

ALAT PENGHANCUR KULIT KAYU MANIS BERBASIS PLC

PLC-Based Cinnamon Bark Crusher Machine

Parohon Maruli Tua

Universitas Negeri Padang
parohonmaruli99@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Dec 24, 2024	Jan 8, 2025	Jan 20, 2025	Jan 25, 2025

Abstract

This study presents the design and development of an automated cinnamon bark shredder control system using a Programmable Logic Controller (PLC). The purpose of the system is to enhance production efficiency by replacing manual processes with automation, thereby reducing time, labor costs, and error rates. The system integrates components such as proximity sensors, induction motors, and PLC Omron CP1E, programmed with the CX-Programmer software. Testing demonstrated that the shredder effectively processes cinnamon bark into fine powder meeting Indonesian National Standards (SNI) for export, with consistent results in particle size (0.7–1 cm) and reduced waste. The tool is suitable for small and medium-sized industries (IKM) due to its cost efficiency, operational simplicity, and ability to improve production capacity. Future developments may focus on scaling up for industrial use.

Keywords: Cinnamon Bark Shredder, PLC Control System, Automation, CX-Programmer, Small and Medium Industries

Abstrak: Penelitian ini membahas perancangan dan pengembangan sistem kontrol otomatis pada alat penghancur kulit kayu manis berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Sistem ini bertujuan meningkatkan efisiensi produksi dengan menggantikan proses manual menjadi otomatis, sehingga mengurangi waktu, biaya tenaga kerja, dan tingkat kesalahan. Sistem ini mengintegrasikan komponen seperti sensor proximity, motor induksi, dan PLC Omron CP1E yang diprogram menggunakan perangkat lunak CX-Programmer. Pengujian menunjukkan bahwa alat ini secara efektif memproses kulit kayu manis menjadi serbuk halus sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk ekspor, dengan hasil konsisten pada ukuran partikel (0,7–1 cm) dan limbah yang berkurang. Alat ini cocok untuk Industri Kecil dan Menengah (IKM) karena efisiensi biaya, kemudahan operasi, dan kemampuannya meningkatkan kapasitas produksi. Pengembangan lebih lanjut dapat difokuskan pada peningkatan skala untuk kebutuhan industri.

Kata Kunci: Penghancur Kulit Kayu Manis, Sistem Kontrol PLC, Otomasi, CX-Programmer, Industri Kecil dan Menengah

PENDAHULUAN

Tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) di dunia tercatat 54 jenis dan 12 di antaranya ada di Indonesia (Hariroh & Marzuki, 2021). Tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dapat tumbuh pada dataran rendah, sedang, sampai dataran tinggi dan juga merupakan jenis tanaman berumur panjang penghasil kulit kayu yang dimanfaatkan sebagai bahan rempah-rempah, tanaman ini tersebar diberbagai daerah di Indonesia seperti Pulau Jawa, Sumatera, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua.

Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) merupakan salah satu rempah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia sebagai pengawet alami dan pemberi cita rasa, karena mengandung *cinnamaldehyde* serta minyak atsiri (*eugenol*) yang memberikan rasa pedas dan manis, beraroma wangi serta bersifat hangat (Irfan Fadhlurrohman et al., 2023). Lebih dari itu, kayu manis mengandung beberapa *flavonoid* utama yang merupakan antioksidan, yaitu *cinnamic acid*, *eugenol*, dan *coumarin*. *Flavonoid* tersebut memainkan peranan penting dalam berbagai aktivitas biologis, seperti aktivitas antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, antijamur, dan antidiabetes, serta mampu memperbaiki kadar trigliserida dan kolesterol total dalam tubuh. Tingginya senyawa bioaktif dan fitokimia pada kayu manis menjadi alasan utama untuk dilakukannya diversifikasi produk teh, *yoghurt* dan keju dengan pemanfaatan kayu manis.

Produk utama dari tanaman kayu manis yaitu berupa kulit kering kayu manis yang dapat dimanfaatkan sebagai rempah-rempah untuk penyedap makanan. Selain itu, kulit kayu manis

juga dapat menghasilkan beberapa produk lainnya seperti serbuk kayu manis, minyak atisiri kayu manis, dan *oleoresin* kayu manis yang banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, minuman, farmasi (obat-obatan), dan kosmetika. Pengembangan tanaman kayu manis merupakan salah satu cara untuk meningkatkan dan mengembangkan mutu tanaman ekspor untuk dapat bertahan di pangsa pasar internasional yang sudah ada dan penetrasi pasar yang baru. Hingga saat ini ekspor kayu manis Indonesia mayoritas masih dalam bentuk gulungan kulit kayu manis mentah, sedangkan ekspor kayu manis dalam bentuk produk olahan kulit kayu manis masih relatif kecil. Hal ini disebabkan karena masih rendahnya pengolahan pasca panen terhadap kayu manis (Humaira & Rochdiani, 2021).

Produk kulit kayu manis merupakan hasil utama dari tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), dimana kulit dikikis dan dibelah dengan ukuran 3 - 4 cm selanjutnya kulit dijemur selama 2 - 3 hari, kulit dinyatakan kering kalau bobotnya sudah susut sekitar 50 %. Dengan tujuan dapat menghasilkan mutu kulit manis yang baik, penjemuran sebaiknya dilakukan dibawah sinar matahari penuh (Mukaromah, 2022). Setelah proses penjemuran, kulit kayu manis tersebut akan dibuat menjadi produk kulit kayu manis salah satunya serbuk kayu manis. Kulit kayu manis dihancurkan menjadi serbuk dengan tingkat kehalusan berdasarkan SNI yaitu 0,5 – 1 cm. Setelah proses penghancuran, produk serbuk kulit kayu manis disortir supaya tidak ada produk tersebut melebihi atau kurang dari ukuran yang telah ditentukan. Setelah proses penyortiran tersebut, produk akan melalui proses ayakan untuk memisahkan abu yang terdapat dalam produk (PT Sumatera *Tropical Spices*, 2023).

Sebelum produk serbuk kulit kayu manis diekspor, penting untuk memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Beberapa kriteria utama yang harus diperhatikan meliputi kondisi fisik produk, kandungan air, kandungan abu, dan kehalusan serbuk. Persyaratan ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang diekspor memiliki kualitas yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 1. Syarat Ekspor Produk Serbuk Kulit Kayu Manis

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	-	Normal
2.	Air	% b/b	Maks 12,0 %
3.	Abu	% b/b	Maks 3%
4.	Kehalusan Lolos Ayakan 0,5 cm – 1 cm	% b/b	Maks 96 %

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional (SNI))

Berdasarkan Tabel 1 untuk memenuhi persyaratan ekspor produk serbuk kulit kayu manis, terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi. Pertama, dari segi keadaan, produk harus memiliki bau, rasa, dan warna yang normal, yang mencerminkan kualitas kulit kayu manis yang baik. Selanjutnya, kandungan air dalam serbuk kulit kayu manis tidak melebihi 12% berat basah, guna menjaga kualitas dan daya simpan produk. Kandungan abu juga dibatasi maksimal 3% berat basah untuk memastikan kemurnian serbuk kulit kayu manis. Selain itu, tingkat kehalusan produk juga menjadi faktor penting, minimal 96% dari produk harus lolos filter dengan ukuran 0,5 cm hingga 1 cm, yang menandakan tekstur yang halus. Dengan memenuhi persyaratan tersebut, serbuk kulit kayu manis dapat dipastikan memiliki kualitas yang sesuai untuk pasar ekspor.

Alat untuk mengolah produk serbuk kulit kayu manis sesuai dengan SNI ekspor tersebut tentunya mengikuti perkembangan teknologi di berbagai industri. Pesatnya perkembangan teknologi di industri semakin tinggi dan beragam. Banyak industri yang memanfaatkan alat canggih untuk memenuhi kebutuhan perusahaan pangan seperti, kebutuhan sistem kendali, keselamatan para pekerja, keamanan dan kualitas produk. Bagi industri, penggunaan teknologi mampu mempermudah pekerjaan dan meningkatkan hasil produksi, karena mesin-mesin atau alat-alat otomatis yang digunakan mampu bekerja dengan efektif dan efisien.

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, industri kulit kayu manis perlu mengembangkan alat produksinya yaitu dengan menggunakan alat penghancur kulit kayu manis secara otomatis. Dengan menggunakan alat tersebut industri dapat membuat hasil produksi lebih maksimal dan mengurangi waktu produksinya. Selain itu, biaya untuk mempekerjakan tenaga manusia juga akan berkurang karena produksi telah dilakukan dengan menggunakan alat tersebut. Oleh karena itu, sangat penting industri kulit kayu manis memiliki alat produksi yang dapat menghancurkan dan memisahkan kulit kayu manis tersebut secara otomatis, sehingga dapat menghemat waktu dan mengurangi penggunaan tenaga manusia (Anaam K I & Pranata R Y, Abdillah h, 2022).

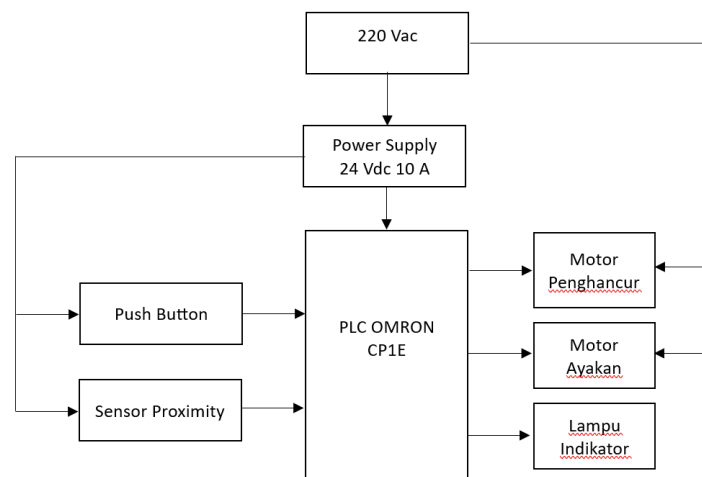
Sistem kontrol otomatis yang digunakan pada alat ini adalah *Programmable Logic Controller* (PLC). Pekerjaan yang dilakukan secara manual dapat digantikan secara otomatis dengan menggunakan PLC sebagai alat pengontrol dan pengendali dalam industri. NEMA (*The National Electrical Manufacturers Association*) mendefinisikan PLC sebagai piranti elektronika digital yang menggunakan memori yang bisa diprogram sebagai penyimpanan internal dari sekumpulan instruksi dengan mengimplementasikan fungsi fungsi tertentu, seperti logika, sekuensial, pewaktuan, perhitungan, dan aritmetika, untuk mengendalikan berbagai jenis

mesin ataupun proses melalui modul I/O digital dan analog (Yuhendri, 2019). Dengan menggunakan kontrol PLC, pengolahan produk kulit kayu manis dapat dilakukan dengan cepat dan efisien tanpa mengurangi kinerja dari mesin dan kualitas dari produk. Rumusan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana merancang sebuah alat penghancur kulit kayu manis yang dikontrol menggunakan PLC, nantinya akan disortir berdasarkan kehalusannya menggunakan mesin ayakan, dan hasil dari proses tersebut memenuhi syarat ekspor produk serbuk kulit kayu manis SNI.

METODE

Penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa PLC (*Programmable Logic Controller*) sebagai sistem kontrol, Sensor *Proximity* untuk pendeteksi operator alat, dan motor induksi 1 fasa sebagai penggerak sistem penghancur dan pengayakan produk kulit kayu manis. Selain itu, perangkat lunak yang digunakan yaitu *CX-Programmer* untuk pengontrol dan pengendali alat. Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, mulai dari November 2024 hingga Januari 2025, bertempat di Labor Konversi Energi Listrik Universitas Negeri Padang. Tahapan penelitian akan dirancang secara rinci dan jelas untuk memastikan proses penelitian berlangsung sistematis dan terukur, sehingga menghasilkan sistem yang terorganisir dengan baik. Perancangan tahapan penelitian ini merupakan langkah penting untuk mengurangi kesalahan dalam proses pembuatan. Metode ini mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras dilakukan menggunakan software SketchUp untuk merancang desain alat dan komponen terkait, sementara perancangan perangkat lunak meliputi pembuatan blok diagram, prinsip kerja alat, dan flowchart.

Blok Diagram



Gambar 1. Blok diagram

Diagram blok perancangan sistem pada Gambar 1 menunjukkan keseluruhan komponen yang digunakan dalam sistem. Diagram blok ini terbagi menjadi tiga bagian utama, antara lain sistem masukan, sistem proses, dan sistem keluaran. Area *input* terdiri dari sensor *proximity* dan *push button*. Selanjutnya adalah bagian proses yang meliputi sistem kontrol PLC Omron CP1E. Area keluaran meliputi Motor Penghancur, Motor Ayakan, dan Lampu indikator. *Power Supply* berfungsi sebagai pengubah dari tegangan listrik AC (*Alternating Current*) menjadi tegangan DC (*Direct Current*), karena komponen yang terdapat pada alat ini menggunakan tegangan DC, maka dari itu menggunakan sumber tegangan DC (Pratono & Lubis, 2023). *Power Supply* 24V yang digunakan disini berfungsi sebagai sumber untuk suplai tegangan agar dapat menghidupkan komponen seperti PLC, *Push Button*, dan Sensor *Proximity*. Motor Induksi 1 Fasa untuk penghancur dan pengayakan menggunakan sumber 220 VAC.

Sensor *proximity* nantinya akan mendeteksi jika ada operator yang memasukkan kulit kayu manis ke penampungan. Sensor *proximity* digunakan untuk mendeteksi objek tanpa memerlukan kontak fisik dengan operator (Yusro & Diamah, 2019). Jika sensor ini aktif ada beberapa proses terjadi nantinya seperti aktifnya motor penghancur dan motor ayakan. Sebaliknya, jika sensor tersebut tidak aktif dalam jangka waktu yang ditentukan, proses yang tadinya terjadi akan di nonaktifkan secara otomatis. *Push button* dalam alat ini adalah sebagai sumber *input* untuk mengaktifkan sistem (*Push button* Hijau) dan menonaktifkan sistem secara darurat atau manual (*Push button* Merah). *Push button* tidak bersifat mengunci. Saat *push button* ditekan, ia menjadi bernilai *HIGH* dan akan mengaktifkan sistem. Sedangkan apabila dilepas, maka ia bernilai *LOW* dan menonaktifkan sistem (Jabbar, 2020). Semua sistem proses kerja alat dan komponen yang digunakan dalam suatu sistem dikendalikan dengan PLC (Amsier et al., 2019). PLC yang digunakan disini adalah PLC Omron CP1E. PLC ini memiliki pemrograman yang lebih sederhana dibandingkan dengan alat kontrol lainnya (Mappa et al., 2020). PLC menggunakan ladder diagram sebagai bahasa pemrogramannya yang dapat memudahkan operator dalam pemantauan alat (Imnadir, 2022). Untuk menghancurkan kulit kayu manis menjadi produk serbuk kulit kayu manis, alat ini menggunakan 2 buah motor induksi 1 fasa yang memiliki fungsinya masing-masing, yaitu untuk menggerakkan gear penghancur dan menggerakkan poros ayakan. motor induksi 1 fasa yang beroperasi pada alat ini menggunakan sumber bolak-balik (AC) (Alima et al., 2020). Untuk mempermudah operator dalam menjalankan sistem digunakan lampu indikator dengan warna akan mempermudah identifikasi kejadian pada suatu sistem (Akbar Lailul Gilang, 2021).

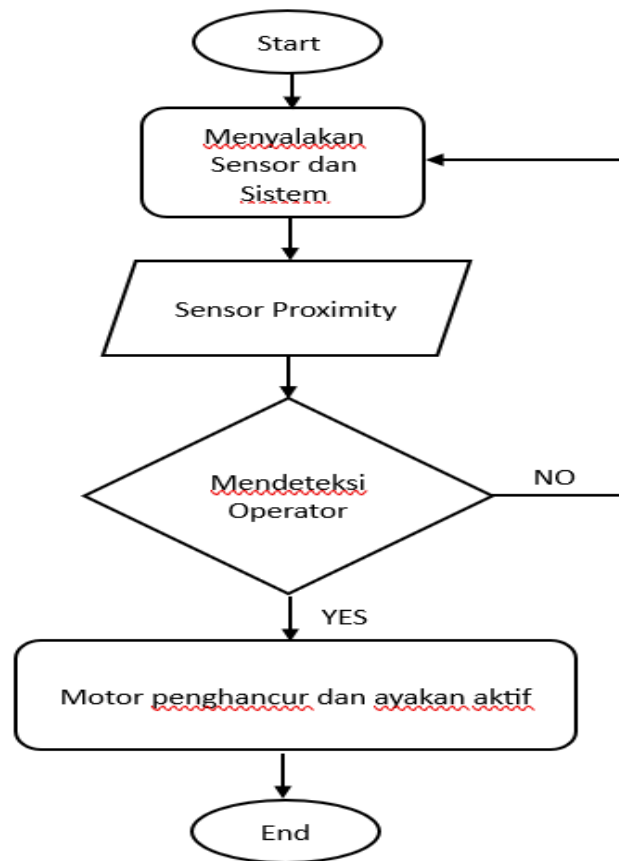
Prinsip Kerja

Secara umum, sistem kontrol alat ini digunakan untuk mengelola dan memproses data sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Alat ini menggunakan bahasa pemrograman *Ladder diagram* pada *software CX-programmer* dengan menggunakan sistem kontrol PLC Omron CP1E. Prinsip kerja alat ini adalah mengaktifkan mesin penghancur kulit kayu manis dan mesin ayakan untuk penyortiran. Ini terjadi karena sensor *proximity* bekerja. Setelah tombol *start* ditekan, sistem alat akan menyala. Sensor *proximity* mendeteksi operator yang memasukkan kulit kayu manis untuk mengaktifkan mesin penghancur dan mesin ayakan. Untuk menonaktifkan mesin penghancur dan ayakan, sensor *proximity* tidak mendeteksi adanya operator yang memasukkan kulit kayu manis sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Untuk semua proses yang sedang berjalan, dapat diatur dan dipantau manual melalui pintu panel listrik. Terdapat beberapa komponen di pintu panel listrik ini seperti *push button* dan lampu indikator. *Push button* digunakan sebagai sumber *input* untuk mengaktifkan sistem (*Push button* Hijau) dan menonaktifkan sistem secara darurat atau manual (*Push button* Merah). Lampu indikator berfungsi sebagai pemberi informasi kepada operator apakah sistem ini aktif dan berfungsi normal atau sebaliknya apakah nonaktif dan ada kendala dalam sistemnya.

Flowchart

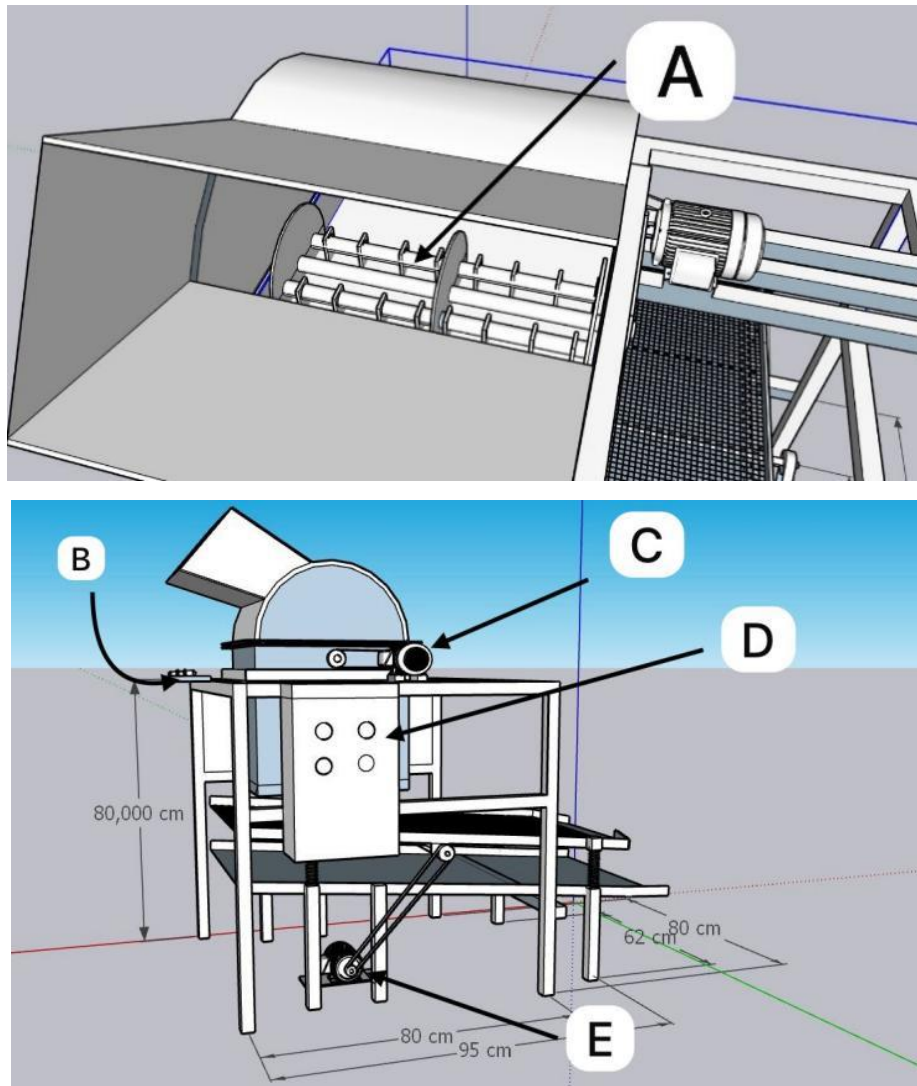
Perancangan flowchart merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam merancang sistem kontrol penghancur kulit kayu manis berbasis PLC. Tujuan dari flowchart adalah untuk menyampaikan informasi dengan cara yang mudah dipahami dan memberikan pandangan visual mengenai bagaimana suatu sistem atau proses berlangsung. Gambar perancangan flowchart



Gambar 2. Flowchart Sistem

Perancangan sistem

Tahap perancangan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum membangun sebuah sistem lengkap beserta komponen elektronik pendukungnya yang siap direalisasikan. Langkah ini bertujuan agar sistem yang dirancang dapat berfungsi sesuai harapan. Adapun proses perancangan sistem yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Desain alat dan komponen

Keterangan komponen pada Gambar 3 :

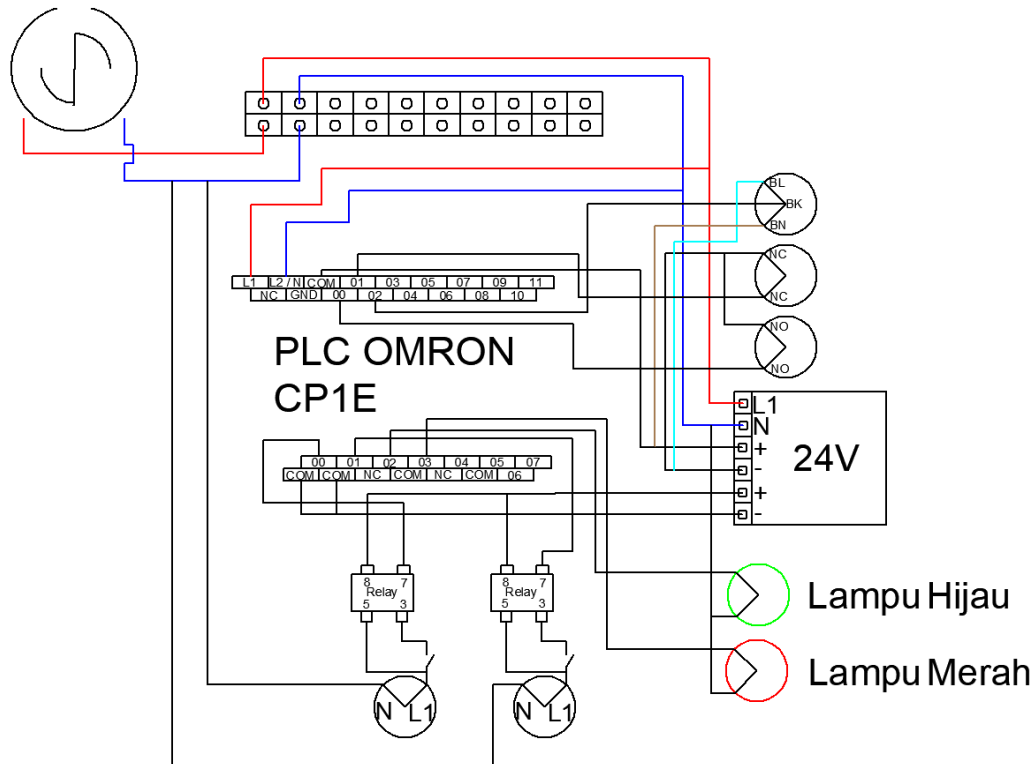
A = *Gear* Penghancur

B = *Sensor Proximity*

C = Motor Induksi 1 Fasa (Motor Penghancur)

D = Panel Kontrol (PLC)

E = Motor Induksi 1 Fasa (Motor Ayakan)



Gambar 4. Perancangan Elektrikal

Pada Gambar 4 merupakan perancangan rangkaian keseluruhan, pada rancangan rangkaian sistem alat tugas akhir ini mempunyai sistem yang terdiri dari beberapa komponen penting dan komponen pendukung yang disatukan menjadi satu kesatuan sehingga membangun sebuah sistem dengan fungsi yang lebih kompleks. Berikut komponen penyusun alat yang terdiri sensor *proximity* yang berperan sebagai komponen *input* pada rancang bangun alat penghancur kulit kayu manis ini, yakni dilengkapi dengan sistem kontrol berupa PLC Omron yang mana pada alat ini saya menggunakan PLC *Type* CP1E sebagai kontrol pada alat ini. Kemudian setelah diprosesnya data yang masuk pada bagian *input* tadi oleh PLC, beberapa *output* yang digunakan dalam pembuatan alat ini akan aktif yaitu beberapa motor induksi 1 fasa.

HASIL

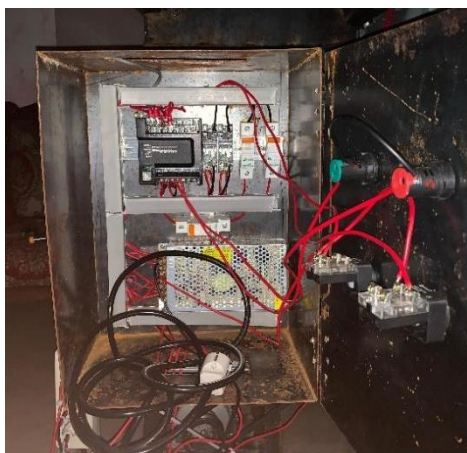
Hasil perancangan alat ini adalah sebuah sistem kontrol penghancur kulit kayu manis berbasis PLC. Hasil pengujian akan dibandingkan dengan tujuan dan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya, serta dilakukan analisis terhadap kinerja sistem dalam aspek efisiensi, keamanan,

dan keandalan. Pembahasan juga akan mencakup tantangan yang dihadapi selama proses pengembangan, solusi yang diterapkan, serta potensi perbaikan atau pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja sistem ini. Hasil Perancangan perangkat keras meliputi hasil perancangan mekanik dan elektronik dari keseluruhan alat yang digunakan berikut hasil perancangan mekanik pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Perancangan Alat

Alat ini dibuat berbentuk seperti pada desain bab 3 dengan dimensi ukuran 1,45m x 1,1m x 0,8m. Alat ini terdiri dari dua buah motor induksi yang memiliki fungsi masing-masing yaitu menggerakkan *gear* penghancur dan menggerakkan ayakan, satu buah *box* panel, dan satu buah *sensor proximity* di bagian pintu penampungan. Di bagian *box* panel, terdapat dua tombol *push button* dan dua lampu indikator di bagian pintu. Didalam *box*, terdapat beberapa komponen rangkaian listrik yang tampilannya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Box Panel

Gambar 6 adalah *box* panel yang berisi rangkaian dan komponen elektrik seperti PLC Omron CP1E, *Power Supply*, *Miniature Circuit Breaker* (MCB), dan modul *relay*.

Pengujian dan analisa elektronik

Pada bagian ini dilakukan pengujian rangkaian untuk memastikan apakah setiap komponen berfungsi sesuai dengan fungsinya masing-masing. Berikut uraian pada tiap komponen dan secara keseluruhan.

Sensor *Proximity*

Pengujian sensor *proximity* dilakukan untuk memastikan fungsionalitasnya dalam mendeteksi kedekatan objek. Jenis sensor yang digunakan yaitu *Capacitive Proximity Sensor*. Proses ini akan melibatkan pengujian berbagai jarak operator untuk mengevaluasi keakuratan dan responsivitas sensor.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pengujian Sensor *Proximity*

Jarak	Status Sensor
4 mm	Terdeteksi
8 mm	Terdeteksi
10 mm	Terdeteksi
18 mm	Tidak terdeteksi
20 mm	Tidak terdeteksi

Analisa berdasarkan Tabel 1 pengujian yang dilakukan, sensor *proximity* menunjukkan hasil yang berbeda tergantung pada jarak operator. Jarak 4 mm, 8 mm, dan 10 mm sensor *proximity* berhasil mendeteksi operator pada jarak tersebut dengan status "Terdeteksi". Hal ini menunjukkan bahwa sensor masih dapat berfungsi dengan baik pada jarak tersebut. Jarak 15 mm dan 20 mm sensor tidak dapat mendeteksi operator pada jarak tersebut, dengan status "Tidak terdeteksi". Ini mengindikasikan bahwa kemampuan deteksi sensor terbatas pada jarak lebih dari 10 mm atau sensor tersebut memiliki jarak deteksi maksimal 10 mm. Tegangan yang digunakan pada sensor *proximity* adalah sebesar 6-36 VDC.

Pengujian dan Analisa Motor Induksi

Pengujian motor induksi 1 fasa dilakukan untuk mengukur kinerja dan efisiensi motor serta memastikan motor beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diberikan. Pengujian ini umumnya melibatkan beberapa langkah penting, seperti pengukuran arus, tegangan motor

dalam kondisi beban penuh maupun tanpa beban. Beban yang digunakan untuk menguji dan mengukur kinerja dan efisiensi motor yaitu bahan baku kulit kayu manis.

Motor Induksi Penghancur

Pengujian motor induksi 1 fasa pada mesin penghancur bertujuan untuk memastikan kinerja motor dalam aplikasi yang membutuhkan daya besar, seperti penghancuran kulit kayu manis. Parameter seperti arus dan tegangan diperiksa untuk memastikan motor dapat menangani beban penghancur tanpa mengalami *overload* atau kerusakan.



Gambar 7. (a) Pengukuran tegangan terukur tanpa beban,
(b) Pengukuran arus *starting* , (c) Pengukuran arus terukur tanpa beban

Dari Gambar 7 hasil pengukuran motor tanpa beban mendapatkan nilai tegangan terukur yakni sebesar 225 VAC, arus *starting* sebesar 14,37 A, dan arus terukur sebesar 1,02 A. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar tersebut.



Gambar 8. (a) Pengukuran tegangan terukur dengan beban,
(b) Pengukuran arus terukur dengan beban

Dari Gambar 8 hasil pengukuran mendapatkan nilai tegangan yakni sebesar 225 VAC dan arus sebesar 1,18 A motor dengan beban. Pada pengukuran dengan beban ini tidak diukur arus *starting* karena beban dimasukkan ketika motor dalam keadaan sudah aktif. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar tersebut.

Adapun hasil dua pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

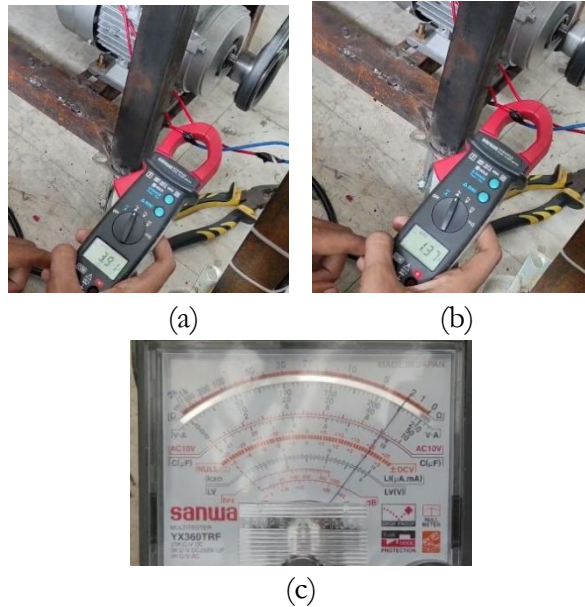
Tabel 2. Hasil pengukuran motor tanpa beban dan menggunakan beban

Tegangan Nominal	Tegangan Terukur	Arus Nominal	Arus <i>Starting</i>	Arus Terukur	Keterangan
220 VAC	225 VAC	4,2 A	-	1,18 A	Dengan beban
220 VAC	225 VAC	4,2 A	14,37 A	1,02 A	Tanpa beban

Berdasarkan Tabel 2, analisa yang didapat dari hasil pengujian yaitu data ini menunjukkan bahwa motor beroperasi pada tegangan nominal 220 VAC, yang terukur 225 VAC selama pengujian. Pada saat memulai operasinya, motor membutuhkan arus *starting* yang tinggi, yaitu 14,37 A, untuk mencapai kecepatan rotasi. Setelah motor mencapai kecepatan stabil, arus terukur menurun menjadi 1,18 A saat beroperasi dengan beban dan 1,02 A saat tanpa beban karena tidak memiliki hambatan untuk beroperasi. Hal ini menggambarkan bahwa motor memerlukan daya lebih besar untuk memulai rotasi dan hanya memerlukan daya lebih sedikit saat beroperasi. Motor menunjukkan karakteristik arus *starting* yang tinggi dan arus operasi yang lebih rendah pada kedua kondisi, dengan sedikit variasi pada tegangan yang terukur yaitu 225 VAC.

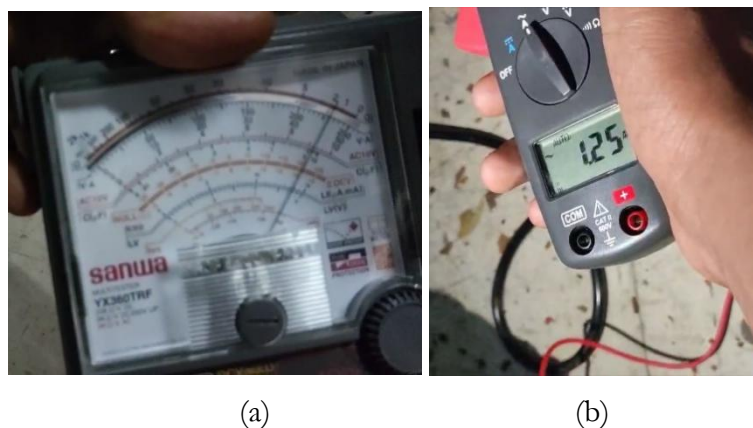
Motor Induksi Ayakan

Pengujian motor induksi 1 fasa pada ayakan bertujuan untuk memastikan kinerja motor dalam aplikasi yang membutuhkan daya besar, seperti ayakan pemisah abu kulit kayu manis. Parameter seperti arus dan tegangan diperiksa untuk memastikan motor dapat menangani beban tanpa mengalami *overload* atau kerusakan.



Gambar 9. (a) Pengukuran arus *starting*, (b) Pengukuran arus terukur tanpa beban, (c) Pengukuran tegangan tanpa beban

Dari Gambar 9 hasil pengukuran motor tanpa beban mendapatkan nilai tegangan terukur yakni sebesar 225 VAC, arus *starting* sebesar 3,91 A, dan arus terukur sebesar 1,37 A. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar tersebut.



Gambar 10. (a) Pengukuran tegangan dengan beban, (b) Pengukuran arus dengan beban

Dari Gambar 10 hasil pengukuran mendapatkan nilai tegangan yakni sebesar 225 VAC dan arus sebesar 1,25 A motor dengan beban. Pada pengukuran dengan beban ini tidak diukur arus *starting* karena beban dimasukkan ketika motor dalam keadaan sudah aktif. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar tersebut.

Adapun hasil dua pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil pengukuran motor tanpa beban dan menggunakan beban

Tegangan Nominal	Tegangan Terukur	Arus Nominal	Arus <i>Starting</i>	Arus Terukur	Keterangan
220 VAC	225 VAC	2,64 A	-	1,25 A	Dengan beban
220 VAC	225 VAC	2,64 A	3,91 A	1,37 A	Tanpa beban

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan pada motor, dapat disimpulkan bahwa motor beroperasi pada tegangan nominal 220 VAC, yang terukur sedikit lebih tinggi, yaitu 225 VAC selama pengujian. Pada kondisi dengan beban, motor membutuhkan arus nominal sebesar 2,64 A, namun arus terukur yang sebenarnya lebih rendah, yaitu 1,25 A, menunjukkan adanya penurunan daya yang diperlukan untuk mempertahankan putaran motor di bawah beban tersebut. Sementara itu, pada kondisi tanpa beban, motor menunjukkan lonjakan arus saat *starting* sebesar 3,91 A yang menurun menjadi 1,37 A setelah motor mencapai kecepatan stabil. Perbedaan ini menggambarkan bahwa motor memerlukan arus yang lebih tinggi saat mulai beroperasi untuk mengatasi hambatan awal dan membutuhkan daya lebih setelah mencapai kecepatan penuh. Jadi, meskipun tegangan yang terukur sedikit lebih tinggi dari tegangan nominal, motor beroperasi dengan baik, dan pengukuran ini menunjukkan karakteristik umum motor listrik yang memerlukan arus lebih besar pada awal beroperasi dan arus lebih rendah selama operasi stabil.

Pengujian Kinerja Alat

Pengujian dan analisis kinerja alat ini mencakup waktu yang dibutuhkan untuk menghancurkan dan mengayak kulit kayu manis, kehalusan hasil kulit kayu manis setelah penghancuran, dan pengukuran berat hasil penghancuran dan pengayakan kulit kayu manis. Setelah semua data didapatkan, data tersebut akan dibandingkan dengan penggunaan alat manual yang ada pada industri skala besar. Selain itu, data tersebut juga akan dibandingkan dengan SNI ekspor produk serbuk kulit kayu manis.

Adapun hasil pengujian kinerja alat dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4. Hasil Pengujian Kinerja Alat Kontrol Penghancur Kulit Kayu Manis Otomatis

Percobaan	Berat Bahan Baku (Kg)	Berat Setelah Dihancurkan dan Diayak (Kg)	Berat hasil abu setelah diayak (Kg)	Waktu penghancuran dan pengayakan	Ukuran Kulit Kayu Manis Setelah Proses (cm)
Percobaan ke 1	2,5 Kg	2 Kg	0,5 Kg	185 detik	0,8 – 1 cm
Percobaan ke 2	1 Kg	0,8 Kg	0,2 Kg	90 detik	0,8 – 1 cm
Percobaan ke 3	1 Kg	0,8 Kg	0,2 Kg	97 detik	0,7 – 1 cm
Percobaan ke 4	1 Kg	0,9 Kg	0,1 Kg	101 detik	0,8 – 1 cm

Berdasarkan Tabel 4 dengan hasil percobaan yang dilakukan pada proses penghancuran dan pengayakan kulit kayu manis, meskipun ada sedikit perbedaan dalam hasil dan waktunya, proses tersebut berjalan dengan konsisten. Pada percobaan pertama, dengan berat bahan baku 2,5 kg, diperoleh 2 kg hasil setelah dihancurkan dan diayak, menghasilkan 0,5 kg abu dalam waktu 185 detik, dengan ukuran kulit kayu manis yang berkisar antara 0,8 – 1 cm. Percobaan kedua dengan bahan baku 1 kg menghasilkan 0,8 kg hasil setelah dihancurkan dan diayak, menghasilkan 0,2 kg abu dalam waktu 90 detik, dengan ukuran yang serupa, yakni 0,8 – 1 cm. Percobaan ketiga menunjukkan hasil yang hampir sama, dengan berat bahan baku 1 kg menghasilkan 0,8 kg bahan dan 0,2 kg abu dalam waktu 97 detik serta ukuran kulit kayu manis antara 0,7 – 1 cm. Percobaan keempat menunjukkan sedikit perbedaan, dimana 1 kg bahan baku menghasilkan 0,9 kg bahan dan 0,1 kg abu dalam waktu 101 detik, dengan ukuran kulit kayu manis yang tetap berkisar antara 0,8 – 1 cm. Hal ini menunjukkan adanya sedikit perbedaan dalam efisiensi pemisahan hasil dengan abu.



Gambar 11. Hasil Produk Kulit Kayu Manis

Pada Gambar 11 ukuran kulit kayu manis yang dihasilkan setelah proses penghancuran dan pengayakan juga konsisten, berada dalam rentang 0,7 hingga 1 cm, menunjukkan bahwa meskipun ada sedikit perbedaan dalam berat hasil dan abu, ukuran kulit kayu manis yang dihasilkan setelah proses tetap seragam.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat penghancur kulit kayu manis berbasis PLC yang dirancang berhasil menjawab rumusan masalah yang diajukan, yaitu bagaimana merancang sebuah alat penghancur kulit kayu manis yang dikontrol menggunakan PLC, dilengkapi mesin ayakan untuk menyortir berdasarkan kehalusannya, sehingga hasil proses memenuhi syarat ekspor produk serbuk kulit kayu manis sesuai SNI. Penelitian ini berfokus pada tiga aspek utama, yaitu efisiensi produksi, kualitas produk yang memenuhi standar ekspor SNI, dan potensi penerapan alat di skala industri kecil dan menengah (IKM). Berikut adalah pembahasan yang menghubungkan hasil penelitian dengan rumusan masalah serta memperkuatnya melalui teori dan penelitian terdahulu.

1. Efisiensi Produksi

Alat ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi produksi dibandingkan dengan metode manual. Berdasarkan hasil pengujian, waktu yang dibutuhkan untuk menghancurkan dan mengayak kulit kayu manis berkisar antara 90-185 detik, tergantung pada jumlah bahan baku. Hal ini jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode manual yang membutuhkan waktu lebih lama akibat keterbatasan tenaga kerja manusia.

Menurut Anaam K.I. et al. (2022), penerapan sistem otomasi seperti PLC dapat mengurangi waktu produksi secara signifikan karena mesin mampu bekerja secara kontinu tanpa jeda. Hasil penelitian ini sejalan dengan teori tersebut, di mana alat penghancur kulit kayu manis berbasis PLC mampu bekerja secara efisien dengan memanfaatkan sistem kontrol otomatis dan komponen seperti sensor proximity serta motor induksi.

2. Kualitas Produk Sesuai SNI

Produk akhir alat ini menunjukkan tingkat kehalusan serbuk kulit kayu manis berada dalam rentang 0,7-1 cm, yang memenuhi standar ekspor SNI. Berdasarkan Tabel 4 hasil pengujian, alat ini mampu menghasilkan 80%-90% produk jadi dengan hanya 10%-20% abu. Hasil ini

lebih baik dibandingkan laporan PT Sumatera Tropical Spices, di mana proses manual hanya mampu menghasilkan 60% produk jadi yang sesuai SNI dengan tingkat abu mencapai 30%.

Teori yang mendukung keberhasilan ini adalah penggunaan PLC sebagai sistem kontrol utama. NEMA (2019) mendefinisikan PLC sebagai perangkat yang memungkinkan pengontrolan logika dan sekuensial secara presisi. Selain itu, penelitian Yuhendri (2019) menunjukkan bahwa PLC mampu meningkatkan konsistensi dan kualitas produk di berbagai industri.

3. Potensi Aplikasi di Industri Kecil dan Menengah (IKM)

Desain alat ini dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan IKM, yang membutuhkan solusi teknologi dengan biaya terjangkau namun tetap efisien. Alat ini menggunakan PLC Omron CP1E yang memiliki konfigurasi sederhana namun andal. Hasil penelitian membuktikan bahwa alat ini dapat dioperasikan dengan mudah oleh operator tanpa keahlian teknis yang mendalam, sehingga cocok untuk IKM yang memiliki sumber daya manusia terbatas.

Penelitian sebelumnya oleh Amsier et al. (2017) menunjukkan bahwa sistem berbasis PLC dapat diadaptasi dengan mudah oleh industri kecil karena sifatnya yang modular dan hemat energi. Hal ini mendukung rekomendasi bahwa alat penghancur kulit kayu manis ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas di sektor IKM.

4. Keterbatasan dan Pengembangan Lebih Lanjut

Meskipun alat ini telah memenuhi tujuan penelitian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan:

- a. Jarak Deteksi Sensor Proximity: Sensor memiliki keterbatasan jarak deteksi hingga 10 mm. Hal ini dapat menyebabkan ketidakakuratan jika bahan baku tidak diletakkan dengan benar. Penggunaan sensor dengan jarak deteksi lebih besar dapat menjadi solusi.
- b. Skala Produksi: Alat ini dirancang untuk IKM dengan kapasitas produksi terbatas. Untuk memenuhi kebutuhan industri besar, diperlukan pengembangan alat dengan kapasitas yang lebih besar dan integrasi sistem otomatisasi lanjutan seperti Internet of Things (IoT).

Pengembangan lebih lanjut dapat mencakup integrasi teknologi IoT untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh, serta peningkatan daya motor induksi untuk memperbesar kapasitas penghancuran. Dengan demikian, alat ini dapat memenuhi kebutuhan skala industri yang lebih besar.

5. Komparasi dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya, seperti studi oleh Pratono & Lubis (2023) tentang pengendalian motor DC berbasis Arduino. Mereka menunjukkan bahwa otomasi dapat meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan kualitas. Namun, penelitian ini menunjukkan keunggulan tambahan berupa tingkat kehalusan dan pengurangan limbah yang lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan, yaitu merancang alat penghancur kulit kayu manis yang dikendalikan secara otomatis dan menguji serta menganalisis kinerjanya, disimpulkan bahwa alat yang dirancang berhasil memenuhi harapan dalam hal fungsi dan efisiensi. Proses perancangan alat penghancur kulit kayu manis ini mengintegrasikan teknologi otomatis yang memungkinkan pengoperasian alat secara otomatis tanpa banyak memerlukan tenaga manusia. Desain alat yang diterapkan mempertimbangkan aspek kemampuan, keamanan, serta kemudahan dalam operasinya. Alat ini berhasil menghancurkan kulit kayu manis dengan ukuran sesuai standar SNI yaitu 0,5 – 1 cm dalam waktu yang efisien. Kinerja alat ini juga menunjukkan daya tahan yang baik serta minimnya kesalahan operasional selama pengujian berlangsung. Sistem pengendalian otomatis yang diterapkan berfungsi dengan baik, memungkinkan alat beroperasi dengan presisi tanpa gangguan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar Lailul Gilang. (2021). Rancang Bangun Alat Wiring Diagram Thrust Reverse Engine System Boeing 737-200 Sebagai Media Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya. *Jurnal Teknologi Penerbangan*, 5(2), 93–100.
- Alima, S. N., Fauziyah, M., & Dewatama, D. (2020). PI Controller Untuk Mengatur Kecepatan Motor Induksi 1 Fasa. *Avitec*, 2(2), 161–169. <https://doi.org/10.28989/avitec.v2i2.647>
- Amsier, M., Prasetyo, M. T., & Assaffat, L. (2017). *Rancang bangun alat pengatur suhu untuk ruang budidaya jamur tiram berbasis PLC (Programmable Logic Controller) OMRON CP1E*. 1–8.
- Anaam K I, H. T., & Pranata R Y, Abdillah h, P. A. Y. W. (2022). Pengaruh Trend Otomasi Dalam Dunia Manufaktur dan Industri. *Vocational Education National Seminar*, 1(1), 46–50.
- Hariroh, S., & Marzuki, I. (2021). Karakteristik GC-MS Minyak Kayu Manis Asal Pulau Banda. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 5(2), 82–88. <https://doi.org/10.30598/10.30598/jpk.2021.5.2.82>

- Humaira, F. A., & Rochdiani, D. (2021). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Volume Ekspor Kayu Manis Indonesia. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 7(1), 437. <https://doi.org/10.25157/ma.v7i1.4675>
- Imnadir, I. D. Z. (2022). Penerapan PLC HMI (Human Machine Interface) untuk Monitoring Objek pada Sistem Pengisian Minuman ke Dalam Botol. *Buletin Utama Teknik*, 18(1), 47–53.
- Irfan Fadhlurrohman, Cahya Wulandari, & Muhammad Razan Assaqthi Al-Ryadhi. (2023). Diversifikasi Produk Susu Fermentasi dengan Pemanfaatan Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai Inovasi Pangan Fungsional: Review. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 363–374. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.659>
- Jabbar, A. A. (2020). *Jurnal Fakultas Teknik SISTEM KENDALI LENGAN ROBOT 4 DOF MELALUI PUSH BUTTON DAN BLUETOOTH (JOYSTICK , TERMINAL , VOICE)*. xx(xx), 1–12.
- Mappa, A., Rumlatur, S., & Mambrisaw, M. (2020). Sistem Kontrol Konveyor Pemilah Logam Menggunakan Plc Omron Cp1E. *Electro Luceat*, 6(2), 282–289. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i2.267>
- Mukaromah, S. A. (2020). *EFEKTIVITAS KAYU MANIS (Cinnamomum Burmanii) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PADA PENDERITA DIABETES MELITUS: LITERATUR REVIEW* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Semarang).
- Pratono, A., & Lubis, S. A. (2023). Rancang Bangun Alat Pengontrolan Motor Dc Pada Alat Produksi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Ilmu Teknik*, 1(1), 16–24. <https://doi.org/XX.XXXXXX/TEKTONIK>
- PT Sumatera Tropical Spices. (2023). *Catatan produksi: Proses produksi produk kulit kayu manis broken * (Dokumen internal). PT. Sumatera Tropical Spices. Sumatera Barat.
- Yuhendri, D. (2019). Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3(3), 121–127. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/952>
- Yusro, M., & Diamah, A. (2019). *Sensor dan Transduser*. Universitas Negeri Jakarta.