

Implementasi *Fuzzy Logic* pada Prototip Filter Asap Produksi Briket Terintegrasi *Internet of Things*

^{1*}**Aris Mahmudi, ²Julian Sahertian, ³Rony Hery Irawan**

^{1,2,3} Teknik Informatika, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ^{*1}mmahmudi1103@gmail.com, ²juliansahertian@unpkediri.ac.id, ³rony@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Aris Mahmudi

Abstrak—Proses pembuatan briket menimbulkan berbagai masalah bagi warga sekitar tempat produksi yaitu asap yang berpotensi menimbulkan penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan) dari debu yang terhirup. Dari jelaga yang jatuh juga membuat rumah warga akan sering kotor. Berdasarkan permasalahan tersebut telah dikembangkan prototip guna meminimalisir asap produksi arang batok kelapa dengan metode *electrostatic precipitator*. Namun prototip tersebut mengalami penurunan performansi jika suhu gas buang tinggi. Sehingga pada penelitian ini menerapkan *fuzzy logic* untuk menyesuaikan kecepatan kipas yang mengeluarkan gas buang dari dalam prototip. *Fuzzy logic* yang diterapkan dapat berfungsi sebagai sistem kendali kecepatan kipas dengan sistem kendali tertutup. Hasil pengujian jaringan internet menunjukkan bahwa nilai *latency* memiliki rentang 280 - 575 ms. Sedangkan pada pengujian *throughput* memiliki nilai rata-rata yaitu 277942.85 bps atau 277.94 kbps. Sehingga dapat disimpulkan prototip filter asap ini memiliki keandalan yang cukup baik.

Kata Kunci— Briket, *Fuzzy Logic*, *Internet of Things*, Sistem Kendali.

Abstract— *The process of making briquettes causes various problems for residents living near the production site, such as smoke that can potentially cause respiratory infections (ISPA) due to inhaled dust. Soot that falls also causes residents' houses to become dirty more frequently. Based on these issues, a prototype has been developed to minimize the smoke produced from coconut shell charcoal using the electrostatic precipitator method. However, the prototype experiences a decline in performance when the exhaust gas temperature is high. Therefore, this study applies fuzzy logic to adjust the fan speed that expels exhaust gas from within the prototype. The applied fuzzy logic functions as a fan speed control system using a closed-loop control system. Internet network testing results show that the latency values range from 280 to 575 ms. Meanwhile, the throughput testing results show an average value of 277,942.85 bps or 277.94 kbps. Thus, it can be concluded that this smoke filter prototype has fairly good reliability.*

Keywords— Briquettes, *Fuzzy Logic*, *Internet of Things*, Control System.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Briket adalah produk turunan kelapa yang memiliki harga jual yang tinggi di pasar internasional. Asap yang dihasilkan dari proses pembakaran proses produksi arang batok kelapa menimbulkan berbagai masalah bagi warga sekitar tempat produksi. Asap tersebut berpotensi menimbulkan penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan) dari debu yang terhirup. Dari jelaga

yang jatuh juga membuat rumah warga akan sering kotor. Residu hasil pembakaran menghasilkan CO₂ yang merupakan salah satu Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 0,2012 kg CO₂-eq dalam proses produksi 1 kg arang batok kelapa [1]. Berdasarkan permasalahan tersebut telah dikembangkan prototip guna meminimalisir asap produksi arang batok kelapa dengan metode electrostatic precipitator. Terdapat *Exhaust Fan* untuk mengeluarkan gas buang dari ruang elektrostatis ke luar prototip.

Berdasarkan penelitian [2] penurunan performansi gaya elektrostatis terjadi karena meningkatnya suhu pada ruang elektrostatis. Penelitian ini berfokus pada implementasi *Fuzzy Logic* sebagai penentu kecepatan *Exhaust Fan* pada prototip dalam menyesuaikan kecepatan kipas. MQTT diterapkan sebagai protokol *Internet of Things* dalam sistem kendali dari user ke prototype sehingga terjadi komunikasi dua arah dari user ke sistem. Internet Of Things (IoT) merupakan gagasan dimana benda-benda dapat berkomunikasi antara satu dengan lain sebagai kesatuan sistem terpadu yang menggunakan jaringan internet sebagai media koneksinya [3]. Protokol MQTT diterapkan karena cocok diterapkan pada perangkat IoT yang sumber daya terpakai dan jaringan yang terbatas [4].

II. METODE

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif dengan melakukan pengumpulan data meliputi studi literatur dan pengamatan langsung (Observasi) pada tempat produksi arang briket. Sedangkan pengembangan sistem menerapkan model *waterfall*, yaitu sebuah metode pengembangan sistem yang mana satu fase ke fase yang lain dilakukan dengan cara berurutan [5]. Sehingga dalam proses pengembangan sistem suatu tahap akan diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya hingga pada tahap akhir. Adapun rinciannya adalah sebagai berikut :



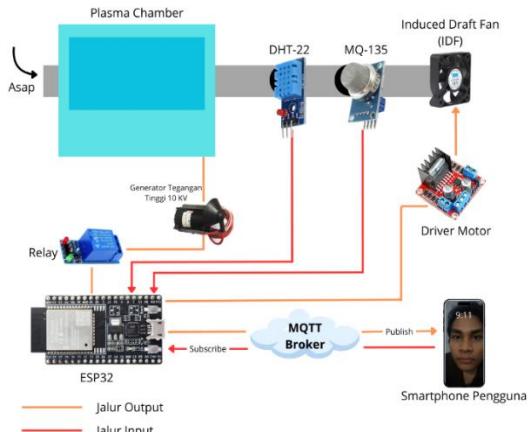
Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

2.1 Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mengumpulkan referensi dari buku, artikel, dan jurnal ilmiah dari internet sebagai dasar teori dalam merancang Filter Asap Produksi Briket terintegrasi *Internet of Things* yang menerapkan *Fuzzy Logic*.

2.2 Perancangan

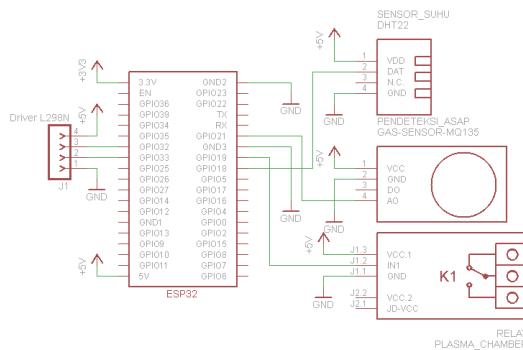
Perancangan sistem dilakukan dengan membuat desain prototip dan desain perangkat keras. Adapun desain prototip pada sistem ini dikendalikan menggunakan ESP32, sensor MQ-135, sensor DHT22, dan menggunakan MQTT sebagai protokol IoT yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Sistem

2.2.1 Desain Perangkat Keras

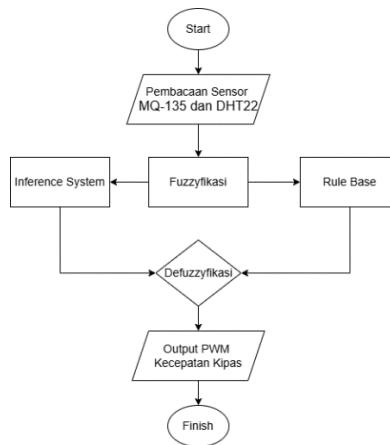
Perangkat keras yang digunakan pada prototip filter asap dirancang menggunakan perangkat lunak Eagle seperti pada gambar 3. Data yang diambil dari sensor suhu DHT22 dan sensor asap MQ135 diolah menggunakan algoritma *Fuzzy* untuk mengendalikan kecepatan kipas yang terhubung pada Driver L298N. Kinerja elektrostatik dikendalikan melalui Relay. Relay tersebut memberi daya 12 VDC ke rangkaian pembangkit tegangan tinggi untuk menghasilkan gaya elektrostatik pada plasma chamber.



Gambar 3. Rancangan Perangkat Keras

2.2.2 Desain Perangkat Lunak

Proses pertama yang dilakukan adalah Fuzzifikasi yaitu dengan mengkonversi sinyal input yang bersifat bahasa alami dengan menggunakan operator fuzzy ke dalam bentuk himpunan fuzzy [6]. Dalam logika fuzzy sangatlah penting untuk memiliki derajat masing-masing keanggotaan yang merupakan penentu keberadaaan elemen dalam suatu himpunan [7].



Gambar 4. Desain Perangkat Lunak

Jangkauan nilai suhu secara linguistik dibagi 3 yaitu suhu normal memiliki jangkauan nilai antara (0 – 50°C), suhu hangat memiliki jangkauan nilai antara (37 – 67°C), dan suhu panas memiliki jangkauan nilai antara (55 – 75°C).

Keanggotaan kepekatan asap memiliki 3 variabel linguistik, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Keanggotaan kepekatan rendah memiliki jangkauan nilai antara (60 – 86 ppm), kepekatan sedang memiliki jangkauan nilai antara (73 – 100 ppm), dan kepekatan tinggi memiliki jangkauan nilai antara (86 – 100 ppm). Kecepatan Exhaust Fan dibagi menjadi 2 yaitu Normal dan Tinggi. Nilai kecepatan yang digunakan adalah nilai PWM yang memiliki nilai berkisar 0 – 255. Keanggotaan Normal memiliki parameter 80 – 180 dan keanggotaan Tinggi memiliki parameter 140 – 240.

Selanjutnya tahap inferensi yaitu aturan-aturan *fuzzy* digunakan untuk menghasilkan *output* dari *rule base* yang dibuat [8]. Dilakukan proses pengujian derajat keanggotaan pada setiap fungsi inputan kedalam aturan yang telah dibuat untuk mendapatkan nilai output. Adapun *rule base* yang telah ditetapkan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Rule Base*

| No | <i>Rule Base</i> | | | | Kecepatan |
|----|------------------|-------------|--------|--|-----------|
| | <i>Asap</i> | <i>Suhu</i> | | | |
| 1 | <i>If</i> Rendah | <i>and</i> | Normal | | Normal |
| 2 | <i>If</i> Rendah | <i>and</i> | Hangat | | Normal |
| 3 | <i>If</i> Rendah | <i>and</i> | Panas | | Normal |
| 4 | <i>If</i> Sedang | <i>and</i> | Normal | | Normal |
| 5 | <i>If</i> Sedang | <i>and</i> | Hangat | | Cepat |
| 6 | <i>If</i> Sedang | <i>and</i> | Panas | | Cepat |
| 7 | <i>If</i> Tinggi | <i>and</i> | Normal | | Normal |
| 8 | <i>If</i> Tinggi | <i>and</i> | Hangat | | Cepat |
| 9 | <i>If</i> Tinggi | <i>and</i> | Panas | | Cepat |

Tahap terakhir yaitu defuzzyifikasi adalah merubah nilai yang dihasilkan fuzzy menjadi nilai crisp (tegas). Melalui pendekatan aturan tsukamoto, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat (*fire strength*) [9]. Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan konsep rata-rata terbobot seperti pada persamaan 1.

$$z = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2}{a_1 + a_2}. \quad (1)$$

Hasil akhir berupa z diperoleh dari α -predikat untuk aturan pertama dan kedua, masing-masing adalah a_1 dan a_2 . Dengan menggunakan penalaran monoton, diperoleh nilai z_1 pada aturan pertama, dan z_2 pada aturan kedua.

2.3 Implementasi

Prototip dibangun menggunakan Arduino IDE untuk memprogram ESP32. Menggunakan bahasa C++. Sedangkan pada halaman web yang menampilkan antar muka sistem dibangun menggunakan NodeJS.

2.4. Uji Coba

Pengujian prototip ini berdasarkan pada nilai suhu dan asap secara realtime. Variasi suhu dan kepekatan asap digunakan untuk mengetahui seberapa akurat sistem bekerja dalam menjalankan semua rule base. Misalkan pengujian menggunakan asap dengan suhu rendah dan kepekatan normal, jika disesuaikan dengan rule base akan menghasilkan kecepatan normal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Pembuatan prototip filter asap terdiri dari dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras dibangun menggunakan ESP32 V4, trafo flyback, motor DC, Sensor MQ-135, Sensor DHT-22, adaptor, stop kontak, dan plat elektroda. Seluruh komponen dikemas dalam bentuk seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Prototip Filter Asap

Hasil pembacaan sensor ditampilkan berupa halaman web yang dibangun dengan *framework* NodeJS yang ditunjukkan pada gambar 7. Pada tampilan website juga dapat dilakukan kendali kinerja prototip seperti kendali nyala prototip, mengubah mode, mengatur kecepatan kipas, dan kendali nyala lampu.



Gambar 7. Tampilan Web

3.2. Pengujian Logika Fuzzy

Pengujian kendali logika Fuzzy dilakukan dengan menerapkan *rule base* pada tabel 1 dengan range masing-masing keanggotaan. Hasil dari pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

| Basis Aturan Ke- | Nilai Asap (ppm) | Nilai Suhu (°C) | Hasil Manual | Hasil Sistem | Selisih |
|------------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 | 60 | 30 | 80 | 80.00 | 0 |
| 2 | 65 | 53 | 99 | 99.23 | 0.23 |
| 3 | 70 | 70 | 118 | 118.46 | 0.46 |
| 4 | 83 | 30 | 103.08 | 111.61 | 8.53 |
| 5 | 85 | 53 | 210.00 | 227.85 | 17.85 |
| 6 | 87 | 70 | 210.00 | 202.74 | -7.26 |
| 7 | 100 | 30 | 115.71 | 80.00 | -35.71 |
| 8 | 105 | 53 | 221.43 | 240.00 | 18.57 |
| 9 | 99 | 70 | 220.50 | 202.74 | -17.76 |

Hasil pengujian pada tabel 2 diperoleh bahwa pada pengujian Basis Aturan ke-1 memiliki selisih paling kecil yaitu 0. Sedangkan selisih nilai paling besar terletak pada basis aturan ke-7 yaitu -35.71.

3.3 Uji Performansi Jaringan Internet

Integrasi IoT dengan protokol MQTT pada prototype membutuhkan ketersediaan internet yang idealnya mampu bekerja meskipun dalam kondisi kecepatan terendah. Pengujian dilakukan dengan menguji latency dan throughput pada device. Kecepatan internet yang digunakan adalah 0.21 Mbps. Hasil testing dapat dilihat seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Jaringan

| Pengujian Ke- | Latency (ms) | Throughput (bps) |
|---------------|--------------|------------------|
| 1 | 352.84 | 512000 |

| Pengujian Ke- | Latency (ms) | Throughput (bps) |
|----------------------|---------------------|-------------------------|
| 2 | 342.48 | 204800 |
| 3 | 578.83 | 204800 |
| 4 | 260.25 | 256000 |
| 5 | 280.85 | 256000 |
| 6 | 715.61 | 256000 |
| 7 | 232.08 | 256000 |
| Rata-rata | 394.7 | 277942.85 |

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 2, diperoleh nilai *latency* secara *end-to-end* dengan rata-rata 394.7 ms, sedangkan nilai *throughput* dengan rata-rata 277942.85 bps, dengan kondisi kecepatan internet 0,21 Mbps dan ukuran *payload* 1024 bytes.

3.4. Pembahasan

Hasil hasil pengujian rule base berdasarkan pembacaan sensor suhu dan asap maksimum berada pada nilai PWM 227 di kondisi suhu 53 dan nilai asap 85 ppm. Nilai PWM berubah sesuai dengan hasil pembacaan sensor membuktikan bahwa *fuzzy logic* yang diterapkan dapat berfungsi. Namun terdapat selisih dari perhitungan manual dengan hasil sistem yang cukup besar terutama pada *rule* 7 dengan selisih 35.71 yang merupakan kekurangan dari sistem yang diterapkan.

Hasil pengujian throughput yaitu dengan rata-rata 277942.85 bps atau 277.94 kbps. Nilai throughput prototip ini lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian [10] yang memiliki nilai sebesar 0.038 bps. Sedangkan nilai *latency* dengan rentang nilai 280 - 575 ms terbilang lebih lambat dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh [11] dengan nilai latency pada rentang 84,9–192,2 ms.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini logika fuzzy pada prototip filter asap terintegrasi internet of things terbukti mampu menerapkan otomatisasi. Namun masih memiliki kekurangan berupa selisih yang besar dari perhitungan manual dengan hasil pada sistem terutama pada rule 7 dengan selisih 35.71.

Hasil pengujian performansi jaringan internet juga membuktikan performa yang baik dengan nilai *throughput* dan *latency* yang masih cukup baik untuk perangkat Internet of Things. Namun perlu adanya perbaikan algoritma agar menghasilkan nilai yang konsisten karena selisih yang cukup besar pada hasil pengujian algoritma fuzzy. Perlu adanya pembagian tugas antar *device* agar performa jaringan internet lebih baik karena pada penelitian ini seluruh proses *fuzzy logic* dan *internet of things* dilakukan oleh mikrokontroller ESP32.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Puspaningrum, M. Yani, N. S. Indrasti and C. Indrawanto, "Dampak Gas Rumah Kaca Arang Tempurung Kelapa Dengan Metode Life Cycle Assessment (Batasan Sistem Gate-

- to-Gate)," *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 32, no. 1, pp. 96-106, 2022, doi: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.96>.
- [2] B. Wenjian, L. Yan, L. Kun and F. Jianren, "Numerical Simulation of Temperature effect on Particle Forces in Electrostatic Precipitators," *Journal of University of Chinese Academy of Sciences*, vol. 34, no. 2, pp. 172-178, 2017, doi:10.7523/j.issn.2095-6134.2017.02.008.
- [3] F. Nahdi and H. Dhika, "Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang," *INTEGER: Journal of Information Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 33-42, 2021, doi:<https://doi.org/10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423>.
- [4] B. Enache, C. Banica and A. G. Bogdan, "Performance Analysis of MQTT Over WebSocket For IoT Applications," *Sciendo*, vol. 23, no. 1, pp. 46-49, 2023,doi:10.2478/sbeef-2023-0008.
- [5] B. Fachri and R. W. Surbakti, "Perancangan Sistem dan Desain Undangan Digital Menggunakan Metode Waterfall Berbasis Website (Studi Kasus: Asco Jaya)," *Journal of Science and Social Research*, vol. IV, no. 3, pp. 263-267, 2021,doi:<https://doi.org/10.54314/jssr.v4i3.692>.
- [6] M. I. S. Aji, D. I. Mulyana and Y. Akbar, "Penerapan IoT Dengan Algoritma Fuzzy Dalam Monitoring Kesehatan Mata Dengan Sensor Berbasis Android," *Jurnal Teknologi Sistem Informasi dan Sistem Komputer TGD*, vol. VI, no. 1, pp. 42-52, 2023, doi:<https://doi.org/10.53513/jsk.v6i1.7346>.
- [7] U. Athiyah, A. P. Handayani, M. Y. Aldean, N. P. Putra and R. Ramadhani, "Sistem Inferensi Fuzzy : Pengertian, Penerapan, dan Manfaatnya," *JOURNAL OF DINDA*, vol. 1, no. 2, pp. 12-21, 2021, doi:<https://doi.org/10.20895/dinda.v1i2.201>.
- [8] Fitriani, T. P. Fiqar and R. K. Abdullah, "Implementasi Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. V, no. 2, pp. 109-121, 2023, doi:<https://doi.org/10.35746/jtim.v5i2.372>.
- [9] S. Kusumadewi and S. Hartati, *Neuro Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [10] S. O. P. Prameswari, N. Rinanto, Z. M. A. Putra, D. S. A. Pambudi and R. Y. Adhitya, "Analisis Quality of Service Integrasi MQTT-LoRa dengan Hambatan untuk Monitoring Autonomous Underwater Vehicle," *Jurnal Inovasi Global*, vol. II, no. 8, pp. 3031-0512, 2024, doi: <https://doi.org/10.58344/jig.v2i8.146>.
- [11] S. B. Bhaskoro, H. Supriyanto, B. B. Aji and B. Pamungkas, "Perbandingan Performansi Latency Protokol Komunikasi HTTP Dan MQTT Pada Internet Of Things," *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, vol. 8, no. 2, pp. 82-89, 2022, doi:<https://doi.org/10.31884/jtt.v8i2.309>.