RANCANG BANGUN SISTEM PEMBATASAN PENGISIAN SOLAR INDUSTRI BERBASIS RFID

Muhammad Ridhwan Sufandi[1], Nurelsi Ariestia[2], Mohd. Ilyas Hadikusum[3]

Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak
Jln A. Yani, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat, Indonesia
[1]Sufandi86@gmail.com, [2] nurelsiariestia@gmail.com, [3]mohd.ilyas.hadikusuma@gmail.com

Abstract

Diesel fuel is a vital energy source for the operation of company vehicles. One of the primary challenges is the lack of supervision over manual fuel dispensing, which leads to inaccurate records and creates opportunities for fuel misuse by drivers. This study aims to design and develop an RFID-based industrial diesel fuel dispensing control and limitation system for use in companies. The system employs an Arduino Mega Pro Mini and ESP32 microcontroller, an RC522 RFID module for user identification, a flowmeter sensor to measure the volume of dispensed diesel fuel, an ultrasonic sensor to monitor the tank level, a 4×4 keypad for volume input, and an I2C LCD to display real-time information. The test results indicate that the RFID module accurately reads cards at an optimal distance of 0–4.5 cm. The ultrasonic sensor shows an average measurement deviation of 0.3 cm compared with manual measurements, while the flowmeter dispenses 1,800–1,900 mL from a target volume of 2,000 mL, corresponding to an error rate of 5–10%. The system successfully limits diesel fuel dispensing according to each user's daily quota, rejects unauthorized RFID cards, automatically stops the pump when the preset dispensing volume is reached, and stores dispensing records that can be monitored in real time through the ESP32. The results demonstrate that the proposed system improves fuel dispensing control and reduces the potential for diesel fuel misuse within the company.

Keywords: *Diesel Fuel, RFID, Flowmeter, Arduino, ESP32, Fuel Filling Limitation, Real-Time*

Abstrak

Bahan bakar solar merupakan sumber energi vital bagi operasional kendaraan perusahaan. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya pengawasan terhadap pengeluaran bahan bakar secara manual, yang mengakibatkan data tidak akurat dan berpotensi terjadi penyalahgunaan oleh pengemudi. Penelitian ini merancang dan membangun sistem kontrol pembatasan pengisian bahan bakar solar industri berbasis RFID pada perusahaan. Sistem menggunakan mikrokontroler Arduino Mega Pro Mini dan ESP32, modul RFID RC522 sebagai identifikasi pengguna, sensor flowmeter untuk mengukur volume solar yang dikeluarkan, sensor ultrasonik untuk mendeteksi level tangki, keypad 4×4 sebagai input volume, serta LCD I2C sebagai tampilan informasi *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan RFID mampu membaca kartu pada jarak optimal 0–4,5 cm dengan akurasi tinggi. Sensor ultrasonik memiliki selisih rata-rata pengukuran sebesar 0,3 cm dibandingkan pengukuran manual, sedangkan sensor flowmeter menghasilkan volume pengisian sebesar 1800–1900 ml dari target 2000 ml dengan tingkat kesalahan 5–10%. Sistem berhasil membatasi pengisian solar sesuai kuota harian pengguna, menolak kartu RFID yang tidak terdaftar, menghentikan pompa secara otomatis ketika volume yang ditentukan telah tercapai, serta menyimpan riwayat pengisian yang dapat dipantau secara real-time melalui ESP32. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan pengendalian pengisian bahan bakar dan mengurangi potensi penyalahgunaan solar di lingkungan perusahaan.

Kata kunci: *Bahan Bakar Solar, RFID, Flowmeter, Arduino, ESP32, Pembatasan Pengisian, Real-Time*

1. PENDAHULUAN

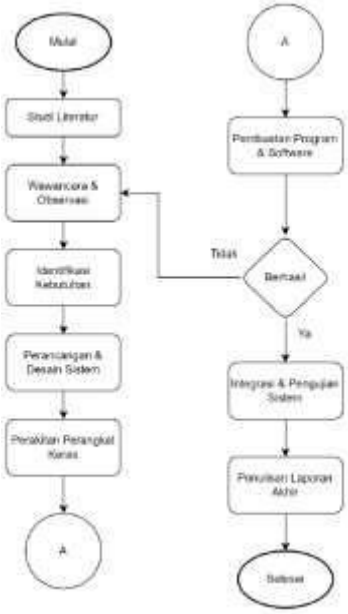
Bahan bakar solar dalam lingkungan perusahaan sangat penting sebagai penunjang utama operasional transportasi[1]. Namun salah satu masalah yang umum dalam pengisian berlebihan berlebihan, penggunaan diluar kepentingan perusahaan, maupun Pengambilan lebih untuk

dijual kembali. Hal ini dipicu oleh lemahnya pengawasan internal akibat sistem pencatatan yang masih dilakukan secara manual, sehingga data pengeluaran bahan bakar tidak akurat dan mudah dimanipulasi. Teknologi RFID *(Radio Frekuency Identification*) menawarkan solusi identifikasi otomatis menggunakan gelombang radio tanpa memerlukan kontak langsung, sehingga mampu mengidentifikasi kendaraan atau pengemudi secara cepat dan akurat[2]. Penelitian sebelumnya oleh

Abrani, Purwadi, H., & Rihartanto (2025). Penelitian menguji akurasi pembacaan kartu RFID RC522, delay sistem, dan jarak baca sensor pada platform ESP32 untuk aplikasi kontrol akses otomatis [3]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan RFID lebih mengfokuskan pada sistem identifikasi pengguna dan sekedar akses dan belum mengintegrasikan fungsi pembatasan kuota pengisian bahan bakar solar industri, pemantauan level tangka secara real- time dan tidak mencatat riwayat pengisian dalam sistem yang terintegrasi. Oleh karena itu penelitian ini mengembangkan sistem pembatasan pengisian solar industri berbasis RFID yang mengbaungkan Arduino mega pro mini, ESP32, Sensor flowmeter, sensor ultrasonic, keypad, dan LCD. Dari pengembangan sistem ini diharapkan mampu membatasi pengisian sesuai kota harian, eningkatkan akurasi pencatatan data, serta mengurangi potensi penyalahgunaan bahan bakar di lingkungan perusahaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Skema Alur Penelitian

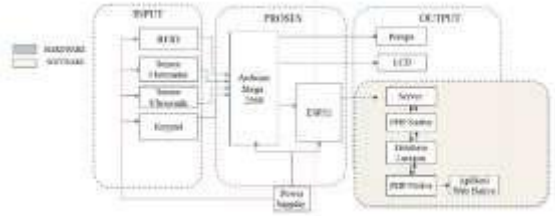


Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Alur Penelitian dilakukan sesuai dengan langkah – langkah pada flowchart penelitian sesuai pada gambar 1. Langkah awal adalah dengan mengetahui permasalahan pada kebutuhan bahan bakar solar industri pada perusahaan yang tidak dapat dikontrol, selain itu dilakukan studi literatur untuk menambah pengetahuan peneluitian guna mengatasi permasalahan tersebut.

Selanjutnya mempersiapkan alat dan bahan sebagai proses perancangan sistem, setelah melakukan perancangan maka dilakukan pengujian sistem dan menghasilkan data. Hasil yang didapat akan ditulis sebagai analisa dan kesimpulan dan saran atas penelitian yang dilakukan

Berikut ini adalah diagram blok sistem yang digunakan untuk menyelesaikan sistem pembatasan pengisian bahan bakar solar industri.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Kontrol Pembatasan Pengisian Bahan Bakar Solar Industri Berbasis RFID

Adapun penjelasan proses dari diagram blok tersebut adalah sebagai berikut:

1. Input

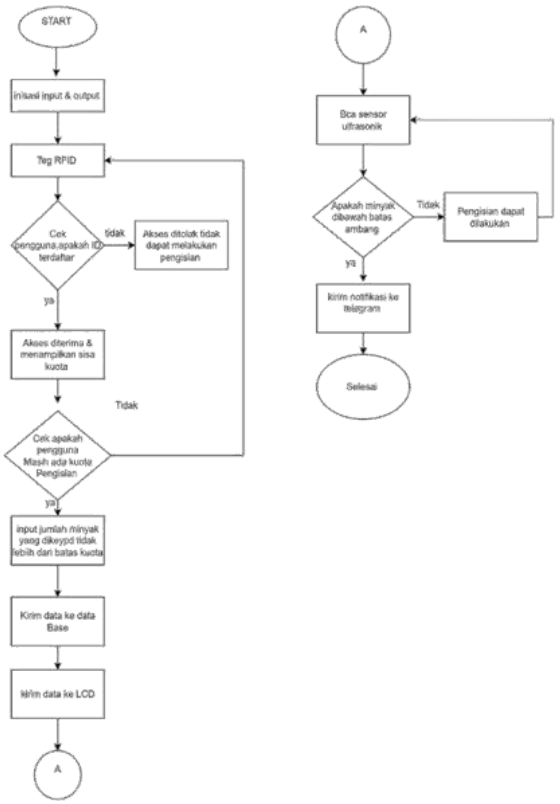
Pada bagian input terdir dari RFID, Sensor *flowmeter,* sensor ultrasonik, dan keypad. RFID berfungsi sebagai identifikasi user, sensor *flowmeter* sebagai mengukur jumlah pengeluaran solar yang mengalir, sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi volume solar didalam tangki, keypad berfungsi sebagai input manual memasukkan data jumlah solar yang diinginkan.

2. Proses

Pada bagian proses terdapat 2 perangkat utama yaitu Arduino mega pro mini dan ESP32. Arduino mega berfungsi sebagai membaca data yang masuk dari input memprosesnya dan mengirimnya ke output, dan ESP32 berfungsi sebagai pengirim data ke aplikasi *web*.

3. Output

Pada bagaian output terdiri dari pompa, LCD, dan *Nozzle*. Pompa akan mengalirkan solar berdasarkan masukkan input, LCD menampilkan informasi seperti jumlah solar yang diiinginkan sesuai yang diinput di keypad.

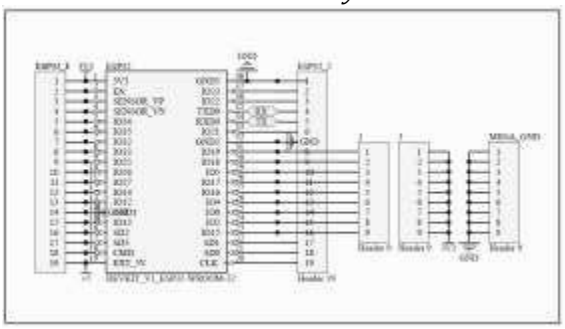


Gambar 3. *Flowchart* Sistem

Flowchart sistem seperti ditunjukkan pada gambar 3, diawali dengan *star*t, dan dilanjutkan dengan inisialisai input ouput, dimana perangkat mulai membaca sensor dan menyiapkan modul komunikasi, selanjutnya pengguna akan menampilkan kartu *RFID*[4]. Setelah itu sistem akan memveritifikasi apakah *ID* pengguna terdaftar dalam *database*, jika *ID* dikenali maka akses dapat dilanjutkan dan menampilkan inforamsi kuota pengisian yang tersedia, sebaliknya jika *ID* tidak dikenali maka akses akan ditolak dan pengguna tidak dapat melakukan pengisian bahan bakar, setelah itu sistem akan memeriksa apakah kuota pengisian pengguna masih tersedia, maka pengguna dapat masih mencukupi, jika tidak maka proses pengisian dihentikan, namun jika masih tersedia maka pengguna dapat menginput jumlah bahan bakar yang diinginkan di *keypad* dengan catatan tidak melebihi batas kuota yang disediakan, informasi seperti jumlah bahan bakar dan *ID* pengguna akan dikirim ke *database* untuk dicatat, serta ditampilkan pada layar *LCD*. Selanjutnya sistem melakukan pengecekan tangki melalui sensor ultrasonic, sensor ini akan mendeteksi apakah volume bahan bakar dalam tangka masih berada di bawah batas maksimal yang telah ditentukan. Jika kondisi tangki belum penuh, maka pengisian bahan bakar dapat dilakukan, namun apabila bahan bakar sudah melewati ambang batas, maka pengisian diberhentikan, sebagai langkah pengawasan, sistem juga akan mengirim notifikasi ke aplikasi telegram untuk menginformasikan bahwa pengisian sedang berlangsung atau tidak diizinkan. Proses terakhir setelah pengisian disetujui atau ditolak berdasarkan hasil deteksi sensor tersebut.

2.2. Perancangan Hadware

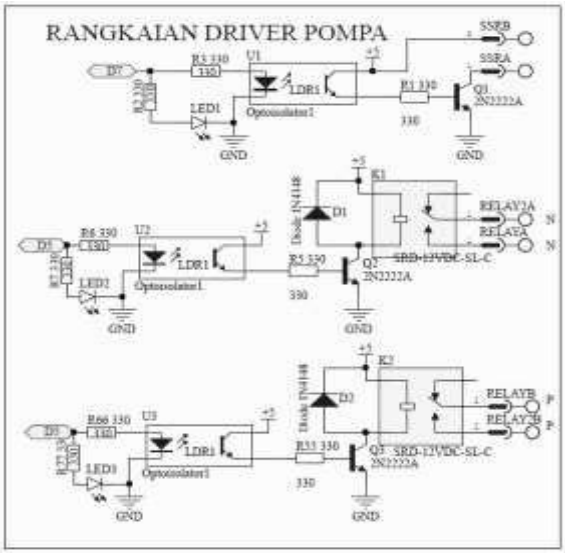
Perancangan sistem elektronik dilakukan menggunakan *software EAGLE. Software* ini digunakan dalam pembuatan desain PCB dengan memasukkan beberapa *library* yang diperlukan dan dibuat *wiring* secara keseluruhan sehingga menjadi seluruh desain sistem yang diinginkan dalam bentuk skematik dan *layout*.



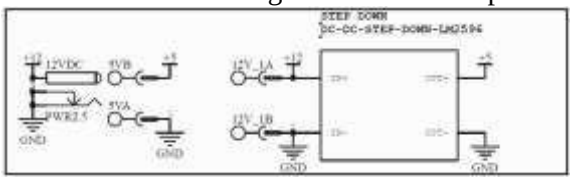
Gambar 4. Rangkaian ESP32

ESP32 Dipilih dalam sistem ini karena telah dilengkapi modul WI-FI sehingga mampu mengirimkan data hasil pengukuran ke aplikasi web secara real- time. Selain itu juga ESP32 memilki performa yang baik dan mendukung komunikasi serial dengan Arduino Mega Pro Mini.

ESP32 merupakan mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan modul komunikasi WI-FI dan Bluetooth Low Energy(BLE) yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor serta mengirimkan data melalui jaringan internet dalam sistem berbasis IoT[5].Pada rangkaian ESP32 yang terdiri dari pin TX dan pin RX yang terhubung ke Arduino Mega melalui komunikasi serial yang berfungsi sebagai komunikasi nirkabel.
skematik rangkaian untuk driver pompa. Pada rangkaian ini, dirancang agar pada saat Arduino memberikan perintah, sinyal pertama- tama akan melewati optoisolator untuk menjaga keamanan sirkuit dari gangguan listrik. Kemudian sinyal ini akan diperkuat oleh Transistor 2N2222Ayang bertindak sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan *Relay* SRD-12VDC. Melalui mekanisme ini maka sistem dapat menghidupkan dan mematikan pompa meski berdaya yang besar dengan aman.

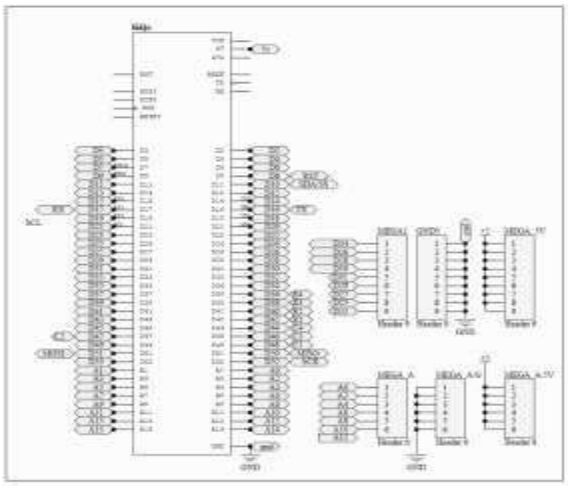


Gambar 5. Rangkaian Driver Pompa



Gambar 6. Rangkaian Step down

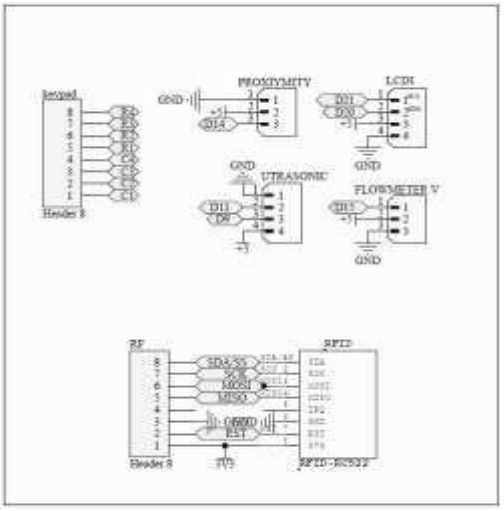
Step down converter atau DC-DC buck converter merupakan rangkaian elektronika daya yang berfungsi untuk menurunkan level tegangan DC masukan menjadi tegangan DC keluaran yang lebih rendah. Konverter ini banyak digunakan pada sistem berbasis IoT dan embedded system karena mampu menyediakan tegangan yang sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik[6]. Stepdown dibuat untuk menurunkan tegangan dari yang tinggi menjadi level yang lebih aman untuk mikrokontroler agar tidak terjadi *overvoltage* dan agar arus yang mengalir ke seluruh komponen sistem tetap stabil



Gambar 7. Rangkaian Arduino Mega Pro Mini

Arduino di pilih dalam sistem ini karena memiliki jumlah pin input/ output yang lebih banyak dibanding mikrokontroler lainnya, sehingga mampu menghubungkan beberapa sensor dan actuator secara bersamaan tanpa mengalami keterbatasan pin.

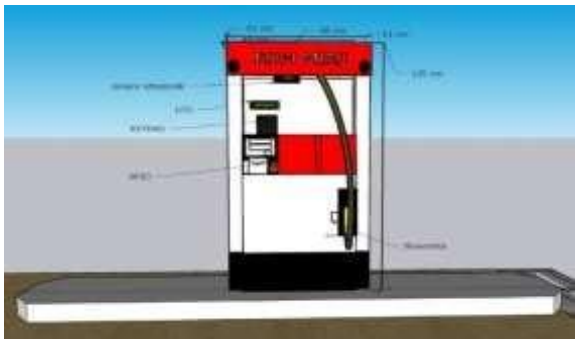
Skematik rangkaian Arduino Mega, seperti ditunjukkan pada gambar 7 bertugas untuk mengumpulkan semua data dan memproses data dari berbagai sensor dan memberikan perintah kepada seluruh komponen sistem[7].
pada gambar 7 terdiri atas sensor ultrasonic untuk mendeteksi jarak atau ketinggian volume tangki yang terhubung ke pin D9 dan D11, sensor flowmeter yang bertugas menghitung debit air yang terhubung ke pin D15, modul RFID berfungsi sebagai keamanan dan identifikasi pengguna yang terhubung melalui pin SDA, SCK, MISO, MOSI, keypad berfungsi sebagai memasukkan data dan sebagai eksekusi persetujuan dan pembatalan, dan LCD digunakan sebagai tampilan informasi sistem yang terhubung ke pin D20 dan D21



Gambar 8. Rangkaian Sensor

Pada perancangan sistem kontrol, digunakan kontroler Arduino Mega Pro Mini 2560. Pemilihan kontroler ini karena Arduino ini mampu mendukung kebutuhan sistem yang melibatkan banyak sensor dan aktuator secara simultan, memilki kapasitas memori flash, SRAM, dan EEPROM yang lebih besar, sehingga pengeloaan data dan pemograman dapat lebih komplek[8]. Arduino juga dapat komunikasi secara serial yang lebih dari satu port dan dapat berkomunikasi secara bersamaan.

2.3. Perancangan Software



Gambar 9. Desain Pom Mini

sistem menggunakan pom mini yang telah tersedia di pasaran (bukan dibuat sendiri) yang sudah dilengkapi berbagai sistem, dan pada penelitian ini sistem yang dibeli di pasaran diubah menjadi sistem pembatasan pengisian solar industri berbasis RFID. Pada desain pom mini menggunakan komponen seperti sensor ultrasonic, flowmeter, LCD, RFID, dan Keypad.

2.3.1 Power Supply

TABEL I. PERHITUNGAN KEBUTUHAN POWER SUPPLY

Komponen	Tegangan	arus	daya
Arduino pro mini	5v	0,0146 A	0,073 W
ESP32	3,3 v	0,24 A	0,792 W
Modul RFID	5 v	0,05A	0,25 W
Flow meter	5v	0,02A	0,1 W
Relay	5v	0,08A	0,4
keypad	5v	0,01A	0,05 W
LCD I2C	5v	0,02A	0,1 W
Pompa	12 v	5	60 W

Kebutuhan daya power supply

P Total = PArduino + PESP32 + PRFID + Pflowmeter + Prelay + Pkeypad + PLCD+Ppompa

PTotal = 0,073 watt + 0, 792watt + 0,25watt + 0,1watt + 0,4watt + 0,05watt + 0,1 watt +60 W

PTotal = 61,765 watt 82

2.3.2 Sensor Level Solar

Sensor Ultrasonik digunakan dalam sistem ini karena mampu mengukur jarak permukaan solar terhadap sensor tanpa kontak langsung, pengukuran tersebut digunakan untuk memperkirakan volume solar yang tersisa didalam tangki.

Pada rancangan ini digunakan sensor sensor ultrasonik. Sistem pendeteksi tangki dirancang untuk mendeteksi keberadaan solar di dalam tangki. Sensor ultrasonik digunakan sebagai komponen utama digunakan mendeteksi solar. Sensor ini akan aktif ketika mendeteksi jarak kurang dari 20 cm[9]. Jika jarak sensor pada ketinggian 100 cm maka volume pada tangki terdeteksi 0.00 liter.

Perhitungan pembacaan jarak

Diketahui: tinggi tangki 79 cm
Jarak: 20 cm
Diameter: 57 cm
Jari jari : 28,5 cm
Ditanya: Volume?

Volume= 9 cm x- 20 cm = 59 cm
Volume = π x r^2 x t
V= 3,14 cm x $28,5^2$ x 59 cm
V= 150.477 cm
Volume= 150 ,6 liter
Jadi volume maksimal yang diisi ditangki 150,6 liter

2.3.3 Perancangan Sensor Flowmeter Untuk Pompa

Sensor Flowmeter dipilih karena mampu mengukur volume bahan bakar yang mengalir secara langsung, sehingga sistem dapat menghentikan pompa secara otomatis Ketika volume yang diinput pengguna telah tercapai.

Pada sistem ini menggunakan sensor

flowmeter sebagai penghitung volume cairan solar yang dikeluarkan dengan menyesuaikan input yang diterima[10]. Pada sistem ini pompa terhubung ke pin 15 arduino. Pada perhitungan *flowmeter* dapat dilihat dibawah ini.

1 liter = 25 detik
Perdetik = $\frac{1}{25}$. 0,04 liter perdetik
0,04 x 60 = 2,4 liter / menit
1 menit = 2,4 liter
Pulsa = 2,4 x 7,5 = 18 pulsa/ detik
18 pulsa / detik x 25 detik = 450 pulsa

2.3.4 Perancangan Sistem Pengenalan Kartu RFID

Modul RFID RC522 Dipilih karena memilki kemampuan membaca UID kartu dengan cepat, mudah diintegrasikan dengan Arduino, serta sesuai digunakan sebagai sistem identifikasi pengguna dalam pembatasan pengisian bahan bakar.

RFID (Radio Frequency Identification) pada sistem ini digunakan sebagai identifikasi pengguna (supir). Setiap kartu memiliki Unique Identifier yang berbeda[11]. RFID digunakan sistem untuk mendeteksi setiap pengguna yang akan dipindai apakah sudah terdaftar atau belum, hanya pengguna yang sudah terdaftar yang dapat mengakses untuk pengambilan bahan bakar. Perancangan RFID lebih banyak dilakukan di websaid, untuk registrasi baru pengguna, RFID dihadware hanya untuk mengeteg Kartu untuk mendapatkan kode UID.

2.3.5 Sistem Penginputan Data Melalui Keypad 4x4

Pada sistem ini menggunakan *keypad* 4x4 merupakan perangkat input yang digunakan untuk memasukkan kode atau data dari pengguna ke dalam sistem. Tombol pada keypad akan menghasilkan sinyal input yang kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menjalankan instruksi tertentu[12]. Pada sistem control pembatasan pengisian bahan bakar solar industry berbasis RFID keypad berfungsi sebagai input pengguna untuk menekan jumlah solar yang diperlukan. Ketika pengguna menekan tombol *keypad* sistem akan membaca input dan mengatur pompa berdasarkan volume yang ditekan**.** Keypad digunakan untuk eksekusi pembatalan dan persetujuan

2.4. Sumber Data.

Sumber data yang menjadi fokus dari penelitian ini meliputi 2 bagian yaitu sebagai berikut:

1. Data primer merupakan hasil pengujian secara langsung dari perancangan, pengujian mapun pengamatan system yang telah dibuat yang terdiri dari hasil pengujian RFID, pengujian sensor ultrasonik, hasil pengujian flowmeter, hasil pengujian data volume solar, hasil data pembacaan sensor dan tampilan LCD, dan hasil integrasi system antara perangkat lunak dan perangkat keras.
2. Data sekunder merupakan hasil dari data yang membantu dalam memperkuat pemahaman dalam penelitian, yang diperoleh dari hasil refensi dari buku, datasheet setiap komponen, jurnal, dan penelitian sebelumnya dan berbagai sumber lainnya yang terpercaya dan dapat dipertanggung jawabkan.

2.5. Pengumpulan Data

1. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses dari sistem kontrol pembatasan pengisian bahan bakar solar inudstri berbasis RFID pada perusahaan yang dimulai dari tahap awal perancangan, implementasi, hingga pengujian alat. Observasi dilakukan pada pembacaan kartu RFID, pengukuran volume solar yang menggunakan indikator sensor flowmeter dan sensor ultrasonic dan menggunakan LCD yang menampilakan informasi untuk mengetahui sistem dapat bekerja sesuai rancangan atau tidak.
2. Studi Dokumentasi dilakukan sebagai memperoleh data dan refensi yang terdapat pada datasheet berbagai komponen seperti datasheet ESP32, datasheet Arduino Mega Pro Mini, datasheet sensor flowmeter, datasheet RFID, Datasheet keypad, datasheet LCD I2C, datasheet sensor Ultrasonik HC-SR04, dan program –program yang digunakan pada sistem yang yang menjadi otak sebuah sistem melalui mikrokontroler.

2.6 Analisa Data

Analisa Data dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif, yaitu dengfan mendeskripsikan hasil percobaan sistem kontrol pembatasan pengisian bahan bakar solar industri berbasis RFID berdasarkan hasil observasi secara langsung dan selama proses dilakukan pengujian fungsional selama implementasi yang telah dilakukan Adapun analisa mencakup 3 bagaian yaitu sebagai berikut:

1.Berdasarkan hasil Pengujian sensor ultrasonik menunjukkan bahwa sensor ultrasonic mampu mendeteksi perubahan jarak permukaan solar

didalm tangka yang dikonversi ke dalam nilai volume dan dalam bentuk satuan liter. Tetapi pada saat pengujian sensor ultrasonic menunjukkan pembacaan adanya ketidak konsisten tidak akurat diakibatkan faktor isi di dalam tangki yang berupa minyak mengganggu pemantulan gelombang ultrasonik t*erdistrorsi,* dan sehingga kinerja dari sensor ultrasonik, tidak stabil akibat lapisan minyak dilapisan cairan sehingga pantulan tidak terbaca dengan akurat. Hal ini menunjukan bahwa jenis sensor ultrasonik yang digunakan belum tepat digunakan pada sistem pembatasan pengisian solar, dan perlu dipertimbangkan dalam desain alat agar dapat berfungsi secara konsisten diberbagai kondisi. Meskipun demikian, sensor ultrasonic masih dapat digunakan, hanya saja belum optimal jika digunakan sebagai alat ukur utama.

2.RFID RC522 mampu mendeteksi dan membaca kartu RFID dengan akurasi tinggi dalam jarak optimal, Informasi ditampilkan pada layar LCD untuk kartu ready atau tidak dan menampilkan user pengguna valid atau tidak valid, hal ini menunjukan kartu RFID dapat bekerja dengan baik dan mampu mengidentifikasi pengguna. Sehingga dapat memastikan kartu tersebut terdaftar dan dapat melakukan pengisian solar. Dengan demikian pembacaan RFID ini membuktikn bahwa sistem identifikasi pengguna berjalan sesuai perancangan, adanya 45 sistem ini pengisian solar dapat dilakukan oleh pengguna dengan syarat memiliki kartu RFID yang sudah didaftarkan dan valid, sehingga dapat mencegah terjadinya penyalahgunaan bahan bakar solar pada perusahaan dan modul RFID ini memilki keandalan yang sangat tinggi dan sangat efektif.

3.Flowmeter dilakukan dengan melakukan perbandingan volume solar yang dikeluarkan terhadap waktu pengisian. Hasil menunjukkan bahwa volume solar yang dikeluarkan berbanding lurus dengan waktu pengisian, yang menandakan bahwa sensor flowmeter bekerja secara konsisten. Adanya perbedaan ketika volume yang diinput dikeypad dan volume yang keluar terdapat perbedaaan kecil yang masih dalam batas toleransi sehingga masih bisa diterima, adanya selisih kecil antara volume yang diinput dan keluaran dipengaruhi oleh fluktuasi debit pompa dan respon mekanis sistem saat pompa *on* dan saat sistem *off.* Dengan demikian sensor flowmeter dinilai mampu menjalankan fungsi dengan baik sehingga pengukuran volume solar dan sebagai sistem pengendali pengeluaran secara otomatis yang diiinginkan sudah tercapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil implementasi rancang bangun sistem kontrol pembatasan pengisian bahan bakar solar industri berbasis RFID pada perusahaan.



Gambar 10. Hasil Implementasi

Hasil implementasi merupakan bentuk dari design yang telah dilakukan perakitan dan pemasangan dengan menyesuaikan perancangana elektronik dan protoype. Dapat dilihat bahwa pada bagian atas terdapat *PCB* sistem yang telah dibuat dan dirakit. Dan di bagian bawah terdapat tangki yang memilki tinggi 79 cm dan berdiameter

57 cm sebagai tempat penyimpanan atau penampungan solar. Didalam tangki tersebut terdapat 2 buah pompa, sensor *flowmeter* untuk menghitung aliran dan diatas tutup tangki terdapat sensor *ultrasonic* untuk mendeteksi volume solar.

penelitian yang diperoleh dalam penelitian dapat berupa temuan baru atau perbaikan, penegasan, atau penolakan interpretasi suatu fenomena ilmiah dari peneliti sebelumnya

3.1 Pengujian Sensor Ultrasonic (Pengukur volume tangki)

Pengujian fungsi sensor diawali dengan memasukkan program pada Arduino Mega Pro Mini untuk mengukur jarak dalam centimeter. Pengujian ini dilakukan untuk mengecek apakah sensor dapat berfungsi dengan membandingkan jarak pengukuran yang ditampilkan pada serial monitor dengan meteran dari desain alat. Pengukuran dilakukan dengan jarak mulai dari 20 cm sampai dengan maksimal 80 cm.

TABEL II. HASIL PENGUKURAN JARAK SENSOR ULTRASONIK

Jarak (cm	Volume (liter)
75 cm	0,00 liter
71,7 cm	15,4 liter
65,5 cm	25,7 liter
37,5 cm	54,96 liter
20,5 cm	79,99 liter

TABLE III. HASIL PENGUJIAN MENGGUNKAN METERAN

Jarak (cm)	Volume (liter)
75,3cm	0,00liter
72 cm	15,4 liter
65,8 cm	25,7 liter
37,2 cm	54,96 liter
20,2 cm	79,99 liter

Hasil pengujian menunjukkan bahwa telah melakukan pengujian jarak deteksi sensor ultrasonik. Dari percobaan yang telah bahwa sensor ultrasonik AJSR04M memilki karakteristik pembacaan tertentu sehingga diperlukan jarak minimum agar bekerja secara optimal[13]. Sensor ini tidak dapat mendeteksi air jika dibawah 20cm, dan setelah dilakukan percobaan tinggi tangki 79 cm, diameter tangki 45,5 cm. Dan didapat hasil yang telah diuji berdasarkan perbandingan antara hasil pengukuran sensor ultrasonic dan pengukuran secara manual menggunakan meteran, menunjukkan bahwa sistem memilki tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan pola hubungan yang konsisten. Hasil data menunjukkan hubungan linear terbalik, dimana pertambahan volume cairan diikuti dengan penurunan jarak yang terbaca oleh sensor, hal ini membuktikan bahwa sensor Berdasarkan perbandingan antara hasil pengukuran sensor ultrasonik dan pengukuran manual menggunakan meteran, terlihat bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dengan pola hubungan yang konsisten. Data menunjukkan hubungan linear terbalik, di mana pertambahan volume cairan diikuti dengan penurunan jarak yang terbaca oleh sensor; hal ini membuktikan bahwa sensor berfungsi dengan benar dalam mendeteksi ketinggian permukaan air dari titik atas wadah. Sebagai contoh, pada volume 0,00 liter, jarak yang terukur adalah kisaran 75 cm, sedangkan pada volume maksimal 79,99 liter, 39 jarak yang terukur menyusut menjadi kisaran 20 cm. Berdasarkan hasil pengujian, didapat hasil bahwa selisih atau eror antara pembacaan sensor ultrasonik dan pengukuran menggunakan meteran relatif sangat kecil, yaitu sekitar 0,3 cm pada setiap titik pengujian nilai selisih yang cenderung konstan menunjukkan adanya konsistensi dalam hasil pengukuran yang mengidentfikasi bahwa sensor memiliki tingkat presisi yang stabil. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonic yang digunakan dalam penilitian ini memilki tingkat akurasi dan presisi yang baik, sehingga layak diterapkan sebbagai instrument pengukur volume cairan dalam sistem yang dirancang.

3.2 Pengujian Sistem Pengenalan Kartu RFID

Pada penelitian ini menggunakan Modul RFID – RC522, yang dapat membaca *Unique Identifier* yang akan mengirimkan data ke mikrokontroler Arduino, Pengujian sensor RFID untuk memastikan sistem dapat mendeteksi kartu RFID setiap pengguna (supir) dengan akurasi yang baik dan memproses data sesuai dengan kebutuhan sistem[14]. Jika kartu sudah terdaftar maka akan tampil kartu terdeteksi dan jika tidak maka sebaliknya akan muncul kartu tidak terdeteksi



Gambar 11. LCD

Menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi dan mengenali kartu RFID yang terdaftar secara akurat dan menunjukkan RFID ready yang siap digunakan.

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN MODUL RFID

Percobaan	**Jarak ke reader**	**Status pembacaan**
1	5 cm	tidak terbaca
2	4,5 cm	terbaca
3	4 cm	terbaca
4	3,5 cm	terbaca
5	3 cm	terbaca
6	2,5 cm	terbaca
7	2 cm	terbaca
8	1,5 cm	terbaca
9	1cm	terbaca
10	0,5 cm	terbaca

Dari hasil percobaan yang didapat Jarak pembacaan maksimum RFID pada sistem ini adalah 4,5 cm, sehingga penggunaan kartu pada sistem ini ketika kartu ditempelkan secara langsung ke reader agar dapat terbaca dengan baik[15].

3.3 Pengukuran jumlah solar

Pada tahap ini, penulis mengimplementasikan program yang melibatkan keypad, flowmeter, pompa serta LCD I2C sebagai tampilan. Pengujian dilakukan dengan mengaktifkan pompa ketika pengguna telah memasukkan input jumlah solar yang dibuthkan dikeypad dengan akhir menekan tanda "#" maka pompa akan aktif.

TABEL V. HASIL PENGUJIAN FLOWMETER

Percobaan	Waktu (detik)	Volume(mm)
1	21, 23 detik	1960 ml
2	21,45 detik	1965 ml
3	21,51 detik	1970 ml
4	21, 72 detik	1980 ml
5	24, 10 detik	1000 ml

hasil pengujian flowmeter dengan melakukan 5 kali percobaan dengan Target 1000 ml.
Berikut Persentase eror setiap percobaan dengan target 1000 ml

1. Volume 1960 ml
   Error = (1960 ml – 1000 ml) / 1000 ml x 100 % = 96 %
2. Volume 1000 ml
   Error = (1000ml – 1000 ml) / 1000 ml x 100 % = 0 %
3. Volume 1980 ml
   Error = (1980 ml -1000ml) / 1000 ml x 100% = 98 %
4. Volume 1970 ml
   Error = (1970ml – 1000ml) / 1000 ml x 100% = 97 %
4. Volume 1965 ml
   Error = (1965 ml – 1000 ml) / 1000 ml x 100% = 96,5 %

Dari hasil pengujian dengan target 1000 ml, menunjukkan bahwa sistem belum bekerja secara konsisten, dari 5 percobaan hanya satu percobaan yang sesuai dengan target, sedangkan 4 percobaan lainnya menghasilkan volume jauh melebihi 1 liter dengan error sangat besar, hal ini menunjukan bahwa perlunya kalibrasi ulang sensor.

TABEL VI. TABEL HASIL PENGUJIAN FLOWMETER

Percobaan	Waktu (detik)	Volume(mm)
1	40, 24 detik d	1896 ml
2	40, 26 detik	1890 ml
3	42,80 detik	1800 ml
4	44, 52 detik	1900 ml
5	44, 80 detik	1800 ml

hasil pengujian flowmeter dengan melakukan 5 kalipercobaan dengan Target 2000 ml. Berikut Persentase eror setiap percobaan dengan target 2000 ml.

1. Volume 1900 ml
   Error = (2000 ml – 1900 ml) / 2000 ml x 100 % = 5 %
2. Volume 1800 ml
   Error = (2000 ml – 1800 ml) / 2000 ml x 100 % = 10 %
3. Volume 1800 ml
   Error = (2000 ml – 1800 ml) / 2000 ml x 100 % = 10 %
4. Volume 1890 ml
   Error = (2000ml – 1890 ml) / 2000 ml x 100 % = 5,5 %
5. Volume 1895 ml
   Error = (2000 ml – 1895 ml) / 2000 ml x 100 % = 5,25

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu pengisian relatif stabil dengan rentang waktu dari 40,24 – 44,80 detik. Dengan volume hasil pengisian berada pada kisaran 1800 mililiter – 1900 ml Hasil keseluruh percobaan masih dibawah target 2 liter dengan eror sekitar 5% - 10%. Dari hasil pengujian sistem sudah bekerja dan cukup konsisten, meskipun akurasi pengisian belum cukup optimal sehingga diperlukan kalibrasi ulang flowmeter dan penyesuaian sistem agar volume mendekati target.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian rancang bangun sistem kontrol pembatasan pengisian bahan bakar solar industry berbasis RFID pada perusahaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan merealisasikan perangkat keras sistem kontrol pembatasan pengisian bahan bakar solar industri berbasis RFID. Sistem yang dikembangkan mampu menjalankan fungsinya dengan baik sesuai yang diinginkan yaitu mengatur dan membatasi jumlah pengisian solar sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, sehingga dapat digunakan sebagai solusi untuk mengurangi potensi penyalahgunaan BBM.
2. Integrasi mikrokontroler ESP32 dengan modul RFID telah berhasil dilakukan. Integrasi tersebut memungkinkan terjadinya komunikasi yang optimal antara perangkat keras dan perangkat lunak sistem, sehingga proses identifikasi pengguna serta pengendali

sistem dapat berjalan sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan.

Berdasarkan proses dan hasil perancangan beserta analisa yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk bahan pertimbangan dan evolusi alat lebih lanjut, yaitu:

1. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan fitur registrasi kartu RFID secara langsung melalui perangkat keras, sehingga proses oenambahan pengguna dapat dilakukan tanpa harus mengakses melalui websaid.
2. Penelitian selanjutnya disaerankan mengintegrasi sistem dengan GPS sehingga kuota pengisian bahan bakar dapat dihitung secara otomatis berdasarkan jarak tempuh, jenis kendaraan da rute perjalanan karena setiap pengguna berbeda jenis kendaraan dan berbeda tujuan.
3. Pelenitian selanjutnya disarankan mengganti sensor ultrasonic HC-SR04 dengan sensor level yang dirancang khusus untuk cairan berbasis minyak, seperti sensor ultrasonic tahan minyak atau sensor level kapasif, agar pengukuran volume solar lebih akurat dan stabil.
4. Penelitian selanjutnya disarankan menambahakn sistem pendeteksi kebakaran, seperti menggunakan sensor MQ-2 yang diintegrasikan dengan alarm apabila terjadi kebakaran di area pengisian yang mungkin dikarenakan oleh kebocoran gas atau lainnya yang menyebabkan kebakaran.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Pontianak khususnya Jurusan Teknik Elektro dan Program Studi Teknik Rekayasa Sistem Elektronika atas dukungan fasilitas dan kesempatan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan selama proses perancangan pengujian, hingga penyusunan penelitian ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka:

[1] K. Guru, P. Sejarah, and D. Mengajarkan, "Jurnal Pendidikan dan Konseling," vol. 4, pp. 2036–2039, 2022.

[2] 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 Ilm. Telekomun. Elektron. dan List. Tenaga)*, vol. 2, no. 2, pp. 111–118, 2022, doi: 10.35313/jitel.v2.i2.2022.111-118.

[3] H. Purwadi, J. T. Informasi, T. Komputer, P. N. Samarinda, G. Panjang, and K. Samarinda, "ANALISIS KINERJA SISTEM KEAMANAN AKSES RUANGAN," vol. 21, no. April, pp. 43–53, 2026.

[4] Y. Duroc, "From Identification to Sensing: RFID Is One of the Key Technologies in the IoT Field," *Sensors*, vol. 22, no. 19, 2022, doi: 10.3390/s22197523.

[5] M. A. R. Azhar and Y. Aloya Pagalo, "Sistem Peringatan Kebakaran Pada Mobil Berbasis Iot," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 59–64, 2022, doi: 10.33197/jitter.vol9.iss1.2022.934.

[6] D. Nayanasiri and Y. Li, "Step-Down DC–DC Converters: An Overview and Outlook," *Electron.*, vol. 11, no. 11, 2022, doi: 10.3390/electronics11111693.

[7] J. A. P. Tambak, F. Nizam, R. Sabrina, and D. S. Pamungkas, "Sistem Kostum Kontrol Otomatis dan Monitoring Rumah Menggunakan ESP32," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 32–36, 2024, doi: 10.30871/jaee.v8i1.7585.

[8] V. Giannella, "On the statistical nature of fatigue crack-growth through Monte Carlo simulations and experimental data," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1214, no. 1, p. 012020, 2022, doi: 10.1088/1757-899x/1214/1/012020.

[9] R. Nandika and E. Amrina, "SISTEM HIDROPONIK BERBASIS INTERNET of THINGS (IoT)," *Sigma Tek.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.33373/sigmateknika.v4i1.3253.

[10] H. Wijayanti, A. Tuhuloula, L. Subekti, M. Aisyah, I. D. Pitaloka, and S. Nurmajidah, "The effect of plastic type on the yield and quality of lignite and plastic waste pyrolysis products," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1212, no. 1, p. 012017, 2022, doi: 10.1088/1757-899x/1212/1/012017.

[11] F. F. Asshiddiqi, A. Triayudi, and R. T. Aldisa, "Pembangunan Smart Detection Absensi Berbasis Kartu RFID dan ESP 32," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 204, 2022, doi: 10.30865/json.v4i1.4912.

[12] E. Alfonsius, A. S. Ruitan, and D. Liuw,

"Pengembangan Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Metode Prototype Berbasis RFID dan Keypad 4x4 dengan Arduino Nano," *J. Ilm. Inform. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 110–123, 2024, doi: 10.58602/jima-ilkom.v3i2.33.

[13] D. A. N. S. U. Aj-srm, F. R. Maulidan, and I. Ardiansah, "MONITORING KETINGGIAN DAN VOLUME AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266," vol. 14, no. 1.

[14] E. A. Putra, U. A. Saputro, and W. S. Prasetya, "Analysis System Presensi Menggunakan RFID Card Dengan Modul Mifire RC522 Berbasis Arduino Uno," *Intechno J. (Information Technol. Journal)*, vol. 6, no. 1, pp. 56–65, 2024, doi: 10.24076/intechnojournal.2024v6i1.1672.

[15] A. Viantika and A. Yuswardi, "November 2023 P ISSN 2614-5979 PERANCANGAN PROTOTYPE PENGAKSES PALANG PINTU MENGGUNAKAN SISTEM RFID RC522 BERBASIS ARDUINO UNO Program Studi Teknik Elektro , Fakultas Teknik , Universitas Riau Kepulauan Batam ABSTRAK Palang Pintu adalah suatu alat pembata," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 2, pp. 427–435, 2023.