Prototype Implementasi Pencatatan Pengisian Bahan Bakar Otomatis Berbasis *Internet Of Things*

Puput Dwi Cahyani
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro
Telkom University Kampus Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
puputdwicahyani@student.telkomuniversity.ac.id

Mas Aly Afandi
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro
Telkom University Kampus Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
alyafandi@telkomuniversity.ac.id

Indah Permatasari
Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro
Telkom University Kampus Purwokerto
Purwokerto, Indonesia
indahpermata@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Pencatatan pengisian bahan bakar secara manual memiliki risiko kesalahan manusia, kurang efisien, dan sulit diakses secara *real-time*, yang dapat menyebabkan ketidaktepatan dalam pengelolaan bahan bakar. Untuk mengatasi permasalahan ini, dikembangkan prototipe sistem pencatatan pengisian bahan bakar berbasis *Internet of Things* yang menggunakan ESP32 sebagai kontrol utama. Sistem ini mengintegrasikan sensor *flowmeter* untuk mengukur volume bahan bakar, sensor ultrasonik untuk mendeteksi level cairan dalam tangki, serta *buzzer* sebagai indikator peringatan saat stok bahan bakar menipis. Data pencatatan dikirim secara *real-time* ke *Google Spreadsheet* melalui koneksi *WiFi*, sehingga dapat diakses dengan mudah dan menghilangkan kebutuhan pencatatan manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *flowmeter* mencatat rata-rata 408 pulsa per liter, dengan tingkat error 1,73% pada volume per 1000 ml. Sistem ini mampu mencatat data pengisian bahan bakar secara otomatis, akurat, dan real-time, serta meningkatkan efisiensi dalam pemantauan penggunaan bahan bakar.**

Kata kunci*— Bahan bakar solar, ESP32, *IoT*, *Flowmeter*, *Ultrasonic*, *Google Spreadsheet

I. PENDAHULUAN

PT. Munaa Utama Tractors merupakan kontraktor di HTI Sinarmas yang bertanggung jawab dalam proses pemanenan dan pengangkutan hasil tebangan menuju pelabuhan di Kalimantan Timur. Pengelolaan bahan bakar menjadi faktor utama dalam operasional perusahaan, karena penggunaan solar yang tinggi berdampak pada efisiensi dan biaya operasional. Sistem pencatatan manual yang digunakan saat ini memiliki kelemahan dalam akurasi dan kecepatan pencatatan data, sehingga dapat menyebabkan kesalahan perhitungan dan meningkatkan risiko kehilangan bahan bakar. Pada April 2024, PT. Munaa Utama Tractors mengalami kehilangan solar sebanyak 1.300 liter akibat data yang tidak akurat. Kehilangan bahan bakar berdampak langsung pada meningkatnya biaya operasional serta mengganggu kelancaran aktivitas perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pencatatan otomatis berbasis *IoT* guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemantauan penggunaan bahan bakar.

.

II. KAJIAN TEORI

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor *flowmeter* untuk mengukur debit bahan bakar dan air memiliki tingkat error yang dapat diterima, berkisar antara 0.49% hingga 2.6%, dengan toleransi maksimal 3%. Perbedaan utama antara penelitian sebelumnya dan penelitian ini terletak pada jenis bahan bakar (solar dan pertalite/pertamax/air) serta sistem pencatatan data. Penelitian sebelumnya menggunakan *LCD* atau aplikasi *Android*, sementara penelitian ini menggunakan *Google Spreadsheet* untuk pencatatan *real-time*. Dengan toleransi ≤3%, sistem yang dikembangkan diharapkan memiliki akurasi tinggi dan dapat diandalkan dalam *monitoring* penggunaan bahan bakar solar.

A. Bahan Bakar Solar

Solar merupakan bahan bakar yang berasal dari proses pengolahan minyak bumi. Dalam prosesnya, minyak mentah dipisahkan menjadi berbagai fraksi melalui destilasi. Minyak mentah dipanaskan dalam proses destilasi hingga komponennya dapat terpisahkan berdasarkan titik didih. Rentang titik didih fraksi solar, berkisar antara 250 hingga 300 derajat Celsius. Bensin memiliki bilangan oktan yang digunakan untuk menyatakan kualitasnya, sedangkan solar dinyatakan berdasarkan tingkat cetanenya. Cetane menunjukkan kemampuan solar untuk pembakaran di dalam mesin serta untuk menunjukkan kemampuan solar dalam mengontrol fenomena knocking. Seiring meningkatnya jumlah cetane, kualitas solarnya akan semakin meningkat.

B. *IoT*

IoT adalah kemampuan suatu objek untuk mentransmisikan atau mengirimkan data melalui jaringan tanpa memerlukan bantuan dari perangkat komputer atau interaksi manusia. *IoT* terdiri dari perangkat terhubung seperti sensor dan aktuator, *gateway* untuk menghubungkan perangkat ke jaringan, serta *cloud/platform IoT* sebagai tempat penyimpanan dan analisis data. Jaringan menggunakan *Wi-Fi, Bluetooth,* atau *LoRa* untuk komunikasi, sementara protokol seperti *MQTT* dan *HTTP* memastikan pengiriman data yang efisien.

C. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, yang dirancang khusus untuk aplikasi *IoT*. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan *Wi-Fi* dan *Bluetooth,* 2,4 GHz yang dirancang untuk daya ultra-rendah. Dengan dual-conection ini ESP 32 memungkinkan konektivitas nirkabel yang fleksibel dan efisien untuk berbagai aplikasi. *Prosesor dual-core* berperforma tinggi memungkinkannya menangani pemrosesan data dengan baik. Selain itu, antarmuka seperti *SPI, I2C, UART*, dan *ADC* mempermudah integrasi dengan berbagai sensor dan perangkat lainnya.

D. Sensor *Flowmeter*

Sensor *flowmeter* merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur debit air yang keluar. Sensor *flowmeter* yang diguanakan dalam proyek ini adalah YF S201 yang merupakan salah satu sensor yang cocok untuk mengukur berbagai jenis cairan. Sensor ini menawarkan pengukuran yang akurat dan sensitivitas tinggi. Sensor YF S201 dirancang dengan struktur yang sederhana, menggunakan roda gigi yang memungkinkan pengukuran aliran mikro dengan akurasi tinggi.

Kalibrasi sensor *flowmeter* dilakukan untuk menyesuaikan pengukuran dengan karakteristik cairan dan kondisi operasional. Tanpa kalibrasi, hasil pengukuran bisa tidak akurat, menyebabkan kesalahan dalam perhitungan volume atau laju aliran. Dengan menghitung nilai K-faktor, sensor dapat menyesuaikan respons terhadap viskositas, suhu, dan faktor lain, memastikan kinerja optimal dalam berbagai kondisi.

$$\mathrm{K-faktor} = \frac{\mathrm{Pulsa}}{\mathrm{Volume}} \qquad (1)$$

K-faktor diperoleh dengan membandingkan jumlah pulsa yang dihasilkan sensor dengan volume air yang sebenarnya melewati sensor dalam kondisi tertentu. Setelah diperoleh, k-faktor ini digunakan dalam perhitungan untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor.

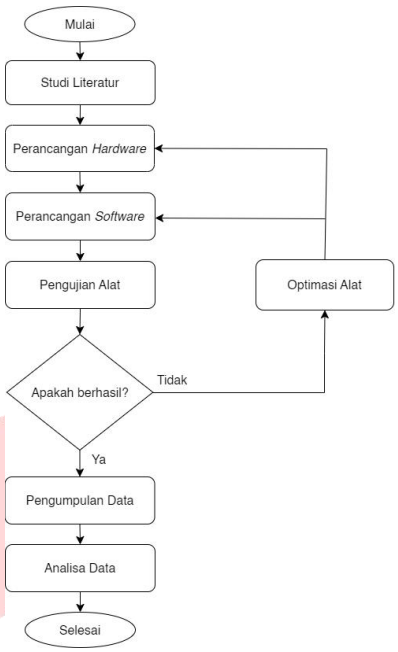
E. Sensor *Ultrasonic*

Sensor *ultrasonic* menggunakan gelombang suara di atas 20 kHz untuk mengukur jarak atau mendeteksi objek, termasuk level bahan bakar dalam tangki. Sensor memancarkan gelombang ke permukaan bahan bakar, lalu mengukur waktu pantulan kembali untuk menentukan jarak berdasarkan kecepatan suara di udara (343 m/s). sensor ultrasonik yang memiliki keunggulan dalam pengukuran level bahan bakar karena bekerja secara non-kontak. Artinya, sensor tidak perlu bersentuhan langsung dengan bahan bakar, sehingga tidak ada kemungkinan kontaminasi atau kerusakan pada sensor akibat kontak dengan bahan bakar yang mungkin bersifat korosif atau mengandung kotoran.

III. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yang mencakup studi literatur, perancangan hardware, perancangan software, pengujian alat, penyempurnaan alat, serta pengumpulan dan analisis data yang tertera pada gambar 1.

A. Alur Penelitian



GAMBAR 1
(ALUR PENELITIAN)

B. Alat dan Bahan

TABEL 1
(ALAT DAN BAHAN)

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Laptop	1 buah
2	*Adaptor Power*	1 buah
3	ESP32	1 buah
4	Sensor *Flowmeter* (YF S201)	1 buah
5	Sensor *Ultrasonic* HC-SR04	1 buah
6	*LCD I2C* 16X2	1 buah
7	*Buzzer*	1 buah
8	*Keypad*	1 buah
9	Kabel *Jumper*	Secukupnya
10	Pompa Air	1 buah
11	Selang	1 meter
12	*Valve Check* Selang	1 buah
13	Tabung Penyimpanan	2 buah
14	Box Komponen	1 buah
15	*Arduino IDE*	1 buah
16	*Google Spreadsheet*	1 buah

Penelitian ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang menghubungkan sensor *flowmeter* untuk mengukur debit bahan bakar dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi level tangki. *LCD* 16x2 menampilkan data, sementara *buzzer* memberi peringatan saat stok menipis. *Keypad* digunakan untuk *input* data, pompa air menarik bahan bakar melalui selang dan *valve check* yang mengatur aliran ke tabung penyimpanan. Kabel jumper menghubungkan komponen, dan *box* komponen melindungi rangkaian. Perangkat lunak yang digunakan meliputi *Arduino IDE* untuk pemrograman dan *Google Spreadsheet* untuk pencatatan data secara *real-time* melalui *Google Apps Script.*

GAMBAR 2
(PERANCANGAN ALAT)

Proyek ini mensimulasikan sistem pencatatan bahan bakar menggunakan prototipe tangki 10 liter dengan tinggi 30 cm, dibandingkan dengan tangki asli di lokasi kerja yang berkapasitas 10.000 liter. Dengan skema serupa, prototipe ini dirancang untuk penerapan di masa depan mengingat keterbatasan akses ke lokasi. Perbandingan skala antara prototipe dan sistem asli adalah 1:1000.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem ini menggunakan sensor *flowmeter* untuk mengukur volume bahan bakar berdasarkan jumlah pulsa yang dihasilkan saat cairan mengalir. Dari percobaan, diperoleh rata-rata volume per pulsa sebesar 0,0025 L, dengan 408 pulsa per liter dan kecepatan pengisian 0,04 L/detik. Meskipun sensor *flowmeter* YF-S201 memiliki karakteristik 450 pulsa per liter, pengujian menunjukkan sedikit perbedaan akibat faktor seperti kestabilan aliran dan toleransi sensor. Pengujian selanjutnya membandingkan hasil sensor dengan gelas ukur sebagai metode kalibrasi, dengan error dihitung dengan membagi selisih dengan nilai teori dan akurasi diperoleh dari 100% - persentase error.

TABEL 2
(HASIL PENGUJIAN SISTEM)

Volume Gelas Ukur (ml)	Volume Pengukuran (ml)	Kesalahan Absolut (ml)	Error Relatif (%)	Akurasi (%)
200	222	22	11.00	89.00
200	229	29	14.50	85.50
200	222	22	11.00	89.00
Rata-rata			**12.17**	**87.83**
400	419	19	4.75	95.25
400	417	17	4.25	95.75
400	414	14	3.50	96.50
Rata-rata			**4.17**	**95.83**
600	615	15	2.50	97.50
600	615	15	2.50	97.50
600	627	27	4.50	95.50
Rata-rata			**3.17**	**96.83**
800	812	12	1.50	98.50
800	810	10	1.25	98.75
800	815	15	1.88	98.13
Rata-rata			**1.54**	**98.46**
1000	1012	12	1.20	98.80
1000	1025	25	2.50	97.50
1000	1015	15	1.50	98.50
Rata-rata			**1.73**	**98.27**

Hasil pengujian sistem dengan variasi volume 200–1000 ml. Kesalahan pengukuran cenderung berkurang seiring bertambahnya volume, dari 12,17% (200 ml, akurasi 87,83%) hingga 1,73% (1000 ml, akurasi 98,27%). Pada volume kecil, fluktuasi aliran lebih berpengaruh terhadap hasil, sementara pengukuran volume besar lebih stabil dan akurat. Untuk penerapan sistem ke depan, standar minimal pengukuran ditetapkan per 1000 ml, sesuai dengan standar kontraktor di lokasi kerja, guna mengurangi kesalahan dan meningkatkan akurasi.

TABEL 3
(HASIL UJI SENSOR ULTRASONIC)

Percobaan	Tegangan (Volt)	Jarak Objek (cm)	Hasil Sensor (cm)	Error (%)
1	4,5 Volt	8	8,02	0,25%
2	4,5 Volt	15	15,3	2%
3	4,6 Volt	20	19,7	1,5%

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian sensor *ultrasonic* dan *buzzer*. Sensor *flowmeter* mendeteksi volume cairan keluar, sementara sensor ultrasonik mengukur level cairan dalam tangki. Semakin besar jarak terdeteksi, semakin sedikit solar tersisa. Sensor ini membantu memantau level bahan bakar agar pemesanan ulang tidak terlambat. Data sensor pada *LCD* 16x2. Jika level di atas 15 cm, *LCD* menampilkan "*Above 15 cm*" dan *buzzer* aktif 3 detik, sementara level ≤15 cm hanya ditampilkan tanpa peringatan suara. Hasil pengujian menunjukkan error terbesar 2%, masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dengan error berkisar 1,03%–2,48%, sensor HC-SR04 dinilai akurat dalam sistem ini.

TABEL 4
(HASIL PENGIRIMAN DATA)

Percobaan	Durasi Pengiriman (ms)	Status Pengiriman
1	147	Berhasil
2	332	Berhasil
3	408	Berhasil

Berdasarkan tabel 4 pengiriman data per 1000 ml dalam tiga percobaan menunjukkan variasi waktu 147–408 ms, tetap di bawah 1 detik, menandakan kecepatan tinggi dengan sinyal stabil. Pada tabel 4.8, dari 82 percobaan, semua data terkirim, menghasilkan tingkat keberhasilan 100%, bahkan dengan sumber internet berjarak 4–5 meter.

V. KESIMPULAN

Prototype sistem pencatatan bahan bakar otomatis berbasis *IoT* menggunakan ESP32 berhasil dikembangkan dengan integrasi sensor *flowmeter* dan sensor ultrasonik, memungkinkan pencatatan *real-time* ke *Google Spreadsheet* dan mengurangi kesalahan manual. Kalibrasi sensor *flowmeter* menunjukkan akurasi lebih baik pada volume

besar, dengan 408 pulsa per liter dan error 1,73% pada 1000 ml, memenuhi toleransi maksimal 3%. Untuk menjaga akurasi, sistem harus ditempatkan di lingkungan yang stabil serta memastikan kecepatan aliran bahan bakar tetap terkontrol, sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan presisi dan andal.

REFERENSI

[1] N. Babgi, M. Misbahuddin, and B. Darmawan, "Pengukuran dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Bahan Bakar Berbasis *Website* Menggunakan NodeMCU ESP 8266," Jurnal Teknik Elektro, Universitas Mataram, 2021.

[2] A. W. Hapsari, H. Prastowo, and T. Pitana, "*Real-Time Fuel Consumption Monitoring System Integrated With Internet of Things (IoT)*," IEEE/Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 2021.

[3] A. Suharjono, L. N. Rahayu, and R. Afwah, "Aplikasi Sensor *Flow Water* untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital serta Pengiriman Data Secara Otomatis pada PDAM Kota Semarang," Jurnal Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, 2015.

[4] Suhardi, Ramdani, and T. Y. R., "Rancang Bangun Alat Ukur Pengisi Bahan Bakar Minyak (BBM) Berbasis Arduino Uno Menggunakan *Liquid Crystal Display (LCD)*," Jurnal Gerbang, vol. 9, no. 1, Feb. 2019.

[5] N. Sutarna et al., "Implementasi Sensor Ultrasonik dan *Flowmeter* pada Prototipe Pengisi Bahan Bakar Mini," Jurnal Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan, Politeknik Negeri Jakarta, vol. 5, no. 2, 2023.

[6] Y. R. P., D. Triyanto, and Suhardi, "Rancang Bangun Perangkat Monitoring dan Pengaturan Penggunaan Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Berbasis Arduino dengan Antarmuka Website," Jurnal Coding Sistem Komputer Untan, vol. 5, no. 1, pp. 33–44, 2017.

[7] R. D. Atmoko, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan untuk Lab Laser Berbasis *IoT* Menggunakan *Google Spreadsheet*," Tugas Akhir Instrumentasi dan Elektronika, Universitas Diponegoro, 2022.

[8] R. A. A., Pratikto, and M. Arman, "Sistem Akuisisi Data Temperatur Showcase Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dengan Sensor Termokopel dan *Logging* ke *Google Spreadsheets*," Jurnal Refrigerasi dan Tata Udara, Politeknik Negeri Bandung, Jul. 2023.

[9] D. Y. Setyawan, Nurfiana, "*Internet of Things ESP8266 ESP32 Web Server*". Jejak Pustaka, 2022, pp. 2.

[10] [26] Ariefl Budijanto, dkk, "I*nterfacing Dengan ESP32*". Scopindo Media Pustaka, 2021, pp. 2.