

Rancang Bangun Alat Bantu Pengisian Token Listrik dengan Pengendali Utama Mikrokontroler Berbasis *Internet Of Things*

Achmad Anwari¹, Lilik Hari Santoso², Miftakhul Rozak³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: ar sawimax@gmail.com, lilik.hs@yahoo.com, miftakhulrozak15@gmail.com

Received 31 Agustus 2024 | Revised 10 September 2024 | Accepted 20 September 2024

ABSTRAK

Sistem pembayaran listrik Prabayar menggunakan token digital semakin banyak digunakan baik untuk pemasangan pelanggan baru maupun migrasi dari pelanggan yang masih menggunakan sistem analog, pada pengisian token sering kali memerlukan kehadiran fisik di lokasi meteran yang sulit dijangkau, menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna. Penelitian ini merancang alat bantu pengisian token listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler jenis ESP32, yang memungkinkan pengisian jarak jauh tanpa kehadiran fisik. Sistem ini dilengkapi dengan 12 relay untuk input token dan ESP32-CAM untuk dokumentasi *visual*. Antarmuka web digunakan untuk kontrol dan pemantauan *real-time*. Pengujian menunjukkan alat ini mampu mengisi token dengan akurasi dan efisiensi tinggi, serta meningkatkan kenyamanan pengguna dalam manajemen token listrik Prabayar. Dengan inovasi ini, proses pengisian token menjadi lebih mudah dan dapat diakses dari mana saja. Pengembangan lebih lanjut dapat memperluas penerapan sistem ini dalam skala yang lebih besar. Sistem ini juga dapat diintegrasikan dengan teknologi lain untuk meningkatkan fungsionalitasnya. Selain itu, alat ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pengguna di berbagai lingkungan.

Kata kunci : Pengisian token otomatis, Token listrik Prabayar, Mikrokontroler ESP32, *Internet of Things*, Antarmuka web

ABSTRACT

Prepaid electricity payment systems using digital tokens are increasingly being used both for the installation of new customers and migration from customers who still use analog systems, when filling tokens often requires physical presence at meter locations that are difficult to reach, causing inconvenience to users. This study designs an Internet of Things (IoT)-based electricity token filling tool using an ESP32 type microcontroller, which allows remote filling without physical presence. This system is equipped with 12 relays for token input and ESP32-CAM for visual documentation. The web interface is used for real-time control and monitoring. Tests show that this tool is able to fill tokens with high accuracy and efficiency, as well as increase user convenience in prepaid electricity token management. With this innovation, the token filling process becomes easier and can be accessed from anywhere. Further development can expand the application of this system on a larger scale. This system can also be integrated with other technologies to improve its functionality. In addition, this tool can be customized to the specific needs of users in various environments.

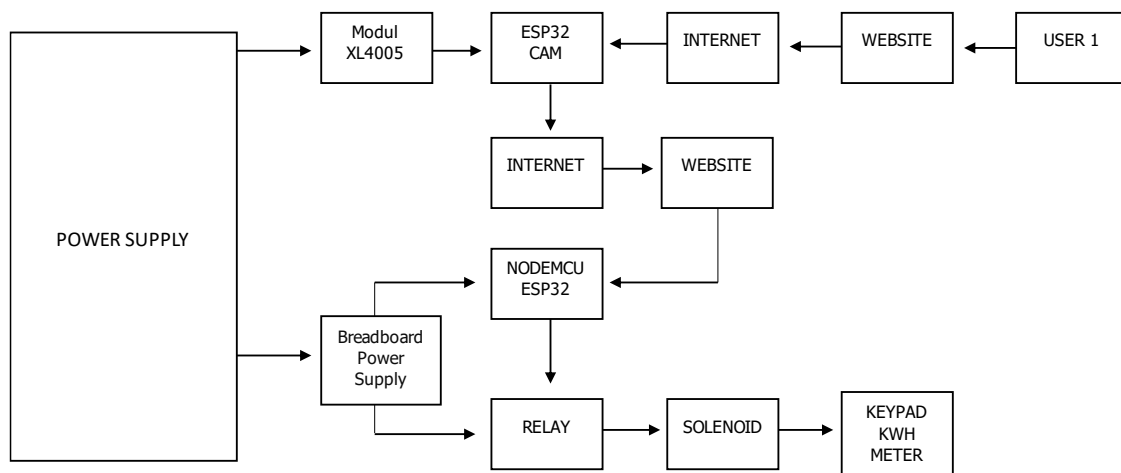
Keywords: Automatic token filling, Prepaid electricity token, ESP32 microcontroller, *Internet of Things*, Web interface

1. PENDAHULUAN

Sistem listrik pra-bayar berbasis token memberi pengguna kendali lebih atas penggunaan listrik mereka. Meskipun demikian, pengguna masih harus berada di lokasi meteran untuk pengisian token listrik. Selain itu, penempatan kWh meter yang sering kali berada di tempat tinggi atau sulit dijangkau menambah kesulitan, sehingga berpotensi menyebabkan kesalahan dalam memasukkan nomor token. Ini menyebabkan ketidaknyamanan dan keterbatasan akses. Dengan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT)[2][3], muncul peluang untuk mengatasi masalah ini dengan merancang alat bantu pengisian token listrik yang terhubung ke jaringan IoT. Teknologi ini dapat memudahkan kontrol perangkat secara *remote*. Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu pengisian token listrik berbasis IoT yang memungkinkan pengguna mengisi token secara *remote* melalui *website*.

2. METODE

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem alat bantu pengisian token listrik yang terdiri dari blok input yaitu Keypad kWh Meter, *Website*, dan Internet. Terdapat blok proses yaitu NodeMCU ESP32. Lalu blok output yang terdiri dari ESP32-CAM, Relay, Solenoid, Internet, *Website*.

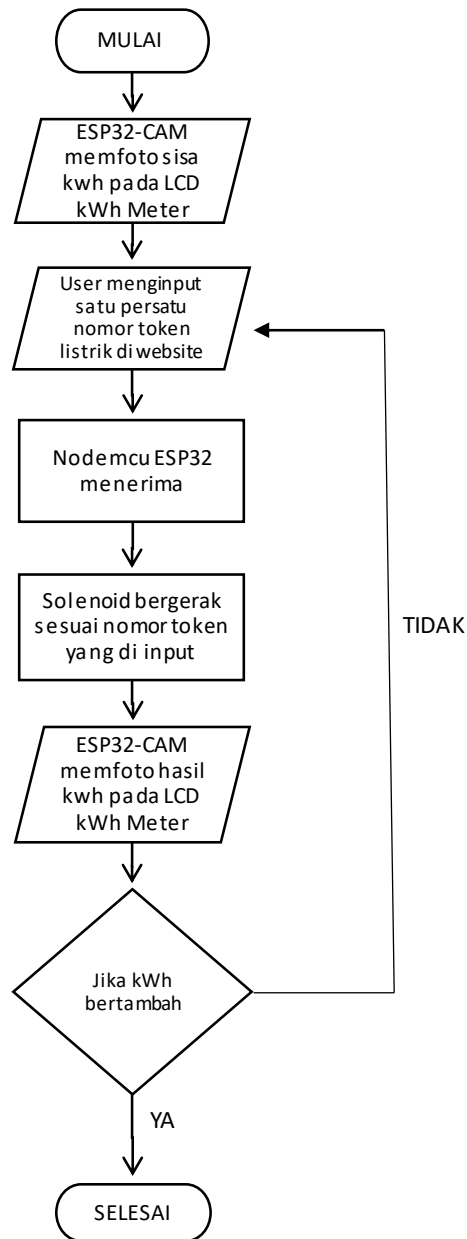


Gambar 1. Block diagram

Prinsip kerja sistem ini yaitu User mengakses Website melalui Internet untuk memasukkan token listrik lalu Website mengirim perintah ke NodeMCU ESP32 untuk mengaktifkan Relay yang mengoperasikan Solenoid untuk menekan tombol pada Keypad KWH Meter untuk memasukkan token listrik. ESP32-CAM mengambil gambar Keypad KWH Meter sebelum dan sesudah pengisian token. Gambar dikirim ke Website melalui Internet untuk dilihat oleh pengguna. Modul XL4005 dan Breadboard Power Supply menyediakan daya untuk semua komponen. Ketika ingin menggunakan alat ini, berikut langkah-langkahnya :

1. Pasang alat bantu pengisian token listrik ke kWh meter prabayar.
2. Atur solenoid dan kencangkan penguncinya agar tidak berubah posisi.
3. Pasangkan stop kontak didekat alat apabila belum tersedia.
4. Pengguna melalui *smartphone* atau laptop membuka website <http://192.168.131.183/> atau menscan barcode pada alat.
5. Pengguna mengecek sisa pulsa kWh sebelum pengisian dengan memilih tombol cek pulsa listrik pada *website*.

6. Setelah itu kembali ke menu utama.
7. Silahkan masukan 20 nomor pulsa kWh yang sudah dibeli, lalu klik *Enter*.
8. Cek kembali pada tombol cek pulsa listrik apakah sudah masuk atau belum.
9. Jika belum bertambah ulangi proses kembali.
10. Jika sudah bertambah maka proses berhasil.



Gambar 2. Flowchart Alat

2.1. Analisis Kebutuhan

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam perancangan proyek akhir ini telah dicantumkan dibawah ini :

Tabel 1 Alat dan bahan yang digunakan

No	Material Deskripsi	Fungsi	Jumlah (buah)	Harga Total (Rp)
1	NodeMcu Esp32	Menerima input dan mengirimkan perintah ke relay untuk mengaktifkan dan mematikan solenoid	1	65.000
2	ESP32-CAM	Menerima input dan mengirimkan notifikasi gambar ke website	1	81.200
3	Relay 6 channel	Sebagai saklar untuk mengaktifkan dan mematikan solenoid	2	90.000
4	Solenoid	Menekan keypad di kWh meter	12	600.000
5	Adaptor Power Supply 12V 5A	mengubah tegangan AC dari sumber listrik menjadi tegangan DC yang stabil sebesar 12V dengan arus maksimum 5A.	1	52.500
6	Modul XL4005	Menurunkan tegangan 12v dari adaptor power supply menjadi 5v ke esp32-cam	1	23.000
7	Breadboard Power Supply	Membagi tegangan menjadi 12V, 5V, 3.3V	1	25.000
8	Modul FT232RL	Untuk pemrograman dan debugging pada esp32-cam	1	18.800
9	Kabel Jumper	Penghubung antar komponen	60	22.000
10	Kabel USB	Penghubung esp32 dan esp32-cam ke laptop	2	12.000
11	Akrilik 4mm	Cover komponen	2	90.000
12	Engsel Akrilik 2cm	Agar bisa dibuka tutup untuk maintenance	3	12.000
13	Engsel Kunci Gembok Akrilik	Agar bisa dikunci untuk keamanan	1	9.500
14	Baut Knop Star M8	Menahan solenoid pada keypad dan pada samping kwh meter	2	35.000
15	Linier Bearing 6mm	Roda pemindah posisi solenoid pada alat	3	33.000
16	As Stailless Steel 6mm	Penahan solenoid pada alat	3	14.400
17	kWh meter	Media pengetesan alat	1	250.000
18	Smartphone	Pengujian alat	1	-
19	Kayu 2cm	Penahan bagian belakang kwh meter	1	-
20	Laptop	Pemograman microcontroller	1	-

Harga total dari semua material yang digunakan mencapai Rp. 1.433.400. Penyajian informasi ini bertujuan untuk memberikan gambaran jelas mengenai alokasi dana untuk setiap jenis material yang digunakan. Selain itu, tabel ini membantu dalam pengelolaan anggaran penelitian secara efektif dan transparan, memastikan bahwa semua kebutuhan alat terpenuhi sesuai dengan anggaran yang telah ditentukan.

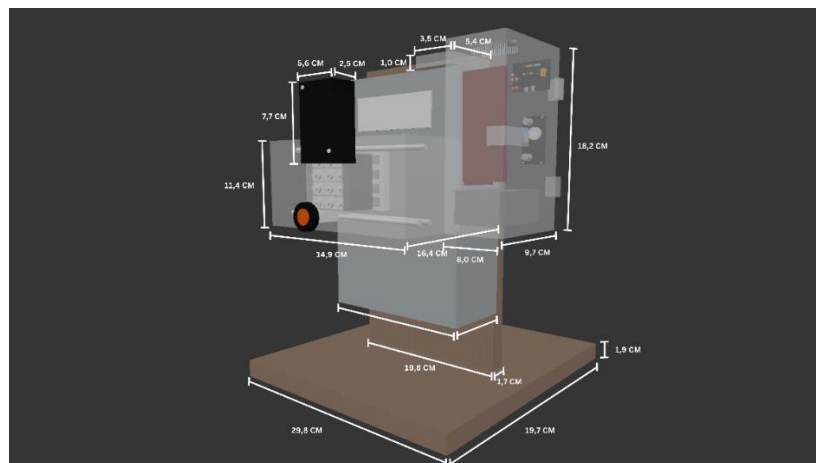
Perangkat lunak yang digunakan perancangan proyek akhir tertera pada Tabel 2

Tabel 2 Software yang digunakan

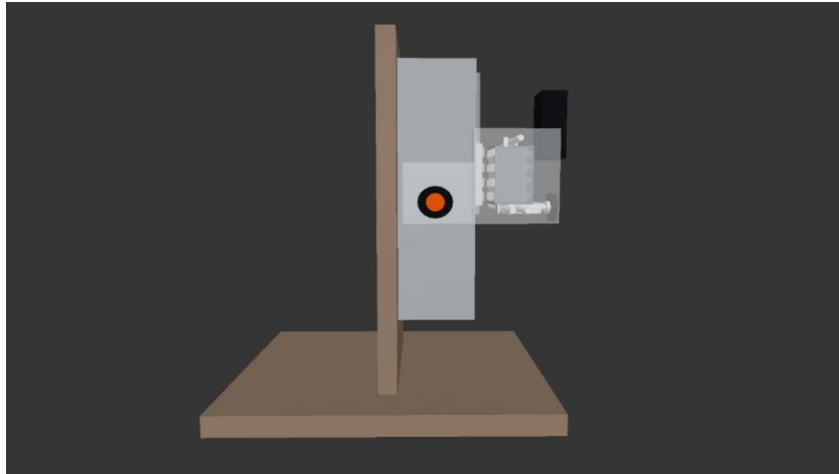
No	Nama Software	Fungsi
1.	Arduino IDE	Pemrograman Nodemcu ESP32
2.	Prisma3D	Perancangan design hardware
3.	Fritzing	Perancangan wiring Electrical

2.2. Perancangan *Hardware*

Sebelum perancangan *hardware* lakukan terlebih dahulu perancangan desain 3D, ini dilakukan untuk memastikan tata letak komponen yang optimal dalam wadah yang dirancang khusus, sehingga semua komponen dapat terpasang dengan rapi dan aman. Desain 3D ini juga membantu dalam *visualisasi* dan penyesuaian ukuran alat sebelum pembuatan fisik. Berikut desain 3D yang sudah dibuat :



Gambar 3. Tampak depan



Gambar 4. Tampak samping

Selanjutnya, perancangan alat dilanjutkan dengan pembuatan *hardware*. Proses ini melibatkan pemilihan komponen yang tepat dan perakitan yang hati-hati untuk memastikan semua bagian berfungsi dengan baik. *Implementasi* yang tepat dan pengujian menyeluruh memastikan alat ini dapat berfungsi dengan baik dan memberikan kemudahan dalam proses pengisian token listrik[3][4] secara otomatis dan terkontrol. Dengan pengujian yang dilakukan, segala kemungkinan kesalahan dapat diminimalkan sehingga alat ini dapat bekerja dengan optimal. Berikut hasil perancangan *hardware* :



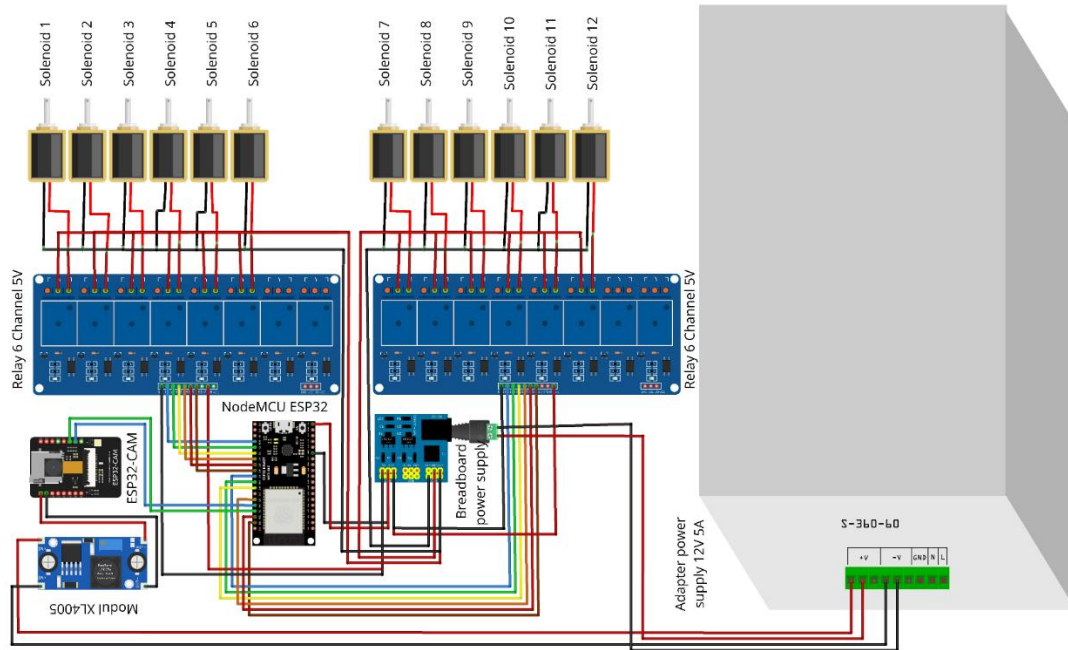
Gambar 5. Tampak depan



Gambar 6. Tampak samping

Desain keseluruhan sistem menjelaskan bagaimana setiap komponen sistem akan bekerja sama untuk mencapai tujuan. Rancangan keseluruhan komponen alat adalah langkah penting dalam membangun sistem yang *kompleks*, dan rancangan ini biasanya mencakup diagram yang menunjukkan hubungan antara komponen.

Rancang Bangun Alat Bantu Pengisian Token Listrik Dengan Pengendali Utama Mikrocontroller Berbasis *Internet Of Things*



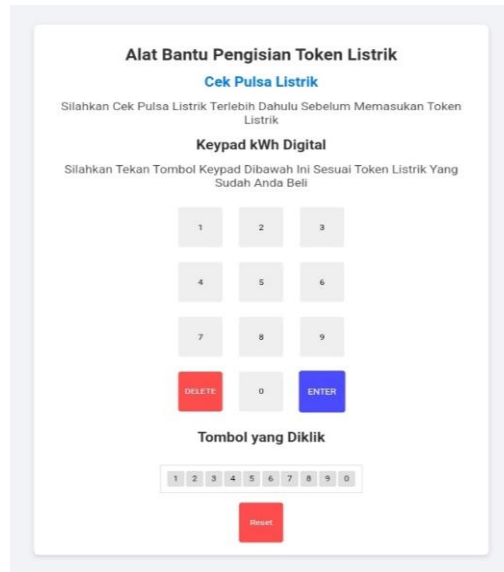
Gambar 7. Wiring keseluruhan

2.3. Perancangan *software*

Perancangan *Software* meliputi perancangan program alat dan perancangan *website* menggunakan *Software* Arduino IDE, program yang akan dirancang yaitu program koneksi esp32-cam dengan nodemcu esp32 dan nodemcu esp32 dengan *relay* dan *relay* dengan *solenoid*.

Pembuatan aplikasi berbasis *website* menggunakan *software* Arduino IDE. Adapun modul program yang dibuat adalah.

1. Tampilan *Website* Alat Bantu Pengisian Token Listrik
Pada gambar 8 merupakan tampilan untuk memasukkan nomor token listrik dan tampilan pengecekan tombol setelah ditekan.
2. Tampilan cek pulsa listrik
Pada gambar 9 berikut merupakan tampilan *web* cek pulsa listrik, supaya mengetahui sebelum dan sesudah proses pengisian pulsa listrik apakah bertambah atau tidak.



Gambar 8. Tampilan *Website* Alat Bantu Pengisian Token Listrik



Gambar 9. Tampilan cek pulsa listrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian perangkat keras melibatkan serangkaian uji coba, instalasi, dan konfigurasi komponen yang digunakan dalam sistem. Uji coba berjalan selama 24 jam dilakukan untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik dalam jangka waktu yang lama. Setiap komponen diuji secara terpisah untuk menjamin fungsionalitasnya sebelum digabungkan ke dalam sistem yang lengkap. Pelaksanaan perangkat lunak mencakup pengembangan kode program untuk mengoperasikan *website*, mengontrol *relay* dan solenoida, serta mengambil foto menggunakan ESP32-CAM. Hasil uji menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja

dengan baik dalam mengotomatisasi proses pengisian token listrik, dengan akurasi dan efisiensi yang tinggi. Pembahasan meliputi evaluasi kinerja sistem serta identifikasi area yang perlu perbaikan lebih lanjut.

3.1. *Running Test*

Running test bertujuan untuk mengetahui keandalan, *responsivitas*, dan *stabilitas* sistem dalam kondisi operasi terus menerus selama 24 jam dengan melakukan pengecekan terhadap koneksi internet atau kestabilan jaringan, fungsi pengendali relay, dan kinerja kamera ESP32-CAM untuk mengambil foto sebelum dan sesudah pengisian. Dari hasil pengamatan yang dilakukan saat melakukan *running test* dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil *Running test*

Jam ke	Status koneksi internet	Fungsi relay	Kinerja ESP32-CAM	Respons Input Token
1	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
2	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
3	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
4	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
5	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
6	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
7	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
8	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
9	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
10	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
11	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
12	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
13	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
14	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
15	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
16	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
17	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
18	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
19	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
20	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
21	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
22	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
23	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif
24	Stabil	Berfungsi	Berfungsi	Responsif

Setelah melakukan *running test* didapatkan koneksi internet stabil sepanjang waktu pengamatan, semua relay berfungsi dengan baik dan responsif terhadap perintah dari web server, ESP32-CAM berhasil mengambil foto sebelum dan sesudah pengisian tanpa masalah,

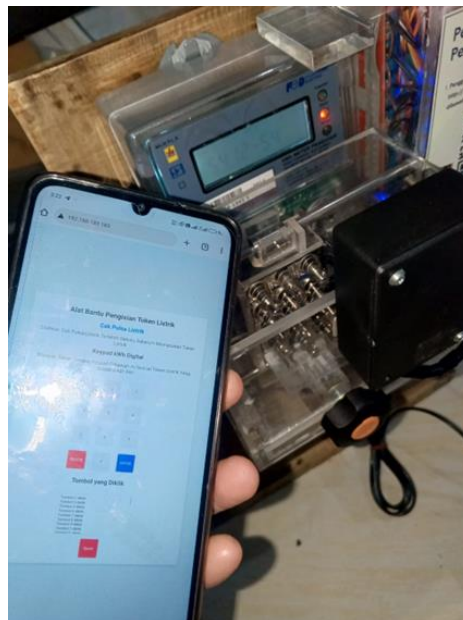
dan sistem menunjukkan respon yang konsisten terhadap *input* token listrik sepanjang periode pengamatan.

3.2. Pengujian Alat

Pengujian alat bantu pengisian token listrik berbasis IoT dilakukan untuk memastikan sistem berfungsi sesuai dengan rancangan dan desain. Adapun langkah Pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. Pengujian Node MCU ESP32,
2. Pengujian modul *relay*, *solenoid*,
3. Pengujian ESP32-CAM.

Setiap komponen diuji untuk memastikan fungsionalitas dasar, termasuk kemampuan *relay* mengaktifkan *solenoid* dan ESP32-CAM mengambil gambar layar LCD kWh meter.



Gambar 10. Pengujian alat

Setelah itu, sistem diintegrasikan dan diuji secara keseluruhan. Dalam hal ini harus melakukan simulasi pengisian token listrik di mana digit token dimasukkan dan sistem otomatis mengontrol solenoid untuk memasukkannya ke kWh meter. *Website* NodeMCU ESP32 diuji untuk memastikan antarmuka pengguna dapat mengendalikan dan memantau proses pengisian, dan dapat melihat lancar atau tidaknya pengisian. Pengujian ini memastikan keandalan sistem dalam kondisi operasional sebenarnya.

3.1.1 Pengujian ESP32-CAM

Pengujian ESP32 CAM mencakup dua aspek utama seperti kecepatan pengiriman notifikasi hasil tangkapan gambar dan kualitas resolusi gambar yang dihasilkan[5]. Berikut ini adalah tabel rekapitulasi hasil pengujian ESP32 CAM dalam penangkapan gambar:

Tabel 4 pengujian ESP32 CAM Wi-fi

No	Respon ESP32	Respon FTDI	Respon pengukuran ke (detik)			Notifikasi Website	Respon rata-rata (detik)	Standar Deviasi (detik)
			1	2	3			
1	Baik	Baik	1,2	1,0	1,1	Ada	1,1	0,0816
2	Baik	Baik	1,1	1,5	1,3	Ada	1,3	0,1632
3	Baik	Baik	1,0	1,2	1,1	Ada	1,1	0,0816

Pada tabel tersebut Deviasi dihitung dengan mengambil semua selisih antara respons website, menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \tilde{x})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum(1,2 - 1,1)^2 + (1,0 - 1,1)^2 + (1,1 - 1,1)^2}{3}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum 0,01 + 0,01 + 0}{3}} = \sqrt{\frac{0,02}{3}} = \sqrt{0,0067} \\ &= 0,0816 \end{aligned}$$

3.1.2 Pengujian Solenoid

Pengujian Solenoid terdiri dari pengujian kecepatan dan ketepatan solenoid sesuai inputan. Berikut merupakan tabel pengujian solenoid melalui ESP32 dan *relay*:

Tabel 5 pengujian Solenoid

No	Respon ESP32	Respon Relay	Respon pengukuran ke (detik)			Notifikasi Website	Respon rata-rata (detik)	Standar Deviasi (detik)
			1	2	3			
1	Baik	Baik	25,41	26,25	25,74	Ada	25,80	0,3455
2	Baik	Baik	26,11	25,32	25,41	Ada	25,61	0,3531
3	Baik	Baik	26,07	25,30	26,10	Ada	25,82	0,3702

Deviasi dihitung dengan mengambil semua selisih respon *solenoid*, menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \tilde{x})^2}{n}}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{\sum (25,41 - 25,80)^2 + (26,25 - 25,80)^2 + (25,74 - 25,80)^2}{3}} \\
&= \sqrt{\frac{\sum 0,1521 + 0,2025 + 0,0036}{3}} = \sqrt{\frac{0,3582}{3}} = \sqrt{0,1194} \\
&= 0,3455
\end{aligned}$$

3.1.3. Pengujian Alat Tanpa benda penghalang

Pengujian pengiriman data dari *website* ke perangkat dilakukan dengan menekan angka 1234567890 secara berurutan [4], dan kemudian diulang sehingga menghasilkan angka sebanyak 20 digit. Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji seluruh solenoid, apakah solenoid dapat bekerja dengan baik atau tidak. Selain itu, untuk mengetahui kinerja perangkat ini, maka waktu kerjanya akan diukur. Selanjutnya, percobaan dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing jarak yang berbeda [4], tanpa adanya benda penghalang. Hasil dari pengujian ini kemudian ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian percobaan dengan jarak tertentu Tanpa benda penghalang

Jarak (Meter)	Percobaan Ke	Tanpa Penghalang (Detik)	Rata-Rata (Detik)
5	1	27,41	27,48
	2	27,35	
	3	27,37	
	4	27,74	
	5	27,56	
6	1	27,48	27,49
	2	27,39	
	3	27,52	
	4	27,46	
	5	27,64	
7	1	27,46	27,53
	2	27,64	
	3	27,45	
	4	27,57	
	5	27,54	
8	1	27,76	27,69
	2	27,59	
	3	27,63	
	4	27,87	
	5	27,61	
9	1	27,86	27,70
	2	27,69	
	3	27,97	
	4	27,45	
	5	27,54	
10	1	27,95	28,05
	2	28,34	
	3	28,11	
	4	27,87	
	5	27,98	

3.1.4. Pengujian Alat Dengan Benda Penghalang

Setelah melakukan uji pengiriman data dari *smartphone* ke perangkat tanpa adanya benda penghalang [4], maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pengiriman data dengan adanya benda penghalang. Pengujian dengan penghalang ini dilakukan di sebuah halaman yang luas dengan satu penghalang tembok yang memisahkan antara perangkat dengan *smartphone*. Pengujian ini menggunakan pola yang sama dengan pengujian tanpa penghalang, dimana pada satu jarak tertentu dilakukan 5 kali pengujian[4]. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian percobaan dengan jarak tertentu dengan benda penghalang

Jarak (Meter)	Percobaan Ke	Dengan Penghalang (Detik)	Rata-Rata (Detik)
5	1	27,51	27,55
	2	27,39	
	3	27,38	
	4	27,71	
	5	27,78	
6	1	27,69	27,66
	2	27,45	
	3	27,59	
	4	27,77	
	5	27,81	
7	1	27,75	27,80
	2	27,86	
	3	27,65	
	4	27,87	
	5	27,91	
8	1	27,93	27,93
	2	27,88	
	3	27,97	
	4	27,99	
	5	27,89	
9	1	27,95	28,10
	2	28,24	
	3	27,99	
	4	28,33	
	5	27,99	
10	1	28,25	28,21
	2	28,17	
	3	28,38	
	4	27,99	
	5	28,26	

Tabel 7 memperlihatkan bahwa pengiriman data pada pengujian ini, tidak sebaik dengan pengujian sebelumnya yang diuji tanpa benda penghalang. tabel memperlihatkan adanya perlambatan waktu disetiap jaraknya. Bahkan pada jarak 10 meter koneksi antara *smartphone* dan perangkat mulai terjadi gangguan dengan waktu kerja yang lama. Untuk pengiriman data dengan jarak 10 meter dengan penghalang, perangkat masih dapat

terhubung dengan *smartphone*, akan tetapi waktu yang dibutuhkan lebih lama, yakni dengan rata-rata mencapai hingga 28,21 detik.

4. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian ini:

1. Telah berhasil diimplementasikan sebuah sistem yang mempermudah pengguna dalam memasukkan token listrik pada kWh meter yang ditempatkan tinggi. Sistem ini memberikan kemudahan akses dan penggunaan, sehingga mengurangi kesulitan yang dihadapi oleh pengguna.
2. Alat dirancang agar efektif dalam mengurangi kesalahan saat memasukkan token listrik pada kWh meter. Alat ini juga memiliki akurasi dan kecepatan yang tinggi dalam proses memasukkan token.
3. Integrasi teknologi ini memungkinkan pengisian token listrik secara remote melalui antarmuka web, memberikan kenyamanan dan jangkauan yang lebih luas bagi pengguna.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] O. G. T. Laza, "Analisa Perancangan Dan Penggunaan Sistem Pembelian Token Listrik Dengan Memanfaatkan Pulsa SMS Melalui Smartphone," *Journal of Social Research*, vol. 1, no. 11, pp. 227–233, 2022, doi: 10.55324/josr.v1i11.295.
- [2] Anam's, "No Title Perlengkapan Instalasi Listrik." [Online]. Available: <https://rinjanimuda.blogspot.com/2018/02/perlengkapan-instalasi-listrik.html?cv=1>
- [3] S. T. Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, "Perancangan Smart Box untuk Penerima Paket Barang Berbasis IoT NodeMCU ESP32 di Asrama Putri STT Texmaco Subang," vol. 2, no. 2, 2024.
- [4] Random Nerd Tutorials, "ESP32-CAM Module Overview and Tutorial." [Online]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-cam-video-streaming-face-recognition-arduino-ide/>
- [5] R. BEKASI, "Breadboard Power Supply 5V 3.3V USB port DC IN High Quality Robotdyn." [Online]. Available: https://www.tokopedia.com/rajacell/breadboard-power-supply-5v-33v-usb-port-dc-in-high-quality-robotdyn?extParam=ivf%3Dfalse%26keyword%3Dbreadboard+power+supply%26search_id%3D202407191310399ED095EBEB4C4B013W26%26src%3Dsearch
- [6] B. Teknology, "XL4005 Regulator step down 5A spesifikasinya." [Online]. Available: <https://www.badarteknog.com/2022/02/xl4005-regulator-step-down-5a.html>
- [7] L. H. Santoso, A. Anwari, and I. Sunarto, "SISTEM KONTROL DAN MONITORING POWER METER BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS) NODE MCU ESP8266."
- [8] T. K. Hareendran, "Push Pull Solenoid Module." [Online]. Available: <https://www.electroschematics.com/push-pull-solenoid-module/>
- [9] Electronic Design, "How Does a Solenoid Work." [Online]. Available: <https://www.electronicdesign.com/technologies/electromechanical/article/21801025/how-does-a-solenoid-work>

- [10] S. Darma, "Rangkaian Regulator Power Supply 12V 5A." [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/333464698/Rangkaian-Regulator-Power-Supply-12V-5A>
- [11] D. Risetya, "Apa Itu Power Supply? Pengertian, Cara Kerja, Fungsi, 3 Komponen, dan Jenisnya." [Online]. Available: <https://www.ekrut.com/media/fungsi-power-supply>
- [12] M. Sugeng, "Module USB to TTL FTDI Break out FT232RL Serial to TTL untuk Memprogram IC Mikrokontroler UART AVR PIC." [Online]. Available: <https://electronicsbot.blogspot.com/2019/06/module-ftdi-serialtottl.html>
- [13] E. A. Prastyo, "Software Arduino IDE." [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2018/07/software-arduino-ide.html>
- [14] M. W. A. Kusuma, "Fritzing | Instalasi di Linux." [Online]. Available: <https://mwira.medium.com/fritzing-instalasi-di-linux-3e6d68e5fb8f>
- [15] S. Febriani, "Analisis Deskriptif Standar Deviasi," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 6, no. 1, pp. 910–913, 2022, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/8194>
- [16] S. M. Letsoin, Y. Kolyaan, and I. Andini, "Aplikasi Sms Gateway Untuk Pengolahan Token Listrik Di Cv. Hexxa SysTeam," *Musamus Journal of Technology & Information*, vol. 4, no. 02, pp. 036–040, 2022, doi: 10.35724/mjti.v4i02.5193.
- [17] N. Nursalim, W. F. Galla, S. Syam, S. Kurniati, and V. A. E. Rondak, "PERANCANGAN SISTEM PENGISI TOKEN LISTRIK BERUMPAN BALIK PADA kWh METER PRABAYAR BERBASIS ARDUINO," *Jurnal Media Elektro*, vol. XII, no. 2, pp. 120–127, 2023, doi: 10.35508/jme.v12i2.12694.
- [18] D. Kurnianto, A. Wijaya, and M. A. Amanaf, "Sistem Pengisian Token Listrik Jarak Jauh Berbasis IoT pada Alat Ukur Listrik Rumah IoT-Based Remote Electricity Token Charging System for Home Electricity Meters," *TELKA*, vol. 8, no. 1, pp. 14–23, 2022.