of palm oil produced is an important activity. Palm kernel harvesting occurs when the oil content is highest and the free fatty acid content is lowest. To maximize the harvest, it is necessary to develop a Sorting Equipment Design on Palm Oil Seeds based on color and weight carried out in Penajam Paser Utara. The purpose of this tool is to detect the maturity level of oil palm kernels with the TCS3200 Sensor, as well as reading the weight of oil palm seeds with the loadcell sensor. The main components in making this tool include TCS3200 Sensor and Loadcell sensor, with other supporting components namely Conveyor, Infrared (IR) Sensor, DC Motor, Servo Motor, and LCD. The results of the loadcell test had an % average error of 4,6 % in weight readings.

Keywords: Palm fruit seeds, conveyor, IR sensor, loadcell, TCS3200 sensor

Abstrak

Dalam industri kelapa sawit, pengolahan biji kelapa sawit di lapangan untuk meningkatkan kualitas minyak sawit yang dihasilkan merupakan kegiatan penting. Pemanenan biji kelapa sawit terjadi ketika kandungan minyak paling tinggi dan kandungan asam lemak bebas paling rendah. Untuk memaksimalkan pemanenan tersebut, diperlukan pengembangan Rancang Bangun Alat Pemilah pada Biji Kelapa Sawit berdasarkan warna dan berat Tujuan alat ini sebagai sistem pendeteksi tingkat kematangan biji kelapa sawit dengan Sensor TCS 3200, serta membaca berat biji kelapa sawit dengan Sensor *loadcell*. Komponen utama dalam pembuatan alat ini diantaranya, Sensor TCS3200 dan Sensor *loadcell*, dengan komponen pendukung lain yaitu Konveyor, Sensor Infrared (IR), Motor DC, Motor Servo, dan LCD. Hasil dari pengujian *loadcell* memiliki rata-rata % error sebanyak 4,6% dalam pembacaan nilai berat biji kelapa sawit.

Kata kunci: Biji buah kelapa sawit, konveyor, sensor IR, *loadcell*, sensor TCS3200

1. Pendahuluan

Dalam industri kelapa sawit, pengolahan biji kelapa sawit di lapangan untuk meningkatkan kualitas minyak sawit yang dihasilkan merupakan kegiatan penting. Pemanenan biji kelapa sawit terjadi ketika kandungan minyak paling tinggi dan kandungan asam lemak bebas (ALB) paling rendah. Jika biji kelapa sawit yang dipetik terlalu matang, maka kandungan ALB pada minyak yang dihasilkan akan tinggi (lebih dari 5%) [1]. Keberhasilan budidaya kelapa sawit tergantung pada pengelolaan panen yang baik dan benar. Penting untuk secara akurat menentukan kematangan benih kelapa sawit yang dipanen [2]. Dengan demikian, dibutuhkan alat penentu kematangan biji kelapa sawit berdasarkan warna dan berat sehingga dapat memberikan informasi kepada petani untuk mendapatkan hasil yang sesuai untuk dipanen, sehingga menghindari perbedaan kognitif antara petani atau penyeleksi yang mengarah pada seleksi dengan kematangan yang benar.

Penelitian tentang sistem penentu kematangan pada buah telah banyak dilakukan dalam akhir-akhir ini. Penelitian [3] menggunakan sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi warna untuk menentukan kematangan pada buah tomat dengan output berupa LCD. Studi ini menyarankan penggunaan pada sensor warna agar lebih akurat dan bisa di gunakan tidak hanya pada buah tomat saja. Penelitian [4] mendeteksi kematangan pada buah apel menggunakan metode Naïve Bayes. Komponen elektronika yang digunakan adalah sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi warna pada buah apel dan sensor berat load cell untuk mendeteksi nilai berat pada buah apel. Studi ini menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler dan LCD 16x2 sebagai output agar dapat memonitoring hasil yang diperoleh pada pengujian pendeteksi kematangan buah apel. Studi ini mengungkapkan bahwa untuk pengujian parameter warna, sensor warna ditambah dengan penutup disekitarnya agar tidak ada cahaya yang masuk sehingga pengukuran

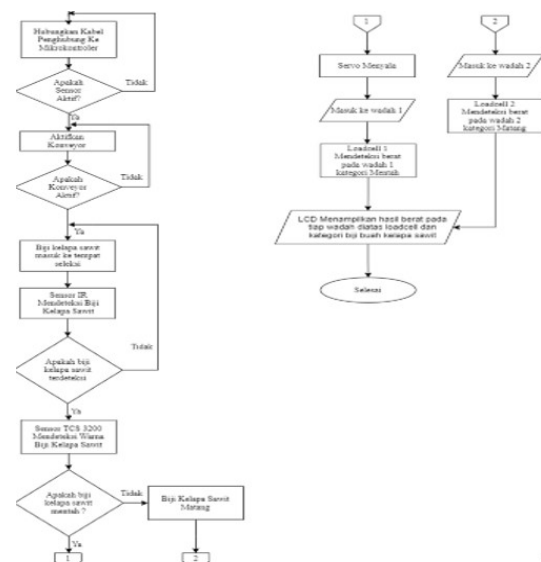
menjadi lebih akurat. Penelitian [5] mendeteksi kematangan pada buah kelapa sawit dengan menggunakan sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi warna buah dan LCD sebagai penampil data dan server telegram sebagai pengirim data

Penelitian-penelitian di atas menggunakan sensor warna TCS3200 dalam hal pendeteksian tingkat kematangan biji kelapa sawit berdasarkan warna. Penulis melakukan inovasi dalam hal pemilihan tingkat kematangan biji kelapa sawit selain menggunakan sensor warna TCS3200 tetapi juga sekaligus melakukan penyortiran dari hasil pemilihan kedalam wadah penampungan dengan bantuan motor servo serta penggunaan sensor *loadcell* yang dapat sekaligus menghitung berat pada masing-masing wadah penampungan tersebut yang akan terbaca pada tampilan LCD yang terdapat di area conveyor

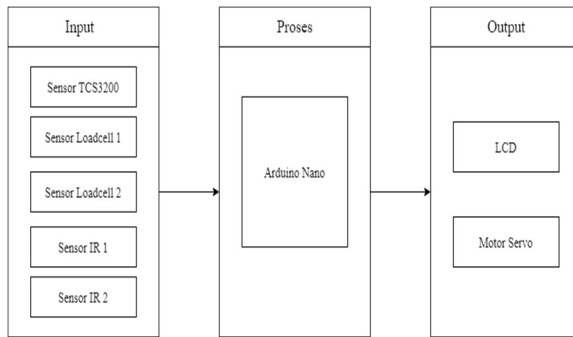
Tujuan penelitian yang dilakukan oleh penulis ini adalah membuat alat bantu bagi petani kelapa sawit dalam pemilah biji kelapa sawit berdasarkan tingkat kematangan, penyortiran biji kelapa sawit sekaligus penghitungan berat hasil penyortiran.

2. Metoda Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini berupa langkah kerja serta rangkaian kegiatan ditunjukkan pada gambar 1.

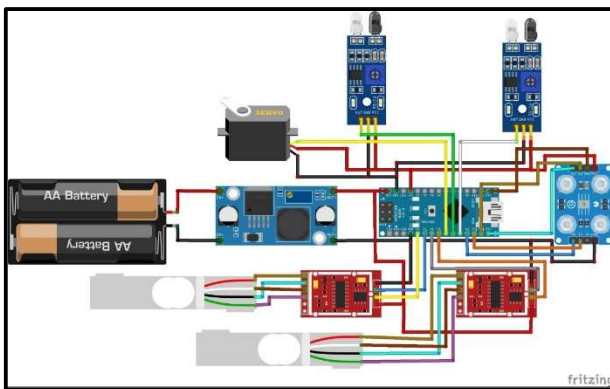


Gambar 1. Flowchart Sistem Perancangan



Gambar 2. Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 2 terdiri dari Input Proses dan Output. Input Terdiri dari Sensor Warna digunakan untuk mendeteksi warna biji buah kelapa sawit yang akan di pilah di atas konveyor. Sensor IR merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidak nya objek yang berada didepan. Sensor IR digunakan untuk mendeteksi adanya buah yang telah masuk ke atas konveyor dan siap melakukan proses pemilahan. *loadcel* merupakan sensor yang biasa digunakan pada pendeteksi tekanan atau berat sebuah beban. sensor *loadcell* digunakan alat ini untuk mengetahui hasil berat dalam wadah hasil pemilahan pada biji buah kelapa sawit yang telah dipilah oleh servo. Gambar 3 merupakan *wiring electrical* dari alat yang dirancang



Gambar 3. Wiring electrical

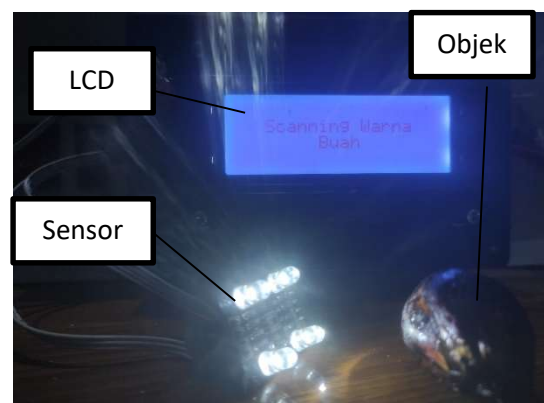
Arduino Nano adalah (development board) mikrokontroler yang berbasis *chip* ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil [6] [7]. Arduino nano digunakan untuk memprogram dan mengendalikan sensor serta komponen elektronika agar bekerja dengan baik.

LCD adalah komponen yang digunakan untuk menampilkan keluaran hasil berupa teks [8]. LCD bekerja dengan memantulkan cahaya yang mengelilingi lampu depan atau mengirimkan cahaya dari lampu latar. Dalam penelitian ini LCD digunakan untuk menampilkan kategori serta berat hasil pilahan biji buah kelapa sawit yang ada didalam wadah. Untuk pemilah biji kelapa sawit digunakan motor servo yang merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerak. Kumparan pada medan motor dc disebut sebagai stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor yaitu bagian yang berputar [9]. Konveyor merupakan alat pemindah yang dibiasa dipakai sebagai pemindah barang produksi dari suatu tempat ke tempat berikutnya. Pada perancangan ini, konveyor digunakan sebagai pemindahan biji kelapa sawit ke wadah yang telah tersedia agar pemilahan biji kelapa sawit berjalan dengan baik [10].

3. Hasil Penelitian

3.1. Sensor TCS 3200

Dalam penelitian ini diperoleh dua kategori warna untuk memilah biji sawit, yaitu warna hitam (mentah) dan warna merah (matang). Untuk penambahan warna Hitam harus dilakukan pencarian kombinasi hasil R G B tersebut melalui serial monitor pada Arduino IDE.



Gambar 4. Pengujian Sensor TCS 3200

Berikut Hasil Pengujian Sensor TCS 3200 dapat dilihat pada Tabel 1 Pengujian Sensor TCS 3200.

No	Biji Buah	Sensor Warna	Keterangan
1	Buah mentah 1	Buah mentah	Berhasil
2	Buah mentah 2	Buah mentah	Berhasil
3	Buah mentah 3	Buah mentah	Berhasil
4	Buah mentah 4	Buah mentah	Berhasil
5	Buah mentah 5	Buah mentah	Berhasil
6	Buah matang 1	Buah matang	Berhasil
7	Buah matang 2	Buah matang	Berhasil
8	Buah matang 3	Buah matang	Berhasil
9	Buah matang 4	Buah matang	Berhasil
10	Buah matang 5	Buah matang	Berhasil

3.2. Motor Servo

Pada penelitian ini motor servo digunakan sebagai alat pemilah biji kelapa sawit diatas konveyor yang akan ditimbang dalam wadah buah matang atau mentah



Gambar 5. Konveyor Pemilah

Hasil Pengujian Motor Servo dapat dilihat pada Tabel 2 Pengujian Motor Servo

Percobaan	Hasil Pengamatan Alat	Kodisi Servo
1	Kondisi Mentah	Tertutup
2	Kondisi Mentah	Tertutup
3	Kondisi Mentah	Tertutup
4	Kondisi Mentah	Tertutup
5	Kondisi Mentah	Tertutup
6	Kondisi Matang	Terbuka
7	Kondisi Matang	Terbuka
8	Kondisi Matang	Terbuka
9	Kondisi Matang	Terbuka
10	Kondisi Matang	Terbuka

3.3. Loadcell

Dalam pengujian sensor ini, peneliti melakukan percobaan pengukuran berat pada 5 (lima) buah biji sawit serta pada beberapa jenis benda untuk mengetahui apakah Sensor berfungsi dan akurat dalam pengukuran berat.



Gambar 6. Pengujian loadcell

Hasil Pengujian loadcell dapat dilihat pada Tabel 3 Pengujian loadcell.

No	Objek	Berat Loadcell	Berat Timbangan	Selisih Error	% Error
1	Biji sawit 1	9 g	10 g	1 g	10
2	Biji sawit 2	23 g	24 g	1 g	10
3	Biji sawit 3	12 g	14 g	2 g	14,2
4	Biji sawit 4	23 g	23 g	0 g	0
5	Biji sawit 5	14 g	14 g	0g	0
6	Handphone	225 g	226 g	1 g	0,44

7	Aqua	245 g	242 g	3 g	1,23
8	Obeng	54 g	57 g	3 g	5,26
9	Bolpoin	9 g	9 g	0 g	0
10	Kunci	39 g	41 g	2 g	4,87
Rata-Rata % eror					4,6

Sebagai perbandingan berat antara pembacaan sensor *loadcell* yang digunakan adalah timbangan digital. Dari 10 kali percobaan tersebut didapatkan rata-rata % eror sebesar 4,6 %. Sesuai dengan teorema Slovin [11] nilai rata-rata eror 4,6 % masih masuk dalam batas yang bisa ditoleransi.

3.4. Sensor IR

Pengujian sensor IR ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan untuk hasil pengujian sensor IR dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 7. Pengujian Sensor IR

Tabel 3. Pengujian Sensor IR

No	Objek	Sensor IR 1	Sensor IR 2	Keterangan
1	Buah mentah 1	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1
2	Buah mentah 2	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1
3	Buah mentah 3	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Berhasil 1
4	Buah mentah 4	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1

5	Buah mentah 5	Tidak terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1
6	Buah matang 1	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Error
7	Buah matang 2	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1
8	Buah matang 3	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1
9	Buah matang 4	Terdeteksi	Terdeteksi	Berhasil 1
10	Buah matang 5	Terdeteksi	Tidak terdeteksi	Berhasil 1

Keterangan:

IR 1= Sensor saat benda awal masuk konveyor
IR 2= Sensor saat benda keluar dari konveyor dan masuk ke wadah

3.5. Pengujian Secara Keseluruhan

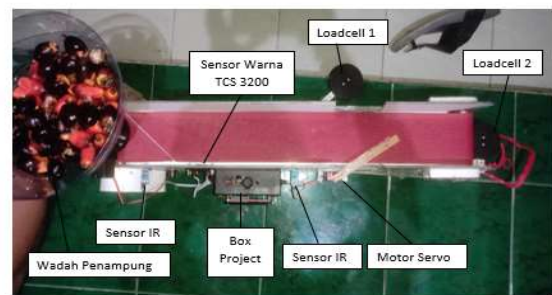
Pembuatan alat ini adalah untuk memilah biji kelapa sawit berdasarkan warna serta berat dengan menggunakan servo sebagai pemilah kedalam wadah yang telah tersedia. Pada proses awal, Sensor TCS3200 berfungsi untuk mendeteksi warna biji kelapa sawit, dan sebuah lengan atau tuas pada konveyor akan melakukan pemilahan berdasarkan warna secara otomatis dengan memasukkan biji kelapa sawit ke wadah yang telah disediakan. Proses selanjutnya yaitu sensor *loadcell* berfungsi untuk mengetahui berat pada wadah penampung biji kelapa sawit. Proses terakhir yaitu LCD yang berfungsi untuk menampilkan hasil dari deteksi warna dan deteksi berat biji buah kelapa sawit. Hasil pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Keseluruhan

No	Sensor IR	Sensor Warna	Kondisi Servo	Loadcell 1 Buah Mentah (gram)	Loadcell 2 Buah Matang (gram)	Total Keseluruhan
1	Terdeteksi	Buah Matang	OFF	0	16	Buah Matang : 1
2	Terdeteksi	Buah Mentah	ON	16	16	Buah Mentah : 0 Buah Matang : 1
3	Terdeteksi	Buah Matang	OFF	16	38	Buah Mentah : 1 Buah Matang : 2
4	Terdeteksi	Buah Mentah	ON	42	38	Buah Mentah : 1 Buah Matang : 2
5	Terdeteksi	Buah Matang	OFF	42	47	Buah Mentah : 2 Buah Matang : 3
6	Terdeteksi	Buah Mentah	ON	58	47	Buah Mentah : 2 Buah Matang : 3
7	Terdeteksi	Buah Matang	OFF	58	63	Buah Mentah : 3 Buah Matang : 4
8	Terdeteksi	Buah Mentah	ON	72	63	Buah Mentah : 3 Buah Matang : 4
9	Terdeteksi	Buah Mentah	ON	94	63	Buah Mentah : 4 Buah Matang : 4
10	Terdeteksi	Buah Matang	OFF	94	75	Buah Mentah : 5 Buah Matang : 5

Pada Tabel 5 dilakukan pengujian terhadap 10 biji buah kelapa sawit yang mendapatkan hasil sebanyak 5 biji buah sawit mentah dan 5 biji buah kelapa sawit matang yang dapat terdeteksi pada sensor warna TCS 3200 kemudian setelah itu biji buah kelapa sawit yang terdeteksi mentah akan dipilah oleh dan masuk ke dalam wadah penampungan biji buah kelapa sawit yang mentah.

Ketika biji buah kelapa sawit yang terdeteksi matang oleh sensor TCS 3200 maka servo tidak akan bergerak dan akan langsung masuk kedalam wadah biji buah kelapa sawit yang mantah. Ketika biji buah kelapa sawit masuk kedalam wadah maka *loadcell* bekerja untuk menimbang berat biji buah kelapa sawit mentah atau matang yang terdapat di wadah atas *loadcell* kemudian LCD akan menampilkan hasil pembacaan berat pada tiap wadah. Pada LCD akan terdapat jumlah biji buah kelapa sawit yang telah dipilah.



Gambar 8. Alat pemilah biji kelapa sawit secara keseluruhan

4. Kesimpulan

Alat pemilah pada biji buah kelapa sawit telah berhasil dibuat dan dirancang dengan menggunakan Arduino nano sebagai mikrokontroler, Sensor IR berhasil sebagai pembaca adanya biji buah kelapa sawit diatas konveyor, Sensor Warna TCS 3200 berhasil pendeteksi warna pada biji buah kelapa sawit matang atau mentah di atas konveyor, *Loadcel* berhasil pembaca berat pada tiap wadah

penampungan biji buah kelapa sawit matang dan mentah.

Adapun servo digunakan sebagai pemilah biji buah kelapa sawit yang akan masuk ke tiap wadah penampungan dan LCD digunakan sebagai media untuk membaca hasil siap sensor pada proses pemilahan biji buah kelapa sawit.

Dari hasil pengujian alat yang dibuat dihasilkan persentase eror sebensar 4,6% dengan tingkat akurasi 95,4%.

5. Saran

Saran pengembangan alat ini kedepannya bisa dilakukan dengan penambahan *feature output* pembacaan hasil pemilihan biji kelapa sawit dari jarak jauh secara *Internet of Things* (IoT).

6. Daftar Pustaka

- [1] I. J. Purwanto and E. Santosa, "Hubungan Mutu Buah dan Curah Hujan Terhadap Kandungan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kelapa Sawit," *Bul. Agrohorti*, vol. 4, no. 3, pp. 250–255, 2016, doi: 10.29244/agrob.v4i3.14264.
- [2] E. F. Himmah, M. Widyaningsih, and M. Maysaroh, "Identifikasi Kematangan Buah Kelapa Sawit Berdasarkan Warna RGB Dan HSV Menggunakan Metode K-Means Clustering," *J. Sains dan Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 193–202, 2020, doi: 10.34128/jsi.v6i2.242.
- [3] Widyastuti, "Rancang Bangun Pemilihan Buah Tomat Berdasarkan Kematangan Berbasis Mikrokontroller Atmega8."
- [4] I. Ramadan, D. Syauqy, and R. Primananda, "Sistem Pendeteksi Kematangan Buah Apel menggunakan Metode Naïve Bayes berbasis Embedded System," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 1654–1661, 2021, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [5] T. L. Sigalingging, "Rancang Bangun Alat Penentu Kematangan Buah Kelapa Sawit dan Waktu Panen Berdasarkan Warna Buah Berbasis Internet of Things (IoT)," 2021.
- [6] M. Suari, "Pemanfaatan Arduino nano dalam Perancangan Media Pembelajaran Fisika," *Nat. Sci. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–7, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/naturalscience/article/view/443/363>
- [7] I. W. Y. Widiana, I. Agung, and P. Rahardjo, "Rancang bangun kendali otomatis lampu dan pendingin ruangan pada ruang perkuliahan berbasis mikrokontroler arduino nano," *J. Spektrum Vol.*, vol. 6, no. 2, 2019.
- [8] M. Helmy Noor, W. Arifha Saputra, A. Husna, D. Septiarini, and H. Gustiara Hayati, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kematangan Buah Durian Menggunakan Naive Bayes," *Poros Tek.*, vol. 13, no. 2, pp. 91–100, 2021.
- [9] M. N. Yuski, W. Hadi, and A. Saleh, "Rancang Bangun Jangkar Motor DC," *Berk. Sainstek*, vol. 5, no. 2, p. 98, 2017, doi: 10.19184/bst.v5i2.5700.
- [10] I. M. N. Arijaya, "Rancang Bangun Alat Konveyor Untuk Sistem Soltir Barang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 2, no. 2, pp. 126–135, 2019, doi: 10.31598/jurnalresistor.v2i2.363.
- [11] N. Setiawan, "Penentuan Ukuran Sampel Memakai Rumus Slovin Dan Tabel Krejcie-Morgan: Telaah Konsep Dan Aplikasinya," no. November, 2007.