

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (2): 54-63

**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT. TERMINAL
PETI KEMAS SURABAYA**

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
Fakultas Teknik Dan Sains, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Jl. Dukuh Menanggal XII, Surabaya, Jawa Timur
email: hamimfith@gmail.com, dwi.hastuti@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Terbatas (SPBT) PT. Terminal Peti Kemas Surabaya memiliki peran penting dalam mendukung operasional kendaraan dan alat berat. Sistem pencatatan pengisian bahan bakar yang masih manual menyebabkan antrian, ketidakefisienan waktu, risiko kehilangan data, serta potensi kesalahan dan kecurangan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring pengisian bahan bakar berbasis Radio Frequency Identification (RFID) yang terintegrasi dengan server Fuel Monitoring System. RFID digunakan untuk mengidentifikasi kendaraan secara otomatis dan mencatat data pengisian secara real-time sehingga mengurangi ketergantungan pada input manual. Data pengisian tersimpan secara terstruktur dan dapat dipantau untuk meningkatkan keamanan serta pengawasan distribusi bahan bakar. Penerapan sistem diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu, mengurangi antrian, meningkatkan akurasi pencatatan, serta meminimalkan potensi kecurangan dalam pengelolaan bahan bakar.

Kata kunci: RFID, BBM, SPBT, operator, pengisian

ABSTRACT

The Limited Fuel Filling Station (SPBT) of PT. Terminal Peti Kemas Surabaya plays an important role in supporting the operation of vehicles and heavy equipment. The existing manual fuel recording system causes vehicle queues, time inefficiency, data loss risks, and potential recording errors and fraud. This study aims to design and implement a Radio Frequency Identification (RFID)-based fuel monitoring system integrated with a Fuel Monitoring System server. RFID is used to automatically identify vehicles and record fuel dispensing data in real time, reducing dependence on manual input. The recorded data are stored in a structured system, enabling improved data security and fuel distribution monitoring. The implementation of this system is expected to improve fuel dispensing efficiency, reduce vehicle queues, increase recording accuracy, and minimize the potential for fraud in fuel management.

Keywords: RFID, fuel, fuel filling station, operator, filling

PENDAHULUAN

Stasiun Pengisian Bahan Bakar Terbatas (SPBT) PT. Terminal Peti Kemas Surabaya merupakan fasilitas penting yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) bagi kendaraan operasional dan alat berat, seperti reach stacker, forklift, head truck, serta bus antar jemput karyawan. SPBT ini dilengkapi dengan tangki tandon berkapasitas 50 kiloliter (KL) dengan total distribusi bahan bakar rata-rata mencapai 300 KL per bulan. Tingginya intensitas penggunaan BBM tersebut menuntut adanya sistem pengelolaan yang efektif, akurat, dan terintegrasi guna menunjang kelancaran operasional perusahaan. Namun, dalam praktiknya, proses pengisian BBM di SPBT PT. Terminal Peti Kemas Surabaya masih dilakukan secara manual, khususnya dalam pencatatan nomor lambung kendaraan dan jumlah BBM yang diisikan. Sistem manual ini memiliki berbagai kelemahan, di antaranya rentan terhadap kesalahan pencatatan (human error), membutuhkan waktu yang relatif lama, serta berpotensi menimbulkan antrian panjang yang dapat menghambat aktivitas operasional di lapangan [1]. Selain itu, permasalahan lain yang sering terjadi adalah gangguan listrik yang menyebabkan hilangnya data pengisian, sehingga operator harus melakukan penginputan ulang atau restart sistem dispenser, yang tentunya berdampak pada efisiensi kerja dan keamanan data. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan sistem identifikasi otomatis menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah Radio Frequency Identification (RFID) [2]. RFID merupakan teknologi

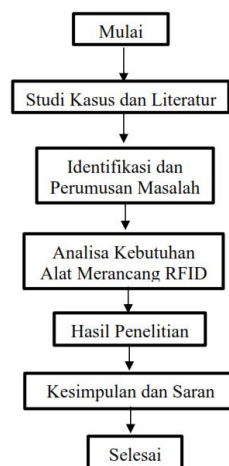
Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 54-63

identifikasi berbasis gelombang radio yang mampu mengenali objek secara otomatis tanpa kontak langsung. Teknologi ini telah banyak diterapkan dalam berbagai sektor industri, terutama dalam manajemen rantai pasok dan pengendalian inventori, karena memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, akurasi, serta kemampuan penyimpanan data yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi barcode.

Penerapan RFID pada sistem pengisian BBM di SPBT diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses operasional. Dengan menggunakan RFID, setiap kendaraan atau alat berat dapat dilengkapi dengan tag yang berisi identitas unik. Data tersebut kemudian dibaca oleh RFID reader saat proses pengisian berlangsung, sehingga informasi terkait kendaraan dan jumlah BBM yang diisi dapat tercatat secara otomatis dan tersimpan dalam sistem komputer [3]. Hal ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual, tetapi juga meminimalkan risiko kehilangan data serta meningkatkan kecepatan pelayanan pengisian BBM. Selain itu, sistem berbasis RFID juga dapat membantu mengurangi antrian kendaraan pada saat pengisian, sehingga aktivitas operasional di lingkungan kerja dapat berjalan lebih lancar. Pengelolaan data yang terintegrasi juga memungkinkan pihak perusahaan untuk melakukan monitoring dan evaluasi penggunaan BBM secara lebih akurat dan real-time [4]. Berdasarkan permasalahan dan potensi solusi yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Radio Frequency Identification (RFID) sebagai solusi dalam proses pengisian bahan bakar minyak bagi kendaraan operasional dan alat berat di SPBT PT. Terminal Peti Kemas Surabaya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan implementasi sistem RFID yang lebih efektif, efisien, serta mampu meningkatkan kinerja operasional perusahaan secara keseluruhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang diawali dengan observasi lapangan secara langsung untuk memperoleh gambaran kondisi teknis dan operasional sistem pengisian bahan bakar. Selain itu, dilakukan pengumpulan data yang meliputi data teknis peralatan, alur operasional, serta parameter yang memengaruhi kinerja sistem. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode perhitungan teknis guna mengetahui performa sistem secara kuantitatif, serta dilanjutkan dengan simulasi lapangan untuk memvalidasi hasil analisis agar sesuai dengan kondisi nyata [6]. Penelitian ini dilaksanakan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Terbatas (SPBT) milik PT. Terminal Peti Kemas Surabaya yang berlokasi di Jl. Tanjung Mutiara No. 1, Perak Barat, Surabaya, dengan waktu pelaksanaan direncanakan selama empat bulan, yaitu dari September 2025 hingga Desember 2025, yang mencakup tahap persiapan, pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan laporan penelitian sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

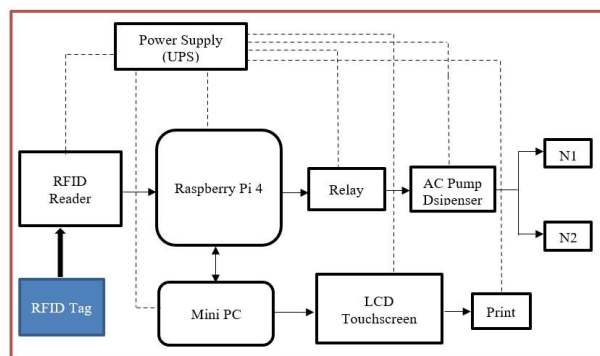


GAMBAR 1. FLOWCHART PENELITIAN

Tahapan penelitian ini diawali dengan studi kasus dan studi literatur, yaitu metode yang digunakan untuk mempelajari objek penelitian melalui kajian buku, jurnal, serta observasi langsung di lapangan guna memperoleh

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 54-63

gambaran umum terkait permasalahan yang dibahas. Selanjutnya dilakukan identifikasi dan perumusan masalah untuk mengetahui berbagai kendala yang terdapat pada sistem SPBT sebagai acuan dalam proses penelitian sehingga dapat meminimalkan permasalahan yang muncul. Tahap berikutnya adalah analisa kebutuhan alat dalam perancangan sistem RFID, yang bertujuan untuk menentukan spesifikasi dan bentuk alat agar dapat dirancang secara tepat sesuai dengan kebutuhan dan permasalahan yang telah diidentifikasi [7]. Setelah itu diperoleh hasil penelitian yang merupakan keluaran dari proses perancangan RFID serta penanganan masalah berdasarkan analisis yang telah dilakukan. Tahap akhir berupa penarikan kesimpulan yang merangkum hasil penelitian sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, serta pemberian saran sebagai bahan pertimbangan bagi pengembangan penelitian selanjutnya



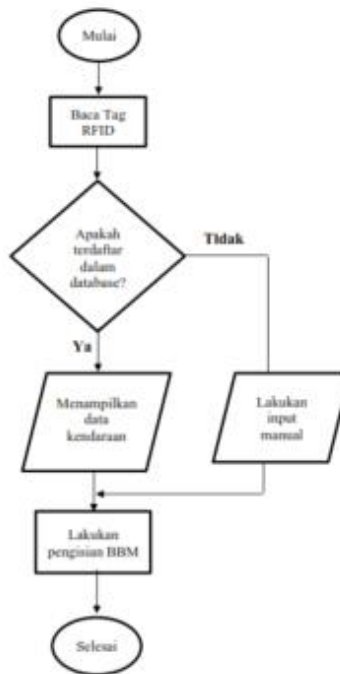
GAMBAR 2. SINGLE LINE DIAGRAM ALAT

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini memanfaatkan beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk memastikan proses pengisian bahan bakar berjalan secara otomatis, aman, dan efisien. Salah satu komponen penting adalah Uninterruptible Power Supply (UPS) yang berfungsi sebagai penyedia daya cadangan bagi seluruh perangkat elektrik pada sistem RFID [8]. UPS ini berperan krusial dalam menjaga kestabilan suplai listrik, terutama ketika terjadi gangguan seperti pemadaman atau blackout dari sumber listrik PLN.

Dengan adanya UPS, seluruh peralatan tetap dapat beroperasi dalam waktu tertentu sehingga memberikan kesempatan untuk melakukan pengamanan sistem atau pengalihan sumber daya ke genset, sehingga risiko kerusakan perangkat dapat diminimalkan. Selain itu, sistem ini juga menggunakan RFID Tag sebagai media penyimpan dan pembawa data identitas. RFID Tag terdiri dari chip, antena, dan rangkaian elektronik yang memungkinkan data dapat ditransmisikan secara nirkabel ke RFID Reader. Dalam perancangan ini digunakan jenis tag pasif, yaitu tag yang tidak memiliki sumber daya sendiri dan memperoleh energi dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh reader. Hal ini membuat tag pasif lebih efisien dari segi biaya dan perawatan, serta cocok digunakan dalam sistem identifikasi kendaraan atau pengguna pada stasiun pengisian bahan bakar terbatas [9]. Komponen berikutnya adalah RFID Reader yang berfungsi sebagai alat komunikasi utama dengan RFID Tag. Reader ini bekerja dengan memancarkan gelombang frekuensi radio untuk menciptakan zona elektromagnetik yang disebut sebagai zona interogasi. Ketika RFID Tag memasuki zona tersebut, tag akan mendapatkan suplai energi dari gelombang yang dipancarkan dan kemudian mengirimkan data kembali ke reader. Data yang diterima selanjutnya akan diproses melalui proses decoding untuk diterjemahkan menjadi informasi yang dapat digunakan oleh sistem, seperti identitas pengguna atau kendaraan. Seluruh data yang diperoleh dari RFID Reader kemudian diproses oleh Raspberry Pi 4 yang berperan sebagai pusat kendali sekaligus perangkat Internet of Things (IoT) [10]. Raspberry Pi bertugas menerjemahkan data yang diterima dari reader serta mengintegrasikannya dengan sistem dispenser bahan bakar. Data tersebut kemudian dikirimkan ke mini-PC dan ditampilkan melalui aplikasi pada monitor yang telah disediakan, sehingga operator dapat memantau proses pengisian secara real-time. Dengan kemampuan konektivitas internet, Raspberry Pi juga memungkinkan penyimpanan data secara terpusat dan akses jarak jauh. Untuk mendukung pengendalian perangkat dengan tegangan yang lebih tinggi, sistem ini menggunakan relay yang dikontrol langsung oleh Raspberry Pi. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang memungkinkan Raspberry Pi mengendalikan perangkat eksternal seperti pompa atau motor pada dispenser bahan bakar tanpa risiko kerusakan akibat perbedaan tegangan atau arus. Selain itu, relay juga berperan sebagai sistem pengamanan untuk melindungi perangkat elektronik dari gangguan listrik yang tidak diinginkan. Terakhir, proses distribusi bahan bakar dilakukan menggunakan pump dispenser yang dilengkapi dengan nozzle pada sisi kanan dan kiri, yaitu N1 dan N2 [11]. Dispenser ini bertugas menyalurkan bahan bakar ke kendaraan sesuai dengan perintah yang diberikan oleh sistem. Setelah proses pengisian selesai, data transaksi seperti jumlah bahan bakar yang disalurkan akan dikirimkan kembali ke Raspberry Pi untuk kemudian disimpan

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (2): 54-63

dalam perangkat lunak berbasis internet. Dengan demikian, seluruh proses mulai dari identifikasi, pengisian, hingga pencatatan data dapat dilakukan secara otomatis dan terintegrasi dalam satu sistem yang efisien dan andal.



GAMBAR 3. FLOWCHART CARA KERJA ALAT

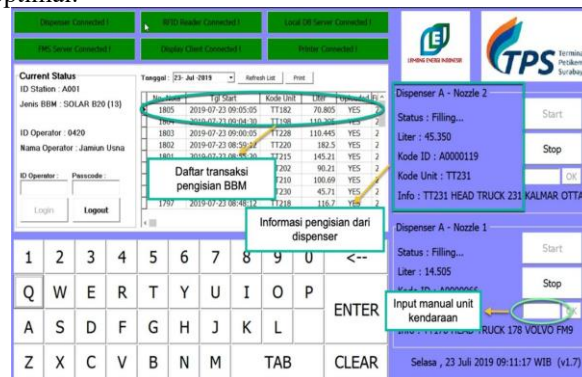
Berdasarkan flowchart diagram alir yang telah dirancang, proses pengisian bahan bakar di SPBT dimulai dari kedatangan kendaraan yang akan melakukan pengisian. Ketika kendaraan berada pada area pengisian, sistem secara otomatis mengaktifkan RFID reader untuk membaca tag RFID yang telah terpasang pada kendaraan tersebut. Proses pembacaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi data kendaraan secara cepat dan akurat [12]. Apabila data kendaraan berhasil terbaca dan telah terdaftar di dalam database, maka informasi terkait kendaraan tersebut akan langsung ditampilkan pada display software yang digunakan oleh operator. Namun, jika terjadi kegagalan dalam proses pembacaan antara RFID reader dan tag, atau data kendaraan tidak ditemukan dalam database, maka operator diwajibkan untuk melakukan input secara manual dengan memasukkan nomor lambung kendaraan yang akan melakukan pengisian [13]. Setelah data kendaraan berhasil ditampilkan pada sistem, langkah berikutnya adalah melakukan proses pengisian bahan bakar dengan cara menekan tombol “Start” yang tersedia pada software. Sistem kemudian akan mengaktifkan dispenser untuk menyalurkan bahan bakar sesuai kebutuhan. Setelah proses pengisian selesai, seluruh data transaksi akan secara otomatis tersimpan di dalam database software serta terintegrasi dengan server Fuel Monitoring System. Selain itu, sistem juga menyediakan fitur pencetakan bukti transaksi, sehingga operator dapat menekan tombol “Print” apabila pengemudi membutuhkan bukti pengisian untuk dilaporkan kepada foreman atau pihak terkait. Dengan alur tersebut, sistem mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, serta transparansi dalam proses pengisian bahan bakar di SPBT [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dalam penelitian ini menjelaskan pengaruh efektivitas penggunaan sistem RFID dibandingkan dengan sistem tanpa RFID, serta meliputi pengujian jarak pembacaan, waktu respon, dan kekuatan sinyal. Berdasarkan hasil yang diperoleh, sistem tanpa RFID memiliki efektivitas yang lebih rendah karena proses identifikasi kendaraan dan pencatatan transaksi masih dilakukan secara manual oleh operator, sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, keterlambatan proses, serta kurangnya akurasi data. Sebaliknya, penggunaan

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 54-63

RFID mampu meningkatkan efektivitas operasional karena proses identifikasi dilakukan secara otomatis, lebih cepat, dan data langsung tersimpan ke dalam sistem, sehingga mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan keakuratan serta transparansi data. Selain itu, pengujian jarak RFID menunjukkan bahwa semakin dekat jarak antara reader dan tag, maka proses pembacaan menjadi lebih cepat dan akurat, sedangkan pada jarak yang lebih jauh performa pembacaan cenderung menurun bahkan dapat mengalami kegagalan. Dari sisi waktu respon, sistem RFID memiliki waktu respon yang relatif cepat sehingga mampu mempercepat proses pengisian BBM dibandingkan metode manual. Sementara itu, pada pengujian kekuatan sinyal, diketahui bahwa kualitas sinyal sangat dipengaruhi oleh jarak, posisi pemasangan tag, serta adanya penghalang di sekitar perangkat, di mana sinyal yang kuat menghasilkan pembacaan yang stabil dan cepat, sedangkan sinyal yang lemah dapat menyebabkan keterlambatan atau kegagalan pembacaan. Secara keseluruhan, penerapan sistem RFID terbukti mampu meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan keandalan proses pengisian BBM, meskipun tetap memerlukan penyesuaian pada aspek teknis agar sistem dapat bekerja secara optimal.



GAMBAR 4. HASIL PRODUK TAMPAK DALAM

Berikut merupakan penjelasan mengenai tampilan rancangan software untuk sistem RFID pengisian bahan bakar minyak (BBM) di PT Terminal Peti Kemas Surabaya (TPS) yang dirancang secara terintegrasi guna memudahkan proses monitoring, pengendalian, serta pencatatan transaksi secara real-time. Pada bagian pertama, yaitu menu Current Status, ditampilkan berbagai informasi penting yang berkaitan dengan identitas pengguna sistem, seperti nama operator yang sedang bertugas, jenis BBM yang dipilih atau digunakan, serta ID operator sebagai bentuk autentikasi. Selain itu, pada bagian ini juga tersedia fitur login yang berfungsi sebagai gerbang awal untuk mengakses software, sehingga hanya pengguna yang memiliki hak akses tertentu saja yang dapat mengoperasikan sistem tersebut. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan data serta mencegah terjadinya penyalahgunaan sistem. Selanjutnya, terdapat indikator berupa logo berwarna hijau yang memiliki fungsi penting sebagai penanda kondisi atau status konektivitas sistem. Logo ini menunjukkan bahwa seluruh perangkat, baik itu RFID reader, server, maupun jaringan yang digunakan dalam sistem RFID, telah terhubung dengan baik dan siap untuk dioperasikan secara optimal. Sebaliknya, apabila terdapat salah satu komponen yang tidak terhubung atau mengalami gangguan koneksi (disconnect), maka sistem akan memberikan indikasi adanya permasalahan atau trouble pada sambungan tersebut. Dengan adanya indikator ini, operator dapat dengan mudah melakukan identifikasi dini terhadap gangguan sistem sehingga proses perbaikan dapat segera dilakukan tanpa menghambat operasional pengisian BBM.

Pada bagian tengah tampilan software, terdapat kolom daftar (list) yang berfungsi untuk menampilkan database transaksi pengisian BBM yang telah dilakukan oleh operator. Data yang ditampilkan mencakup seluruh riwayat pengisian yang tersimpan secara otomatis di dalam server lokal setelah proses pengisian selesai dilakukan. Informasi ini sangat penting sebagai bahan dokumentasi, pelaporan, serta evaluasi operasional. Selain itu, pada kolom ini juga terdapat indikator status transaksi, di mana apabila muncul tanda "YES", maka dapat diartikan bahwa data transaksi tersebut telah berhasil dikirimkan dan tersinkronisasi ke server FMS (Fuel Monitoring System). Dengan demikian, integrasi antara sistem lokal dan sistem pusat dapat berjalan dengan baik dan memastikan keakuratan data yang digunakan untuk keperluan monitoring dan manajemen bahan bakar. Kemudian, pada bagian paling kanan dari tampilan

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 54-63

software, ditampilkan informasi detail terkait proses pengisian BBM yang sedang berlangsung secara real-time. Informasi tersebut meliputi total volume BBM (dalam liter) yang telah disalurkan, status pengisian (apakah sedang berlangsung atau telah selesai), kode ID transaksi, hingga kode unit atau nomor lambung kendaraan yang sedang melakukan pengisian. Tampilan ini sangat membantu operator dalam memantau proses pengisian secara langsung sehingga dapat mengurangi potensi kesalahan serta meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam operasional. Terakhir, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur alternatif berupa input manual yang dapat digunakan apabila terjadi kendala pada pembacaan RFID, seperti RFID tidak terbaca atau mengalami error. Dengan adanya fitur ini, proses pengisian BBM tetap dapat dilakukan tanpa hambatan yang berarti, dan data transaksi tetap dapat dicatat serta disimpan dengan baik di dalam server. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dirancang dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan gangguan yang dapat terjadi di lapangan, sehingga tetap menjamin kontinuitas operasional serta keandalan dalam pengelolaan data pengisian BBM secara keseluruhan. Berikut hasil pengujian tanpa RFID dan RFID disajikan pada tabel 1

TABEL 1. PENGARUH EFEKTIVITAS

No	Tanpa RFID	Dengan RFID
1	Berpotensi terjadi kecurangan	Tidak ada kecurangan (terkontrol sistem)
2	Risiko nota hilang	Data tersimpan otomatis
3	Antrean panjang (manual)	Antrean lebih singkat
4	Pengisian lebih lama	Pengisian lebih cepat
5	Laporan manual	Laporan otomatis

Analisis perbandingan sistem tanpa RFID dan dengan RFID menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada aspek keamanan, efisiensi, dan akurasi operasional. Pada sistem tanpa RFID, proses yang masih manual membuka peluang terjadinya kecurangan oleh berbagai pihak, kehilangan data seperti nota, serta ketidakteraturan dalam pencatatan.

Selain itu, proses penginputan manual menyebabkan antrean panjang dan waktu pengisian yang lebih lama, sehingga berdampak pada terganggunya produktivitas operasional di area kerja. Sebaliknya, penerapan sistem RFID mampu mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan otomatisasi dalam proses identifikasi dan pencatatan data. Sistem ini memastikan setiap transaksi pengisian BBM terkontrol dan tercatat secara real-time dalam database, sehingga meminimalisir kecurangan dan kehilangan data. Waktu pengisian menjadi lebih cepat karena tidak memerlukan input manual, yang berdampak pada berkurangnya antrean. Selain itu, proses pelaporan menjadi lebih efisien karena data sudah terintegrasi dalam sistem, sehingga operator tidak perlu melakukan perhitungan secara manual. Secara keseluruhan, penggunaan RFID meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem pengisian BBM serta mendukung kelancaran operasional. Selanjutnya pelaksanaan pengujian jarak RFID disajikan pada tabel 2

TABEL 2. PENGUJIAN JARAK RFID

No	Jarak (m)	Tegangan Terima (V)	Status Pembacaan
6	1	4,8	Berhasil
7	3	4,5	Berhasil
8	5	4,2	Berhasil
9	7	3,9	Berhasil
10	10	2,5	Tidak Stabil

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (2): 54-63

11	15	1,2	Gagal
----	----	-----	-------

Berdasarkan tabel pengujian jarak terhadap tegangan terima dan status pembacaan RFID, dapat dianalisis bahwa semakin jauh jarak antara tag dan reader, maka tegangan yang diterima cenderung menurun. Pada jarak 1 hingga 7 meter, sistem masih mampu membaca tag dengan baik, ditunjukkan oleh tegangan yang relatif tinggi (3,9–4,8 V) dan status pembacaan yang berhasil. Hal ini menunjukkan bahwa pada rentang jarak tersebut, kekuatan sinyal masih cukup stabil untuk mendukung komunikasi antara tag dan reader. Namun, pada jarak 10 meter, tegangan yang diterima turun menjadi 2,5 V dan status pembacaan menjadi tidak stabil. Ini menandakan bahwa sinyal mulai melemah sehingga pembacaan tidak selalu konsisten. Selanjutnya, pada jarak 15 meter, tegangan semakin menurun hingga 1,2 V dan sistem tidak mampu lagi membaca tag (gagal). Kondisi ini menunjukkan bahwa batas efektif pembacaan RFID berada di bawah 10 meter. Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa jarak sangat berpengaruh terhadap performa sistem RFID. Semakin dekat jarak, semakin kuat sinyal dan semakin akurat pembacaan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil optimal, penggunaan RFID sebaiknya berada dalam jarak efektif kurang dari 10 meter agar sistem dapat bekerja secara stabil dan akurat. Kemudian pengujian waktu respon sistem bisa dilihat pada tabel 3.

TABEL 3. PENGUJIAN WAKTU RESPON

No	Waktu Respon (ms)
1	230
2	245
3	238
4	250
5	237

Waktu respon sistem diukur dari saat RFID tag didekatkan ke reader hingga pompa BBM aktif. Rata-rata waktu respon sistem tercatat sebesar 240 ms. Waktu ini mencakup keseluruhan proses mulai dari pembacaan RFID oleh reader, pengolahan data secara real-time oleh mikrokontroler, hingga aktivasi relay pengendali pompa BBM. Nilai waktu respon ini masih berada dalam kategori sistem real-time, sehingga tidak menimbulkan keterlambatan yang signifikan bagi pengguna SPBU. Kecepatan respon yang relatif cepat dan stabil menunjukkan bahwa sistem mampu mendukung proses pengisian BBM secara efisien, mengurangi waktu tunggu kendaraan, dan meminimalkan antrean panjang.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa stabilitas waktu respon juga dipengaruhi oleh kualitas sinyal RSSI, kondisi catu daya, dan beban kerja mikrokontroler saat memproses data. Waktu respon yang konsisten memastikan bahwa setiap transaksi pengisian tercatat secara akurat dalam database, sehingga meningkatkan keandalan dan transparansi sistem. Dengan demikian, pengujian ini menegaskan bahwa sistem RFID tidak hanya mampu mempercepat proses operasional, tetapi juga memastikan keamanan data dan kontinuitas operasional SPBT. Selanjutnya, pengujian waktu respon dilanjutkan pada Tabel 4, yang memberikan rincian kondisi arus sistem saat standby, membaca RFID, dan saat relay aktif, untuk mengetahui hubungan antara konsumsi daya dan performa waktu respon secara keseluruhan.

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal *Qua Teknika*, (2026), 16 (2): 54-63

TABEL 4. PENGUJIAN WAKTU RESPON

Kondisi Sistem	Arus (mA)
Standby	120
Membaca RFID	350
Relay Aktif	420

Pengujian konsumsi arus dilakukan untuk mengetahui kebutuhan daya sistem RFID secara menyeluruh. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada kondisi standby, arus yang digunakan sebesar 120 mA, sedangkan saat sistem aktif membaca RFID, arus meningkat secara signifikan menjadi 350 mA. Peningkatan arus ini terjadi karena RFID reader memancarkan medan elektromagnetik untuk mendeteksi tag, sementara mikrokontroler secara bersamaan memproses data yang diterima dari tag. Nilai arus yang tercatat masih berada dalam batas aman untuk sistem operasi 24 jam menggunakan catu daya DC, sehingga tidak menimbulkan risiko kerusakan pada komponen. Selain itu, kenaikan arus yang terjadi tergolong wajar mengingat adanya tambahan beban kerja pada komponen utama sistem, khususnya RFID reader dan mikrokontroler, yang bekerja secara simultan untuk memastikan pembacaan tag berlangsung cepat dan akurat. Selisih arus antara kondisi standby dan aktif ini menunjukkan bahwa sistem memiliki efisiensi daya yang cukup baik karena konsumsi arus tetap rendah saat tidak digunakan, sehingga mengoptimalkan penggunaan energi tanpa mengurangi performa sistem. Pengujian ini kemudian dilanjutkan dengan pengukuran kekuatan sinyal RSSI, yang ditampilkan pada Tabel 5, untuk mengetahui kualitas komunikasi data antara RFID tag dan reader dalam berbagai kondisi jarak dan lingkungan operasional.

TABEL 5. PENGUJIAN KEKUATAN SINYAL RSSI

No	Jarak (m)	RSSI (dBm)	Kualitas Komunikasi
12	1	-35	Sangat Baik
13	3	-42	Baik
14	5	-48	Baik
15	7	-55	Cukup
16	10	-70	Buruk

Pengujian RSSI dilakukan untuk mengetahui kualitas komunikasi data antara RFID tag dan reader. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai RSSI menurun seiring bertambahnya jarak antara tag dan reader.

Pada jarak 1 meter, RSSI tercatat sebesar -35 dBm dengan kualitas komunikasi sangat baik. Pada jarak 3 dan 5 meter, RSSI masing-masing -42 dBm dan -48 dBm, menunjukkan kualitas komunikasi yang masih baik. Namun, pada jarak 7 meter, RSSI turun menjadi -55 dBm sehingga kualitas komunikasi hanya cukup, dan pada jarak 10 meter, RSSI mencapai -70 dBm, menandakan komunikasi buruk dan risiko error yang tinggi. Secara umum, komunikasi data berlangsung stabil pada jarak di bawah 7 meter dengan RSSI di atas -50 dBm. Analisis menunjukkan bahwa penurunan nilai RSSI seiring jarak merupakan hal wajar karena gelombang radio mengalami redaman (attenuation) ketika melewati udara dan hambatan fisik, termasuk material logam pada kendaraan yang dapat menyebabkan pantulan (reflection) dan penyebaran multipath. Kondisi ini dapat menimbulkan fluktuasi sinyal, interferensi, dan menurunkan keandalan pembacaan tag. Selain itu, hambatan tambahan seperti tangki bahan bakar, bodi kendaraan, atau struktur logam di sekitar lokasi pengisian dapat memperburuk kondisi propagasi gelombang, sehingga sinyal menjadi lebih lemah dan pembacaan tag lebih rentan gagal. Oleh karena itu, jarak efektif pembacaan RFID sebaiknya dipertahankan di bawah 7 meter untuk memastikan komunikasi tetap stabil dan akurat. Posisi pemasangan tag dan orientasi terhadap reader juga memegang peranan penting; penempatan tag di area terbuka atau permukaan logam yang datar cenderung memaksimalkan penerimaan sinyal, sementara tag yang ditempatkan secara miring atau terhalang objek logam berpotensi mengurangi RSSI dan meningkatkan risiko kegagalan pembacaan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa pengaturan sudut reader, kekuatan transmisi, dan perancangan antenna juga berperan dalam memperbaiki stabilitas sinyal, sehingga sistem RFID dapat bekerja lebih

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 54-63

optimal meskipun di lingkungan dengan banyak hambatan logam atau interferensi elektromagnetik. Dengan memperhatikan faktor-faktor ini, sistem dapat dirancang untuk mempertahankan komunikasi yang konsisten, meminimalkan kesalahan pembacaan, dan meningkatkan efisiensi operasional dalam pengisian BBM.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem RFID untuk pengisian bahan bakar kendaraan operasional dan alat berat di SPBT PT Terminal Peti Kemas Surabaya, dapat disimpulkan bahwa sistem mampu melakukan identifikasi kendaraan dan pencatatan transaksi pengisian BBM secara otomatis serta terintegrasi dengan sistem monitoring. Pengujian menunjukkan bahwa pembacaan RFID berlangsung optimal pada jarak kurang dari 7 meter dengan nilai RSSI di atas -50 dBm, sedangkan pada jarak lebih dari 10 meter komunikasi menjadi tidak stabil. Keberadaan material logam pada kendaraan juga memengaruhi kualitas pembacaan sehingga penempatan tag dan orientasi reader perlu diperhatikan. Sistem memiliki waktu respons rata-rata sebesar 240 ms, yang menunjukkan proses identifikasi, pengolahan data, dan aktivasi pompa dapat berlangsung secara cepat. Pengujian konsumsi arus menunjukkan bahwa peningkatan arus terjadi ketika reader membaca tag dan relay mengaktifkan pompa, tetapi nilai arus masih berada dalam batas kelistrikan yang ditentukan. Secara keseluruhan, sistem RFID dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses pengisian BBM, meningkatkan akurasi pencatatan, serta mendukung pemantauan transaksi secara terintegrasi.

REFERENSI

- [1] J. Prinsloo and R. Malekian, "Accurate Vehicle Location System Using RFID, an Internet of Things Approach," *Sensors*, vol. 16, no. 6, p. 825, Jun. 2016, doi: 10.3390/s16060825.
- [2] B. Vamshi, K. Ajay, K. Shivani, and Dr. S. J. Badashah, "RFID Based Vehicle Entry System," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1466–1471, Jan. 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.48809.
- [3] M. F. D. Chanafi, N. Hiron, F. M. S. Nursuwars, and A. U. Rahayu, "Sistem identifikasi kendaraan dengan teknologi RFID UHF berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 2, no. 2, pp. 111–118, Sep. 2022, doi: 10.35313/jitel.v2.i2.2022.111-118.
- [4] A. Akbari, "The application of radio-frequency identification (RFID) technology in the petroleum engineering industry: Mixed review," *Petroleum Research*, vol. 10, no. 4, pp. 912–922, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.ptlrs.2025.05.001.
- [5] T. Komansilan, M. Chirtoff, A. F. Duke, and M. Omega, "RFID Based Fuel Payment System Design," *International Journal of Information Technology and Education*, vol. 1, no. 2, pp. 79–85, Mar. 2022, doi: 10.62711/ijite.v1i2.44.
- [6] S. Chandana, C. J. Dhanyashree, K. L. Ashwini, R. Harini, M. Premkumar, and L. Abualigah, "Fuel automata: Smart fuel dispenser using RFID technology and IoT-based monitoring for automotive applications," *Journal of Autonomous Intelligence*, vol. 6, no. 1, Jul. 2023, doi: 10.32629/jai.v6i1.682.
- [7] V. Usha, C. Saranya Jothi, G. Yuvaraj, and T. M., "Unmanned fuel system using RFID tools," *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 7, no. 2.20, p. 147, Apr. 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.20.12796.
- [8] M. Hasan and F. Al-Naima, "Monitoring and Control the Supply of Fuel in Baghdad using RFID," *Iraqi Journal for Electrical and Electronic Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 114–122, Dec. 2016, doi: 10.37917/ijeec.12.2.1.
- [9] B. A. Pitaloka, O. Patra, R. Yusriski, and H. Suryana, "Designing an RFID System to Improve Stock Accuracy and Supply Chain Efficiency of PT Bap in the Context of Industry Digitalization 4.0," *Jurnal Impresi Indonesia*, vol. 4, no. 9, pp. 3443–3461, Sep. 2025, doi: 10.58344/JII.V4I9.7010.
- [10] A. Budiyanto and M. Muslim, "Optimizing Inventory Systems with RFID: A Narrative Review of Integration, Efficiency, and Barriers," *Sinergi International Journal of Logistics*, vol. 2, no. 2, pp. 133–146, May 2024, doi: 10.61194/sijl.v2i2.621.
- [11] M. F. D. Chanafi, N. Hiron, F. M. S. Nursuwars, and A. U. Rahayu, "Sistem identifikasi kendaraan dengan teknologi RFID UHF berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 2, no. 2, pp. 111–118, Sep. 2022, doi: 10.35313/jitel.v2.i2.2022.111-118.
- [12] M. Ikhlil Mustofa, S. Komputer, and S. Tinggi Elektronika dan Komputer PAT Semarang, "Rule Based Reasoning Untuk Monitoring Distribusi Bahan Bakar Minyak Secara Online dan Realtime menggunakan

Muhammad Hamim Fithrony¹⁾, Dwi Hastuti²⁾
**RANCANGAN RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) UNTUK PENGISIAN BAHAN
BAKAR MINYAK KENDARAAN OPERASIONAL DAN ALAT BERAT DI SPBT PT.
TERMINAL PETI KEMAS SURABAYA**
Jurnal Qua Teknika, (2026), 16 (2): 54-63

- Radio Frequency Identification,” *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 7, no. 1, pp. 39–47, May 2017, doi: 10.21456/VOL7ISS1PP39-47.
- [13] V. Usha, C. Saranya Jothi, G. Yuvaraj, and M. Thanjaivadivel, “Unmanned fuel system using RFID tools,” *International Journal of Engineering and Technology*, vol. 7, no. 2.20, pp. 147–149, Apr. 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.20.12796.
- [14] T. Komansilan, M. Chirtoffel, A. Fajar Duke, M. Omega, and F. N. Wauran, “RFID Based Fuel Payment System Design,” *International Journal of Information Technology and Education*, vol. 1, no. 2, pp. 79–85, Mar. 2022, doi: 10.62711/IJITE.V1I2.44.