

Implementasi Sistem Fuzzy pada Arduino UNO untuk Kendali Durasi Pemrosesan berdasarkan Massa Beban pada Smart Slow Juicer

1st Anugerah Fathir Akbar

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

anugrahfathirakbar@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Erwin Susanto

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

3rd Agus Kusnayat

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

guskus@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Saat ini, penggunaan juicer konvensional dianggap sudah tidak efisien karena tidak memperhatikan berat atau jenis bahan yang diproses, baik dalam penggunaan energi maupun waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan kendali Fuzzy pada Smart Slow Juicer guna meningkatkan kualitas jus dan efisiensi energi dalam pengolahan buah dan sayuran. Metode yang digunakan melibatkan penggunaan Arduino Uno yang diprogram dengan Logika Fuzzy, sensor Load Cell, dan modul I/O Expansion Sensor Shield. Percobaan dilakukan dengan memvariasikan pemilihan mode dan berat bahan, dan hasilnya dianalisis dengan menggunakan 10 Rules Based Fuzzy Logic. Dari hasil pengujian dengan 8 variasi percobaan, ditemukan bahwa sistem kendali Fuzzy dapat menghasilkan durasi pengolahan yang optimal dan sesuai dengan karakteristik berat bahan yang diproses. Pengguna dapat memilih mode pemrosesan melalui push button yang disediakan, dan Arduino Uno mengontrol durasi pemrosesan berdasarkan beban yang terdeteksi oleh sensor Load Cell. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi kendali Fuzzy pada Smart Slow Juicer dapat meningkatkan efisiensi energi dan kualitas jus yang dihasilkan. Hal ini akan membantu dalam meningkatkan efisiensi energi dan kualitas pengolahan pada berbagai perangkat rumah tangga yang mendukung gaya hidup sehat.

Kata kunci— Arduino UNO, Durasi Pemrosesan, Logika Fuzzy, Massa Beban, Smart Slow Juicer, Sensor Load Cell

I. PENDAHULUAN

Dalam era modern yang ditandai dengan peningkatan kesadaran akan gaya hidup sehat, penggunaan alat-alat rumah tangga yang dapat mendukung pola makan sehat juga semakin populer. Salah satu alat yang telah banyak digunakan adalah Smart Slow Juicer, yang memungkinkan pengguna untuk memperoleh jus segar dari buah dan sayuran dengan kualitas yang optimal [1]. Penggunaan juicer konvensional sering kali tidak efisien dalam penggunaan energi dan waktu, karena tidak mempertimbangkan berat atau jenis bahan yang diproses. Untuk mengatasi hal ini, implementasi kendali Fuzzy pada Smart Slow Juicer dapat menjadi solusi yang efektif [2].

Sebelumnya, berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pengolahan jus pada juicer. Salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah kendali otomatis berdasarkan parameter yang telah

ditentukan sebelumnya, seperti durasi pemrosesan yang tetap. Namun, pendekatan ini tidak mempertimbangkan variasi berat atau jenis bahan yang diproses, sehingga hasil jus yang dihasilkan kurang optimal [3].

Dalam penelitian ini, tiga solusi untuk prototype smart slow juicer dievaluasi. Solusi 1 dengan penghancur besi dan sistem PID, solusi 2 dengan penghancur plastik dan kombinasi sistem PID dan Fuzzy Logic, dan solusi 3 dengan penghancur stainless steel dan sistem Fuzzy Logic. Setelah evaluasi menggunakan decision matrix, solusi yang dipilih adalah solusi 3 karena desainnya yang sederhana, kekuatan dan tahan karatnya stainless steel, ketersediaan komponen yang banyak, dan harga yang terjangkau.

Logika Fuzzy dipilih sebagai metode pengambilan keputusan karena dapat menyesuaikan durasi pengolahan berdasarkan berat input dan preferensi pengguna yang beragam. Logika Fuzzy juga dapat mengatasi ketidakpastian dan variabilitas dalam data input, menghasilkan jus dengan kualitas optimal dan efisiensi energi yang tinggi [4].

Pada penelitian ini, kendali Fuzzy pada Smart Slow Juicer diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas jus dan efisiensi energi dalam pengolahan buah dan sayuran. Metode yang digunakan melibatkan penggunaan Arduino Uno yang diprogram dengan Logika Fuzzy, sensor Load Cell untuk mendeteksi beban, dan modul I/O Expansion Sensor Shield untuk memperluas kemampuan input dan output Arduino Uno. Sebelumnya telah dilakukan evaluasi pada 3 mikrokontroler yang akan digunakan yaitu Arduino Uno, Raspberry Pi, dan NodeMCU. Arduino Uno dipilih karena memiliki tegangan operasi yang tidak terlalu tinggi, harga yang terjangkau, serta jumlah pin yang sesuai untuk kebutuhan sistem.

Percobaan dilakukan dengan memvariasikan pemilihan mode dan berat buah atau sayuran, dan hasilnya dianalisis dengan menggunakan 10 Rules Based Fuzzy Logic. Manfaat dari penelitian ini adalah adanya sistem kendali Fuzzy pada Smart Slow Juicer yang dapat menghasilkan jus dengan kualitas yang baik dan efisiensi energi yang tinggi. Dengan penyesuaian otomatis durasi pemrosesan berdasarkan berat bahan yang diproses, juicer dapat mengoptimalkan waktu pengolahan sesuai dengan karakteristik bahan tersebut.

II. KAJIAN TEORI

A. Smart Slow Juicer

Smart Slow Juicer adalah alat rumah tangga yang dirancang khusus untuk memproduksi jus segar dari buah dan sayuran dengan kualitas optimal dan efisiensi energi yang tinggi. Perbedaan utamanya dengan juicer konvensional terletak pada kemampuannya dalam mempertimbangkan berat atau jenis bahan yang diproses, sehingga menghasilkan jus dengan kandungan nutrisi yang lebih tinggi dan memaksimalkan penggunaan energi [5].

Dalam juicer konvensional, pemrosesan jus umumnya dilakukan dengan putaran tinggi yang menghasilkan panas dan oksidasi, sehingga dapat mengurangi kualitas nutrisi jus. Selain itu, juicer konvensional juga tidak mempertimbangkan berat atau jenis bahan yang diproses, sehingga durasi pengolahan menjadi tetap, tidak memperhatikan karakteristik bahan yang berbeda [2].

Smart Slow Juicer menggunakan metode pemrosesan yang lebih lambat dengan putaran yang lebih rendah. Hal ini membantu menjaga suhu rendah dan mengurangi oksidasi, sehingga nutrisi dalam buah dan sayuran dapat dipertahankan dengan lebih baik [6]. Smart Slow Juicer dilengkapi sensor berat atau jenis bahan yang diproses, seperti sensor Load Cell, yang memungkinkan alat ini untuk mengatur durasi pemrosesan secara otomatis berdasarkan karakteristik bahan yang dimasukkan. Dengan demikian, Smart Slow Juicer dapat mengoptimalkan waktu pengolahan sesuai dengan berat dan jenis bahan yang diproses, menghasilkan jus dengan kualitas terbaik dan efisiensi energi yang tinggi [4].

B. Logika Fuzzy

Logika Fuzzy adalah salah satu metode pengambilan keputusan yang digunakan dalam sistem kendali otomatis. Metode ini memungkinkan sistem untuk menyesuaikan dan mengatasi ketidakpastian serta variasi dalam data input yang tidak memiliki batasan yang jelas [7]. Dalam konteks Smart Slow Juicer, logika Fuzzy diterapkan untuk mengoptimalkan proses pengolahan jus dengan mempertimbangkan berat input dan preferensi pengguna yang beragam. Dengan adanya logika Fuzzy, Smart Slow Juicer mengoptimalkan durasi pengolahan secara adaptif. Algoritma logika Fuzzy menggunakan aturan yang telah ditentukan sebelumnya, yang didasarkan pada pengetahuan ahli atau pengalaman pengguna. Aturan-aturan ini menghubungkan input variabel, seperti berat bahan dan preferensi pengguna, dengan output variabel, yaitu durasi pengolahan yang optimal [8].

Logika Fuzzy bekerja dengan memetakan input yang tidak pasti atau kabur menjadi output yang memiliki tingkat keanggotaan atau kebenaran yang berkisar antara 0 hingga 1. Dalam kasus Smart Slow Juicer, misalnya, logika Fuzzy dapat memetakan tingkat keberatan pengguna terhadap tingkat kekentalan jus menjadi tingkat durasi pengolahan yang disesuaikan [9]. Dengan demikian, juicer dapat menghasilkan jus sesuai dengan preferensi pengguna, baik itu jus yang lebih encer atau lebih kental, dengan durasi pengolahan yang optimal. Hal ini menjadikan Smart Slow Juicer sebagai alat yang cerdas dan efisien dalam menghasilkan jus segar dengan kualitas optimal, serta memberikan pengalaman pengguna yang lebih personal dan sesuai dengan preferensi individu [4].

C. Arduino UNO

Arduino UNO adalah sebuah papan pengembangan yang menggunakan mikrokontroler ATmega328P. Papan ini merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang sering digunakan dalam pengembangan sistem elektronik, termasuk dalam penelitian Smart Slow Juicer. Arduino UNO memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya menjadi pilihan yang ideal untuk mengendalikan proses dan program dengan logika Fuzzy pada Smart Slow Juicer [10].

Dalam konteks penelitian Smart Slow Juicer, Arduino UNO digunakan sebagai otak atau kontrol pusat yang menghubungkan komponen-komponen lainnya, seperti motor, sensor berat, dan panel kontrol. Arduino UNO juga digunakan untuk mengimplementasikan algoritma logika Fuzzy yang dirancang untuk mengatur durasi pengolahan berdasarkan berat dan preferensi pengguna. Mikrokontroler ini menerima input dari sensor berat untuk mengenali berat bahan yang dimasukkan ke juicer, kemudian mengolah data dengan algoritma logika Fuzzy untuk menentukan durasi pengolahan yang optimal, dan mengendalikan motor sesuai dengan hasil pengolahan yang diperoleh [11].

Arduino UNO menyediakan platform yang fleksibel dan mudah diatur melalui bahasa pemrograman yang sederhana, sehingga memungkinkan para peneliti atau pengembang untuk mengembangkan sistem Smart Slow Juicer yang cerdas, efisien, dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna [11].

D. Sensor Load Cell

Sensor Load Cell adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur beban atau berat buah dan sayuran yang dimasukkan ke dalam Smart Slow Juicer. Sensor ini menjadi komponen penting dalam sistem Smart Slow Juicer karena memberikan informasi berat yang sangat dibutuhkan dalam pengaturan durasi pengolahan dan penyesuaian otomatis [12].

Sensor Load Cell mengubah beban yang terdeteksi menjadi sinyal listrik yang kemudian akan diproses oleh Arduino Uno. Data beban yang diperoleh dari sensor Load Cell akan digunakan sebagai salah satu input dalam sistem Fuzzy untuk mengatur durasi pemrosesan. Sensor ini membantu dalam mengimplementasikan logika Fuzzy dan memastikan penyesuaian otomatis yang tepat dalam proses pengolahan jus [13].

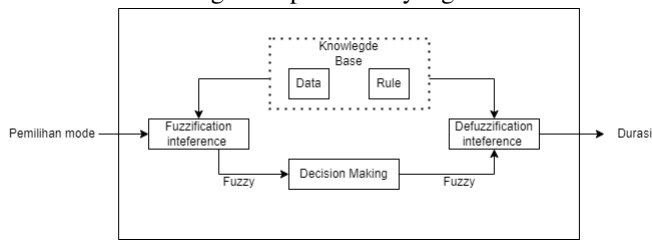
III. METODE

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan dengan mengintegrasikan Arduino Uno, sensor Load Cell, push button, dan LCD. Arduino Uno diprogram dengan logika Fuzzy untuk mengontrol durasi pemrosesan berdasarkan beban yang terdeteksi oleh sensor Load Cell. Pengguna dapat memilih mode pemrosesan melalui push button yang disediakan yaitu lunak, sedang dan berat. Setiap mode yang disediakan sudah di set parameter durasi minimum dan maksimum yang sudah ditetapkan pada Arduino.

Data hasil pengolahan ditampilkan pada LCD. Sistem Fuzzy Logic berjalan dengan input pilihan mode oleh pengguna berdasarkan kategori beban yang disesuaikan. Setelah fuzzification, database yang berisi tentang definisi fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan Fuzzy tersebut

akan dikombinasikan dengan rule base yang terprogram berisi aturan-aturan IF-THEN Fuzzy sebagai knowledge base dalam menjalankan decision making yang selanjutnya defuzzification dengan output durasi yang sesuai.



GAMBAR 1
Perancangan Sistem

B. Parameter Fuzzy

TABEL 1
Durasi Fungsi Fuzzy

Durasi (s)		
Singkat	Sedang	Lama
60-75	70-130	100-180

TABEL 2
Beban dan Kategori Fuzzy

Beban(g)	Kategori
50-150	Ringan
140-350	Sedang
345-500	Berat

C. Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan data pengujian, dilakukan 15 kali percobaan yang berbeda dengan memvariasikan parameter input berupa beban pada sistem Logika Fuzzy yang telah ditentukan. Percobaan ini dilakukan dengan melakukan pemilihan mode yang berbeda pada Smart Slow Juicer. Hasil dari percobaan tersebut adalah output berupa durasi pengolahan yang sesuai dengan parameter input beban pada Logika Fuzzy.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian dengan 15 variasi percobaan berdasarkan berat dan mode proses, dihasilkan data durasi seperti pada Tabel 3. Setiap percobaan memiliki input berupa berat bahan yang diproses (dalam gram), pilihan mode yang digunakan, durasi pengolahan (dalam detik), dan kesesuaian antara output durasi dengan parameter input yang telah ditentukan. Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa setiap percobaan menghasilkan durasi pengolahan yang berbeda-beda, tergantung pada berat bahan dan mode yang dipilih.

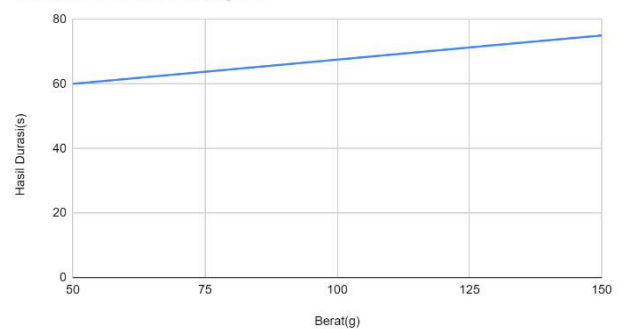
TABEL 3
Hasil Pengujian Durasi berdasarkan Beban pada Smart Slow Juicer

Kategori	Berat(g)	Hasil Durasi(s)
Singkat	<50g	0s
	90.15g	66.05s
	129.49g	71.98s
	139.85g	73.50s
	>150g	75s
Sedang	<140g	70s
	166.51g	76.12s
	275.12g	110.59s
	330.11g	128.57s

Lama	>350g	130s
	<345g	100s
	378.09g	110.23s
	450.03g	169.58s
	489.06g	175.12s
	>500g	0s

Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum pada Tabel 3, terlihat bahwa semakin besar berat bahan yang diproses, durasi pengolahan cenderung meningkat. Hal ini dapat dilihat dari data yang menunjukkan adanya peningkatan durasi pengolahan seiring dengan peningkatan berat bahan pada setiap mode. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar logika Fuzzy yang digunakan dalam pengendalian sistem Smart Slow Juicer.

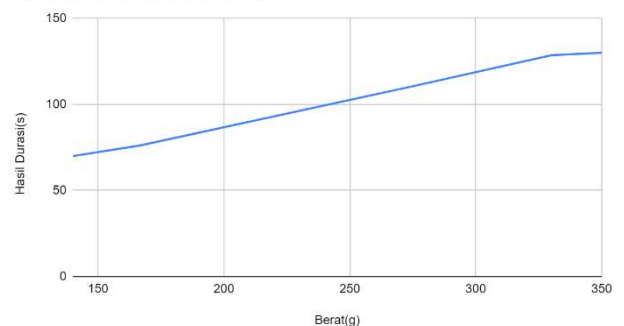
Hasil Mode Pilihan Singkat



GAMBAR 2

Grafik Pengujian Durasi terhadap Berat pada Pilihan singkat

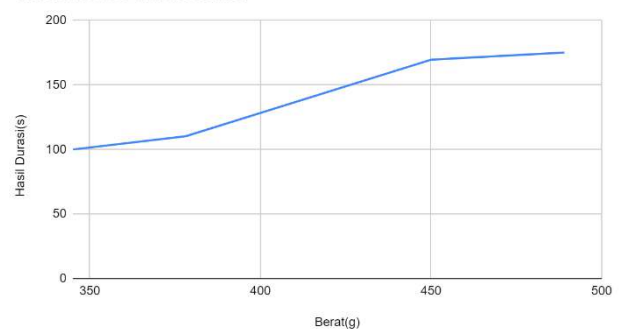
Hasil Mode Pilihan Sedang



GAMBAR 3

Grafik Pengujian Durasi terhadap Berat pada Pilihan 2

Hasil Mode Pilihan Lama



GAMBAR 4

Grafik Pengujian Durasi terhadap Berat pada Pilihan 3

Logika Fuzzy merupakan metode pengambilan keputusan yang mampu menyesuaikan dan mengatasi ketidakpastian serta variasi dalam data input. Pada Smart Slow Juicer, logika Fuzzy digunakan untuk mengontrol durasi pengolahan berdasarkan berat bahan dan preferensi pengguna. Sensor Load Cell berperan penting dalam memberikan informasi berat yang menjadi input dalam sistem Fuzzy. Data dari sensor Load Cell memberikan masukan untuk logika Fuzzy dalam menentukan durasi pengolahan yang optimal.

Arduino UNO sebagai mikrokontroler yang terintegrasi dalam Smart Slow Juicer, digunakan untuk mengendalikan proses dan program dengan logika Fuzzy. Melalui Arduino IDE, program logika Fuzzy yang telah dikembangkan dapat diimplementasikan dan dijalankan pada Arduino UNO. Arduino UNO mampu mengambil keputusan secara real-time berdasarkan aturan logika Fuzzy yang telah ditentukan, sehingga dapat mengatur durasi pengolahan secara efisien.

Pada pengujian, semua output durasi pengolahan pada setiap percobaan sesuai dengan parameter input yang ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali logika Fuzzy pada Smart Slow Juicer berhasil menghasilkan durasi pengolahan yang optimal dan sesuai dengan karakteristik berat bahan yang diproses.

Dalam konteks penggunaan sensor Load Cell, pengukuran berat bahan menjadi faktor penting dalam penentuan durasi pengolahan. Sensor Load Cell digunakan untuk mendeteksi beban atau berat bahan yang dimasukkan ke dalam Smart Slow Juicer. Informasi berat yang diperoleh dari sensor Load Cell digunakan sebagai input dalam logika Fuzzy untuk menentukan durasi pengolahan yang tepat. Dengan adanya sensor Load Cell, Smart Slow Juicer dapat melakukan penyesuaian otomatis berdasarkan berat bahan yang diproses, sehingga menghasilkan jus dengan kualitas terbaik dan efisiensi energi yang tinggi.

Penggunaan logika Fuzzy dalam kombinasi dengan Arduino UNO dan sensor Load Cell pada Smart Slow Juicer memberikan pengendalian yang efisien dan terintegrasi. Dengan demikian, implementasi sistem Fuzzy pada Smart Slow Juicer membantu meningkatkan efisiensi energi dan kualitas jus yang dihasilkan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan logika Fuzzy untuk kendali durasi pemrosesan berdasarkan massa beban pada Smart Slow Juicer. Setiap percobaan menghasilkan durasi pengolahan yang berbeda-beda, tergantung pada berat bahan dan mode yang dipilih. Grafik pengujian menunjukkan bahwa durasi pengolahan meningkat seiring dengan peningkatan berat bahan pada setiap pilihan mode. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem kendali Fuzzy dapat menghasilkan durasi pengolahan yang optimal berdasarkan berat input dan mode yang dipilih. Penyesuaian otomatis durasi pemrosesan berdasarkan berat bahan memungkinkan juicer untuk mengoptimalkan waktu pengolahan sesuai dengan karakteristik bahan tersebut.

REFERENSI

- [1] 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.
- [2] H. A. Pamasaria, J. A. Putranto, and S. A. V. Harsugi, "Pemilihan Mekanisme Blade pada Blender Fresh Juice Vending Machine," *IMDeC (Industrial and Mechanical Design Conference)*, 2020.
- [3] 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.
- [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] 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.
- [7] E. Trillas and L. Eciolaza, *Fuzzy Logic*, vol. 320. Cham: Springer International Publishing, 2015.
- [8] J. M. Mendel, "Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial," *Proceedings of the IEEE*, vol. 83, no. 3, pp. 345–377, Mar. 1995.
- [9] L. A. Zadeh, "Fuzzy logic," *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 21, no. 4, pp. 83–93, Apr. 1988.
- [10] U. Achlison and B. 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, 2020.
- [11] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik pada Alat Elektronik Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 29, Aug. 2020.
- [12] M. Noranizan *et al.*, "Impact of juice extraction method on the physicochemical, functional, and sensory properties of Sabah snake grass (*Clinacanthus nutans*) juice mix," *Int Food Res J*, vol. 27, no. 5, pp. 835–845, 2020.
- [13] Wahyudi, A. Rahman, and M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 5, no. 2, p. 207, Feb. 2018.