RANCANG BANGUN WEBSITE MONITORING BERBASIS IOT UNTUK KONSUMSI SOLAR INDUSTRI

Muhammad Ridhwan Sufandi [1], Amanda Safitri[2], Mohd. Ilyas Hadikusuma [3]

[1,2,3,4,5]Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak
Jl.Jendral Ahmad Yani –Pontianak 78124, Kalimantan Bara

[1] mr.sufandi1986@gmail.com, [2] amandabersama10 @gmail.com, [3] mohd.hadikusuma@gmail.com

Abstract

Diesel is a fuel that supports operations in the industrial sector, so its usage keeps increasing. High diesel consumption that isn't managed properly can lead to errors, like manual recording, lack of real-time monitoring, and weak supervision. That's why an IoT-based diesel consumption monitoring system was developed, integrated with a web platform to automate fuel usage oversight. This system uses Arduino Mega 2560 Pro to control sensor readings and an ESP32 module to connect data to the server. The data is sent via API, processed with PHP, validated, then stored in a MySQL database and displayed in an app called SMARTFUEL. This app has features for monitoring tank information, total consumption, daily and weekly charts, data filtering by date or year, data downloading, editing consumption data, and Telegram notifications to help admins monitor important information directly. The software was developed using Visual Studio Code. Testing with 10 respondents resulted in a System Usability Scale (SUS) score of 82.5, which, based on percentile rank and letter grade classification, falls into Grade A (score ≥ 80.3, percentile ≥ 90%). These results indicate that SMARTFUEL has excellent usability and can be adopted by companies to support effective diesel consumption monitoring. Thus, this monitoring system successfully automates real-time diesel consumption tracking, reducing manual recording errors, improving monitoring transparency, and supporting efficient fuel management in the sector industri.

Keywords : *SMARTFUEL Internet of Things, Telegram application, ESP32 and Arduino Mega 2560 Microcontrollers.*

Abstrak

Solar merupakan bahan bakar yang mendukung operasional di sektor industri, sehingga tingkat penggunaannya terus meningkat. Tingginya penggunaan solar yang tidak dikelola dengan baik mengakibatkan rawan kesalahan, seperti pencatatan manual, minimnya pemantauan *real-time*, dan lemahnya pengawasan. Oleh karena itu, dikembangkan sistem *monitoring* konsumsi solar berbasis IoT yang terintegrasi dengan *platform web* untuk mengotomatiskan pengawasan pemakaian bahan bakar. Sistem ini menggunakan Arduino Mega 2560 Pro sebagai pengontrol pembacaan sensor dan modul ESP32 sebagai penghubung data ke server. Data dikirim melalui API, diproses dengan PHP, divalidasi, lalu disimpan di database *MySQL* dan ditampilkan pada aplikasi bernama SMARTFUEL. Aplikasi ini memiliki fitur pemantauan informasi tangki, total konsumsi, grafik harian dan mingguan, penyaringan data berdasarkan tanggal atau tahun, unduh data, edit data konsumsi, serta notifikasi Telegram untuk membantu admin memantau informasi penting secara langsung. Pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan *Visual Studio Code*. Pengujian dengan 10 responden menghasilkan skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 82,5, yang berdasarkan klasifikasi percentile rank dan letter grade termasuk dalam Grade A (skor ≥ 80,3, percentile ≥ 90%). Hasil ini menunjukkan bahwa SMARTFUEL memiliki tingkat usability yang sangat baik dan dapat diterima oleh perusahaan untuk mendukung pemantauan operasional konsumsi solar secara efektif. Dengan demikian, sistem monitoring ini berhasil mengotomatiskan pengawasan konsumsi solar secara real-time, sehingga mampu mengurangi kesalahan pencatatan manual, meningkatkan transparansi pemantauan, dan mendukung efisiensi pengelolaan bahan bakar di sektor industri.

Kata kunci : SMARTFUEL *Internet of Things,* Aplikasi telegram, Mikrokontroler ESP32 dan Arduino Mega 2560.

1. PENDAHULUAN

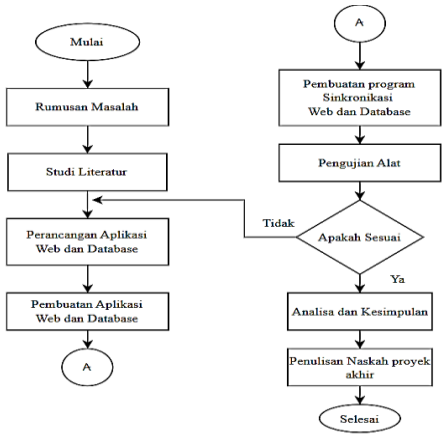
Bahan bakar minyak adalah sumber energi yang paling penting untuk mendukung operasional di dunia industri, salah satunya pada perusahaan pengelolaan karet. Konsumsi bahan bakar solar pada perusahaan karet di Indonesia umumnya mencapai tidak kurang dari 90 juta liter/tahun [1]. Solar yang digunakan selama ini adalah jenis solar industri (Industrial Diesel Oil, IDO) yang terbuat dari bahan bakar fosil, digunakan untuk berbagai kebutuhan operasional termasuk transportasi truk pengangkut di lingkungan perusahaan. Sistem pengelolaan bahan bakar solar yang masih sederhana ini tentu akan menimbulkan beberapa tantangan, seperti keterbatasan dalam memperoleh data penting secara real-time dan potensi kesalahan dalam pencatatan, sehingga dapat berdampak pada efisiensi operasional. Oleh karena itu, hal ini menuntut adanya sistem pengelolaan pengambilan bahan bakar yang efektif dan terukur agar penggunaan dapat terpantau secara real-time dan tidak terjadi pemborosan.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, pemanfaatan Internet of Things (IoT) semakin banyak diterapkan dalam sistem monitoring berbagai sektor. Berbagai penelitian telah menunjukkan keberhasilan penerapan IoT dalam pengembangan sistem monitoring tangki dan bahan bakar, di antaranya sistem monitoring ketinggian air pada tangki domestik menggunakan sensor ultrasonik dan ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* [2], prototipe monitoring tangki bahan bakar solar di PLTD berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan platform Blynk [3], serta sistem controlling daily fuel tank berbasis IoT menggunakan sensor flowmeter dan sensor ultrasonik dengan mikrokontroler ESP32 untuk otomatisasi pengisian bahan bakar genset [4]. Namun, integrasi teknologi IoT dengan sistem monitoring tangki bahan bakar solar yang mampu memantau secara real-time sekaligus menyediakan pelaporan berbasis *web* dengan fitur pembatasan penggunaan per pengguna, dan telah diuji secara langsung pada lingkungan industri, masih terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring konsumsi bahan bakar solar berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 Pro dan modul ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi web native bernama SMARTFUE. Sistem ini berfungsi untuk melakukan pemantauan penggunaan bahan bakar solar secara *real-time*, menyimpan data ke dalam database *MySQL*, serta menyajikan informasi penggunaan bahan bakar dalam bentuk yang mudah dipahami oleh pengguna. Selain itu, sistem ini dilengkapi fitur notifikasi Telegram yang akan dikirimkan secara otomatis ketika kapasitas tangki solar mencapai batas tertentu, sehingga memudahkan admin dalam memantau dan mengontrol penggunaan bahan bakar solar secara efisien dari jarak jauh.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alur Penelitian

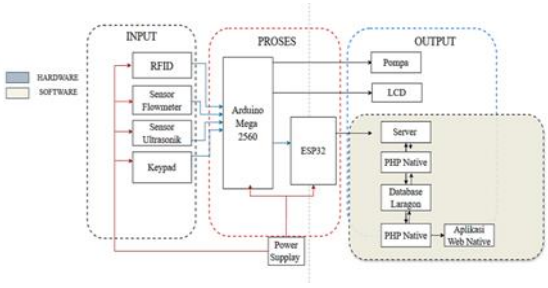


Gambar 1. Alur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan menemukan masalah melalui wawancara dan observasi langsung di lingkungan perusahaan untuk menemukan kendala dalam sistem pengelolaan bahan bakar. Hasil identifikasi kemudian diperkuat dengan studi literatur yang mencakup jurnal, artikel, buku, dan skripsi yang relevan sebagai referensi dalam pengembangan sistem. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang meliputi desain aplikasi *web*, database, serta perangkat keras menggunakan Arduino Mega 2560 Pro dan ESP32, dengan tampilan monitoring menggunakan LCD 20x4, dan komunikasi antar perangkat menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT).

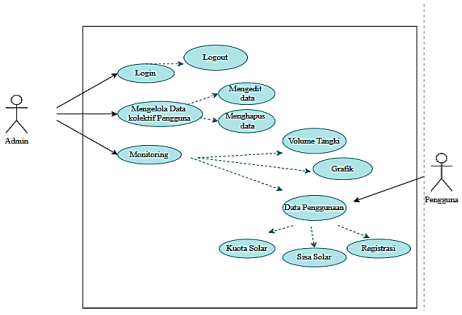
Tahap berikutnya adalah pembuatan aplikasi web dan database, dilanjutkan dengan pembuatan program sinkronisasi untuk mengkomunikasikan perangkat keras dengan sistem berbasis web. Setelah sistem selesai dibangun, dilakukan pengujian untuk memastikan alat dan aplikasi bekerja sesuai yang diharapkan. Apabila ditemukan kendala, dilakukan perbaikan hingga sistem berjalan dengan baik. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk menilai kinerja sistem secara keseluruhan, dan seluruh proses didokumentasikan dalam penulisan naskah yang mencakup deskripsi sistem, hasil pengujian, analisis data, serta kesimpulan dan saran.

Berikut Diagram Blok Sistem yang digunakan



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

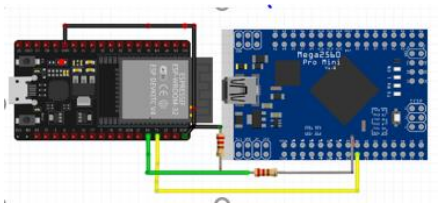
Gambar dua merupakan Diagram Blok sistem, fokus penelitian ini pada software yang diberikan warna cream pada gambar. Sistem ini menggunakan beberapa komponen software yang saling terintegrasi. Data yang telah diolah disimpan ke dalam database menggunakan Laragon dengan PHP MySQL, yang mencakup data identitas pengguna supir maupun data yang dikirim dari perangkat keras. Untuk antarmuka pengguna, sistem ini dilengkapi dengan aplikasi web native yang bisa diakses admin maupun pengguna supir untuk melakukan monitoring data penggunaan konsumsi solar. Selain itu, sistem juga memanfaatkan bot Telegram sebagai media notifikasi, yang berfungsi memberikan pemberitahuan secara otomatis kepada pengguna apabila data penggunaan konsumsi solar hampir habis. Berikut diagram *Use Case* pada sistem



Gambar 3. Digram *Use Case*

sistem ini melibatkan dua aktor utama, yaitu admin dan pengguna. Keduanya memiliki peran dan hak akses yang berbeda dalam aplikasi IoT. Admin merupakan pihak perusahaan yang berperan sebagai pengelola utama sistem. Admin memiliki akses untuk melihat seluruh data kolektif pengguna, termasuk informasi kendaraan, kuota solar, dan menyeting kuota pengguna. Selain itu, admin dapat memantau tangki solar pada pom mini secara *real-time*, seperti volume tangki, total konsumsi serta grafik pemakaian harian, Dengan akses tersebut, admin dapat memastikan ketersediaan solar, menganalisis pola pemakaian untuk menunjang efisiensi operasional perusahaan. Sementara itu, pengguna adalah aktor yang menggunakan solar untuk kebutuhan kendaraan operasional. Hak akses pengguna lebih terbatas, hanya dapat melihat data pribadi yaitu memantau informasi seperti nama, nomor plat kendaraan, kuota solar serta sisa solar berdasarkan konsumsi actual[5].

Untuk melakukan komunikasi data antara Arduino Mega 2560 dan ESP32 dalam sistem, diperlukan perancangan wiring jalur kedua mikrokontroler, bertujuan untuk memastikan pertukaran data kedua mikrokontroler dapat berlangsung dengan stabil melalui komunikasi serial.

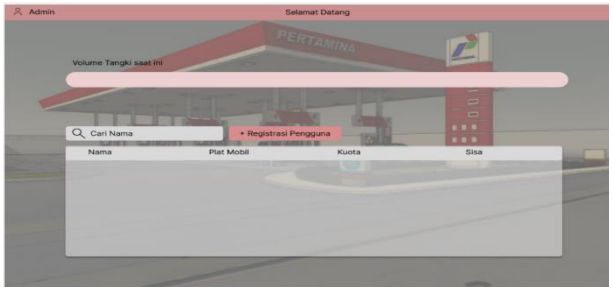


Gambar 4. Pengawatan

Pada gambar empat terlihat, Arduino Mega 2560 dapat terhubung dengan ESP32 menggunakan komunikasi serial2 data melalui pin RX (Receive) dan TX (Transmit), komunikasi serial ini memungkinkan Arduino Mega 2560 dan ESP32 dapat bertukar data yang dimana data

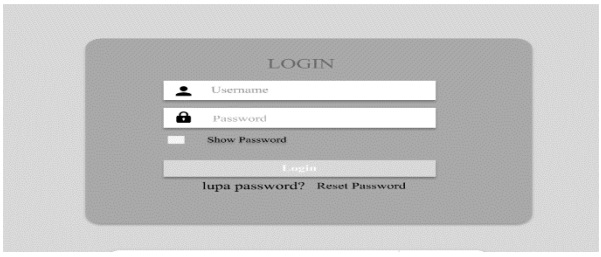
dikirimkan dari pin TX kemudian diterima oleh pin RX. Setelah data diterima oleh ESP. Perangkat ini juga dapat mengirimkan data ke internet melalui modul WiFi yang sudah ada didalamnya, pada gambar 7 pin yang terhubung.

Perancangan antar muka aplikasi *website monitoring* konsumsi bahan bakar solar memberikan gambaran proses tampilan aplikasi yang akan dibangun. Dalam hal ini digunakan aplikasi Figma [6].



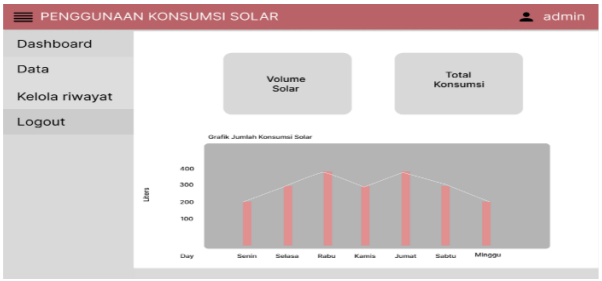
Gambar 5. Halaman Pengguna

menunjukan halaman pengguna, pada bagaian atas terdapat volume tangki pom mina yang bisa dipantau oleh user, tepat dibawahnya terdapat tabel yang disediakan untuk pencarian nama mereka yang berisi informasi masing-masing user. Terdapat fitur regsitrasi yang memudahkan user untuk mendaftar, agar bisa melakukan pengisian bahan bakar



Gambar 6 Halaman Login Admin

menunjukan halaman pengguna, pada bagaian atas terdapat volume tangki pom mina yang bisa dipantau oleh user, tepat dibawahnya terdapat tabel yang disediakan untuk pencarian nama mereka yang berisi informasi masing-masing user. Terdapat fitur regsitrasi yang memudahkan user untuk mendaftar, agar bisa melakukan pengisian bahan bakar. Halaman login dirancang untuk mengauntetikasi admin sebelum dapat mengakses data pengguna. Halaman ini terdapat dua kolom yang harus diisi, yaitu kolom username yang berisi nama pengguna admin yang akan mengelola aplikasi dan kolom password untuk memasukan kata sandi sebagai pengaman. Username dan password tersebut akan di vertifikasi untuk memastikam bahwa pengguna admin memiliki kredensial valid.



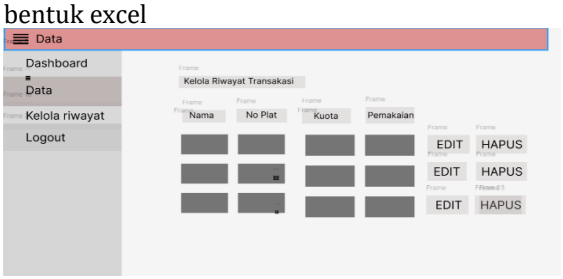
Gambar 7. Halaman Dashboard

Halaman dashboard berisi tampilan informasi terkait penggunaan solar yang dapat dimonitor secara *real-time*, informasi tersebut mulai dari volume tangki, data penggunaan solar yang ditampilkan dalam bentuk grafik.



Gambar 8. Halaman Data

Halaman Data berisi tampilan informasi terkait penggunaan masing-masing user, informasi tersebut mulai dari nama user, Plat/RFID kendaraan, kuota user dan sisa dari penggunaan. Data kemudian bisa diunduh berupa data dalam bentuk excel



Gambar 9. Halaman Kelola Riwayat Transakasi

Halaman kelola riwayat digunakan untuk mengedit dan menghapus data yang tidak diperlukan, sehingga dapat menjaga data tetap rapi, akurat, dan mudah diakses kembali oleh pengguna.

2.2 Sumber Data

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung informasi utamanya oleh peneliti dalam proses penelitian. Sumber data dari penelitian ini yaitu data hasil observasi langsung terhadap sistem.

2.3 Pengumpulan Data

Data diambil menggunakan 2 metode yaitu:

1. Metode observasi, yaitu metode yang dilakukan dengan cara mengamati dan memperhatikan secara langsung bagaimana proses kerja sistem website monitoring konsumsi bahan bakar solar berbasis IoT selama implementasi dan pengujian, meliputi kerja perangkat keras dalam membatasi pengisian bahan bakar, serta pengiriman dan penerimaan data pada aplikasi website[7]
2. Metode Kuesioner dilakukan menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) yang disebarkan kepada 10 responden, terdiri atas dosen pembimbing, karyawan perusahaan, dan pihak luar perusahaan. Pemilihan responden dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan keterlibatan responden dalam proses pengujian maupun pemahaman terhadap sistem yang dikembangkan. Kuesioner disebarkan setelah responden mencoba dan berinteraksi langsung dengan sistem SMARTFUEL, bertujuan untuk mengukur tingkat *usability* serta memberikan masukan dalam pengembangan antarmuka agar lebih efektif dan fungsional.

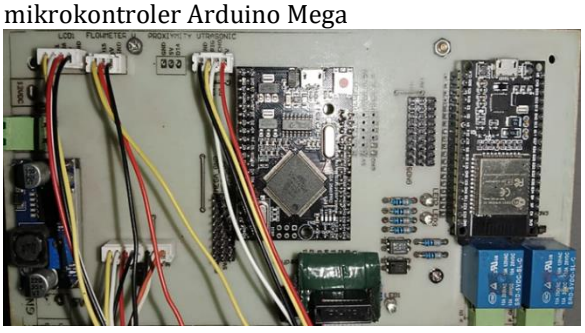
3. Analisa Data

Metode Analisis yang diterapkan pada penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kualitatif, dengan mendeskripsikan performa sistem *Website Monitoring* Berbasis IoT untuk Konsumsi Solar Industri didasarkan pada hasil pengamatan langsung serta pengujian fungsional yang dilakukan selama proses implementasi berlangsung. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bersifat rancang bangun (*prototyping*), sehingga evaluasi difokuskan pada ketepatan fungsi, stabilitas sistem, dan kesesuaian hasil pengujian dengan spesifikasi yang telah dirancang. Adapun aspek yang dianalisis, sebagai berikut

1. Kinerja Komunikasi antar perangkat, Evaluasi komunikasi dilakukan untuk menguji pertukaran data antara Arduino Mega dan ESP32 pada sistem monitoring konsumsi solar industri. Pengujian meliputi keberhasilan pengiriman data, kestabilan komunikasi, dan kesesuaian data yang ditampilkan pada website dengan data yang diperoleh dari sistem.
2. Fungsionalitas Perangkat Lunak, mencakup web server berbasis PHP, database *MySQL*, dan antarmuka *website monitoring* yang dapat diakses oleh admin maupun pengguna. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan skenario penggunaan nyata, mulai dari proses identifikasi RFID, pencatatan pengisian solar, hingga pemantauan level tangki secara *real-time* pada dashboard website.
3. Prose Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa notifikasi kondisi tangki solar dapat terkirim secara otomatis kepada admin melalui aplikasi Telegram.
4. Analisis *Usability* Sistem, dilakukan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS) untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan sistem dari sudut pandang pengguna. Data kuesioner yang diperoleh dari 10 responden dihitung dengan ketentuan untuk pernyataan bernomor ganjil, skor dihitung dengan mengurangi nilai respons dengan 1; untuk pernyataan bernomor genap, skor dihitung dengan mengurangi angka 5 dengan nilai respons. Seluruh skor kemudian dijumlahkan dan dikalikan 2,5 untuk memperoleh skor akhir dalam skala 0–100. Skor akhir dari seluruh responden selanjutnya dirata-ratakan, kemudian diinterpretasikan menggunakan klasifikasi percentile rank dan letter grade (Grade A hingga F) [15] untuk menentukan kategori tingkat usability sistem."

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini penerapan ESP32 pada sistem ini sebagai mikrokontroler yang dapat menerima data dari Arduino Mega untuk dikirimkan ke aplikasi SMARTFUEL. Arduino mega mikrokontroler utama yang membaca sensor dan kemudian ESP32 penerima data yang akan diteruskan ke Aplikasi. Dibawah ini merupakan gambar ESP32 yang sudah terhubung ke mikrokontroler Arduino Mega



Gambar 10. Penerapan Mikrokontroler

Printed Circuit Board (PCB) yang telah menghubungkan ESP 32 dengan Arduino Mega Pro 2560. Arduino Mega Pro 2560 sebagai micrcontroler utama yang membaca input seperti sensor flowmeter, RFID, keypad dan

sensor ultrasonik serta mengontrol pompa bahan bakar menggunakan modul relay yang terpasang di PCB. Microkontroler ESP 32 berfungsi sebagai modul komunikasi WiFi untuk memonitor jarak jauh hanya melalui internet, dengan RX (pin 17) Arduino Mega terhubung ke TX (pin 16) ESP 32, TX (Pin 16) Arduino Mega terhubung ke RX (pin 17) ESP 32. Cara kerja dari rangkaian ini berdasarkan perintah dari Arduino Mega melalui komunikasi serial2. Arduino mega membaca input seperti data ultrasonik yang membaca volume pada tangki solar, data RFID membaca identitas user, data flowmeter membaca keluaran solar yang diambil, semua data tersebut kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP 32 dan diterus kan ke server database *MySQL* melalui koneksi *WiFi* dan ditampilakan ke *website*. Maka dari itu cara inilah emudahkan pengguna untuk memonitor informasi penggunaan bahan bakar solar. Berikut hasil tampilan dari serial monitor ESP32 menerima data dari Arduino

```
19:37:14.435 -> [Arduino->ESP32] Received: <SENSOR:72.2,14.5>
19:37:14.467 -> SENSOR DATA: 72.2,14.5
19:37:14.499 -> Jarak: 72.20
19:37:14.499 -> Volume: 14.50
19:37:14.532 -> Mengirim data sensor ke server...
19:37:16.907 -> Response Code: 200
19:37:16.908 -> Data sensor terkirim ke database
```

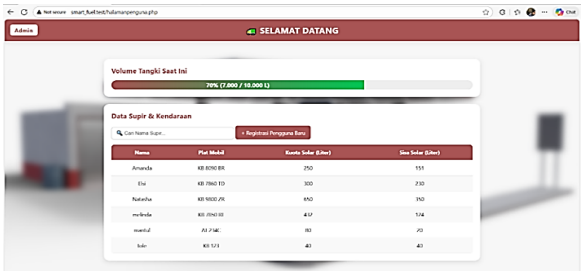
Gambar 11. Tampilan Serial Monitor ESP Menerima dara dari Arduino.

ESP32 menerima data ultrasonik dari Arduino dengan nilai jarak 72,2 cm yang dikonversi menjadi 14,5 liter, kemudian mengirimkan data tersebut ke server dan mendapat respons kode 200 yang menandakan pengiriman berhasil. Data sensor berhasil tersimpan ke database, yang ditunjukkan dengan pesan konfirmasi "data sensor terkirim ke database".

```
19:39:11.202 -> l*wm:AutoConnect
19:39:11.726 -> *wm:Connecting to SAVED AP: ELSIi
19:39:12.300 -> *wm:AutoConnect: SUCCESS
19:39:12.331 -> *wm:STA IP Address: 10.145.96.144
19:39:32.806 -> [Arduino->ESP32] Received: <CHECK_RFID:73CC9303>
19:39:32.877 -> CHECK RFID REQUEST
19:39:33.282 -> [ESP32->Arduino] <USER:lala,10```
19:39:33.355 ->
19:39:33.355 -> ,10>
```

Gambar 12. Tampilan Serial Monitor ESP Mengirim ke Database untuk Melakukan Pengecekan

Proses pengecekan nomor RFID ke database. Arduino mengirimkan perintah pengecekan RFID dengan tag "73CC9303" ke ESP32 yang ditandai dengan pesan "[Arduino->ESP32] Received: : <CHECK_RFID:73CC9303>". ESP32 memproses permintaan tersebut dan mengirimkan respons kembali ke Arduino dengan data pengguna "lala" yang memiliki kuota 10 liter, ditampilkan dengan format "[ESP32->Arduino] <USER:lala,10```. Software adalah penerapan rancangan antarmuka (interface) ware adalah penerapan rancangan antarmuka (interface) yang telah dibuat pada aplikasi SMARTFUEL. Aplikasi tersebut telah dibuat menggunakan bahasa pemograman PHP Laragon dan *MySql* dengan metode pengujian blackbox, berikut tampilan halaman pengguna



Gambar 13. Halaman Pengguna

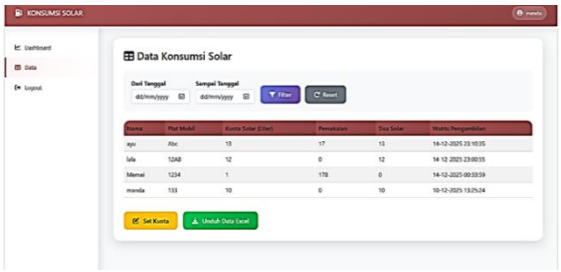
Gambar 13 menunjukan tampilan halaman pengguna yang digunakan oleh pengguna (supir truk). Halaman ini terdapatt tampilan volume tangki pom mini yang datanyaa sudah sesuai dengan data dari perangkat keras yaitu sensorr ultrasonik, kolom pencarian nama digunakan untuk pengguna mencari nama mereka dan bisa melihat informasi penggunaan pribadinya, jika belum terdata maka perlu mendaftarkan diri dengan menginputkan data pada kolom registrasi. Implementasi telah diuji dan berjalan stabil. informasi volume tangki dan data kendaraan secara langsung dalam satu layar tanpaa kendala. Implementasi telah diuji dan berjalan stabil



Gambar 14. Halaman Login

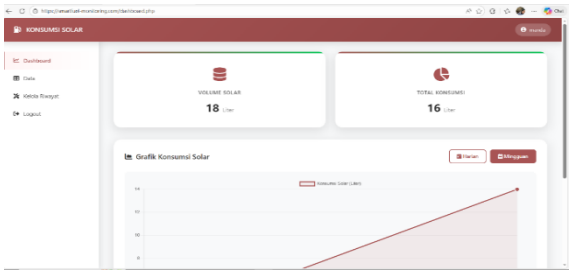
Halaman login pada aplikasi SMARTFUEL digunakan oleh admin dan dilengkapi dua kolom input yaitu Username dan *Password* yang berfungsi untuk memeperifikasi identitas admin sebelum diberikan akses ke dalam sistem. Fitur

simbol mata digunakan untuk membantu admin melihat kembali *password* dan username sebelum login. Fitur lupa *password* digunakan ketika admin lupa *password* yang dimiliki maka perlu reset *password* agar bisa login kembali. Desain tampilan halaman login dibuat sesederhana dan seminimalis mungkin guna menjaga konsentrasi pengguna tetap terfokus selama proses *autentikasi berlangsung*



Gambar 15. Halaman Data

Halaman data hanya dapat dikases oleh admin, halaman ini terdapat di menu pada halaman dashboard. Halaman data memudahkan admin untuk memantau aktivitas masing-masing pengguna dan bisa mengunduh data pengguna. Halaman data konsumsi solar hadir dengan tampilan yang rapi dan mudah dipahami, memudahkan pengguna dalam memantau konsumsi bahan bakar kendaraan. Sistem sudah diuji dan berjalan dengan baik.



Gambar 16. Halaman Dashboard

Setelah admin berhasil login, sistem akan mengarahkan admin ke halaman dashboard. Halaman tersebut dirancang untuk menampilkan berbagai informasi dari penggunaan solar. meliputi, volume solar, total konsumsi, grafik penggunaan konsumsi, disebelah kiri terdapat sidebar yang menampilkan menu data, kelola riwayat dan logout. Tampilan dibuat terstruktur dan sederhana agar informasi yang diberikan jelas. Sistem sudah di uji dan berjalan dengan baik.



Gambar 17. Halaman Kelola Riwayat

Di dalam halaman ini, admin bisa memperbarui data pengemudi, termasuk perubahan nama, nomor RFID yang unik sebagai identifikasi pengguna, pengaturan kuota pemakaian bahan bakar untuk setiap pengemudi serta penghapusan data pengguna. Fitur pengelolaan ini dibuat untuk mempermudah dalam memperbarui informasi pengguna agar data yang tersimpan dalam sistem tetap tepat, terorganisir, dan sesuai dengan keadaan di lapangan.



Gambar 18. Notifikaasi Telegram

Fitur notifikasi Telegram merupakan fitur yang terdapat pada sistem yang berguna untuk memberikan peringatan saat ketersediaan solar pada tangki akan habis. Notifikasi akan terkirim pada saat volume tangki berada dibawah 10 liter. Dapat dilihat dari gambar 4.10 mengirimkan pesan peringatan bahwa volume tangki berada dibawah 10 liter yaitu pada volume 9.00 liter, 7.10 liter, 6,40 liter, dan 5,90 liter. Notifikasi akan terus terkirim sampai admin segera mengambil tindakan pengisian solar

sampai berada diatas 10 liter, baru akan berhenti mengirim.

Adapun pengujian SMARTFUEL ini betjuan sistem untuk memastikan bahwa sistem Aplikasi yang dikembangkan dapat berjalan sesuai yang dinginkan[8]. Pengujian dilakukan penerapan metode *User Acceptance Testing* (UAT) sebagai dasar analisis untuk menilai tingkat penerimaan pengguna serta kesesuaian sistem dengan ekspektasi pengguna akhir dalam kondisi pengguna sebenarnya [9]. Dalam pengujian UAT, teknik *blackbox testing* digunakan sebagai pendekatan pengujian fungsional untuk memverifikasi bahwa setiap fitur sistem berfungsi dengan benar[10]. Selain itu metode dilengkapi dengan teknik pengujian *System Usability Scale* (SUS) yang dapat mengukur tingkat kemudahan suatu aplikasi.

3.3.1 Teknik *Blackbox*

No	Role	Skenario pengujian	Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	USER	-	Menampilkan halaman user	Menampilkan Volume tangki saat ini, informasi konsumsi *user* dalam bentuk tabel, dan registrasi *user* baru	✓	Sesuai
2.		Melakukan Pencarian data supir	Masukan nama supir	Menampilkan informasi user tersebut, berupa nama, nomor plat, kuota dan sisa.	✓	Sesuai
3.		Registrasi User	Menginputkan informasi yang dibutuhkan seperti nama, No plat, kuota,dan UID	Data akan tersimpan didatabase dan tampil di pencarian data supir.	✓	Sesuai
4.	ADMIN	-	Tampil button login admin	Menampilkan Login untuk Admin	✓	Sesuai

Gambar 19. Pengujian Halaman Pengguna

Terdapat hasil pengujian halaman pengguna, terdapat empat skenario pengujian. Dalam pengujian pertama, *User* melakukan skenario untuk menampilkan halaman pengguna, di mana sistem berhasil menunjukkan informasi mengenai volume tangki saat ini, informasi konsumsi pengguna dalam format tabel, serta proses pendaftaran pengguna baru. Pengujian kedua melibatkan pencarian data sopir, dan sistem bisa menampilkan informasi sopir yang meliputi nama, nomor plat, kuota, dan sisa. Pengujian ketiga berfokus pada proses pendaftaran pengguna, di mana data yang dimasukkan sukses disimpan dalam database dan dapat dilihat di halaman pencarian data sopir. Pada pengujian keempat, admin dapat mengklik tombol admin dan menuju ke halaman dashboard. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, semua skenario memberikan respons yang sesuai dengan yang diharapkan.

No	Role	Skenario Pengujian	Pengujian Username dan Password	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	ADMIN	*Username* dan *Password* tidak disi selanjutnya tekan tombol login	Kosong & kosong	Tetap dihalaman login dan nampilkan pesan wajib disi.	✓	Sesuai
2.		Mengisi *username* tetapi *password* tidak disi.	(Manda.) & (kosong)	Tetap dihalaman login dan menampilkan pesan wajib disi pada kolom *password*.	✓	Sesuai
3.		Mengosongkan *username* dan mengisi *password*	(kosong.) & (123)	Tetap dihalaman login dan menampilkan pesan wajib disi pada kolom *Username*	✓	Sesuai
4.		Mengisi username dan password dengan data yang sesuai kemudian klik login	(Manda) & (123)	Akses diterima dan admin dapar langsung ke halaman *dashboard*.	✓	Sesuai
5.		Mengisi *username* dan *password* dengan data yang tidak sesuai kemudian klik login	(Mayda) & (1234)	Sistem tidak akan masuk ke halaman dashboard, tetap berada dihalaman login	✓	Sesuai

Gambar 20. Pengujian Halaman Login Admin

login untuk memastikan validasi input da autentikasi berjalan sesuai spesifikasi. Pengujian dilakukan dengan lima skenario, yaitu, membiarkan username dan password kosong, mengisi username tanpa password, mengosongkan username dan hanya mengisi password, mengisi username dan password dengan data yang valid, serta mengisi username dan password dengan data yang tidak valid. Berdasarkan hasil pengujian, seluruhnya berjalan sesuai dengan harapan

No	Role	Skenario Pengujian	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	ADMIN	-	Menampilkan halaman dashboard	Menampilkan volume tangki pom mini seacara *real-time*, data total konsumsi dalam bentuk grafik harian dan mingguan, menampilkan fitur disedbar yaitu data dan *logout*.	✓	Sesuai
2.		Memilih opsi grafik harian pada halaman dashboard	Admin menekan opsi grafik harian pada menu grafik.	Menampilkan data konsumsi setiap harinya	✓	Sesuai
3.		Memilih total konsumsi opsi mingguan pada dashboard	Admin menekan opsi grafik mingguan pada menu grafik.	Menampilkan data yang dijumlah setiap minggunya	✓	Sesuai
4.		Memilih fitur "data" disedbar	Admin menekan fitur data	Menampilkan halaman data riwayat konsumsi	✓	Sesuai
		Memilih fitur *logout*	Admin menekan tombol logut	Kembali ke awal halaman pengguna	✓	Sesuai

Gambar 21. Pengujian Halaman Dashboard

Pada gambar 21 menunjukan hasil pengujian halaman dashboard yang dikelola oleh admin yang mencakup empat skenario pengujian. Dalam skenario pertama, sistem dengan berhasil menampilkan volume tangki, grafik konsumsi harian serta mingguan, dan juga fitur data, kelola riwayat dan logout. Skenario kedua dan ketiga menunjukkan bahwa sistem mampu menyajikan data konsumsi dalam bentuk grafik baik harian maupun mingguan sesuai dengan pilihan yang diberikan. Pada skenario keempat, sistem dapat menampilkan riwayat konsumsi ketika fitur data diakses, dan kembali ke halaman awal ketika Admin menekan tombol logout. Dari hasil evaluasi ini, semua skenario menunjukkan respons yang sesuai yang diharapkan, ini menunjukan bahwa pengujian berhasil dilakukan.

No	Role	Skenario Penguji	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	kesimpulan
1.	ADMIN	-	Menampilkan halaman data	Menampilkan data, set kuota filter data,dan download data dalam format excel	✓	Sesuai
2.		Memilih tanggal pada fitur tanggal yang diinginkan	Admin mencari data sesuai tanggal yang diinginkan, menekan tombol "dari tanggal-sampai tanggal"	-	-	Sesuai
3.		Klik tombol filter	Admin menekan tombol filter untuk menampilkan data sesuai tanggal	Data tampil sesuai tanggal	✓	Sesuai
4.		Klik tombol reset	Admin klik tombol reset	Tanggal yang diatur reset kembali kosong.	✓	Sesuai
5.		Klik Unduh data	Admin mengunduh data sesuai yang diinginkan	Data terunduh dalam format excel	✓	Sesuai
6.		Klik Set Kuota	Admin melakukan pencarian data *user* yang ingin ditambahkan kuotanya.	Kuota terbaru diupdate didatabase	✓	Sesuai

Gambar 22. Pengujian Halaman Data

Pada gambar 22 hasil dari pengujian halaman data yang dapat diakses oleh Admin yaitu mencakup enam skenario. Dalam skenario pertama, sistem berhasil menampilkan data, pengaturan kuota, filter data, dan kemampuan untuk mengunduh data dalam format *excel*. Skenario kedua, Admin mampu melakukan pencarian data berdasarkan tanggal yang diinginkan menggunakan fitur tanggal. Pada skenario ketiga, sistem dapat menampilkan data berdasarkan tanggal setelah Admin mengklik tombol filter. Di skenario keempat, tanggal akan kembali ke awal jika admin mengklik tombol reset. Dalam skenario kelima, data berhasil diunduh dalam format *excel* sesuai dengan permintaan Admin. Kemudian, skenario keenam menunjukkan bahwa kuota terbaru berhasil diupdate dalam database setelah Admin melakukan pengaturan kuota. Dari hasil pengujian, semua skenario memberikan respon sesuai harapan, ini membuktikan bahwa fitur di halaman data berfungsi dengan baik.

No	Role	Skenario Pengujian	pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1	ADMIN	Menampilkan halaman kelola riwayat	Admin membuka menu Kelola Riwayat	Sistem menampilkan daftar riwayat transaksi (nama, RFID, liter, sisa sebelum, sisa sesudah, waktu, aksi)	✓	Sesuai
2.		Menghapus sebagian data transaksi	Admin menghapus salah satu data yang tidak diperlukan	Data riwayat terhapus	✓	Sesuai

Gambar 23. Pengujian Halaman Pengelolaan Riwayat

Pada gambar 23 menunjukkan hasil pengujian halaman kelola riwayat oleh Admin, terdapat tiga skenario pengujian. Pertama, sistem berhasil menampilkan daftar riwayat transaksi berupa nama, RFID, liter, sisa sebelum, sisa sesudah, waktu, dan aksi saat Admin membuka menu kelola riwayat. Skenario kedua, data riwayat berhasil terhapus saat Admin menghapus salah satu data yang tidak diperlukan. Skenario ketiga, sistem berhasil menyimpan perubahan saat Admin mengubah salah satu data, baik nama, RFID, maupun kuota. Berdasarkan hasil pengujian, seluruh skenario menghasilkan respons yang sesuai harapan, sehingga membuktikan bahwa fitur pada halaman kelola riwayat berjalan baik.

No	Role	Skenario Pengujian	Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1.	ADMIN	Nilai volume tangki dibawah 10 liter	Fitur Notifikasi Telegram	Notifikasi Terkirim dengan nilai volume tangki yang kurang.	✓	Sesuai

Gambar 24. Pengujian Telegram

Metode pengujian yang digunakan adalah *System Usability Scale* (SUS) bertujuan untuk mengetahui mengetahui tingkat kepuasan pengguna terhadap aplikasi[11]. Metode System *Usability Scale* (SUS) dengan 10 pertanyaan untuk

mengevaluasi tingkat kegunaan sistem berdasarkan umpan balik dari pengguna dan juga sebagai tolok ukur penilaian *usability* [12]. Data ini didapatkan melalui kuesioner[13] disebarkan secara daring melalui platform Google Forms dengan jumlah respon dari 10 responden yang terdiri dari 7 orang perusahaan dan 3 pengguna diluar perusahaan. Pertanyaan tersebut terdapat pada gambar berikut

No	Pertanyaan (Question)	Sangat Tidak Setuju [1]	Tidak Setuju [2]	Ragu -ragu [3]	Setuju [4]	Sangat Setuju [5]
1.	Sistem *SMARTFUEL* Monitoring memudahkan untuk memantau informasi real-time, grafik, volume tangki, kuota, dan konsumsi solar.	-	-	-	6	4
2.	Saya merasa sistem ini terlalu rumit untuk digunakan guna melihat dashboard, grafik, laporan, dan volume tangki	2	4	4	-	-
3.	Login, halaman pengguna, dan menu data mudah diakses dan membantu saya mendapatkan informasi dengan cepat	-	1	2	7	-
4.	Saya merasa perlu bantuan lain untuk dapat menggunakan fitur-fitur seperti filter data, laporan Excel, Set kuota.	-	3	5	2	-
5.	Fitur-fitur seperti dashboard, grafik penggunaan, data sopir & kendaraan bekerja dengan baik dan saling mendukung dalam pemantauan	-	-	-	8	2
6.	Saya menemukan ketidakkonsistenan atau kesulitan memahami beberapa tampilan atau fungsi dalam sistem ini	2	3	3	2	-
7.	Saya cepat mempelajari cara mengakses sistem dan membaca informasi di aplikasi *SMARTFUEL* Monitoring	-	-	1	7	2
8.	Saya merasa sistem ini masih membingungkan ketika pertama kali mencoba fitur-fitur seperti dashboard, laporan Excel, atau data volume tangki	2	1	6	1	-
9.	Secara keseluruhan, sistem ini memberikan pengalaman penggunaan yang nyaman dan saya merasa percaya diri saat menggunakannya.	-	-	-	7	3
10	Saya merasa sistem ini tidak dapat diandalkan atau tidak stabil dalam mendukung pengelolaan penggunaan solar.	3	4	1	2	-

Gambar 25. Pertanyaan Metode SUS

Proses analisis data hasil kuosioner dilakukan dengan mengelola jawaban responden menggunakan metode perhitungan yang akan dijelaskan berikut ini [14]

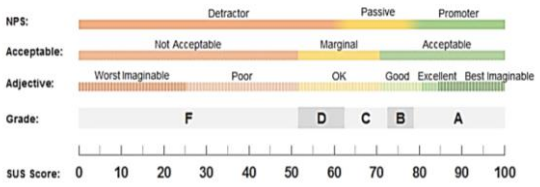
1. Pada pertanyaan bernomor ganjil (1, 3, 5, 7, dan 9), nilai diperoleh dengan mengurangi skor jawaban dikurangi.
2. Untuk pertanyaan genap (2, 4, 6, 8, dan 10), nilai diperoleh dengan mengurangkan skor jawaban dari angka 5.
3. Seluruh jumlah dari butir pertanyaan dikalikan 2,5 agar mendapatkan total skor dalam rentang 10-100.
4. Setelah skor masing-masing responden didapatkan, tahapan selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata skor dengan cara menjumlahkan keseluruhan skor yang diperoleh, kemmudian hasilnya dibagi membaginya dengan total jumlah responden yang berpastisipasi.

Selanjutnya, hasil dari pengelolahan data tersebut disajikan didalam tabel yang menunjukan penilaian responden terhadap aplikasi, sebagaimana ditampilkan pada tabel 7 berdasarkan hasil kuosioner SUS

No	Respond en	Skor										Jumlah	Nilai (jumlahx 2.5)
		Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10		
1.	Respon 1	4	2	4	2	4	3	4	3	4	1	31	77,5
2.	Respon 2	5	2	4	3	4	2	4	3	5	2	34	85
3.	Respon 3	4	2	4	3	4	2	4	3	4	2	32	80
4.	Respon 4	5	1	2	2	5	1	5	1	5	1	28	70
5.	Respon 5	4	3	3	3	4	4	4	2	4	2	33	82,5
6.	Respon 6	5	2	4	2	4	2	4	3	4	2	32	80
7.	Respon 7	5	1	4	4	5	1	5	1	5	1	32	80
8.	Respon 8	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	35	87,5
9.	Respon 9	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	37	92,5
10.	Respon 10	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	36	90
		Skor Rata-Rata											82,5

Gambar 26. Hasil Responden

terdiri dari tujuah orang perusahaan dan tiga user biasa, menunjukan skor rata-rata SUS sebesar 82,5. Skor rata-rata dianalisis menggunakan acceptability ranges, grade scale, dan adjective ratings



Gambar 27. Skala Interpretasi SUS

Dapat disimpulkan hasil penilaian responden terhadap aplikasi SMARTFUEL, dengan metode *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor sebesar 82,5. Berdasarkan interpretasi skala SUS, nilai tersebut termasuk dalam kategori:

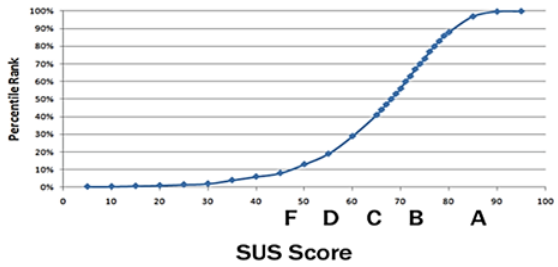
1. *Acceptability* ranges dari skor yang diperoleh tadi termasuk pada tingkat acceptable, ini artinya bahwa pengguna dapat menerima sistem dengan baik dari segi kemudahan, kepuasan dan kenyamanan.
2. *Grade scale* dari skor yang diperoleh aplikasi masuk pada kategori A, ini menunjukan bahwa sistem memiliki kualitas usability yang sangat baik.

3. Adjective ratings masuk pada kate
gori excellent menunjukan pengguna merasakan puas dengan sistem.

Skor SUS diinterpretasikan menggunakan peringkat persentil (percentile ranks) dan klasifikasi huruf (letter grades) dari A hingga F, huruf A menunjukkan kategori terbaik dan F menunjukkan kategori terendah [15].

Ketentuan untuk percentile rank dan letter grades adalah sebagai berikut:

1. Grade A: skor ≥ 80,3 dengan percentile ≥ 90%
2. Grade B: 74 ≤ skor < 80,3 dengan percentile antara 70% hingga < 80%
3. Grade C: 68 ≤ skor < 74 dengan percentile antara 40% hingga < 70%
4. Grade D: 51 ≤ skor < 68 dengan percentile antara 20% hingga < 40%
5. Grade F: skor < 51 dengan percentile < 20%



Gambar 28. Percentile Ranks

Dari ketentuan *precentile rank* dan letter grades diatas, maka persetase hasil grade aplikasi SMARTFUEL menunjukan pada grade A dengan presentase 90%, perolehan grade A tersebut dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini memiliki tingkat usability yang sangat baik dan dapat diterima oleh pihak perusahaan untuk membantu memantau proses operasional penggunaan konsumsi solar secara efektif.

Tingginya skor SUS ini turut dipengaruhi oleh komposisi responden, yaitu tujuh orang dari pihak perusahaan yang memahami langsung kebutuhan operasional pemantauan solar, dan tiga pengguna luar perusahaan yang berinteraksi langsung denga
n aplikasi. Kedekatan responden perusahaan dengan permasalahan yang diangkat memungkinkan mereka menilai sistem tidak hanya dari sisi kemudahan penggunaan, tetapi juga dari sisi relevansi semua fitur terhadap kebutuhan nyata di lapangan, seperti pemantauan kuota dan notifikasi otomatis.

Dibandingkan dengan penelitian serupa yang mengembangkan sistem monitoring tangki berbasis IoT [2], [3], [4], skor usability pada penelitian-penelitian tersebut umumnya tidak dilaporkan secara eksplisit, sehingga sulit dilakukan perbandingan kuantitatif secara langsung. Namun demikian, capaian skor 82,5 (Grade A) pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan fitur pelaporan berbasis web dan pembatasan penggunaan per pengguna tidak mengurangi, bahkan turut mendukung kemudahan penggunaan sistem secara keseluruhan.

Capaian ini juga menunjukan bahwa sistem SMARTFUEL secara teknis maupun dari sisi pengalaman pengguna telah siap untuk diimplementasikan pada lingkungan operasional perusahaan. Meskipun demikian, pengujian usability pada penelitian ini masih dilakukan dengan jumlah responden yang terbatas (10 orang), sehingga pengembangan lebih lanjut disarankan untuk melibatkan jumlah responden yang lebih besar dan beragam guna memperkuat validitas hasil evaluasi usability sistem.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dipaparkan, Kesimpulan yang dapat diambil antara lain sebagai berikut:

1. Sistem Aplikasi Monitoring berbasis Internet of Things untuk penggunaan konsumsi bahan bakar solar pada industri yang diberi nama SMARTFUEL ini telah berhasil dikembangkan, Sistem ini menggunakan PHP native, Javascript laragon dan database MySQL, serta dilengkapi fitur notifikasi Telegram untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang terintegrasi dengan perangkat keras IoT.
2. Integrasi *hardware* dan *software* berjalan dengan baik, komunikasi serial antara Arduino Mega 2560 Pro dan ESP32 dapat mengirimkan data sensor ke server melalui protokol *HTTP*, kemudian data tersimpan di database *MySQL* dan ditampilkan pada aplikasi web secara real-time. didukung hasil pengujian blackbox dengan seluruh fitur berfungsi 100% sesuai harapan, mengindikasikan bahwa sistem ini secara teknis stabil dan andal untuk digunakan dalam pengawasan operasional sehari-hari tanpa memerlukan intervensi manual yang signifikan dari pihak perusahaan. Kemampuan sistem dalam menyajikan data konsumsi solar secara otomatis dan *real-time* ini turut berimplikasi pada berkurangnya waktu dan tenaga yang selama ini dibutuhkan untuk pencatatan manual, sehingga perusahaan dapat mengalokasikan sumber

daya tersebut untuk aktivitas operasional lain yang lebih produktif. Aplikasi ini dapat diakses melalui alamat "smartfuel-monitoring.com".

3. Capaian skor *usability* yang tinggi (82,5, Grade A - *Excellent*) mengindikasikan bahwa SMARTFUEL secara praktis dapat diadopsi oleh perusahaan untuk menggantikan sistem pencatatan manual, sehingga membantu mengurangi risiko kesalahan pencatatan dan meningkatkan transparansi pengawasan konsumsi solar.

4.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat membantu pengembangan aplikasi SMARTFUEL sebagai berikut:

1. Tampilan aplikasi yang masih sederhana, kurang responsif dan memiliki fitur yang terbatas hal ini perlu ditingkatkan lagi, fitur yang perlu dipertimbangkan itu seperti fitur edit untuk user, penyimpanan data masih belum lengkap, bisa ditambah data perhari, perminggu maupun perbulan.
2. Sistem yang saat ini hanya tersedia dalam bentuk *platform website* perlu dikembangkan menjadi aplikasi mobile. Pengembangan ini memberikan *fleksibilitas* yang lebih baik bagi pengguna.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua serta saudara penulis yang selalu memberikan dukungan moral yang tak ternilai.

Kepada dosen pembimbing dan dosen penguji dari Program Studi Rekayasa Sistem Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak, yang telah memberikan bimbingan, dukungan, masukan serta arahan kepada penulis.

Kepada PT. Arah Teknologi yang telah berkontribusi dan memberikan kepercayanya kepada penulis untuk bekerja sama dalm membuat tugas akhir ini.

Daftar Pustaka:

[1] H. Handayani, D. R. Maspanger, and W. Andriani, "PENELITIAN PENDAHULUAN SINTESIS EMULSI BIOFUEL-AIR UNTUK BAHAN BAKAR PENGERINGAN KARET REMAH," *Jurnal Penelitian Karet*, pp. 113–124, Dec. 2023, doi: 10.22302/ppk.jpk.v41i2.870.

[2] A. A. Poetra *et al.*, "PROTOTIPE SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR PADA TANGKI BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Sigma Teknika*, vol. 6, no. 1, pp. 97–108, 2023.

[3] S. Darma, B. Ramadhan, ; Nur Khamdi, and) ; Tianur, "Rancang Bangun Prototype Alat Monitoring Tangki Bahan Bakar Solar di PLTD Berbasis IoT."

[4] P. P. Surabaya, M. Dio Alvian, Y. Yudha Wirawan, S. D. Novalina,) Politeknik, and P. Medan, "PROSIDING Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2023 RANCANG BANGUN CONTROLLING DAILY FUEL TANK BERBASIS IOT".

[5] T. A. Rospricilia, M. Nizar, and P. Ma'ady, "Rospricilia, Pemodelan Integration Use Case (IUC): Perancangan Use Case Diagram (UML) untuk Sistem-sistem yang Terintegrasi 165 Pemodelan Integration Use Case (IUC): Perancangan Use Case Diagram (UML) untuk Sistem-sistem yang Terintegrasi."

[6] Y. Finsensia Riti, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI WEBSITE DENGAN KONSEP UI/UX UNTUK MENGOPTIMALKAN MARKETING PERUSAHAAN," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, pp. 2830–7062, doi: 10.23960/jitet.v11i3%20s1.3430.

[7] "238-Other-1030-1-10-20241025".

[8] I. Walinda Fujiarti *et al.*, "RANCANG BANGUN AUTOMATIC SMART LOCKER DENGAN SISTEM IOT MENGGUNAKAN DATABASE," 2025. [Online]. Available: http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire

[9] M. Fallahi, R. Nurfalah, ; Inka, S. Fauzia, and S. Tarigan, "INTI NUSA MANDIRI RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI E-BOOKING PENYEWAAN MOBIL BERBASIS WEB MENGGUNAKAN PENDEKATAN OOAD", doi: 10.33480/inti.v20i2.7870.

[10] H. Thabibi, S. F. A. Wati, and T. P. Rinjeni, "Implementasi User Acceptance Testing (UAT) Pada Website E-Commerce UMKM BBhealthy," *Adopsi Teknologi dan Sistem Informasi (ATASI)*, vol. 4, no. 1, pp. 19–26, Jun. 2025, doi: 10.30872/atasi.v4i1.2904.

[11] M. Zen, Irwan, Hafni, and M. D. P. Ananda, "Implementasi dan Pengujian Menggunakan Metode BlackBox Testing Pada Sistem Informasi Tracer Study," *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 4, no. 4, pp. 327–340, Jun. 2024, doi: 10.47065/bulletincsr.v4i4.359.

[12] Z. Mardiah *et al.*, "ANALISIS USABILITY WEBSITE LMS POLTEK SSN MENGGUNAKAN METODE SYSTEM USABILITY SCALE," 2024.

[13] T. Lathif, M. Suryanto, W. N. Simarmata, and A. Faroqi, "Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sistem Informasi (SITASI) 2022 SYSTEM USABILITY SCALE (SUS) SEBAGAI METODE PENGUJIAN KEGUNAAN PADA SITUS PROGRAM STUDI USABILITY SCALE SYSTEM (SUS) AS USABILITY TESTING METHOD ON STUDY WEBISTE DEPARTMENT." [Online]. Available: http://sitasi.upnjatim.ac.id/|285

[14] C. Nadia Kurniawan, B. Zaman, S. Bhahri, T. Informatika, and S. Kharisma Makassar, "ANALISIS USABILITY PADA WEBSITE AYOMULAI MENGGUNAKAN METODE SYSTEM USABILITY SCALE," *JTRISTE*, vol. 9, no. 2, pp. 90–102, 2022, [Online]. Available: https://ayomulai.id/

[15] S. Aisyah *et al.*, "Evaluasi Usability Website Dinas Pendidikan Provinsi Riau Menggunakan Metode System Usability Scale," *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 125–132, 2021, [Online]. Available: https://disdik.riau.go.id.

[16] N. Riyan Sahara, G. Indah Marthasari, and B. Setio Wiyono, "Evaluasi Usability Menggunakan Metode SUS (System Usability Scale) Serta Menentukan Korelasi Dengan Tingkat Kelulusan Mahasiswa (Studi Kasus : LMS Universitas Muhammadiyah Malang)," *REPOSITOR*, vol. 4, no. 3, pp. 203–216, 2022.