



PROTOTYPE MESIN SANTAN KELAPA BERBASIS PLC OUTSEAL

Muhammad Kurniawan^{1*}, Hasan^{2*}, Ardi Marwan³

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak

*Penulis Korespondensi: muhkur60@gmail.com

Abstract. This research aims to design and realize a prototype of a coconut milk machine based on Outseal PLC that integrates the grating and squeezing processes in one automatic system. The system uses Outseal Mega V.2 PLC as the main controller with Arduino Uno support for sensor reading. A load cell sensor is used to detect the weight of 1 kg of grated coconut as a parameter for the process transfer to the squeezing stage. The test results show that 1 kg of grated coconut produces approximately ½ liter (500 ml) of coconut milk. An ultrasonic sensor is used to detect the height of the coconut milk surface in the container, which is approximately 14.8 cm at a volume of 500 ml as the system's stop limit. The process of making coconut milk using the machine takes approximately 40 minutes, faster than the manual process which takes approximately 60 minutes. The results of the study indicate that the tool is able to increase time efficiency and reduce manual work processes in making coconut milk.

Keywords: PLC Outseal, Arduino Uno, Load Cell, Ultrasonik, HMI, Mesin Santan

Abstrak. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan prototipe mesin santan kelapa berbasis PLC Outseal yang mengintegrasikan proses pamarutan dan pemerasan dalam satu sistem otomatis. Sistem menggunakan PLC Outseal Mega V.2 sebagai pengendali utama dengan dukungan Arduino Uno untuk pembacaan sensor. Sensor load cell digunakan untuk mendeteksi berat parutan kelapa sebesar 1 kg sebagai parameter perpindahan proses ke tahap pemerasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa 1 kg parutan kelapa menghasilkan sekitar ½ liter (500 ml) santan. Sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian permukaan santan pada wadah penampung, yaitu sekitar 14,8 cm pada volume 500 ml sebagai batas penghentian sistem. Proses pembuatan santan menggunakan mesin membutuhkan waktu sekitar 40 menit, lebih cepat dibandingkan proses manual yang memerlukan waktu sekitar 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat mampu meningkatkan efisiensi waktu dan mengurangi proses kerja manual dalam pembuatan santan.

Kata kunci: PLC Outseal, Arduino Uno, Load Cell, Ultrasonik, HMI, Mesin Santan

LATAR BELAKANG

Kelapa merupakan salah satu komoditas perkebunan yang banyak dibudidayakan di Provinsi Kalimantan Barat, termasuk di Kabupaten Mempawah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat tahun 2023, jumlah tanaman kelapa di Kalimantan Barat mencapai 78.350 pohon. Potensi tersebut menunjukkan ketersediaan bahan baku yang melimpah untuk berbagai produk olahan, salah satunya santan kelapa. Namun, pemanfaatan hasil kelapa masih belum optimal karena keterbatasan peralatan produksi yang digunakan oleh masyarakat dan industri rumahan.

Pada umumnya, proses pembuatan santan masih dilakukan secara sederhana. Mesin pamarut kelapa yang tersedia di pasaran umumnya hanya berfungsi untuk memarut, sedangkan proses pemerasan santan masih dilakukan secara terpisah dan manual

menggunakan saringan yang diperas dengan tangan. Kondisi ini menyebabkan proses produksi memerlukan waktu lebih lama dan tenaga kerja yang lebih banyak.

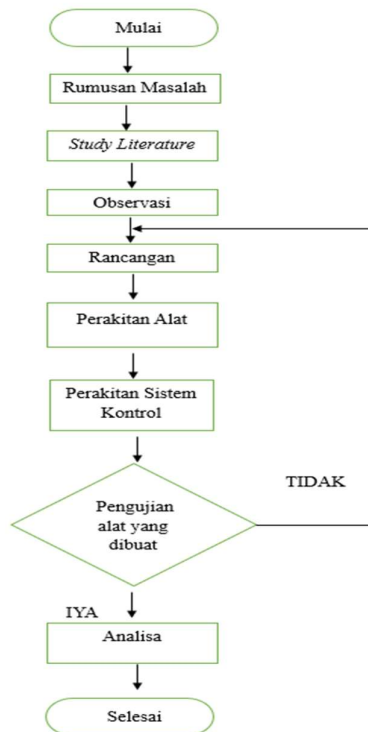
Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan mesin pamarut dan pemeras kelapa, namun sebagian besar masih menggunakan sistem kendali konvensional dan belum terintegrasi dalam satu sistem berbasis pengendali terprogram. Oleh karena itu, diperlukan suatu rancangan alat yang mampu mengintegrasikan proses pamarutan dan pemerasan dalam satu sistem kerja yang terkontrol.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan prototipe mesin santan kelapa berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Outseal. Sistem menggunakan PLC Outseal Mega V.2 sebagai pengendali utama dengan dukungan Arduino Uno sebagai antarmuka pembacaan sensor. Sensor load cell digunakan untuk mendeteksi berat parutan kelapa sebesar 1 kg sebagai parameter perpindahan proses ke tahap pemerasan, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi volume santan hingga mencapai ½ liter sebagai batas penghentian sistem. Dengan perancangan ini, diharapkan diperoleh suatu model sistem terintegrasi yang dapat menjadi dasar pengembangan alat produksi santan pada skala rumah tangga maupun usaha kecil.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Berikut ini adalah langkah – langkah yang akan dilakukan selama penelitian :



Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan tahap awal kegiatan perancangan alat. Pada tahap selanjutnya dilakukan perumusan masalah, yaitu mengidentifikasi permasalahan yang akan diselesaikan, seperti proses pamarutan dan pemerasan santan yang masih dilakukan secara manual. Setelah itu dilakukan studi literatur dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan laporan penelitian untuk memperoleh teori serta referensi yang relevan dalam perancangan alat. Berdasarkan data hasil studi literatur dari Badan Pusat Statistik Provinsi

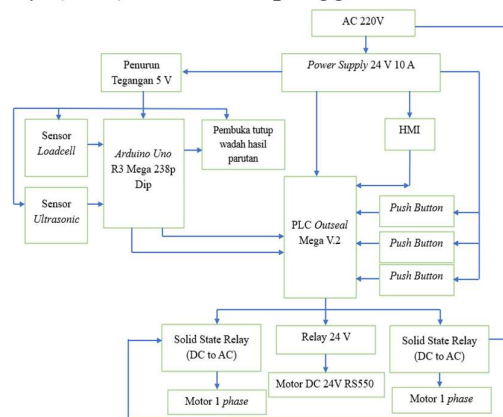
Kalimantan Barat (2023), jumlah tanaman kelapa di Kalimantan Barat mencapai 78.350 pohon, namun pemanfaatannya masih belum maksimal karena keterbatasan alat bantu produksi. Selain itu, menurut Sutrisno, Witjahjo, H., dan Permana (2023), banyak industri rumahan yang masih menggunakan mesin pamarut dan alat pemeras secara terpisah sehingga proses produksi menjadi lebih lama. Mesin pamarut kelapa konvensional yang beredar di pasaran umumnya hanya berfungsi untuk memarut, sedangkan proses pemerasan santan masih dilakukan secara manual menggunakan saringan yang diperas dengan tangan. Selanjutnya dilakukan observasi atau peninjauan langsung terhadap proses dan alat yang sudah ada untuk mendapatkan gambaran kondisi serta kebutuhan sistem. Setelah itu dilakukan tahap perancangan dengan membuat desain awal alat secara mekanik dan elektronik, termasuk skema rangkaian dan diagram blok sistem. Tahap berikutnya adalah perakitan alat dengan menyusun komponen fisik seperti motor, pisau parut, rangka mesin, serta komponen mekanik lainnya. Setelah perakitan alat selesai, dilakukan perakitan sistem kontrol yang meliputi pemasangan sistem kendali otomatis seperti PLC Outseal, Arduino, sensor load cell, sensor ultrasonik, serta sistem kelistrikan. Alat yang telah dirakit kemudian diuji untuk mengetahui apakah alat dapat berfungsi sesuai dengan perancangan. Jika pengujian tidak berhasil, maka dilakukan evaluasi dan perbaikan dengan kembali ke tahapan sebelumnya hingga alat dapat bekerja dengan baik. Setelah pengujian selesai, dilakukan analisis terhadap hasil pengujian yang meliputi keakuratan sensor, efisiensi waktu kerja, daya kerja alat, serta kesesuaian alat terhadap kebutuhan. Tahap terakhir adalah penyelesaian, yaitu ketika proses perancangan dan pengujian telah selesai sehingga menghasilkan alat yang siap digunakan.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan proses pamarutan dan pemerasan dalam satu rangkaian kerja yang terkontrol. Sistem menggunakan PLC Outseal Mega V.2 sebagai pengendali utama dan Arduino Uno sebagai antarmuka pembacaan sensor. Secara umum, sistem terdiri dari bagian input, proses, dan output.

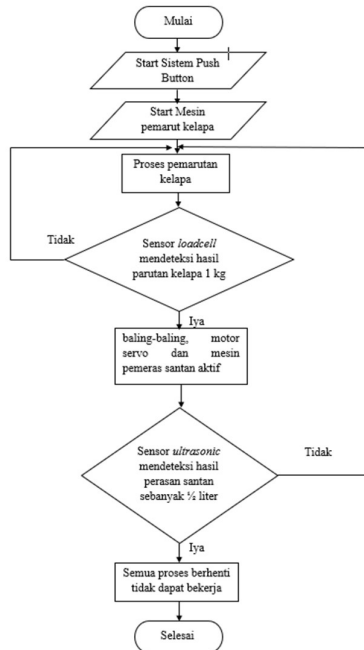
1. Bagian input meliputi sensor load cell untuk mendeteksi berat parutan kelapa dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur volume santan.
2. Bagian proses dikendalikan oleh PLC Outseal yang menerima sinyal dari Arduino Uno untuk menentukan perpindahan tahapan kerja.
3. Bagian output berupa motor pamarut, motor pemeras, serta indikator pada Human Machine Interface (HMI).

Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antara sensor, *Arduino Uno*, PLC *Outseal*, *Solid State Relay* (SSR), dan motor penggerak.



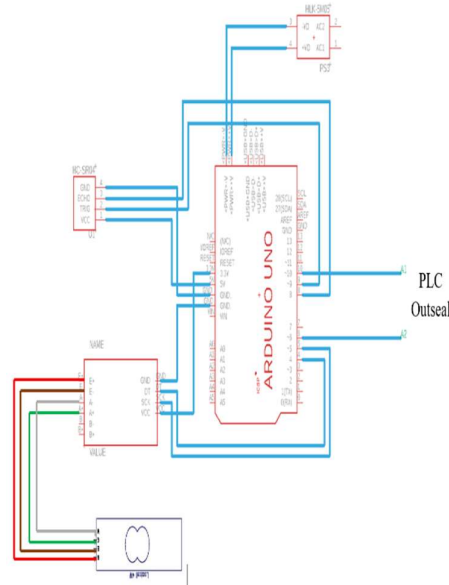
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada gambar 3.1 diagram blok sistem, terdapat dua buah rancangan sistem yang pertama Rancangan Sistem PLC *Outseal*, yang dimana pada rancangan tersebut PLC *Outseal* sebagai pusat kontrol utama yang akan mengatur jalannya proses pekerjaan pamarutan, penimbangan, pemindahan hasil parutan, pemerasan, serta mendeteksi hasil santan yang diperas. Sedangkan untuk Rancangan Sistem *Arduino Uno* berfungsi sebagai pengolahan data pada sensor untuk mendeteksi berat dan banyaknya hasil santan yang akan dikirimkan pada PLC *Outseal* serta motor servo berfungsi sebagai pembuka tutup wadah penimbangan hasil parutan santan.



Gambar 3. Flowchart Sistem Pembuatan Santan

Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem pembuatan santan kelapa. Proses diawali dengan menyalakan sistem, kemudian pengguna menekan push button sebagai perintah awal untuk menjalankan sistem. Setelah sistem aktif, mesin pamarut kelapa mulai beroperasi untuk memarut kelapa. Hasil parutan kelapa akan masuk ke dalam wadah penampung dan selanjutnya ditimbang menggunakan sensor *load cell*. Sensor *load cell* berfungsi untuk mendeteksi berat parutan kelapa di dalam wadah. Jika sensor *load cell* belum mendeteksi berat mencapai 1 kg maka proses akan kembali ke tahap pamarutan kelapa. Apabila berat parutan kelapa telah mencapai satu kilogram, maka akan lanjut pada tahap selanjutnya, motor DC akan menggerakkan baling-baling untuk memindahkan hasil parutan kelapa ke mesin pemeras santan. Bersamaan dengan itu, motor servo akan aktif untuk membuka tutup wadah parutan kelapa, dan mesin pemeras santan akan diaktifkan untuk memeras parutan kelapa sehingga menghasilkan santan. Santan yang dihasilkan kemudian dialirkan ke dalam wadah penampungan santan. Selanjutnya, sensor ultrasonik akan mendeteksi volume santan di dalam wadah penampungan. Apabila volume santan yang terdeteksi belum mencapai setengah liter, maka sistem akan kembali ke proses awal pamarutan kelapa. Sebaliknya, apabila volume santan telah mencapai setengah liter, maka seluruh proses akan dihentikan. Semua komponen sistem, termasuk mesin pamarut, motor DC, motor servo, dan mesin pemeras santan, akan berhenti bekerja, dan proses dinyatakan selesai.



Gambar 4. Rancangan Sistem Arduino Uno

Pada rancangan ini terdapat sensor *loadcell* dan sensor *ultrasonic*. Untuk sensor *loadcell* ini menggunakan penguat tegangan HX711 karena pada sensor *loadcell* ini mempunyai keluaran sinyal listrik yang sangat kecil (dalam orde mili volt). Pada rancangan ini sensor *loadcell* akan menerima beban hasil parutan kelapa dan mengeluarkan sinyal listrik yang akan diterima oleh HX711 dan keluaran pada HX711 akan diprogram oleh Arduino Uno.

Untuk dapat mencari nilai ADC yang akan masuk ke *microkontroller*

$$\text{Nilai}_{ADC} = \frac{1 \text{ mV}}{20 \text{ mV}} \times 2^{23} = 419.430$$

Dan untuk nilai ADC 419.430, nilai tersebut akan masuk ke mikrokontroler melalui pin DT

Untuk nilai tegangan keluaran pada *Arduino Uno*

$$V_{out} = \frac{255}{255} \times 5 = 5V$$

$$V_{out} = \frac{102}{255} \times 5 = 2V$$

$$V_{out} = \frac{77}{255} \times 5 = 1,5V$$

Untuk mendapatkan nilai PWM sesuai dengan berat beban dapat dihitung dengan persamaan (2.4)

$$\text{PWM} = \frac{1.000.000mg}{1.000.000mg} \times 255 = 255$$

$$\text{PWM} = \frac{400.000mg}{1.000.000mg} \times 255 = 102$$

$$\text{PWM} = \frac{300.000}{1.000.000} \times 255 = 77$$

Dan untuk sensor ultrasonic digunakan sebagai pendeteksi volume pada santan yang telah disimpan pada wadah, pada sensor ultrasonic ini akan dihubungkan pada *Arduino Uno* dan akan diprogram untuk mendapatkan hasil yang telah ditentukan

Nilai duration dapat dihitung dengan persamaan (2.10)

$$t = \frac{2 \cdot 19,80}{0,034} = 1164 \mu s$$

$$t = \frac{2 \cdot 18,80}{0,034} = 1105 \mu s$$

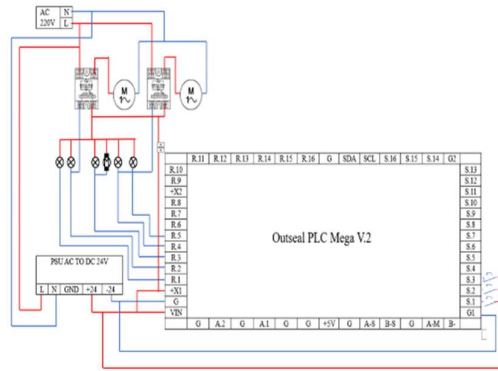
$$t = \frac{2 \cdot 17,80}{0,034} = 1047 \mu s$$

Untuk mendapatkan hasil tegangannya menggunakan persamaan (2.2)

$$V_{out} = \frac{255}{255} \times 5 = 5V$$

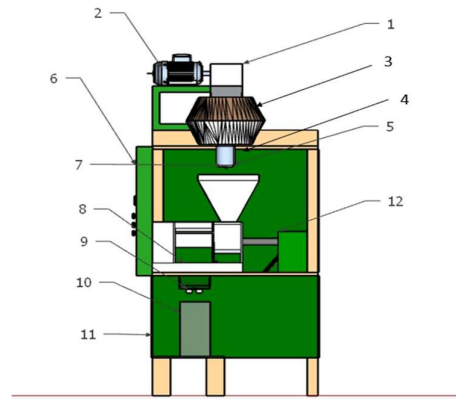
$$V_{out} = \frac{204}{255} \times 5 = 4V$$

$$V_{out} = \frac{153}{255} \times 5 = 3V$$



Gambar 5. Rancangan Sistem PLC Outseal

Rancangan sistem input PLC berfungsi untuk menerima sinyal dari perangkat input yang digunakan dalam sistem. Input PLC berasal dari push button sebagai perintah mulai dan berhenti, sensor *load cell* untuk mendeteksi berat kelapa, serta sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketinggian bahan dalam wadah. Sinyal dari masing-masing input kemudian diproses oleh PLC sesuai dengan program yang telah dirancang agar sistem dapat bekerja secara otomatis dan terkontrol. Dan Rancangan sistem output PLC berfungsi untuk mengendalikan komponen keluaran sesuai dengan perintah dari program PLC. Output PLC digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator seperti motor dan relay agar sistem dapat bekerja secara otomatis dan terkontrol.



Gambar 6. Rancangan Mesin Santan Kelapa

Tabel 1. Keterangan Desain Sistem Alat

No	Nama	Fungsi
1	Pemarut kelapa	Pemarut berfungsi sebagai tempat untuk memarut kelapa dengan cara kerja memasukan kelapa dan tahan kelapa sampai habis terparut.
2	Motor penggerak	Berfungsi sebagai penggerak untuk memarut kalapa

3	Wadah hasil parutan	Wadah ini berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan hasil parutan dan wadah ini juga berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat hasil parutan kelapa
4	Sensor <i>load cell</i>	Berfungsi sebagai penimbang berat hasil parutan kelapa yang akan dimasukkan pada mesin peras kelapa.
5	Motor DC gearbox	Berfungsi sebagai penggerak baling-baling mendorong hasil parutan kelapa
6	Panel box	Berfungsi sebagai tempat peletakan komponen yang digunakan dan panjaluran kelistrikan.
7	Motor Servo	Berfungsi sebagai pembuka tutup pada wadah hasil parutan kelapa
8	Mesin pemeras	Berfungsi sebagai tempat untuk proses pemerasan santan .
9	Sensor <i>ultrasonic</i>	Berfungsi sebagai untuk mendeteksi <i>volume</i> hasil santan pada wadah penyimpanan santan
10	Wadah santan	Berfungsi sebagai wadah hasil perasan santan.
11	Motor penggerak pemeras	Berfungsi sebagai penggerak untuk pemeras santan
12	Gearbox	Berfungsi untuk menyalurkan tenaga dari mesin penggerak kepada mesin pemeras agar putaran stabil

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil pengujian menunjukkan sensor *load cell* mampu mendeteksi berat 1 kg sebagai trigger pemerasan. Sensor ultrasonik berhasil mendeteksi volume santan hingga ½ liter sebagai batas penghentian sistem.

Pengujian Sensor *Load cell*



```
Loadcell: 1039827 g | PWM: 255 | V: 5.00  
Loadcell: 1039646 g | PWM: 255 | V: 5.00  
Loadcell: 1039460 g | PWM: 255 | V: 5.00  
Loadcell: 1039036 g | PWM: 255 | V: 5.00  
Loadcell: 1039284 g | PWM: 255 | V: 5.00
```

Gambar 7 . Hasil Pengukuran Sensor *Load cell*

Pengukuran sensor *load cell* dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca berat hasil parutan kelapa. Sensor *load cell* dipasang pada kedudukan wadah penampung parutan kelapa dan dihubungkan dengan modul HX711 serta *Arduino Uno* sebagai pengolah data. Pada proses pengukuran, beban diletakkan secara bertahap ke dalam wadah penampung. Beban yang digunakan memiliki nilai berat tertentu yang telah diukur terlebih dahulu menggunakan timbangan analog sebagai alat pembanding. Setelah beban diletakkan, sensor *load cell* akan membaca perubahan berat dan

mengirimkan data ke *Arduino Uno* untuk diproses dan ditampilkan pada serial monitor *Arduino IDE*



Gambar 8. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Sensor Load cell

Grafik perbandingan sensor *load cell* pada Gambar menunjukkan perbandingan antara berat acuan, berat hasil pengukuran timbangan analog, dan berat hasil pembacaan sensor *load cell* dalam satuan miligram (mg). Grafik ini digunakan untuk melihat kesesuaian hasil pembacaan sensor *load cell* terhadap nilai berat yang sebenarnya. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa nilai berat yang dibaca oleh sensor *load cell* cenderung mengikuti nilai berat acuan dan timbangan analog. Seiring dengan bertambahnya beban yang diberikan, hasil pembacaan sensor *load cell* juga mengalami peningkatan secara bertahap dan relatif linier. Hal ini menunjukkan bahwa sensor *load cell* mampu merespons perubahan berat dengan baik.

Untuk menghitung rata – rata error sebagai berikut :

$$\text{Error Absolut} = 1.040.732\text{mg} - 1.000.000\text{mg} = 40.732 \text{ mg}$$

$$\text{Error Relatif} = (40.732 / 1.000.000) * 100\% = 0,0407 \%$$

$$\text{Rata-rata Error} = 0,6807 / 11 = 0,0619 \%$$

Pengujian Sensor Ultrasonik



```
Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
Ultrasonic: 14.54 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
|| Ultrasonic: 14.43 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
|| Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
|| Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
|| Ultrasonic: 14.71 cm | PWM: 255 | V: 5.00  
|| Ultrasonic: 14.81 cm | PWM: 255 | V: 5.00
```

Gambar 9 . Hasil Pengukuran Sensor Ultrasonik

Pengukuran sensor ultrasonik dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca jarak permukaan santan di dalam wadah. Sensor ultrasonik dipasang pada bagian atas wadah santan dan dihubungkan dengan *Arduino Uno* sebagai pengolah data. Pada proses pengukuran, santan dimasukkan ke dalam wadah secara bertahap

dengan volume tertentu. Volume santan yang digunakan terlebih dahulu diukur menggunakan gelas ukur sebagai alat pembanding. Setelah santan dimasukkan, sensor ultrasonik akan membaca jarak antara permukaan santan dan sensor, kemudian data jarak tersebut dikirim ke *Arduino Uno* untuk diproses dan ditampilkan pada serial monitor *Arduino IDE*.



Gamabr 10. Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Gambar 10 menunjukkan grafik perbandingan antara jarak permukaan santan yang diukur menggunakan alat ukur (penggaris) dan jarak yang dibaca oleh sensor ultrasonik dari 0 ml – 500ml. Sumbu horizontal menunjukkan volume santan dalam satuan mililiter (ml), sedangkan sumbu vertikal menunjukkan jarak antara permukaan santan dan sensor ultrasonik dalam satuan sentimeter (cm).

Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa semakin besar volume santan yang dimasukkan ke dalam wadah, maka jarak antara permukaan santan dan sensor ultrasonik semakin kecil. Hal ini terjadi karena permukaan santan semakin mendekati posisi sensor seiring dengan bertambahnya volume. Hasil pembacaan jarak menggunakan sensor ultrasonik terlihat mendekati hasil pengukuran manual menggunakan alat ukur. Meskipun terdapat selisih kecil pada beberapa titik pengukuran, perbedaan tersebut masih dalam batas yang dapat diterima. Selisih ini dapat disebabkan oleh kondisi permukaan santan yang tidak sepenuhnya rata serta karakteristik sensor ultrasonik saat membaca permukaan cairan.

Untuk menghitung rata – rata error sebagai berikut :

$$\text{Error Absolut} = 19,89 - 19,80 = 0,09 \text{ cm}$$

$$\text{Error Relatif} = (0,09/19,80 * 100\% = 0,0045\%$$

$$\text{Rata-rata Error} = 0,1741 / 5 = 0,034 \%$$

Proses Pembuatan Santan

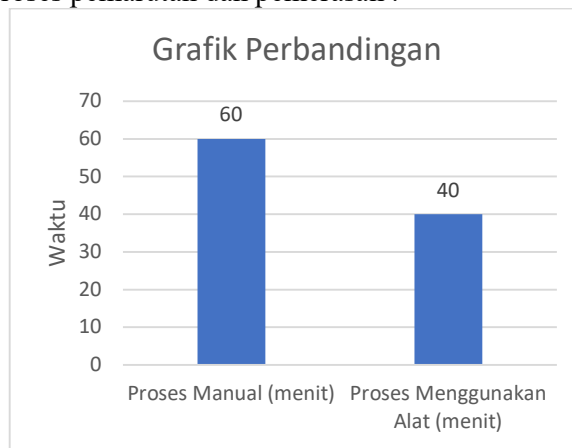
Tabel 4. Hasil Pengujian Proses Pembuatan Santan

No	Volume Santan(ml)	Proses Manual (menit)	Proses Menggunakan Mesin (menit)
1	500	60	40



Gambar 11. Proses Pengujian Pembuatan Santan

Pada proses pembuatan santan dilakukan dengan memarut kelapa dan memeras hasil parutan kelapa yang akan diperas menjadi santan. Pada gambar 10 tersebut merupakan waktu proses pamarutan dan pemerasan .



Gambar 12. Grafik Perbandingan Proses Pembuatan Santan

Grafik Perbandingan Proses Pembuatan Santan menunjukkan perbedaan waktu yang dibutuhkan antara proses pembuatan santan secara manual dan proses pembuatan santan menggunakan alat. Pada proses manual, waktu yang diperlukan untuk menghasilkan santan adalah sekitar 60 menit. Sementara itu, proses pembuatan santan dengan menggunakan alat membutuhkan waktu yang lebih singkat, yaitu sekitar 40 menit.

PEMBAHASAN

1. Pembahasan Hasil Pengujian Pembeding Sensor *Load Cell*

Pengujian pembeding sensor *load cell* dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap timbangan analog sebagai alat ukur acuan. Pengujian dilakukan pada rentang berat 0 mg hingga 1.000.000 mg. Berdasarkan data pengujian, pada berat acuan 1.000.000 mg, sensor *load cell* membaca nilai sebesar 1.040.732 mg, sehingga diperoleh selisih pembacaan sebesar 40.732 mg. Error relatif dihitung sebagai berikut:

$$\text{Error Relatif} = \frac{1.000.000 - 1.040.732}{1.000.000} \times 100\% = 0,0407\%$$

Dari keseluruhan data pengujian, diperoleh rata-rata error sebesar 0,0619%. Nilai error tersebut menunjukkan bahwa tingkat akurasi sensor *load cell* mencapai sekitar 99,94%. Seluruh nilai error berada jauh di bawah batas toleransi umum sensor *load cell* skala kecil, yaitu 1%.

Selain itu, pola selisih pembacaan menunjukkan bahwa nilai sensor cenderung lebih besar dibandingkan berat acuan, dan selisih tersebut meningkat seiring bertambahnya beban. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik error sensor bersifat linier, sehingga sensor memiliki konsistensi pembacaan yang baik dan memungkinkan dilakukan kompensasi atau kalibrasi lanjutan secara perangkat lunak.

2. Pembahasan Hasil Pengujian Pembanding Sensor Ultrasonik

Pengujian pembanding sensor ultrasonik dilakukan dengan membandingkan jarak permukaan santan yang diukur menggunakan penggaris dengan jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik pada variasi volume 0 ml hingga 500 ml. Pada volume 500 ml, jarak permukaan santan hasil pengukuran manual adalah 14,8 cm, sedangkan sensor ultrasonik membaca 14,71 cm, sehingga diperoleh selisih sebesar 0,09 cm. Error relatif dihitung sebagai berikut:

$$\text{Error Relatif} = 0,0919,80 \times 100\% = 0,0045\%$$

Berdasarkan seluruh data pengujian, diperoleh rata-rata error sebesar 0,034%. Nilai error yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa pembacaan sensor ultrasonik sangat mendekati hasil pengukuran manual. Selain itu, perubahan volume santan sebesar 100 ml menyebabkan perubahan jarak rata-rata sekitar 1 cm, sehingga sensitivitas sensor dapat dinyatakan sebesar 0,01 cm/ml.

Hal ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki resolusi yang cukup baik dalam mendeteksi perubahan volume santan. Dengan tingkat error di bawah 1%, sensor ultrasonik dinyatakan memiliki akurasi tinggi dan dapat digunakan secara andal sebagai sensor penghenti otomatis pada volume santan ½ liter.

3. Analisa Hasil Pengujian Mesin Santan Kelapa

Pengujian mesin santan kelapa dilakukan secara menyeluruh mulai dari proses pamarutan hingga pemerasan santan untuk menghasilkan 500 ml santan. Berdasarkan hasil pengujian, waktu yang dibutuhkan mesin untuk menyelesaikan seluruh proses adalah 40 menit, yang terdiri dari:

- Proses pamarutan kelapa: 12,05 menit
- Proses pemindahan hasil parutan: 7 menit
- Proses pemerasan santan: 21,12 menit

Sedangkan pada proses manual, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan santan dengan volume yang sama adalah 60 menit.

Selisih waktu total proses adalah:

$$\Delta t = 60 - 40 = 20 \text{ menit}$$

Efisiensi waktu sistem mesin dihitung sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} = 2060 \times 100\% = 33,33\%$$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mesin santan kelapa mampu menghemat waktu produksi sebesar 33,33% dibandingkan proses manual. Dengan demikian, dalam waktu kerja yang sama, sistem mesin mampu menghasilkan santan hingga 1,5 kali lebih banyak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat *Rancang Bangun Parutan Kelapa dan Perasan Santan Secara Otomatis Berbasis PLC Outseal*, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe mesin santan kelapa berbasis PLC *Outseal* berhasil dirancang dan direalisasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu mengintegrasikan proses pamarutan kelapa dan pemerasan santan dalam satu rangkaian kerja otomatis

- yang dikendalikan oleh PLC *Outseal* Mega V.2 dengan dukungan *Arduino Uno* sebagai pengolah data sensor.
2. Sensor *load cell* berhasil diimplementasikan sebagai pendeteksi berat hasil parutan kelapa. Berdasarkan hasil pengujian pembandingan dengan timbangan analog, sensor *load cell* memiliki rata-rata error sebesar 0,0619% dengan tingkat akurasi sekitar 99,94%. Sensor mampu mendeteksi berat parutan hingga 1 kg dan digunakan sebagai parameter pemicu otomatis proses pemerasan santan.
 3. Sensor ultrasonik HC-SR04 berhasil diimplementasikan sebagai pendeteksi volume santan. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error pengukuran sebesar 0,034%, dengan selisih pembacaan maksimum 0,09 cm pada volume 500 ml. Sensor ini mampu menghentikan sistem secara otomatis ketika volume santan mencapai ½ liter, sesuai dengan tujuan perancangan.
 4. Prototipe mesin santan kelapa mampu meningkatkan efisiensi waktu produksi. Waktu total proses pembuatan 500 ml santan menggunakan mesin adalah 40 menit, sedangkan metode manual membutuhkan 60 menit, sehingga diperoleh efisiensi waktu sebesar 33,33% dan peningkatan produktivitas hingga 1,5 kali dibandingkan cara manual.

1. SARAN

Demi pengembangan alat dan penelitian selanjutnya, disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Perlu pengembangan sistem mekanik pada bagian pemindahan hasil parutan agar proses perpindahan bahan dari parutan menuju wadah penimbangan dapat berlangsung lebih stabil dan tidak terjadi penumpukan material.
2. Kapasitas motor dan sistem penopang rangka perlu ditingkatkan jika alat akan digunakan untuk kebutuhan industri dengan kapasitas produksi lebih dari ½ liter per siklus.
3. Penambahan sensor lain seperti sensor suhu motor atau sensor getaran dapat dipertimbangkan untuk memberikan perlindungan terhadap kerusakan mesin akibat kelebihan beban.
4. Sistem HMI dapat dikembangkan menjadi berbasis *touchscreen* dan ditambah fitur penyimpanan data produksi agar memudahkan pencatatan hasil produksi harian.
5. Untuk pemanfaatan komersial, disarankan melakukan uji kelayakan produksi lebih lanjut serta penyesuaian material agar sesuai dengan standar food grade dan keamanan industri pangan.
6. Pengembangan penelitian lanjutan dapat menambahkan fitur pengaturan kapasitas produksi (variabel input berat dan volume santan) agar alat lebih fleksibel sesuai kebutuhan pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Hasan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Prof. Dr. H. Ardi Marwan, M.Ed., TESOL selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan selama proses penyusunan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prototipe Mesin Santan Kelapa Berbasis PLC Outseal” dengan baik.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak, khususnya Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, yang telah memberikan ilmu, fasilitas, serta dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Akbar, A. F., Hartono, P., & Raharjo, A. (2021). Perencanaan Mesin Pamarut Kelapa Beserta Pemas Hasil Parutan. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jts/article/view/5757>
- [2] Arifin, T. N., Febriyani Pratiwi, G., & Janrafsasih, A. (2024). Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak. *Jurnal Tera*, 2(2), 55–62. <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/>
- [3] Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat. (2023). https://kalbar.bps.go.id/id/statistics_table/2/MjUwiz1963D/produksi-perkebunan-rakyat.html
- [4] Data Sheet Arduino Uno. (2024). <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>
- [5] Data Sheet Sensor Loadcell. (2021). <https://joy-it.net/en/products/SEN-HX711-05>
- [6] GmbH, S. E. (2021). With Amplifier Board. 8, 47506.
- [7] Haddad, A. (2025). Rancang bangun alat pendeteksi tanah longsor berbasis iot dan notifikasi telegram.
- [8] Lubis, F. B., & Yanie, A. (2022). Implementasi Pulse Width Modulation (PWM) Pada Penyaluran Limbah Cair Pupuk Kelapa Sawit Berbasis Arduino. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 7(2), 39–46. <https://doi.org/10.30743/jet.v7i2.5394>
- [9] Malik Al Jabbar, H., & Fahmi Hakim, M. (2023). Analisis Efektivitas Daya Dan Energi Pada Sistem Pembersih Solar PV 2 × 50 Wp dengan Metode Lateral Movement. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 4(2), 38–44.
- [10] Nur, A., Ahmad, A. S., & Nur, M. (2022). Mesin Pamarut Kelapa Otomatis Berbasis Mikrokontroler Avr Atmega328Pu. *Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur*, 4(1), 17–20.
- [11] Sanita, & Putri, Y. K. (2023). RANCANGAN MESIN PEMARUT DAN PEMERAS SANTAN KELAPA.
- [12] Sutrisno, Witjahjo, H., & Permana, R. (2023). Rancang Bangun Mesin Pamarut dan Pemas Santan Kelapa. *Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Teknik*, 240–250. <https://ojs.stttexmaco.ac.id/index.php/infotex/article/view/53>
- [13] Syahputra, K. A., & Bukit, F. R. A. (2022). Perancangan HMI (Human Machine Interface) sebagai pengontrol dan pendeteksi dini kerusakan kapasitor bank berbasis PLC [Design of an HMI (Human Machine Interface) as a controller and early detector of capacitor bank damage based on a PLC]. *Journal of Energy and Electrical Engineering (Jeee)*, 101(2), 101–105.
- [14] Wijonarko, S., Warman, A., & Sitorus, A. K. (2021). Dissipation of Electrical Energy into Heat Energy in Web-Based Rainfall Meter Microcontrollers. *Journal of Technomaterial Physics*, 3(1), 57–64. <https://talenta.usu.ac.id/JoTP/article/view/5541>