Pemisahan Kandungan Minyak Jelantah Dalam Pembuatan Biodiesel

1st Shubqy Yoega Pratama
Prodi S1 Teknik Komputer
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
yogaprtaama@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Roswan Latuconsina
Prodi S1 Teknik Komputer
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
roswan@telkomuniversity.ac.id

3rd Rifqi Muhammad Fikri
Prodi S1 Teknik Komputer
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rifqmff@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng yang dihasilakan dari pengguna berulang dalam proses memasak dan banyak berasal dari sektor restoran, pedagang kaki lima, dan rumah tangga. Peningkatan konsumsi makanan berbasis gorengan membuat volume limbah minyak jelantah ini meningkat signifikan.apabila tidak dikelola dengan baik, minyak jelantah dapat mencemari tanah dan perairan, serta membahayakan kesehatan karena menghasilkan senyawa berbahaya seperti radikal bebas pemicu penyakit degeneratif. Studi ini mengidentifikasi rendahnya teknologi pemisahan yang efisien sehingga pemanfaatannya sebagai bahan baku biodiesel belum optimal. Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pemisahan minyak jelantah berbasis Internet of Things IoT dengan menggunakan prinsip perbedaan densitas antara minyak dan air. Dirancang menggunakan Sensor ultrasonik dan sensor warna untuk mendeteksi kandungan air secara real-time,proses pemisahan dibantu gravitasi pada kontainer tiga katup untuk memisahkan minyak, air, dan kotoran. Sistem terintegrasi internet melalui NodeMCU digunakan sebagai unit pengendali dan aplikasi mobile, dengan rata-rata delay komunikasi 0,7 detik masi berada dalam toleransi system IoT yang masih dalam batas toleransi sistem.**

***Kata kunci*— minyak jelantah, teknologi IoT, pemisahan, biodiesel, lingkungan**

I. PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia memiliki kecenderungan konsumsi tinggi terhadap makanan gorengan sehingga penggunaan minyak goreng sawit terus meningkat dari tahun ke tahun. Dampaknya, jumlah limbah minyak jelantah yang dihasilkan oleh sektor kuliner (restoran, pedagang kaki lima) hingga rumah tangga juga semakin besar. Sayangnya, minyak jelantah masih banyak dipandang sebagai limbah yang tidak bernilai, padahal dapat diolah menjadi produk bernilai ekonomi seperti biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, mudah digunakan tanpa modifikasi mesin diesel, serta dapat dicampurkan dengan solar. Namun, untuk menghasilkan biodiesel yang berkualitas, minyak jelantah harus melalui proses pemurnian terutama pemisahan kandungan air. Kandungan air dalam minyak jelantah dapat menyebabkan korosi pada mesin, meningkatkan kadar asam lemak bebas (FFA) akibat hidrolisis, serta menurunkan nilai panas pembakaran. Karena itu, pengendalian kadar air dan FFA menjadi aspek penting agar produk biodiesel memenuhi standar mutu.

Permasalahan utama yang ditemukan di lapangan adalah proses pemisahan minyak dan air yang masih dilakukan secara manual, contohnya pada perusahaan pengumpul minyak jelantah seperti TUKR. Metode manual (menggunakan kran atau pengamatan visual) membutuhkan waktu lama, sedangkan penggunaan alat laboratorium memang cepat namun memerlukan biaya tinggi. Kondisi ini mendorong kebutuhan inovasi teknologi yang efisien, murah, dan mudah diterapkan.

Selain bernilai ekonomi, pengolahan minyak jelantah juga penting dari sisi kesehatan dan lingkungan. Minyak jelantah yang dipakai berulang dapat menghasilkan senyawa peroksida sebagai radikal bebas yang berbahaya bagi tubuh. Dari sisi lingkungan, pembuangan jelantah tanpa pengolahan berpotensi mencemari air dan merusak struktur tanah, bahkan menurunkan kesuburan. Oleh sebab itu, pengolahan minyak jelantah menjadi biodiesel tidak hanya mengurangi limbah, tetapi juga berkontribusi terhadap energi berkelanjutan dan penurunan emisi.

Sebagai solusi, teknologi Internet of Things (IoT) berpotensi digunakan untuk mendukung pemisahan minyak dan air secara otomatis dan real-time melalui sensor serta sistem kendali berbasis mikrokontroler, sehingga proses pemantauan dan pengendalian dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

II. KAJIAN TEORI

Pengembangan sistem berbasis Arduino IDE dan Firebase dalam pemisahan kandungan minyak jelantah untuk pembuatan biodiesel merupakan suatu inovasi yang memanfaatkan teknologi terkini dalam bidang pengolahan limbah dan energi terbarukan. Pada bagian ini, akan dibahas beberapa teori yang mendasari pengembangan sistem ini, termasuk pemahaman tentang Arduino IDE, Firebase, Pemantauan dan pengendalian.

A. Arduino IDE dan Penerapannya dalam Sistem Monitoring

Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah platform pengembangan perangkat keras berbasis open-source yang digunakan untuk membuat aplikasi elektronik dengan memanfaatkan mikrokontroler. Arduino memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan berbagai sensor dan perangkat keras lainnya, yang membuatnya sangat cocok untuk aplikasi Internet of Things (IoT), seperti pemantauan kondisi proses pemisahan minyak dalam pembuatan biodiesel.

B. Firebase untuk Pengolahan Data Real-Time

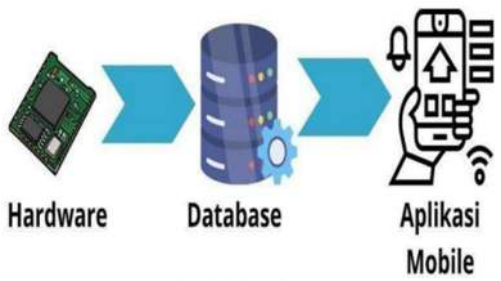
Firebase adalah platform pengembangan aplikasi yang dikembangkan oleh Google, yang menyediakan berbagai layanan backend untuk pengelolaan data secara real-time, seperti Realtime Database, Cloud Firestore, Authentication, dan Cloud Functions. Keunggulan utama Firebase adalah kemampuannya untuk menyimpan dan mengakses data secara langsung dari aplikasi mobile atau web tanpa perlu pengelolaan server yang rumit. Dalam pengolahan minyak jelantah, Firebase memungkinkan data yang dihasilkan oleh sensor yang terhubung ke Arduino untuk disimpan secara otomatis di Realtime Database atau Cloud Firestore. Data tersebut akan diakses oleh aplikasi mobile secara real-time, memberikan informasi yang up-to-date tentang status pemisahan minyak.

C. Teknologi IoT untuk Pemantauan dan Pengendalian

IoT (*Internet of Things*) memungkinkan konektivitas antara perangkat keras dan perangkat lunak, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses secara real-time. Dalam konteks ini, IoT digunakan untuk menghubungkan sensor, mikrokontroler, dan aplikasi mobile. Data yang dikumpulkan oleh sensor kemudian dikirimkan ke platform seperti Firebase, yang memungkinkan pengendalian melalui aplikasi mobile.

III. METODE

Sistem minyak jelantah ini dibangun dengan menggunakan Arduino IDE sebagai platform pengendalian mikrokontroler, NodeMCU untuk konektivitas internet, dan Firebase untuk penyimpanan dan pengelolaan data. Sistem ini dirancang untuk memisahkan air dan minyak melalui gravitasi dalam wadah yang dilengkapi dengan katup yang dikendalikan secara otomatis.



GAMBAR 1
Gambaran Sistem

Data dari perangkat keras dikumpulkan dan disimpan di database, lalu diakses dan ditampilkan oleh aplikasi mobile. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikan perangkat dari mana saja melalui smartphone.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengujian terhadap alat pemisah ini merupakan langkah yang sangat krusial dalam keseluruhan rangkaian pengembangan sistem, karena bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen perangkat keras (hardware) dan aplikasi mobile yang terintegrasi di dalamnya dapat berfungsi secara optimal, konsisten, dan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Hal ini penting untuk mengidentifikasi serta mengatasi potensi masalah atau ketidaksesuaian yang mungkin terjadi pada tahap implementasi, sehingga dapat menjamin bahwa sistem dapat bekerja dengan efisien, memberikan hasil yang akurat, serta memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna secara keseluruhan.

Pengujian ini diawali dengan deteksi dan pengawasan yang bertujuan alat dapat mengukur tingkat kekeruhan pada bilik 2 akuarium dengan menggunakan sensor kekeruhan atau Turbidity yang nantinya akan jadi parameter menentukan minyak dan air akan terpisah. Lalu dengan menguji komunikasi dan integrasi alat dapat mengirimkan data dari hardware ke aplikasi mobile.Terakhir pengujian data real-time agar alat memiliki pengiriman yang real-time dari hardware menuju aplikasi mobile.

A. Pengujian Deteksi dan Pengawasan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sistem dapat melakukan pengukuran tingkat kekeruhan pada bilik kedua di akuarium dengan menggunakan sensor kekeruhan atau turbiditas. Pengujian spesifikasi ini dilakukan didalam ruangan dengan kondisi cahaya yang berasal dari lampu ruangan. Alasan melakukan pengujian dilakukan didalam ruangan karena cahaya dalam ruangan memiliki kecerahan yang stabil yang mempengaruhi pembacaan Sensor Turbiditas. Sensor Ultrasonik 2 yang terletak pada bilik ketiga di akuarium berfungsi membantu Sensor Turbidtas untuk mendeteksi keberadaan cairan dan Sensor Ultrasonik 3 pada bilik keempat berfungsi untuk memantau tingkat minyak sudah terpisah.



GAMBAR 2
Grafik Persentase Minyak

Berdasarkan Gambar 2 sistem berhasil mengukur 43 tingkat kekeruhan pada bilik kedua akuarium menggunakan Sensor Turbiditas dengan kondisi lingkungan yang terkendali. Pemilihan lokasi pengujian di dalam ruangan terbukti efektif karena cahaya dari lampu ruangan memiliki tingkat kecerahan yang stabil, sehingga dapat meminimalkan gangguan pada pembacaan sensor. Selain itu, integrasi

Sensor Ultrasonik menunjukkan peran yang signifikan dalam mendukung kinerja sistem. Sensor Ultrasonik 2 pada bilik ketiga secara efektif mendeteksi keberadaan cairan, sementara Sensor Ultrasonik 3 pada bilik keempat berhasil memantau pemisahan minyak dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi Sensor Turbiditas dan ultrasonik dapat bekerja secara sinergis untuk memberikan hasil pengukuran yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan sistem.

B. Pengujian Komunikasi dan Integrasi

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja komunikasi dan integrasi antar subsistem pada perangkat, khususnya dalam proses pengiriman serta penerimaan data dari NodeMCU ke database dan aplikasi mobile secara real-time.

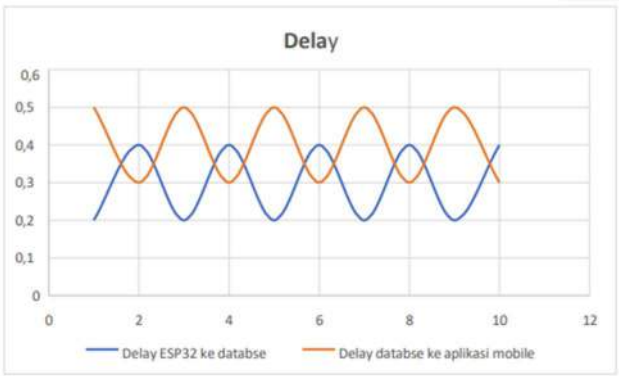


GAMBAR 3
Delay Pengiriman ke Aplikasi Mobile

Pada Gambar 3 menyimpulkan bahwa parameter status Pompa, LED, dan persentase minyak berhasil dikirimkan dengan akurat ke aplikasi mobile. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengiriman data dari perangkat ke aplikasi berjalan dengan baik tanpa adanya gangguan atau kehilangan informasi selama transmisi. Keakuratan data ini dapat dibuktikan dengan kesesuaian nilai yang ditampilkan pada serial monitor dan aplikasi mobile. Pada setiap interval pengukuran dilakukan setiap menit, kedua platform tersebut selalu mencatat nilai yang sama, memastikan data yang diterima oleh pengguna di aplikasi merupakan representasi yang tepat dari kondisi sebenarnya.

C. Pengujian Data real-time

Pada pengujian ini bertujuan untuk memastikan data dari sensor dapat dikirim dan diperbarui secara real-time melalui koneksi internet pada aplikasi mobile.



GAMBAR 4
Delay

Berdasarkan data yang disajikan dalam gambar 4 delay antara NodeMCU dan aplikasi mobile tercatat mencapai waktu tunda sebesar 0,7 detik. Meskipun terdapat jeda dalam proses pengiriman data, nilai ini masih dapat dianggap sebagai waktu yang layak untuk dikategorikan sebagai sistem waktu nyata (real-time), sesuai dengan kebutuhan alat yang sedang diuji.Delay sebesar 0,7 detik ini dinilai tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap performa maupun respons alat secara keseluruhan. Oleh karena itu, sistem tetap dapat diandalkan dalam menjalankan fungsi utamanya dengan baik, serta memenuhi standar operasional yang diperlukan untuk aplikasi berbasis IoT.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem pemisahan minyak jelantah berbasis IoT berhasil memenuhi spesifikasi utama yang dirancang. Pada pengujian spesifikasi pertama (deteksi dan pengawasan), sistem mampu mengklasifikasikan minyak dan air pada bilik kedua menggunakan Sensor Kekeruhan dan Ultrasonik 2, serta dapat mengukur level ketinggian minyak yang telah terpisah pada bilik keempat menggunakan Sensor Ultrasonik 3. Selanjutnya, pada pengujian spesifikasi kedua (komunikasi dan integrasi), seluruh subsistem perangkat telah terintegrasi dengan baik melalui konektivitas internet, sehingga NodeMCU dapat mengirim dan menerima data ke aplikasi mobile berupa status pompa, LED, dan persentase minyak. Pada pengujian spesifikasi ketiga (pengiriman data real-time), sistem terbukti mampu berkomunikasi secara real-time meskipun terdapat delay rata-rata sebesar 0,7 detik pada komunikasi NodeMCU–Firebase–aplikasi mobile, namun masih dalam batas toleransi implementasi IoT dan tidak berdampak signifikan terhadap kinerja sistem. Namun demikian, hasil pemisahan masih menyisakan kandungan air sekitar 1–2% pada minyak yang dipisahkan, yang diduga terjadi karena pompa masih tetap menyala meskipun minyak sudah terpisah sepenuhnya.

REFERENSI

[1] Y. Hesti and dkk., “Peningkatan kesadaran masyarakat pada penanganan limbah minyak jelantah untuk kelestarian lingkungan,” *J. Pendidik. Sej. dan Ris. Sos. Hum.*, vol. 2, no. 2, 2022, [Online]. Available: http://www.bps.go.id

[2] P. Kuncahyo, A. Zuhdi, and M. Fathallah, “Suplemen bahan bakar motor diesel di Indonesia,” *J. Tek. Sist. Perkapalan, dan Teknol. Kelaut.*, vol. 2, no. 1, 2013.

[3] “Minyak goreng,” 2013. [Online]. Available: http://www.bsn.go.id

[4] D. S. Aisyah and dkk., “Pembuatan sabun padat dari minyak jelantah sebagai solusi permasalahan limbah rumah tangga dan home industri,” 2021. [Online]. Available: https://proceedings.uinsgd.ac.id/index.php/Proceedings

[5] H. Amqam and dkk., “Peningkatan kapasitas masyarakat Kecamatan Bungoroka Kabupaten Pangkep melalui pengolahan minyak jelantah,” *Communnity Dev. J.*, vol. 4, no. 5, 2023.

[6] M. Kasman and F. M. Sari, “Analisis minyak jelantah sebagai bahan bakar biodiesel dengan proses transesterifikasi,” *J. Daur Lingkung.*, vol. 1, no. 1, pp.

16–21, 2018, [Online]. Available: http://daurling.unbari.ac.id

[7] R. D. Kusumaningtyas, N. Qudus, R. D. A. Putri, and R. Kusumawardani, "Penerapan teknologi pengolahan limbah minyak goreng bekas menjadi sabun cuci piring untuk pengendalian pencemaran dan pemberdayaan masyarakat," *J. Abdimas*, vol. 22, no. 2, pp. 201–208, 2018.

[8] A. Garnida, A. A. Rahmah, I. P. Sari, and N. N. Muksin, "Seminar nasional pengabdian masyarakat LP UMJ Kecamatan Serpong, Kota Tangerang Selatan,"

[9] T. R. J. T. J. T. E. P. N. Lhokseumawe, "Rancang bangunan prototype pengendali gas amonia pada peternakan ayam broiler berbasis IoT," *J. TEKTRO*, vol. 7, no. 2, 2023.

[10] A. Farhan, "Evaluasi Kualitas Air Limbah pada Inlet dan Outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal Gampong Rukoh Kota Banda Aceh," 2022.

[11] A. Sofwan and F. P. Artdhita, "Otomatisasi Sistem Pemisahan Minyak dan Air pada Gathering Station," 2005.

[12] R. Efendi, H. A. N. Faiz, and E. R. Firdaus, "Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah Menggunakan Metode Esterifikasitransesterifikasi Berdasarkan Jumlah Pemakaian Minyak Jelantah," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2018, pp. 402–409.

[13] A. S. Sofwan, "Otomatisasi sistem pemisahan minyak dan air pada gathering station Artdhita Fajar Pratiwi Politeknik Negeri Cilacap." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/27799603

[14] T. Supanca, "Hak Penguasaan Negara Terhadap Sumber Daya Alam (UU No. 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi)," 2008.

[15] J. Fat, H. Candra, and W. Wiliam, "Sekuritisasi Data Sensor pada Aplikasi Internet of Things (IoT) dengan Menggunakan Blockchain Ethereum di Jaringan Testnet," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 1, pp. 79–86, 2019, doi: 10.24912/tesla.v21i1.5886.

[16] E. Prayetno and T. Suhendra, "Prototipe Pemisah Minyak dan Air," *J. Sustain. J. Has. Penelit. dan Ind. Terap.*, vol. 9, no. 2, pp. 89–93, 2020, doi: 10.31629/sustainable.v9i2.2707.

[17] H. Prasetyo, T. K. Wijaya, and M. Algusri, "Perancangan prototype kontrol dan monitor level air pada mesin boiler berbasis IoT (Internet of Things)," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 377–388, 2023, doi: 10.33373/sigmateknika.v6i2.5572.

[18] A. Yusuf, M. A. Nurrachman, M. A. Nanda, and C. Asdak, "Effectiveness of Nanobubble Technology with Gas Variations in Improving the Quality of Vetiver Wastewater and River Water," *J. Tek. Pertan. Lampung (Journal Agric. Eng.*, vol. 14, no. 4, pp. 1489–1495, 2025, doi: 10.23960/jtepl.v14i4.1489-1495.