



Rancang Bangun Alat Ekstraksi Ideal Menakar Kopi Berbasis Mikrokontroler ATmega2560

Asril Tito Haidir^{1*}, Mega Tri Kurnia², Joko Saputro³

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Komputer, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

³Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Bung Karno, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}alhaidirsudarmi@gmail.com, ²mega_trikurnia@ubk.ac.id, ³jokosaputro@ubk.ac.id

(* : Correspondence Author)

Diterima Redaksi: 20/11/2023

Selesai Revisi: 28/12/2023

Diterbitkan Online: 31/12/2023

Abstrak – Kopi merupakan minuman nikmat dan populer dengan berbagai varian rasa. Kualitas kopi memainkan peran untuk mempengaruhi rasa dan aroma. Dalam upaya meningkatkan kualitas kopi, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan alat ekstraksi kopi berbasis mikrokontroler. Kualitas ekstraksi kopi yang ideal melibatkan faktor waktu dan suhu. Alat ekstraksi kopi konvensional memiliki keterbatasan dalam mengendalikan factor-faktor tersebut dengan konsisten. Maka, penggunaan mikrokontroler sebagai media ekstraksi kopi akan menjanjikan kontrol yang lebih presisi. Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak. Uji melalui eksperimen para barista sebagai sampel dilakukan dalam menakar berbagai jenis kopi Aceh, Toraja, dan Flores untuk mengevaluasi efektivitas alat ini. Parameter rasa dan aroma dievaluasi untuk mengukur sejauh mana alat ekstraksi kopi mampu menghasilkan ekstraksi yang sesuai dengan standar rasa yang diharapkan penikmat kopi. Penelitian ini berhasil memberikan fungsi otomatis menakar kopi dengan presisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu menghasilkan kualitas ekstraksi kopi 98% konsisten. Dalam kesimpulannya, penelitian ini mengilustrasikan potensi baik aplikasi berbasis mikrokontroler dalam meningkatkan kualitas ideal menakar kopi. Dengan kontrol yang lebih presisi, alat ini membantu menciptakan kondisi ekstraksi yang optimal untuk mencapai cita rasa yang diinginkan penikmat kopi. Potensi ini memiliki dampak positif dalam mengangkat mutu industri kopi.

Kata Kunci: Ekstraksi Kopi, Mikrokontroler, ATmega2560, Kualitas Menakar, Otomatis Presisi

Abstract – Coffee is a delightful and popular beverage with various flavor variations. The quality of coffee plays a pivotal role in influencing its taste and aroma. In an effort to enhance coffee quality, this research aims to design and implement a coffee extraction device based on microcontroller technology. Achieving the ideal coffee extraction quality involves factors such as time and temperature. Conventional coffee extraction devices have limitations in consistently controlling these factors. Therefore, the use of microcontrollers as a medium for coffee extraction promises more precise control. This study adopts a hardware and software development approach. Experimental tests, using baristas as samples, were conducted to assess the effectiveness of this device in measuring various types of coffee from Aceh, Toraja, and Flores. Parameters related to taste and aroma were evaluated to measure the extent to which the coffee extraction device could produce extractions that align with the expected flavor standards for coffee enthusiasts. This research successfully implemented an automated coffee measurement function with precision. Test results indicated that this device consistently produces coffee extractions with 98% consistency. In conclusion, this study illustrates the potential of microcontroller-based applications in enhancing the ideal coffee measurement quality. With more precise control, this device assists in creating optimal extraction conditions to achieve the desired flavor for coffee enthusiasts. This potential has a positive impact on elevating the quality of the coffee industry.

Keywords: Coffee Extraction, Microcontroller, ATmega2560, Precision Measurement, Automatic Precision

1. PENDAHULUAN

Kopi, sebagai salah satu minuman yang sangat populer di seluruh dunia, telah menjadi subjek penelitian dalam beberapa dekade [1]. Para peneliti dan penggemar kopi telah menyelidiki berbagai aspek yang berkaitan dengan produksi, kualitas, dan metode penyeduhan kopi [2][3]. Hasil penelitian sebelumnya telah memberikan wawasan yang berharga tentang bagaimana faktor-faktor seperti varietas biji kopi, teknik pemanggangan, dan proses ekstraksi dapat memengaruhi cita rasa dan aroma kopi [4][5]. Namun, dalam konteks penelitian ini, peneliti mengetahui bahwa meskipun banyak yang telah diketahui tentang kopi, masih ada ruang untuk peningkatan yang signifikan dalam kontrol ekstraksi kopi.





Pengetahuan yang ingin akan isi dalam penelitian ini adalah bagaimana model penerapan teknologi mikrokontroler, khususnya dengan penggunaan mikrokontroler ATmega2560, dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas ekstraksi kopi. Penelitian ini ingin memahami sejauh mana teknologi ini dapat memberikan kontrol yang lebih presisi terhadap faktor-faktor kunci seperti waktu dan suhu dalam proses ekstraksi kopi. Meskipun ada beberapa penelitian yang mengulas aspek ini, masih ada ketidakpastian dan potensi untuk peningkatan lebih lanjut dalam mencapai ekstraksi kopi yang ideal. Penelitian oleh Giulia Angeloni dan kawan-kawan, mengkarakterisasi dan membandingkan dua metode ekstraksi dingin, minuman dingin dan tetes dingin. Analisis fisika dan kimia digunakan untuk mendeskripsikan minuman kopi dalam hal pH, total padatan, indeks bias, kepadatan dan viskositas. Kafein dan asam sinamat diukur menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC)/detektor susunan dioda dan HPLC/spektrometri massa [6]. Penelitian terkait lainnya oleh Wenjiang Dong dan kawan-kawan, menunjukkan bahwa metode ekstraksi enzimatis berbantuan pengemulsi geser merupakan metode ekstraksi yang paling tepat untuk serat pangan larut kulit kopi. menunjukkan bahwa metode ekstraksi enzimatis berbantuan pengemulsi geser merupakan metode ekstraksi yang paling tepat untuk serat pangan larut kulit kopi [7]. Penelitian relevan Nancy Kordoba dan kawan-kawan dalam kajiannya fokus pada interpretasi kontribusi berbagai parameter selama proses ekstraksi kopi (coffee brewing). Metode penyeduhan kopi dan parameter ekstraksinya dianalisis melalui penjelasan fenomenologis dan pengaruhnya terhadap karakteristik fisikokimia dan rasa kopi yang diseduh [8]. Pada penelitian Carlotta Ciaramelli dan kawan-kawan, membuat protokol yang efisien untuk analisis cepat spektrum NMR ekstrak kopi hijau dan kopi panggang, yang memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi metabolit secara otomatis dalam waktu kurang lebih dua menit per spektrum. Metode ini memungkinkan pembuatan profil metabolik dan evaluasi selanjutnya terhadap kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan sampel kopi, tergantung pada spesiesnya (Arabika dan Robusta), asal geografis, dan prosedur ekstraksi (hidroalkohol, espresso, dan moka) [9]. Penelitian lainnya oleh Lívia Alves Barroso dan kawan-kawan, pada penelitiannya menunjukkan parameter yang dioptimalkan menunjukkan bahwa 45 menit sudah cukup untuk melakukan ekstraksi dingin pada suhu 4°C dan 24°C. Parameter yang dipilih untuk validasi adalah 24°C, 30% rasio kopi dan air, pengadukan 400 rpm menghasilkan 3,98 mg/ml kafein yang diekstrak, 11,20 °Brix, dan 93,9% rendemen kafein. Ukuran partikel yang lebih kecil (595 µm) menunjukkan ekstraksi kafein yang lebih tinggi yaitu sekitar 4 mg/ml [10].

Penelitian ini memiliki implikasi dalam meningkatkan mutu industri kopi. Dengan lebih memahami penggunaan mikrokontroler dalam proses ekstraksi kopi, kita dapat menciptakan alat ekstraksi yang lebih canggih dan terukur [11]. Ini bukan hanya tentang mencapai cita rasa kopi yang diinginkan oleh para pecinta kopi, tetapi juga tentang menciptakan konsistensi dalam menghasilkan kualitas ekstraksi yang konsisten setiap saat [12]. Dengan teknologi, kita dapat menciptakan kondisi ekstraksi yang optimal yang tidak hanya menguntungkan para penikmat kopi, tetapi juga produsen dan pelaku industri kopi. Oleh karena itu, tujuan utama penelitian ini adalah untuk menggali dan menjelaskan bagaimana penggunaan teknologi mikrokontroler dapat meningkatkan kualitas ekstraksi kopi, serta untuk memberikan dasar empiris yang kuat untuk merancang dan mengembangkan alat ekstraksi kopi yang lebih baik. Dalam artikel ini peneliti akan menyelidiki penerapan teknologi mikrokontroler ATmega2560 dalam merancang alat ekstraksi kopi yang ideal dan membawa pemahaman lebih lanjut tentang bagaimana teknologi ini dapat membantu mengisi pengetahuan tentang ekstraksi kopi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mendokumentasikan langkah-langkah pengembangan alat, serta menguji efektivitas dalam meningkatkan kualitas ekstraksi kopi dengan takaran ideal.

2.1 Sampel

Sampel yang dikumpulkan adalah berbagai jenis biji kopi, termasuk biji kopi Aceh, Toraja, dan Flores [13]. Memilih sampel kopi dari berbagai sumber untuk mencakup variasi dalam karakteristik kopi berdasarkan pengalaman barista dari beberapa kedai kopi di Jakarta Pusat. Beberapa sampel kopi digunakan dalam setiap pengujian alat penakar hasil ekstraksi biji kopi untuk dilakukan evaluasi kinerjanya. Setiap jenis biji kopi memiliki keunikan sendiri dalam hal rasa, aroma, dan karakteristiknya [14]. Berikut adalah tentang keunikan masing-masing dari biji kopi Aceh, Toraja, dan Flores:

1. Biji kopi Aceh sering dikenal dengan rasa yang kaya, cenderung memiliki cita rasa yang tajam. Rasa kopi Aceh sering kali mencakup sentuhan rempah-rempah dan coklat dengan sedikit asam [15]. Kopi Aceh memiliki aroma yang kuat dan bervariasi, tergantung pada varietasnya. Aroma yang umum ditemukan adalah aroma herbal, dan kayu. Kopi Aceh sering kali tumbuh di dataran tinggi,



dan iklim serta tanahnya yang kaya memberikan karakter kopi yang khas [16]. Keunikan terletak pada citarasa yang kuat dan profil rasa yang tajam.

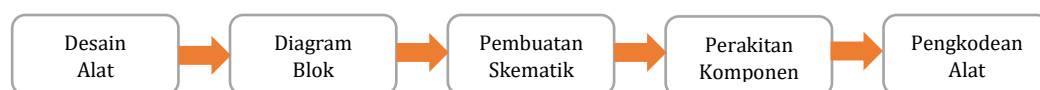
2. Biji kopi Toraja dikenal dengan rasa yang lembut, ringan. Kopi Toraja memiliki rasa yang seimbang dengan tingkat keasaman yang moderat. Rasa buah-buahan dan cokelat sering kali terasa. Kopi Toraja memiliki aroma yang menyenangkan dengan buah-buahan dan bunga [17]. Aroma ini dapat sangat kompleks dan memikat. Keunikan kopi Toraja terletak pada keseimbangan rasa yang menghasilkan kopi yang mudah diminum.
3. Biji kopi Flores sering dikenal dengan rasa yang penuh, kompleks. Rasa kopi Flores dapat mencakup berbagai nuansa seperti buah tropis, bunga, dan rempah-rempah. Kopi Flores memiliki aroma yang unik dengan sentuhan buah-buahan tropis yang segar dan manis. Keunikan kopi Flores terletak pada citarasa yang beragam dan aroma yang mencengangkan. Biji kopi Flores sering dihasilkan dari tanaman kopi varietas Arabika yang tumbuh di dataran tinggi, sehingga iklim dan tanah berkontribusi pada karakter kopi yang istimewa [18].

Ketiga jenis biji kopi tersebut mewakili keragaman dunia kopi, dan setiap jenis memiliki daya tariknya sendiri bagi para pencinta kopi. Rasa, aroma, dan karakteristik biji kopi dapat berbeda-beda tergantung pada kondisi pertumbuhan dan metode pemrosesan yang digunakan.

2.2 Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang berkaitan dengan alat ekstraksi kopi berbasis mikrokontroler. Instrumen keras mencakup komponen fisik alat ekstraksi, sementara instrumen lunak mencakup pengkodean yang diperlukan untuk mengontrol alat dan mengumpulkan data hasil pengujian [19].

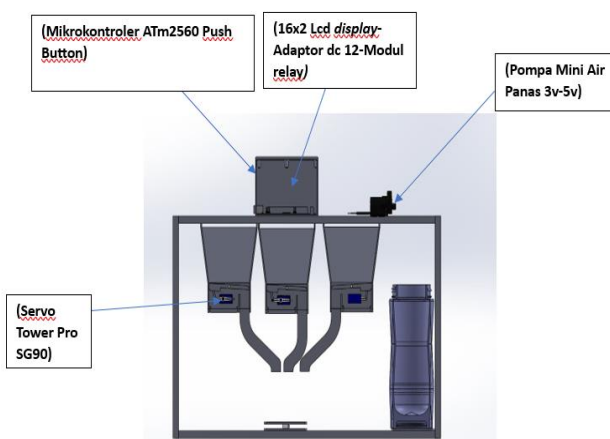
2.3 Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahap Penelitian

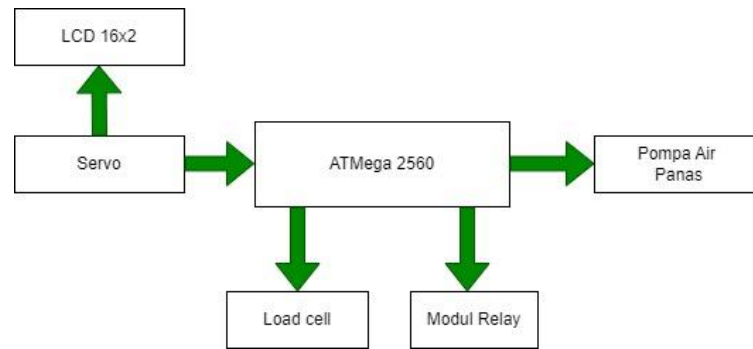
Proses dilakukan dalam beberapa tahap seperti pada gambar 1, yang dibuat dengan terstruktur, yaitu:

1. Tahap desain alat, dengan menggambar desain dan estetika berupa tampak tampilan sederhana yang menggambarkan bentuk awal alat [20], seperti pada gambar 2 berikut:



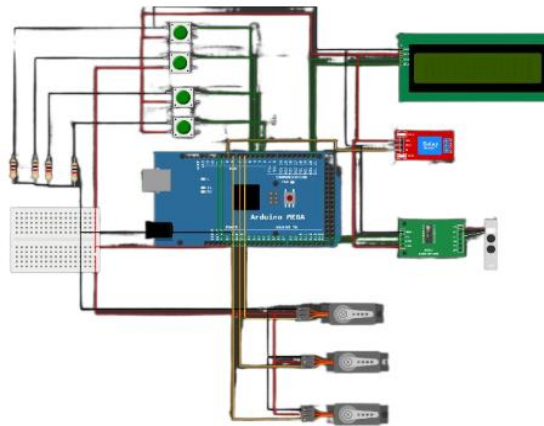
Gambar 2. Desain dan Estetika Alat

2. Tahap pembuatan diagram blok, dengan menyusun diagram blok, menggambarkan hubungan antara komponen alat dan aliran data [21]. Diagram ini membantu dalam memahami struktur alat secara keseluruhan yang ditunjukkan pada gambar 3.



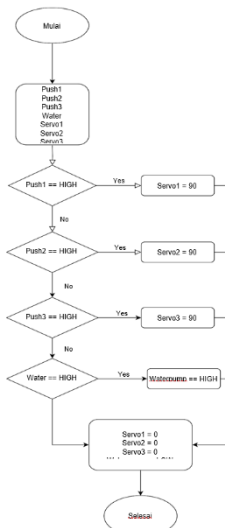
Gambar 3. Diagram Blok

3. Tahap pembuatan skematik, tahap ini dilakukan pembuatan skematik keseluruhan komponen alat, yang merupakan representasi visual dari sirkuit elektronik [22], yang akan digunakan dalam alat seperti pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Skematik Rangkaian Alat

4. Tahap perakitan komponen alat yang telah dirancang kemudian dirakit sesuai dengan spesifikasi.
5. Tahap pengkodean, mengembangkan program mikrokontroler untuk mengendalikan alat dan mengatur setiap parameter seperti capaian waktu dan suhu, *flowchart* ditunjukkan pada gambar 5 untuk memudahkan proses pengkodean pada alat.



Gambar 5. Flowchart Alat

Setelah alat ekstraksi selesai dirancang, dirakit, dan dikodekan, dilakukan serangkaian pengujian. Data pengujian mencakup parameter rasa dan aroma dari ekstraksi kopi yang dihasilkan oleh alat dan membandingkan hasilnya dengan standar rasa yang diharapkan oleh pecinta kopi. Metode analisis riset yang digunakan adalah triangulasi, yaitu penggunaan beberapa metode pengumpulan data untuk memastikan keakuratan dan validitas hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan yang digunakan dalam alat ini meliputi bingkai yang dicetak dengan menggunakan PLA filament 3D, serta komponen internal seperti Mikrokontroler ATmega2560, Tower Pro SG90, Pompa Mini Micro Submersible Water Pump 3V-5V DC, Modul Relay 1 Channel, Layar LCD 16X2 Serial, Tombol Pencet 4 kaki dengan dimensi 12x12x7, dan Adaptor DC 12 sebagai catu dayanya gambar 6 adalah bentuk jadi menyerupai model desain awal.



Gambar 6. Bentuk Fisik Alat

3.1 Pengukuran Tegangan Alat

Nilai yang dianggap aman untuk komponen IC regulator pada alat adalah sekitar 1.2 watt [23]. Pengukuran disipasi daya pada alat ini bertujuan untuk memastikan keamanan penggunaannya. Pengukuran ini membantu untuk memastikan bahwa daya yang dihasilkan oleh alat tidak melebihi batas aman. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa arus yang diperoleh adalah sebesar 0.19A, yang setara dengan 190 mA, seperti ditunjukkan pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Pengukuran Tegangan

3.2 Pengujian Alat

Gambar 8 berikut, menunjukkan pengujian kinerja alat saat proses menakar dalam tiga kali pengujian untuk jenis kopi yang berbeda-beda.



Gambar 8. Proses Menakar

Proses selanjutnya adalah uji peran air untuk proses mengalirkan air pada gelas dengan suhu yang pas sesuai rekomendasi data yang ditetapkan, ditunjukkan dokumentasi pada gambar 9 berikut, air mengalir dengan ketepatan waktu dan suhu yang pas.



Gambar 9. Pengujian Pompa Air

Berikut pada tabel 1 adalah informasi untuk pengujian pada setiap komponen alat:

Tabel 1. Daftar Uji Komponen Alat

Komponen	Fungsi	Keterangan	Status
Servo	Membuka katup wadah kopi	Cukup Baik	Delay, Berfungsi
Pompa mini	Mengisi air ke gelas	Baik	Akurat, Berfungsi
LCD	Informasi Pemrosesan	Baik	Akurat, Berfungsi
Termometer	Mengukur suhu air	Baik	Akurat, Berfungsi
Load Cell	Mengukur takaran kopi	Cukup Baik	Delay, Berfungsi

4. KESIMPULAN

Dari beberapa pengujian yang telah dilakukan, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil. Pertama, alat ini mampu bekerja secara otomatis menakar kopi yang diperlukan untuk ekstraksi dengan presisi baik mencapai 98%, menghilangkan tidak konsistenan takaran yang sering ditemui dalam metode ekstraksi manual. Kedua, pengguna memiliki fleksibilitas untuk mengatur berbagai parameter ekstraksi, seperti waktu dan suhu, dengan kontrol yang sangat tepat. Hal ini memungkinkan para pengguna khususnya barista pada kedai untuk menciptakan kondisi ekstraksi yang optimal sesuai dengan preferensi rasa kopi yang diinginkan penikmat kopi.



REFERENCES

- [1] M. A. Spiller, "The chemical components of coffee," *Caffeine*, pp. 97–161, 2019.
- [2] G. V de Melo Pereira *et al.*, "Chemical composition and health properties of coffee and coffee by-products," *Adv. Food Nutr. Res.*, vol. 91, pp. 65–96, 2020.
- [3] M. Moeenfarid and A. Alves, "New trends in coffee diterpenes research from technological to health aspects," *Food Res. Int.*, vol. 134, p. 109207, 2020.
- [4] B. B. Gökçen and N. Sanlier, "Coffee consumption and disease correlations," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 59, no. 2, pp. 336–348, 2019.
- [5] G. Angeloni *et al.*, "What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods," *Food Res. Int.*, vol. 116, pp. 1327–1335, 2019.
- [6] G. Angeloni, L. Guerrini, P. Masella, M. Innocenti, M. Bellumori, and A. Parenti, "Characterization and comparison of cold brew and cold drip coffee extraction methods," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 99, no. 1, pp. 391–399, 2019.
- [7] W. Dong, D. Wang, R. Hu, Y. Long, and L. Lv, "Chemical composition, structural and functional properties of soluble dietary fiber obtained from coffee peel using different extraction methods," *Food Res. Int.*, vol. 136, p. 109497, 2020.
- [8] N. Cordoba, M. Fernandez-Alduenda, F. L. Moreno, and Y. Ruiz, "Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews," *Trends Food Sci. & Technol.*, vol. 96, pp. 45–60, 2020.
- [9] C. Ciaramelli, A. Palmioli, and C. Airoidi, "Coffee variety, origin and extraction procedure: Implications for coffee beneficial effects on human health," *Food Chem.*, vol. 278, pp. 47–55, 2019.
- [10] L. A. Barroso *et al.*, "Optimization of the brewing parameters on coffee extraction using a central composite rotatable design," *JSFA Reports*, vol. 2, no. 3, pp. 107–115, 2022.
- [11] M. R. Hidayat, T. Anugrah, and A. Munir, "ATmega16 Microcontroller-based Automatic Coffee Brewing System using Pour Over V60 Technique," in *2019 16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, 2019, pp. 1–4.
- [12] T. H. Nasution, A. Putramas, S. Soeharwinto, F. Fahmi, and I. Siregar, "Automatic coffee roaster design using Arduino," in *AIP Conference Proceedings*, 2018.
- [13] E. Yusibani, P. L. Woodfield, A. Rahwanto, M. S. Surbakti, and others, "Physical and Chemical Properties of Indonesian Coffee Beans for Different Postharvest Processing Methods," *J. Eng. & Technol. Sci.*, vol. 55, no. 1, 2023.
- [14] M. F. R. Pahlawan and R. E. Masithoh, "Vis-NIR spectroscopy and PLS-DA model for classification of Arabica and Robusta roasted coffee bean," *Adv. Sci. Technol.*, vol. 115, pp. 45–52, 2022.
- [15] Y. B. S. Panggabean, M. Arsyad, and others, "Coffee farming business development: E-commerce technology utilization," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, p. 32011.
- [16] S. P. Taufiqurrahman, I. Fajri, M. P. Lukman Hakim SP, and others, "The Value-Added Analysis of Gayo Arabica Coffee based on Processing," *Int. J. Multicult. Multireligious Underst.*, vol. 7, no. 1, pp. 56–59, 2020.
- [17] M. Hasyim, B. Arafah, and P. Kuswarini, "The new Toraja destination: adding value 'Toraja coffee' of the sustainable tourism development," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020, p. 12072.
- [18] D. Apriani, F. Marissa, and A. M. Igamo, "Indonesian coffee at the international market," *J. Paradig. Ekon.*, vol. 17, no. 2, pp. 261–272, 2022.
- [19] F. Nugroho and A. U. Bani, *Pemahaman Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Deepublish, 2023.
- [20] F. Nugroho, A. T. Oktavianthi, and A. U. Bani, "Rancang Bangun Robot Humidifier Beroda Untuk Menjaga Kelembapan Udara Ideal Mencegah Terinfeksi Bakteri Berbasis Mikrokontroler," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 1091–1103, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.1977.
- [21] D. Agam, A. U. Bani, and F. Nugroho, "Design and Build a Strength Recorder Soil Using Arduino Soil Moisture Sensor," *J. Eng. Technol. Comput.*, vol. 1, no. 3, pp. 126–132, 2022.
- [22] F. Nugroho, D. H. Farhan, and Y. L. Prambodo, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Arah dan Pengukur Kecepatan Angin Berbasis Arduino".
- [23] E. E. E. Nugroho, F., Bani, A.U. and Velazques, "Perancangan Alat Pengukuran Suhu Dan Kadar Oksigen Dalam Tubuh Berbasis Mikrokontroler," *Inst. Teknol. Dan Bisnis Indobaru Nas.*, vol. 10, no. 2, pp. 90–100, 2022.