

Implementasi Sistem Auger Reverse dan Kendali Kecepatan Motor dengan PZEM-004T pada Smart Slow Juicer

1st Ahmad Zharfan Rinardi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ahmadzharfanr@student.telkomuniversi
ty.ac.id

2nd Erwin Susanto

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

erwinelektro@telkomuniversi.ac.id

3rd Agus Kusnayat

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

guskus@telkomuniversi.ac.id

Abstrak — Smart Slow Juicer merupakan alat pemrosesan jus yang mampu menghasilkan jus dengan kualitas optimal. Tantangan Smart Slow Juicer adalah penyaringan ampas yang kurang efektif dan kecepatan pemrosesan yang lambat, yang dapat mempengaruhi kualitas rasa dan kepuasan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kendali kecepatan motor dan meningkatkan kualitas jus yang dihasilkan oleh Smart Slow Juicer dengan mengatasi masalah penyaringan ampas yang tidak efektif melalui fitur Auger Reverse dan integrasi modul sensor PZEM-004T. Subsistem Auger Reverse menggunakan relay dan timer yang diatur secara otomatis dengan bantuan Arduino untuk mengendalikan putaran auger, sedangkan subsistem PZEM-004T memantau dan mengukur arus serta tegangan pada motor. Melalui integrasi menggunakan Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield dan teknik kendali Fuzzy, sistem ini dapat meningkatkan kendali kecepatan motor. Dilakukan pula kalibrasi modul PZEM-004T serta pengujian sistem dengan menggunakan sensor beban, sensor suhu, dan sensor daya. Sistem yang diusulkan mampu mengatasi tantangan penyaringan ampas yang kurang efektif dan memberikan peningkatan signifikan dalam pengalaman pengguna dalam memperoleh jus yang sehat dan berkualitas melalui Smart Slow Juicer.

Kata kunci— Auger Reverse, Kendali Kecepatan Motor, Penyaringan Ampas, PZEM-004T, Smart Slow Juicer

I. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi nutrisi melalui pemrosesan jus buah dan sayuran telah mendapatkan popularitas yang tinggi di kalangan masyarakat. Alat yang banyak digunakan untuk pemrosesan jus adalah Slow Juicer, yang secara khusus didesain untuk menjaga kualitas nutrisi dan rasa jus dengan mengoperasikan pada kecepatan yang lebih lambat daripada juicer biasa [1]. Dengan menggunakan Smart Slow Juicer, pengguna dapat mengolah berbagai jenis buah dan sayuran dengan tekstur yang beragam, baik yang lembut maupun keras. Hasilnya adalah jus berkualitas tinggi yang kaya akan nutrisi, rendah serat, dan tetap menjaga kemurniannya [2]. Prinsip kerja alat ini melibatkan proses pengepresan secara perlahan untuk memisahkan jus dari ampasnya, sehingga menghasilkan jus yang unggul dan mempertahankan keasliannya. Sebagai akibatnya, pengguna dapat menikmati jus yang segar, berkualitas tinggi, dan memberikan manfaat kesehatan yang optimal [3].

Meskipun Slow Juicer memiliki kelebihan tersebut, masih terdapat tantangan yang perlu diatasi, terutama dalam hal penyaringan ampas yang kurang efektif. Beberapa pengguna melaporkan bahwa Slow Juicer gagal menyaring ampas dengan baik, sehingga jumlah ampas yang signifikan tetap ada dalam jus. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas rasa dan kepuasan pengguna. Masalah ampas yang macet sering terjadi akibat penumpukan ampas dalam posisi tertentu. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang memungkinkan putaran auger berbalik secara otomatis untuk memastikan posisi ampas merata [4]. Selain itu, rentang kecepatan rata-rata Smart Slow Juicer berada antara 43 hingga 55 RPM. Kecepatan pemrosesan yang lambat dapat menyebabkan jus cenderung encer dan sedikit berair akibat proses pengunyahan yang lebih lambat [5].

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kendali kecepatan motor dan memastikan kualitas jus yang dihasilkan serta mengatasi masalah penyaringan ampas yang tidak efektif dengan penggunaan Auger Reverse dan integrasi PZEM-004T. Sebelumnya telah dilakukan evaluasi pada sensor daya INA219 I2C CJMCU-219 (Tegangan 0-26V) dan PZEM-004T (Tegangan 80-260V). Namun, penelitian ini menggunakan PZEM-004T karena memiliki tegangan yang tinggi dan sesuai dengan kebutuhan Smart Slow Juicer [6].

Auger Reverse dapat mengatur putaran Auger dalam arah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Pengaturan putaran ini dilakukan melalui penggunaan timer khusus yang diatur secara otomatis menggunakan relay dan Arduino. Selain itu, modul PZEM-004T berfungsi untuk memonitor dan mengukur arus serta tegangan pada motor. Informasi ini sangat berguna dalam meningkatkan efisiensi motor dan mencegah kerusakan akibat beban yang berlebihan. Integrasi dengan module Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield dan teknik kendali Fuzzy, sistem ini mampu mengimplementasikan kendali kecepatan motor pada Smart Slow Juicer dengan efisiensi dan akurasi yang tinggi [4]. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini meningkatkan kendali kecepatan motor dan memastikan kualitas jus yang dihasilkan Smart Slow Juicer.

II. KAJIAN TEORI

A. Smart Slow Juicer

Smart Slow Juicer merupakan perangkat pengolahan jus yang secara khusus didesain untuk menjaga nutrisi dan rasa

buah serta sayuran dengan menggunakan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan dengan juicer konvensional. Prinsip kerjanya melibatkan pengepresan perlahan untuk memisahkan jus dari ampasnya, menghasilkan jus berkualitas tinggi yang kaya nutrisi, rendah serat, dan tetap mempertahankan kemurniannya [3].

Smart Slow Juicer menjadi populer di kalangan masyarakat karena kemampuannya meningkatkan konsumsi nutrisi melalui pemrosesan jus buah dan sayuran. Dalam prosesnya, alat ini mempertimbangkan berat dan jenis bahan yang diproses, sehingga dapat menghasilkan jus dengan kandungan nutrisi yang lebih tinggi dan memaksimalkan efisiensi energi. Dengan mengoperasikan pada kecepatan yang lebih lambat, Smart Slow Juicer mampu menjaga kualitas nutrisi dan rasa jus yang dihasilkan [1].

B. Auger Reverse

Auger Reverse merupakan sebuah fitur atau sistem yang terdapat pada Smart Slow Juicer yang memungkinkan putaran auger berbalik secara otomatis. Fitur ini dirancang untuk mengatasi tantangan dalam penyaringan ampas yang kurang efektif pada Slow Juicer. Beberapa pengguna melaporkan bahwa terdapat ampas yang masih terdapat dalam jus yang dihasilkan, yang dapat mempengaruhi kualitas rasa dan kepuasan pengguna. Dengan menggunakan sistem Auger Reverse, putaran auger pada Smart Slow Juicer dapat berubah arah secara otomatis. Hal ini memastikan posisi ampas yang terdistribusi secara merata dalam alat tersebut, sehingga meningkatkan efektivitas dalam penyaringan ampas. Dengan kata lain, fitur ini memastikan bahwa ampas yang dihasilkan oleh Smart Slow Juicer terpisah dengan baik dari jus yang diinginkan [5].

Proses berbaliknya putaran auger ini dapat dikontrol melalui penggunaan timer khusus yang diatur secara otomatis menggunakan relay dan Arduino. Timer ini mengatur waktu dan frekuensi putaran auger berbalik untuk memastikan ampas terdistribusi dengan merata dan menghindari penumpukan ampas yang dapat menyebabkan masalah penyaringan yang tidak efektif. Dengan adanya sistem Auger Reverse, Smart Slow Juicer dapat meningkatkan kualitas jus yang dihasilkan dengan meminimalkan jumlah ampas yang tercampur dalam jus. Hal ini secara langsung berdampak pada kualitas rasa dan kepuasan pengguna, karena jus yang dihasilkan akan lebih bersih, lebih segar, dan memiliki tekstur yang lebih halus [2].

C. PZEM-004T

PZEM-004T adalah sebuah modul sensor yang digunakan untuk memonitor dan mengukur arus serta tegangan pada motor yang digunakan dalam Smart Slow Juicer. Modul ini berperan penting dalam penelitian untuk meningkatkan kendali kecepatan motor dan memastikan kualitas jus yang dihasilkan, serta mengatasi masalah penyaringan ampas yang tidak efektif [7].

Pada Smart Slow Juicer, kecepatan motor yang dikendalikan secara tepat memainkan peran penting dalam menghasilkan jus berkualitas tinggi. Dengan menggunakan PZEM-004T, informasi tentang arus dan tegangan pada motor dapat dikumpulkan dan dimonitor secara akurat. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memahami dan mengontrol beban motor dengan lebih baik. Informasi tentang arus dan tegangan dapat digunakan untuk

mengoptimalkan penggunaan daya dan mencegah kerusakan yang disebabkan oleh beban yang berlebihan pada motor. Dengan demikian, sistem ini memberikan perlindungan terhadap motor dan meningkatkan umur pakai serta kinerja keseluruhan perangkat [6].

Integrasi PZEM-004T dengan module Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield dan teknik kendali Fuzzy memungkinkan implementasi kendali kecepatan motor pada Smart Slow Juicer dengan efisiensi dan akurasi yang tinggi. Teknik kendali Fuzzy adalah metode yang menggunakan logika fuzzy untuk menghasilkan kendali yang adaptif dan lebih responsif terhadap variabilitas lingkungan. Dengan adanya modul PZEM-004T dan integrasinya dalam sistem Smart Slow Juicer, pengguna dapat mengontrol dan memantau beban motor dengan lebih baik. Ini memungkinkan penyesuaian yang tepat terhadap kecepatan motor, mengoptimalkan kualitas jus yang dihasilkan, serta memastikan konsistensi dan kepuasan pengguna [7].

D. Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield

Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield adalah sebuah modul yang digunakan untuk menghubungkan dan mengendalikan berbagai sensor dan perangkat keras dengan Arduino UNO. Modul ini memperluas kemampuan Arduino dalam mengintegrasikan sensor-sensor seperti sensor beban, sensor suhu, dan sensor daya sistem Smart Slow Juicer [8].

Integrasi dengan Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield memungkinkan pengguna untuk menghubungkan subsistem Auger Reverse, subsistem PZEM-004T, dan sensor-sensor lainnya dengan Arduino secara efisien. Modul ini menyediakan konektor dan pin-header yang memudahkan penghubungan dan pengaturan koneksi antara Arduino dan komponen tambahan. Dengan menggunakan Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield, sistem dapat menerapkan teknik kendali Fuzzy untuk mengendalikan kecepatan motor dengan akurasi tinggi. Modul ini memungkinkan Arduino untuk menerima data dari sensor-sensor dan menghasilkan output yang sesuai, seperti pengaturan putaran Auger melalui relay dan timer [9].

E. Teknik Kendali Fuzzy

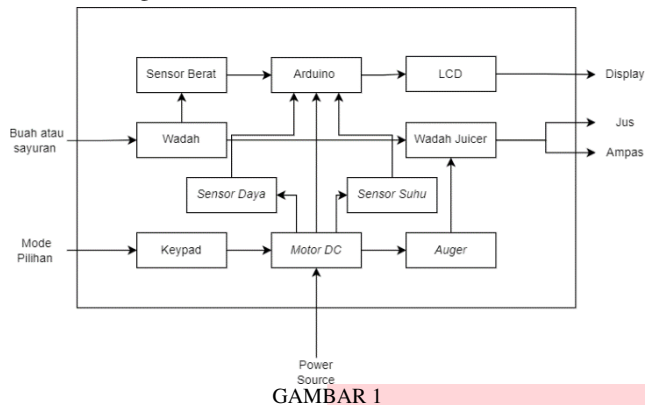
Teknik Kendali Fuzzy adalah metode dalam ilmu kendali yang digunakan untuk mengendalikan sistem kompleks dan ambigu. Pada penelitian ini, teknik ini diterapkan pada Smart Slow Juicer untuk mengatur kecepatan motor dan memastikan kualitas jus yang dihasilkan. Teknik Kendali Fuzzy memungkinkan sistem untuk mengambil keputusan berdasarkan variabel input yang tidak biner, seperti kecepatan motor dan kepadatan ampas. Dengan menggunakan aturan-aturan Fuzzy yang telah ditentukan, sistem dapat menghasilkan output yang sesuai dengan kondisi input, seperti pengaturan kecepatan motor yang optimal [10].

Penerapan Teknik Kendali Fuzzy memungkinkan Smart Slow Juicer beroperasi dalam berbagai kondisi kompleks dan variasi tekstur buah dan sayuran. Hal ini membuat sistem dapat beradaptasi dan responsif terhadap perubahan, sehingga meningkatkan kendali kecepatan motor dan kualitas jus yang dihasilkan. Dengan demikian, Teknik Kendali Fuzzy memainkan peran penting dalam penelitian ini dengan memberikan kemampuan adaptif dan responsif pada Smart

Slow Juicer, serta memastikan jus yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna [11].

III. METODE

A. Perancangan Sistem



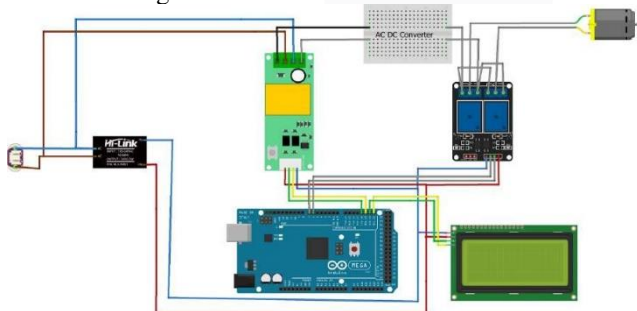
GAMBAR 1

DIAGRAM PERANCANGAN SISTEM KESELURUHAN

Proses perancangan sistem berdasarkan teks tersebut melibatkan dua subsistem, yaitu subsistem Auger Reverse dan subsistem PZEM-004T. Integrasi dengan Arduino memungkinkan pengendalian dan pengolahan data dari kedua subsistem tersebut secara efisien.

- Subsistem Auger Reverse

Subsistem Auger Reverse dirancang untuk mengatur putaran Auger dalam arah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam pada pemrosesan buah. Digunakan relay 2 channel 5 volt yang terhubung ke motor DC untuk mengontrol putaran Auger secara otomatis melalui Arduino. Timer khusus diatur untuk menentukan berapa lama Auger berputar dalam arah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Gambar 2 menunjukkan skema pengimplementasian subsistem Auger Reverse.

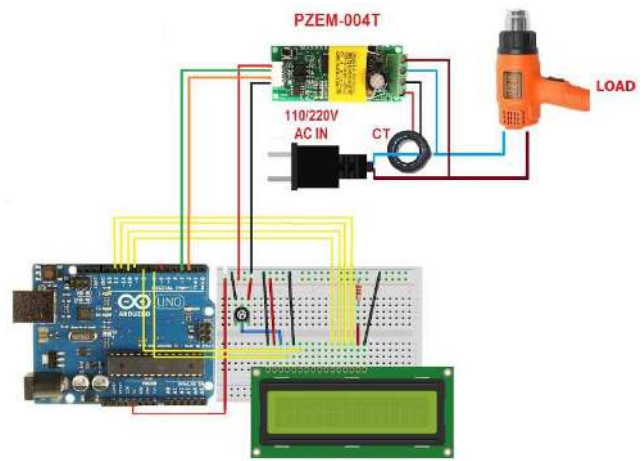


GAMBAR 2

SKEMA IMPLEMENTASI AUGER REVERSE

- Subsistem PZEM-004T

Subsistem PZEM-004T digunakan untuk memonitor dan mengukur arus dan tegangan pada motor. Modul PZEM-004T digunakan untuk menghitung tegangan serta arus pada Heat gun. Informasi tegangan dan arus yang diperoleh dari PZEM-004T akan ditampilkan pada LCD 16 x 2 sebagai informasi bagi pengguna. Gambar 3 menunjukkan skema pengimplementasian subsistem PZEM-004T.



GAMBAR 3

SKEMA IMPLEMENTASI PZEM-004T

- Integrasi dengan Arduino

Kedua subsistem tersebut diintegrasikan dengan Arduino menggunakan module Arduino UNO I/O Expansion Sensor Shield Module. Teknik kendali Fuzzy digunakan untuk mengimplementasikan kendali kecepatan motor pada Smart Slow Juicer dengan efisiensi dan akurasi yang tinggi. PZEM-004T, relay, dan timer Auger Reverse dikendalikan oleh Arduino dengan menggunakan kode pemrograman yang sesuai.

B. Kalibrasi PZEM-004T

Kalibrasi PZEM-004T dilakukan dengan pengukuran tegangan serta arus pada colokan listrik Heat Gun menggunakan Avometer sebagai alat pembanding.

C. Pengujian Sistem

Terdapat 3 input yaitu mode pilihan, buah atau sayuran dan power source. Sensor beban akan memberikan informasi pada LCD sehingga pengguna dapat melakukan pemilihan mode. Pada mode pilihan, pengguna dapat memilih mode yang sudah disediakan pada keypad sesuai dengan kategori berdasarkan beban input selanjutnya data tersebut diolah sistem Fuzzy Logic dengan output berupa durasi. Sensor suhu akan terus mendeteksi suhu pada motor DC sehingga jika suhu melebihi ambang atas maka mesin akan mati secara otomatis sampai suhu kembali pada ambang batasnya. Sensor daya akan membaca daya keluaran motor DC yang ditampilkan pada LCD sehingga pengguna dapat memonitoring. Seluruh sensor dihubungkan melalui Arduino dan informasi akan diteruskan menjadi output display pada LCD berupa berat, suhu, daya dan durasi. Selama sistem berjalan proses Smart Slow Juicer akan digerakkan oleh auger yang berjalan sesuai sistem melalui motor DC sehingga hasil keluarannya dapat tersaing menjadi ampas dan olahan jus melewati masing-masing kerannya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

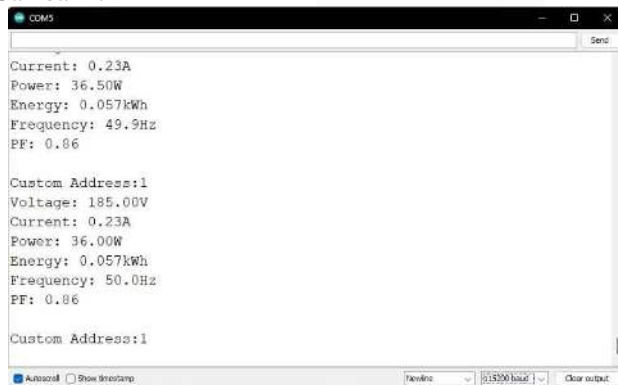
Sistem Auger Reverse dirancang untuk mengatasi masalah penyaringan ampas yang tidak efektif pada Slow Juicer. Dengan menggunakan relay dan timer khusus, sistem ini dapat mengatur putaran Auger dalam arah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam secara otomatis. Tujuannya adalah untuk memastikan posisi ampas yang merata dan mencegah penumpukan ampas yang dapat mengganggu proses pemrosesan jus.

Timer khusus digunakan untuk mengontrol putaran Auger sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dalam hasil pengujian, timer memiliki nilai awal 0 dan berjalan saat mesin dijalankan. Jika nilai timer ≤ 5 , maka Auger berputar searah jarum jam. Jika nilai timer > 5 dan ≤ 7 , Auger berputar berlawanan arah jarum jam. Jika nilai timer > 7 , timer akan kembali ke 0. Hal ini menunjukkan bahwa sistem Auger Reverse memiliki periode berputar yang teratur untuk menghindari penumpukan ampas. Dengan adanya sistem Auger Reverse, diharapkan jumlah ampas yang signifikan dalam jus dapat dikurangi secara efektif. Putaran Auger yang bergantian membantu menjaga posisi ampas agar merata, menghindari penumpukan ampas yang dapat mengganggu aliran jus. Hal ini berpotensi meningkatkan kualitas rasa dan kepuasan pengguna.

Meskipun sistem Auger Reverse dapat menjadi solusi untuk masalah penyaringan ampas yang kurang efektif, hasil pengujian ini hanya memberikan informasi tentang pola putaran Auger pada kondisi tertentu. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengoptimalkan waktu dan kecepatan putaran Auger agar dapat mengatasi masalah penyaringan ampas dengan lebih efektif. Selain itu, evaluasi terhadap kemungkinan terjadinya macet atau gangguan lainnya pada sistem juga penting untuk memastikan keandalan dan kinerja sistem Auger Reverse.

Secara keseluruhan, hasil pengujian sistem Auger Reverse menunjukkan langkah awal yang positif dalam meningkatkan efektivitas penyaringan ampas pada Smart Slow Juicer. Dengan memperhatikan analisis dan perbaikan yang diperlukan, diharapkan sistem ini dapat memberikan kontribusi yang lebih baik dalam memastikan kualitas jus yang dihasilkan sesuai dengan harapan pengguna.

Hasil kalibrasi pada PZEM-004T ditunjukkan pada Gambar 4.



GAMBAR 4

HASIL UJI KALIBRASI TEGANGAN INPUT DAYA LISTRIK PZEM-004T

Hasil kalibrasi tegangan input daya listrik PZEM-004T menunjukkan beberapa informasi penting terkait dengan kinerja perangkat. Tegangan yang terukur sebesar 185.00V menunjukkan rata-rata tegangan input yang diberikan pada PZEM-004T, yang penting untuk memastikan kesesuaian dengan persyaratan perangkat yang menggunakan alat tersebut. Hasil kalibrasi memberikan perbedaan nilai tegangan sebesar 1 V dengan hasil pengukuran dengan Avometer.

Arus yang terukur sebesar 0.23A mengindikasikan jumlah arus yang mengalir melalui perangkat saat pengujian, yang menunjukkan daya listrik yang dikonsumsi oleh perangkat atau sistem yang terhubung. Daya yang terukur

sebesar 36.00W menunjukkan jumlah daya yang dikonsumsi selama pengujian berlangsung. Energi yang terukur sebesar 0.057kWh mencerminkan jumlah energi yang dikonsumsi oleh perangkat atau sistem selama pengujian. Frekuensi yang terukur berkisar antara 49.9Hz dan 50.0Hz, yang menunjukkan kestabilan frekuensi tegangan input. Faktor daya sebesar 0.86 mengindikasikan efisiensi penggunaan daya listrik oleh perangkat atau sistem yang terhubung. Hasil kalibrasi ini memberikan informasi penting tentang kinerja dan karakteristik tegangan input daya listrik yang terukur oleh PZEM-004T, yang berguna untuk memastikan pengukuran yang akurat dan analisis efisiensi penggunaan daya.



GAMBAR 5

HASIL UJI KALIBRASI ARUS DARI MOTOR DC TERHADAP PZEM-004T

Dalam pengujian ini, arus terukur pada motor DC adalah 3.62A, meskipun terdapat perbedaan dengan nilai arus yang terdeteksi oleh avometer (3.8A). Perbedaan ini perlu diperhatikan dan dapat disebabkan oleh ketidaktepatan pengukuran atau faktor lain yang memengaruhi hasil. Daya terukur pada motor DC adalah 678.60W, yang mencerminkan besarnya daya yang dikonsumsi oleh motor saat beroperasi. Selain itu, energi terukur sebesar 0.037kWh menggambarkan jumlah energi yang dikonsumsi oleh motor selama pengujian. Kedua nilai ini memberikan gambaran tentang efisiensi penggunaan energi oleh motor DC.

Stabilitas frekuensi tegangan input pada 50.0Hz juga penting untuk memastikan konsistensi dalam pengukuran dan kinerja motor. Sementara itu, faktor daya terukur pada nilai 1.00 menunjukkan bahwa motor DC memiliki faktor daya yang ideal, menandakan penggunaan daya yang efisien. Analisis hasil kalibrasi ini dapat berimplikasi pada kinerja smart slow juicer yang menggunakan motor DC tersebut. Daya yang terukur sebesar 678.60W menunjukkan kekuatan motor dalam menggerakkan auger pada juicer. Efisiensi energi yang tinggi juga berpotensi menghasilkan jus yang baik dan kualitas yang halus.

Selain itu, stabilitas frekuensi tegangan input dan faktor daya yang ideal memberikan dukungan kinerja yang konsisten dan efisien pada smart slow juicer. Hal ini menjadi penting agar motor dapat beroperasi dengan baik, menjaga keandalan, serta menghasilkan jus berkualitas.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan rancangan sistem Smart Slow Juicer dengan subsistem Auger Reverse dan subsistem PZEM-004T yang terintegrasi menggunakan Arduino. Subsistem Auger Reverse mengatur putaran Auger secara otomatis untuk meningkatkan efektivitas penyaringan ampas. Subsistem PZEM-004T memonitor tegangan dan arus pada motor serta menampilkan informasi pada LCD. Pengujian dan kalibrasi menghasilkan informasi penting tentang kinerja

sistem. Sistem Auger Reverse dapat menjaga posisi ampas yang merata dan menghindari penumpukan ampas, namun perlu pengoptimalan lebih lanjut. Penelitian ini memberikan langkah awal yang positif dalam meningkatkan efektivitas penyaringan ampas pada Smart Slow Juicer, serta memberikan informasi tentang penggunaan daya dan efisiensi energi.

REFERENSI

- [1] N. A. Widya, A. F. Hakim, and F. R. Adzani, "Analisis Kualitas Jus Buah dengan Menggunakan Smart Juicer Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi Informasi dan Sistem Informasi (JTISI)*, vol. 7, no. 2, pp. 91–96, 2021.
- [2] A. Neni, "Pengaruh Perlakuan Pendahuluan (Pembekuan Lambat dan Thawing) dan Jenis Alat Slow Juicer terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Sari Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)," Universitas Andalas, 2020.
- [3] M. Sari, S. S. Widodo, and D. Purwitasari, "Perancangan Mesin Pemeras Buah Dengan Sistem Slow Juicer Berbasis PLC," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 7, no. 1, pp. 18–24, 2018.
- [4] Y. A. Nurhidayat, A. N. Saifulloh, D. R. Yusri, and I. S. Riyadi, "Pengendalian Pemroses Buah dengan Fuzzy Logic pada Smart Slow Juicer Menggunakan Sensor Daya," *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [5] A. Nugrahaeni and N. Oetari, "Pengaruh Perlakuan Pendahuluan Terhadap Kualitas Jus Buah Mangga yang Dihasilkan Oleh Juicer dan Slow Juicer," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 7, no. 2, pp. 141–144, 2018.
- [6] S. Anwar, T. Artono, Nasrul, Dasrul, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [7] Andriana, Zuklarnain, and H. Baehaqi, "Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T," *Jurnal TIARSIE*, vol. 16, no. 1, p. 29, Jul. 2019.
- [8] R. Arumugam, S. Sivakumar, and A. Somasundaram, "Design of Arduino based wireless temperature monitoring system," *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 151–155, 2016.
- [9] Unang Achlison and Bambang Suhartono, "Analisis Hasil Ukur Sensor Load Cell untuk Penimbang Berat Beras, Paket dan Buah berbasis Arduino," *E-Bisnis : Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis*, vol. 13, no. 1, pp. 96–101, Aug. 2020.
- [10] J. M. Mendel, "Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial," *Proceedings of the IEEE*, vol. 83, no. 3, pp. 345–377, Mar. 1995.
- [11] E. Trillas and L. Eciolaza, *Fuzzy Logic*, vol. 320. Cham: Springer International Publishing, 2015.