

Design and Development of a Transceiver Device with a Power Control and Monitoring Application for Boarding House Tenants based on LoRa

Article History:*Received**9 January 2025**Revised**22 January 2025**Accepted**4 February 2025*

**YENNIWARTI RAFSYAM, BENNY NIXON, KHOMALA
ERNIA PUTRI, MOLLIYANA TOTA ANGELICA, RIFQI
FUADI HASANI, SHITA FITRIA NURJIHAN, IRWAN
PRASETYA**

Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia
Email: khomala.ernia.putri.te21@mhs.wpnj.ac.id

ABSTRAK

Ketidakadilan sering terjadi dalam pembagian biaya listrik di kamar kos karena biayanya disamakan meskipun pemakaian listrik per kamar berbeda. Untuk mengatasi masalah ini, dirancanglah sebuah sistem yang mampu memantau pemakaian daya setiap kamar dengan lebih efisien menggunakan teknologi Long Range (LoRa). Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor PZEM-004T, dan LoRa, dengan pemrograman yang dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Data pemakaian daya yang dikumpulkan oleh sensor dikirimkan kepada pemilik kos melalui jaringan LoRa, dengan akurasi mencapai hampir 99% dari tiga pengujian beban listrik. Data sensor dikirim dengan kekuatan sinyal pada jarak 150 meter dengan RSSI -107 dBm dalam kondisi NON- LOS dan 600 meter dengan RSSI -111 dBm dalam kondisi LOS, serta terintegrasi dengan aplikasi Android. Sistem ini juga terhubung dengan aplikasi Android untuk memudahkan pengelolaan dan pemantauan daya.

Kata kunci: *Android, Daya Listrik, ESP32, Firebase, LoRa, PZEM-004T*

ABSTRACT

Electricity costs in boarding rooms are often unfairly distributed because each room is charged the same amount, even though electricity usage varies. To solve this problem, a system was created to monitor each room's power usage more efficiently using Long Range (LoRa) technology. This system uses an ESP32 microcontroller, a PZEM-004T sensor, and LoRa, programmed with Arduino IDE. The sensor collects power usage data and sends it to the boarding house owner over the LoRa network, with accuracy close to 99% in three tests. The data is transmitted up to 150 meters with an RSSI of -107 dBm in non-line-of-sight (NON-LOS) conditions and up to 600 meters with an RSSI of -111 dBm in line-of-sight (LOS) conditions. It is also connected to an Android app for easier power management and monitoring.

Keywords: *Android, Electric Power, ESP32, Firebase, LoRa, PZEM-004T*

This is an open-access article under the [CC BY-SA](#) license.



1. PENDAHULUAN

Pengelolaan daya listrik di lingkungan kamar kos merupakan aspek yang krusial, namun sering kali menghadirkan berbagai tantangan terkait efisiensi dan kontrol penggunaan. Masalah yang umum terjadi adalah penggunaan daya listrik yang tidak terkendali di setiap kamar, yang mengakibatkan biaya listrik menjadi tinggi. Selain itu, penetapan biaya listrik yang seragam untuk semua kamar, meskipun setiap kamar memiliki tingkat konsumsi listrik yang berbeda, ketidakadilan bagi para penyewa kos **(Alfian, 2021)**.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau konsumsi daya listrik secara *real-time* dan mengelola penggunaan daya listrik dengan lebih baik. Dimana sistem yang dibangun diperuntukan pada rumah kos dengan banyak kamar sehingga cukup menggunakan satu kWh meter PLN. Penggunaan daya listrik dalam berbagai aplikasi, baik industri maupun rumah tangga, memerlukan pemahaman tentang komponen listrik, salah satunya adalah Daya Nyata (P) atau *Real Power*, yang dihitung dengan mengalikan nilai rms tegangan dan arus dengan faktor daya (PF) **(Setiaji, dkk, 2022)**.

Pengukuran konsumsi energi listrik umumnya dilakukan menggunakan kWh meter, yang berperan penting dalam transaksi daya listrik dan harus memenuhi standar PT. PLN **(Darma, dkk, 2019)**. Dalam konteks listrik kos-kosan, daya 1.300 VA adalah pilihan umum karena sesuai untuk keperluan rumah tangga dan usaha kecil, dengan tarif listrik Rp 1.444,70 per kWh pada tahun 2024, belum termasuk PPJ **(Hasanudin, 2021)**. Teknologi komunikasi nirkabel seperti LoRa SX1278, yang mengurangi interferensi dan konsumsi daya **(Nengsi Widya, 2019)** sering digunakan dalam aplikasi IoT bersama sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik **(Adiwiranto, dkk, 2022)**.

Mikrokontroler ESP32, dengan dukungan WiFi dan Bluetooth, juga populer dalam aplikasi IoT **(Nizam, dkk, 2022)** dan sering digunakan dengan relay untuk pengendalian arus **(Santosa & Nugroho, 2021)**. *Liquid Crystal Display* (LCD) digunakan untuk menampilkan informasi pada perangkat elektronik dengan merefleksikan cahaya dari lampu latar **(Tsabi, dkk, 2020)**, sedangkan buzzer berfungsi sebagai indikator suara. Arduino IDE memudahkan pengendalian perangkat dalam proyek mikrokontroler melalui bahasa pemrograman JAVA dan pustaka C/C++ **(Alfan & Ramadhan, 2022)**.

Sistem operasi Android, memungkinkan modifikasi dan pengembangan aplikasi secara bebas **(Gunadi, dkk, 2020)**. Perangkat ini memerlukan catu daya, atau adaptor, yang mengubah arus listrik AC menjadi DC untuk memastikan suplai energi yang sesuai **(Nafiz, 2018)**. Aplikasi Android terintegrasi dengan Firebase, *platform database* yang memberikan informasi secara real-time **(Sugiyatno, 2023)**.

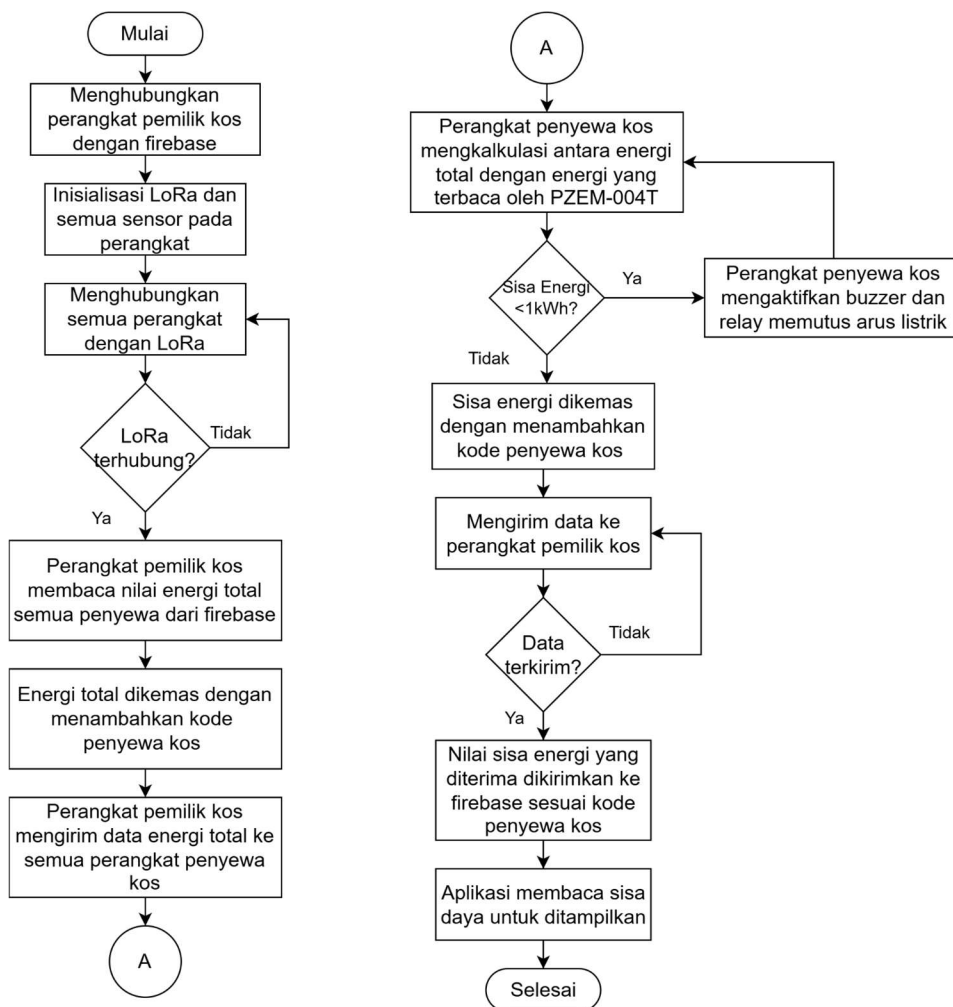
Penelitian serupa sebelumnya yang dilakukan oleh James William Jokanan menggunakan komponen serupa seperti ESP32, Sensor PZEM-004T, dan relay serta aplikasi yang digunakan untuk memonitoring daya yang digunakan, kontrol untuk mematikan arus listrik serta estimasi biaya yang akan dikeluarkan pengguna **(Jokanan, 2022)**. Dalam penelitian ini penulis mengembangkan aplikasi untuk kamar kos. Aplikasi ini memungkinkan pemilik kos menetapkan batasan kWh sesuai dengan harga yang dibayarkan oleh penyewa kos. Jika konsumsi listrik melebihi batas tersebut, sistem akan otomatis memutus daya di kamar kos. Selain itu, perangkat ini menggunakan transmisi LoRa SX1278 untuk bertukar informasi antara pemilik kos dan kamar kos yang dikelolanya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini mencakup perangkat keras dan aplikasi Android. Alat *transceiver* pada penyewa kos menggunakan sensor PZEM-004T untuk membaca konsumsi daya listrik yang digunakan oleh penyewa kos. Sensor ini terhubung dengan ESP32, yang mengatur pengiriman data melalui Modul LoRa, mengendalikan relay, serta mengatur output ke LED, LCD, dan Buzzer. Relay berfungsi sebagai saklar yang memutus listrik saat paket daya habis, sementara LED, LCD, dan Buzzer berperan sebagai indikator.

Proses dimulai dengan inisialisasi dan koneksi LoRa. Setelah terhubung, data dari sensor PZEM-004T diterima dan diperiksa. Jika sisa daya kurang dari 1 kWh, buzzer berbunyi dan relay memutus listrik. Jika tidak, relay tetap menyala. LoRa *node* mengemas dan mengirim data ke LoRa *gateway*, yang kemudian memproses atau mengirimkan data ke Firebase. *Flowchart* sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



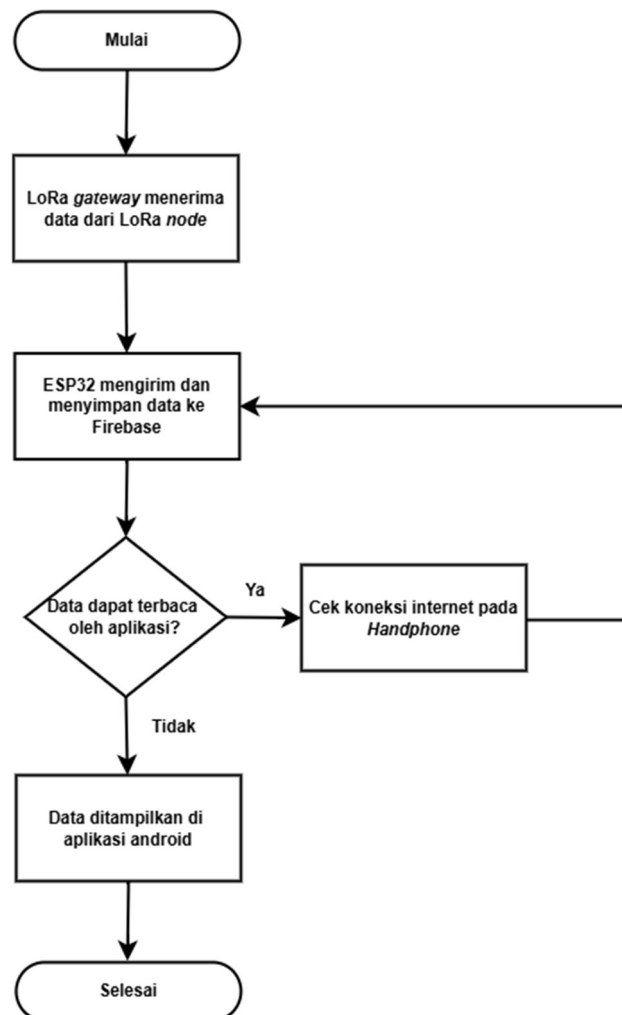
Gambar 1. Flowchart Alat Kendali Dan Monitoring Daya Listrik

Perangkat keras atau alat dalam sistem ini juga terhubung dengan aplikasi Android yang berfungsi untuk memantau dan mengendalikan penggunaan daya listrik pada penyewa kos. Aplikasi ini terintegrasi dengan *Firebase* memanfaatkan *Realtime Database*, sehingga dapat menyesuaikan data secara langsung.

Dengan koneksi ke *Firebase*, aplikasi dapat mengambil dan memperbarui data pengguna yang telah tersimpan di dalam *database* secara *real-time*. Oleh karena itu, aplikasi ini dapat memberikan notifikasi dan informasi yang akurat mengenai konsumsi daya listrik berdasarkan penggunaan aktual dan saldo deposit yang tersedia untuk setiap penyewa atau kamar kos.

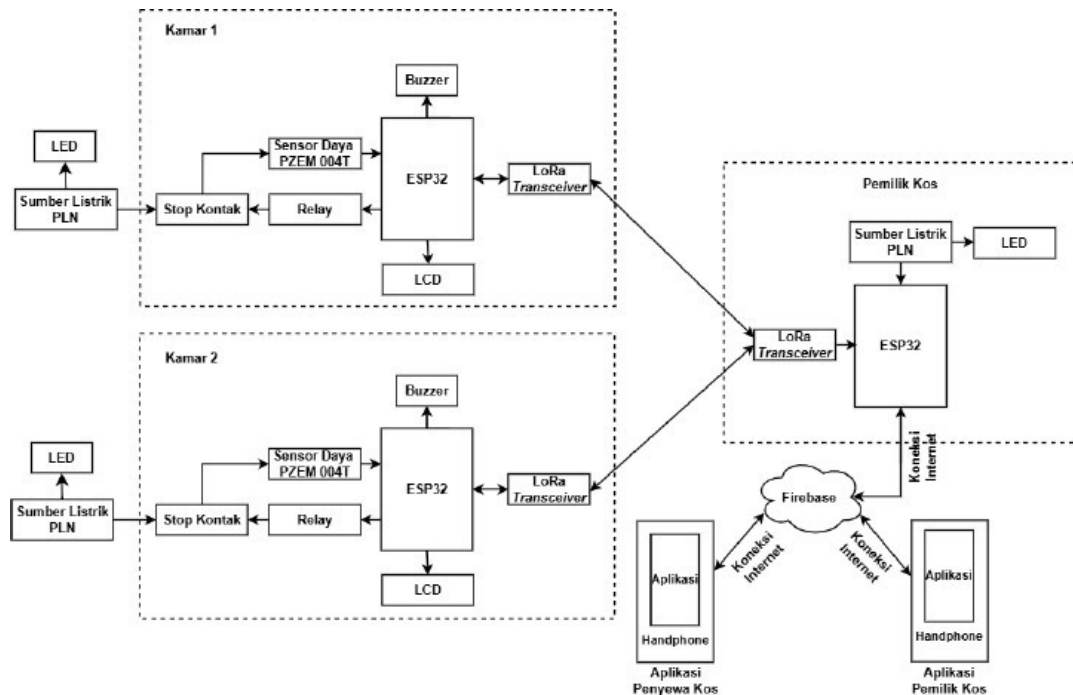
Selain itu, aplikasi ini juga menyediakan beberapa opsi paket daya listrik yang dapat dibeli sesuai dengan anggaran dan kebutuhan masing-masing penyewa kos. Dengan demikian, penyewa dapat memilih paket yang paling sesuai dengan preferensi mereka, sehingga memaksimalkan efisiensi dan kenyamanan dalam penggunaan listrik.

Sedangkan cara kerja aplikasi yaitu proses dimulai ketika LoRa *gateway* menerima data dari LoRa *node* kemudian ESP32 akan mengirimkan data untuk disimpan ke *Firebase*. Data yang tersimpan pada *Firebase* kemudian dibaca oleh aplikasi sehingga aplikasi dapat menampilkan data yang diambil dari *Firebase*. Data tersebut meliputi *username*, *password*, *room*, saldo deposit dan sisa daya listrik. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Aplikasi Menerima Data Daya Listrik

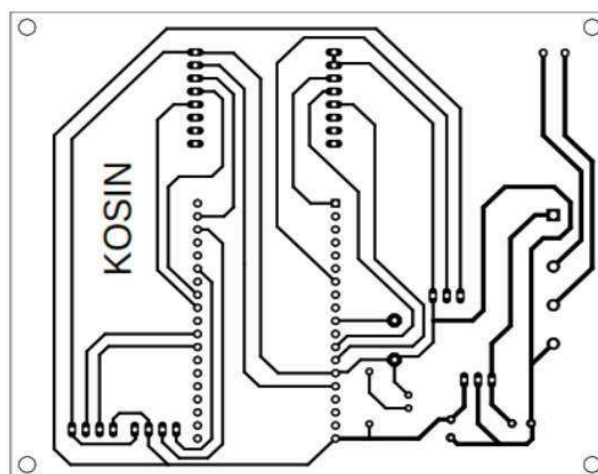
Untuk mempermudah pengerjaan sistem maka dibuat diagram blok. Gambar 3 menunjukkan diagram blok dari perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Daya Listrik Penyewa Kos dan Pemilik Kos Berbasis LoRa dengan Integrasi Android.



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

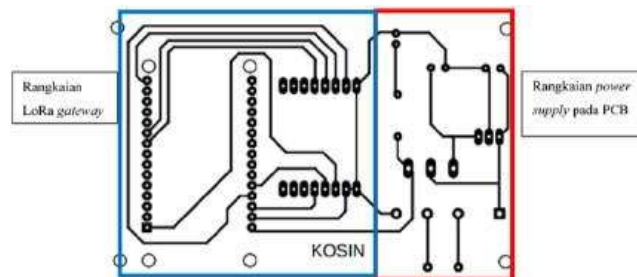
Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3, sistem monitoring dan pengendalian daya listrik pada kos-kosan terdiri dari dua kamar dan pemilik kos. Setiap kamar dilengkapi dengan ESP32 yang terhubung ke sensor daya PZEM-004T, relay, LED, buzzer, dan LCD. Di sisi pemilik kos, terdapat ESP32 yang berfungsi sebagai *gateway* penghubung antara perangkat LoRa di setiap kamar dan internet. *Gateway* menerima data dari kamar melalui LoRa *transceiver*, mengolahnya, dan mengirimkan data ke Firebase melalui internet. Data dari *Firestore* kemudian dikirim kembali ke setiap kamar melalui LoRa gateway ke LoRa node.

Proses perancangan alat dimulai dengan merancang rangkaian skematik yang akan digunakan untuk membuat alat *transceiver* penyewa kos. Skematik rangkaian *transceiver* penyewa kos yang dibuat dengan *software* Eagle akan diubah ke bentuk *layout board* untuk dicetak ke PCB. *Layout* perangkat *transceiver* penyewa kos dapat dilihat pada Gambar 4.



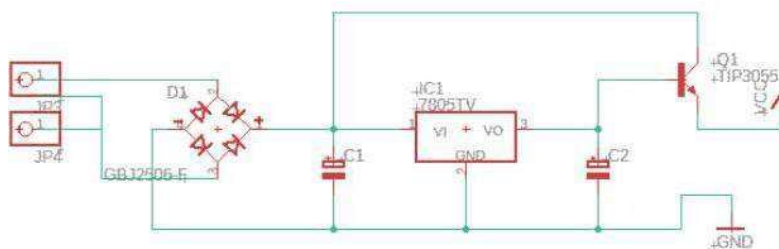
Gambar 4. Layout PCB Rangkaian Transceiver

Lalu pada perangkat *transceiver* pemilik kos juga dibuat dengan *software* Eagle akan diubah ke bentuk *layout board* untuk dicetak ke PCB. *Layout* perangkat *transceiver* penyewa kos dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Layout PCB Rangkaian Transceiver Pemilik Kos

Pada perancangan pembuatan *power supply* untuk alat *transceiver* baik penyewa kos ataupun pemilik kos terdapat komponen yang ditambahkan dan disesuaikan dengan kebutuhan alat diantaranya lain menggunakan Transformator 3 A, *Dioda Bridge*, IC Regulator 7805, 2 kapasitor yang bernilai 2200 μ F dan 220 μ F, serta menggunakan *transistor* TIP3055. Rangkaian skematik yang dibuat dengan *software* Eagle dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Skematik Power Supply

2.2 Realisasi Sistem

Realisasi merupakan proses untuk menjadikan perancangan yang telah dibuat menjadi alat nyata untuk digunakan sesuai dengan tujuannya. Pada sub bab ini akan menjelaskan mengenai pembuatan Rancang Bangun Perangkat *Transceiver* pada Penyewa Kos dan Pemilik kos.

2.2.1 Realisasi Power Supply

Berdasarkan perancangan sumber tegangan atau *power supply* yang dijelaskan pada sub bab 2.1 dan merujuk pada rangkaian skematik pada Gambar 6, *Power supply* menggunakan transformator 3A untuk menurunkan tegangan dari 220 VAC ke 12 VAC, lebih tinggi dari output 5VDC yang diinginkan. *Dioda bridge* mengubah AC ke DC, kemudian kapasitor berfungsi untuk menstabilkan tegangan, sedangkan *transistor* berfungsi untuk memaksimalkan arus keluaran. Realisasi rangkaian ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Realisasi Power Supply Penyewa Kos

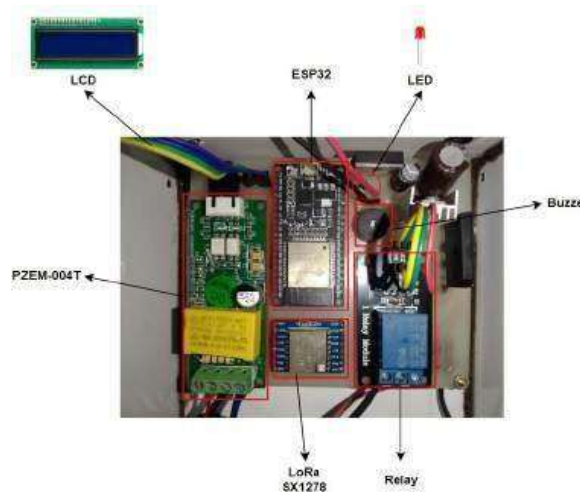
Selanjutnya untuk perangkat penyewa kos dengan spesifikasi *power supply* yang sama dan dengan *layout* pcb yang sudah dibuat sebelumnya, berikut merupakan realisasi *power supply* pada perangkat penyewa kos ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Realisasi *Power Supply* Pemilik Kos

2.2.2 Realisasi Alat *Transceiver* Penyewa Kos

Pada tahap ini, Desain *layout* rangkaian *transceiver* telah dicetak pada PCB dan dilengkapi pemrograman serta pengunduhan *library* untuk LoRa SX1278, PZEM-004T, LCD I2C, dan *Buzzer*. Alat ini digunakan untuk mengukur konsumsi daya listrik dengan PZEM-004T, menampilkan informasi melalui LCD I2C, mengirim data melalui LoRa, memberikan peringatan dengan Buzzer, dan mengendalikan aliran listrik menggunakan *relay* ESP32 untuk penyewa kos. Gambar 9 memperlihatkan tampilan bagian bawah dari layout PCB yang telah dicetak.



Gambar 9. Tampak Atas Rangkaian *Transceiver* Penyewa Kos

Penggunaan pin pada komponen yang telah dirancang dan direalisasikan sudah disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Detail penggunaan pin pada sistem ini dapat dilihat pada Tabel 1.

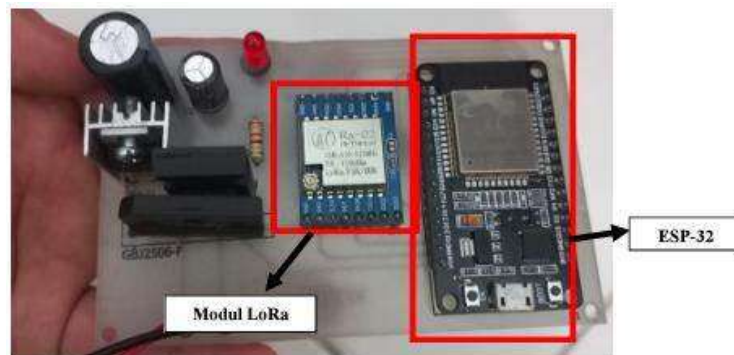
Tabel . Pin Komponen Yang Terhubung Pada ESP32

Komponen /Jenis	Pin Komponen	Definisi Nama Pin	Keterangan
LoRa SX1278	12,19	DIO0, MISO	INPUT
LoRa SX1278	13,14,18,23	SS, RST, SCK, MOSI	OUTPUT
Sensor PZEM-004T	16,17	RX, TX	INPUT
LCD 12C	21,22	SDA, SCL	OUTPUT
Relay	32	IN1	OUTPUT
Buzzer	26	<i>Positive</i>	OUTPUT

Tabel 1 menunjukkan pin-pin komponen yang terhubung ke ESP32 sebagai masukan dan keluaran. LoRa SX1278 terhubung ke pin 12, 13, 14, 18, 19, dan 23 untuk komunikasi nirkabel. Sensor PZEM-004T terhubung ke pin 16 dan 17 untuk mengukur daya listrik. LCD I2C pada pin 21 dan 22 menampilkan hasil pengukuran. Relay pada pin 32 mengontrol aliran listrik. Buzzer di pin 26 memberikan peringatan suara, dan LED pada VCC dan GND berfungsi sebagai indikator daya.

2.2.3 Realisasi Alat *Transceiver* Pemilik Kos

Pada tahap ini, desain layout rangkaian transceiver telah dicetak pada PCB, dan dilakukan pemrograman serta pengunduhan library untuk perangkat seperti LoRa SX1278, Firebase, dan WiFi. Alat transceiver pemilik kos bertujuan mengirimkan nilai energi yang dibeli oleh pengguna ke transceiver penyewa kos untuk diperhitungkan dengan energi yang terbaca pada sensor. Setelah nilai sisa energi dihitung, data dikirim kembali ke transceiver gateway melalui LoRa dan diteruskan ke Firebase via internet. Gambar 10 menunjukkan perangkat transceiver penyewa kos yang telah direalisasikan.



Gambar 10. Realisasi Perangkat Transceiver Pemilik Kos

Penggunaan pin pada komponen yang telah dirancang dan direalisasikan sudah disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Detail penggunaan pin pada sistem ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pin Komponen Yang Terhubung Pada ESP32

Komponen /Jenis	Pin Komponen	Definisi Nama Pin	Keterangan
LoRa SX1278	13,19	DIO0, MISO	INPUT
LoRa SX1278	12,14,18,23	SS, RST, SCK, MOSI	OUTPUT
LED	Vin, GND	-	Indikator

Tabel 2 menunjukkan pin-pin komponen yang terhubung dengan ESP32, yang berfungsi sebagai masukan maupun keluaran. Komponen yang terhubung termasuk LoRa SX1278, dan LED. LoRa SX1278 menggunakan pin 12, 13, 14, 18, 19, dan 23 untuk mengontrol modul komunikasi nirkabel. LED, yang berfungsi sebagai indikator bahwa alat berfungsi dengan baik, terhubung ke pin VCC dan GND, memastikan bahwa alat terhubung dengan catu daya dengan benar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, disajikan hasil pengujian dan analisis terhadap sistem monitoring dan pengendalian daya listrik yang telah dirancang. Sistem ini berhasil mengintegrasikan sensor PZEM-004T, mikrokontroler ESP32, modul LoRa, serta aplikasi Android yang terhubung dengan *Firebase Realtime Database*.

3.1 Pengujian *Power Supply*

Hasil pengujian dari rangkaian *power supply* pada titik pengukuran (TP) didapatkan nilai data tegangan keluaran. Pengujian dilakukan untuk mengukur tegangan menggunakan multimeter digital. Adapun data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

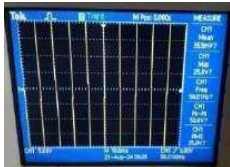
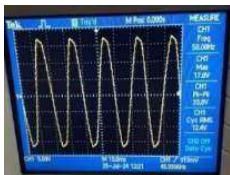
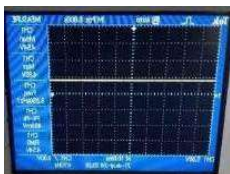
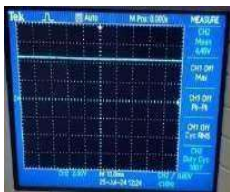
Tabel 3. Hasil Pengujian *Power Supply* Dengan Multimeter

Perangkat	TP1 (Vac)	TP2 (Vac)	TP3 (Vdc)	TP4 (Vdc)
Penyewa Kos 1	225	12	5.2	4.24
	225	12	5.2	4.24
	222	11.9	5.1	4.23
Penyewa Kos 2	225	12	5.1	4.24
	222	12	5.1	4.23
	225	12	5.2	4.24

Berdasarkan Tabel 2, pengukuran penyewa kos 1 dan penyewa kos 2 pada TP1 menunjukkan masing-masing 224 Vac dan 225 Vac, mendekati 220 Vac, yang menunjukkan sumber daya dalam batas toleransi. Pada TP2, hasil pengukuran adalah 11.99 Vac dan 12 Vac, menandakan transformator berfungsi dengan baik. TP3 menunjukkan 5.1 Vdc pada kedua pengukuran, sedikit lebih tinggi dari 5 Vdc tetapi masih dalam batas toleransi. TP4 menunjukkan 4.24 Vdc dan 4.23 Vdc, sedikit lebih rendah dari 5 Vdc, kemungkinan akibat penurunan tegangan pada beban. Secara keseluruhan, *power supply* berfungsi dengan baik pada perangkat penyewa kos 1 dan 2.

Selain menggunakan multimeter dilakukan pengujian menggunakan osiloskop baik pada perangkat penyewa kos 1 dan penyewa kos 2 di TP1 hingga TP4 menunjukkan gelombang AC dan DC seperti pada Tabel 4 Hasil Pengujian *Power Supply* dengan Osiloskop.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Power Supply* Dengan Osiloskop

TP	Hasil	Keterangan
TP 1		220 Vac (channel 1 VRMS)
TP 2		12.4 Vac (channel 1 VRMS)
TP 3		4.54 Vdc (channel 1 VRMS)
TP 4		4.46 Vdc (channel 2 VRMS)

3.2 Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian Sensor PZEM-004T dilakukan untuk memastikan bahwa nilai yang dibaca oleh sensor sesuai dengan rumus atau teori yang mendasarinya. Pengujian pada rangkaian Sensor PZEM-004T membutuhkan alat – alat sebagai berikut :

1. Rangkaian alat
2. Laptop
3. Beban Listrik



Gambar 11. Set-up Rangkaian Pengujian Sensor PZEM-004T

Prosedur pengujian yang dilakukan pada pengujian sensor PZEM-004T antara lain :

1. Menyiapkan sensor PZEM-004T yang sudah terprogram untuk membaca tegangan (V), arus (I), daya (W) dan faktor daya (PF) dari sensor PZEM-004.
2. Lalu menghubungkan beban listrik ke terminal input sensor PZEM-004T.
3. Kemudian mencatat hasil pembacaan sensor pada Tabel 4.

Dari hasil pengujian sensor PZEM-004T yang telah dilakukan dapat diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

Perangkat	Beban Listrik	Tegangan (V)	Arus (I)	Faktor Daya (PF)	Daya(W)	
					Pembacaan Sensor	Perhitungan
Penyewa Kos 1	Setrika	216	1.63	1	352	352.08
	Charger Laptop	221	0.29	0.480	30	30.76
	Charger HP	221	0.006	0.520	7	6.89
Penyewa Kos 2	Setrika	216	1.62	1	350	352.45
	Charger Laptop	222	0.28	0.480	29	29.84
	Charger HP	221	0.006	0.520	7	6.89

Berdasarkan Tabel 5, pada perangkat penyewa kos 1, hasil percobaan dengan beban setrika menunjukkan tegangan 216V, arus 1,63A, dan faktor daya 1. Daya sensor tercatat 352W, sedangkan perhitungan daya adalah 352,08W. Dengan beban charger laptop, tegangan 221V, arus 0,29A, dan faktor daya 0,48 menghasilkan daya sensor 30W dan perhitungan 30,76W. Untuk charger HP, tegangan 221V, arus 0,06A, dan faktor daya 0,52 menghasilkan daya sensor 7W dan perhitungan 6,89W. Pada perangkat penyewa kos 2, hasil percobaan juga menunjukkan kesesuaian antara pengukuran dan perhitungan. Dengan hasil yang didapat pada perangkat penyewa kos 1 dan 2 rata rata presentase akurasi sensor ini adalah 99%.

Selanjutnya untuk hasil pegujian sistem pemutus arus listrik di saat energi yang terisisa kurang dari 1kWh dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

Perangkat	Beban Listrik	Daya (W)	Arus (A)	Energi (kWh)
Penyewa Kos 1	Setrika	352	1.63	1.5
		352	1.63	1.1
		0	0	0.8
Penyewa Kos 2	Setrika	350	1.62	1.4
		350	1.62	1.1
		0	0	0.9

Berdasarkan Tabel 6 pengujian dilakukan pada salah satu beban yaitu setrika yang memiliki konsimisi daya yang cukup tinggi. Pada perangkat penyewa 1 disaat energi masih tersisa 1,5kWh dan 1,1kWh daya yang ditampilkan sebesar 352W dan arus sebesar 1,63A, sedangkan di saat energi tersisa 0,8kWh daya dan arus yang ditampilkan adalah 0. Selanjutnya untuk perangkat penyewa 2 disaat energi masih tersisa 1,4kWh dan 1,1 kWh daya yang ditampilkan sebesar 350W dan arus sebesar 1,62A, sedangkan disaat energi tersisa 0.8kWh daaya dan arus yang ditampilkan adalah 0. Kedua hasil ini menandakan bahwa tidak ada arus yang keluar pada saat energi yang terisisa dibawah 1kWh pada kedua perangkat penyewa.

3.3 Pengujian Sinyal LoRa

Pengujian sinyal LoRa dilakukan untuk menentukan sejauh mana jarak sinyal dari LoRa *node* yang berada di sisi penyewa kos dapat menjangkau LoRa *gateway* di sisi pemilik kos. Pengujian ini penting untuk memastikan keandalan komunikasi nirkabel antara perangkat yang digunakan dalam sistem monitoring dan pengendalian daya listrik. Untuk melakukan pengujian pada rangkaian sistem dibutuhkan alat – alat sebagai berikut :

1. Rangkaian alat *transceiver* penyewa dan pemilik kos
2. Laptop
3. Kabel

Setelah seluruh peralatan disiapkan, pengujian dilakukan dengan mengukur sinyal LoRa dari LoRa *node* ke LoRa *gateway*. Pengujian ini dirancang untuk melihat sejauh mana jangkauan sinyal dapat dipertahankan dan bagaimana kualitas sinyal terpengaruh oleh jarak. Data yang didapat ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Menurut TIPHON (Noval, dkk, 2023), level RSSI dikategorikan sebagai berikut: >-70 dBm sangat bagus, -70 dBm hingga -85 dBm bagus, -86 dBm hingga -100 dBm sedang, dan < -100 dBm kurang. Berdasarkan Tabel 4.2, nilai RSSI sangat bagus pada jarak 50 m, bagus pada jarak 100-200 m, sedang pada 300 m, dan jelek pada 400-600 m. Dalam kondisi LOS (*Line of Sight*) di ruangan terbuka, sinyal masih diterima dengan RSSI -111 dBm hingga jarak 600 m, tetapi LoRa tidak dapat menerima sinyal di atas 600 m.

Tabel 7. Hasil Pengujian LoRa Kondisi *Line Of Sight*

Perangkat	Jarak (m)	RSSI (dBm)	Keterangan
Penyewa Kos 1	50	-53	Sangat Bagus
	100	-85	Bagus
	200	-89	Bagus
	300	-97	Sedang
	400	-102	Kurang
	500	-107	Kurang
	600	-111	Kurang
Penyewa Kos 2	50	-50	Sangat Bagus
	100	-86	Bagus
	200	-89	Bagus
	300	-95	Sedang
	400	-105	Kurang
	500	-106	Kurang
	600	-110	Kurang

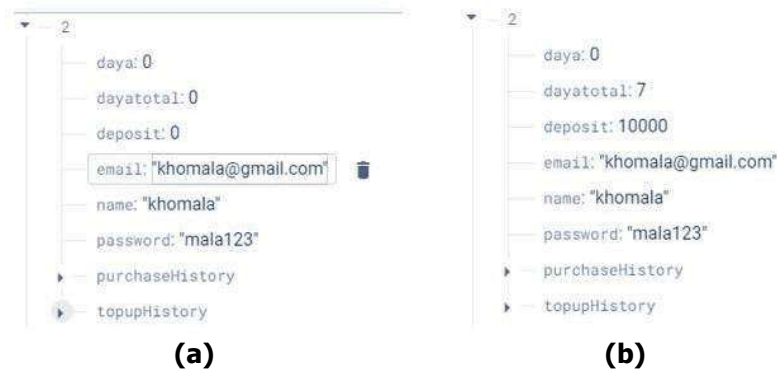
Tabel 8. Hasil Pengujian LoRa Kondisi *Obstacle*

Perangkat	Jarak (m)	RSSI (dBm)	Keterangan
Penyewa Kos 1	2 (Dekat LoRa <i>Gateway</i>)	-64	Sangat Bagus
	15 (Jalan Depan Lab Telkom)	-79	Bagus
	35 (Samping Masjid Darul Ilmi)	-84	Bagus
	50 (Depan Masjid Darul Ilmi)	-96	Sedang
	95 (Pintu masuk Gedung D)	-97	Sedang
	100 (Belakang Gedung Mesin)	-100	Kurang
	125 (Parkiran Mobil Gedung D)	-102	Kurang
	130 (Depan Pusgiwa)	-103	Kurang
	150 (Kantin Bawah)	-107	Kurang
	250 (Gd.TGP)	-	Tidak Terkirim
Penyewa Kos 2	2 (Dekat LoRa <i>Gateway</i>)	-63	Sangat Bagus
	15 (Jalan Depan Lab Telkom)	-78	Bagus
	35 (Samping Masjid Darul Ilmi)	-85	Bagus
	50 (Depan Masjid Darul Ilmi)	-98	Sedang
	95 (Pintu masuk Gedung D)	-96	Sedang
	100 (Belakang Gedung Mesin)	-103	Kurang
	125 (Parkiran Mobil Gedung D)	-104	Kurang
	130 (Depan Pusgiwa)	-106	Kurang
	150 (Kantin Bawah)	-109	Kurang
	250 (Gd.TGP)	-	Tidak Terkirim

Berdasarkan pengujian pada Tabel 7, perangkat penyewa kos 1 dan 2 menunjukkan nilai RSSI sangat bagus pada jarak 2 m, bagus pada jarak 15-35 m, sedang pada 50-95 m, dan kurang pada 100-150 m. Pada kondisi *NON LOS* dengan hambatan seperti gedung dan pepohonan, data masih dapat diterima hingga 150 m dengan nilai RSSI -107 dBm untuk penyewa kos 1 dan -109 dBm untuk penyewa kos 2. Pada jarak 250 m, LoRa tidak dapat menerima sinyal.

3.4 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan untuk membuktikan bahwa aplikasi yang telah dibuat dapat terhubung dengan jaringan internet dan dapat menampilkan data deposit dan sisa daya yang masih tersedia dan disimpan ke dalam *Firestore* dengan tepat.



Gambar 12. Data Penyewa Kos di *Realtime Database* (a) Data Awal (b) Data Setelah Ditambahkan Deposit

Dapat dilihat pada Gambar 12 bahwa data diri pengguna kos berhasil disimpan setelah proses registrasi. Setelah ditambahkan deposit oleh pemilik kos penyewa kos dapat membeli sesuai dengan deposit yang tersisa. Pada Gambar 13 ditunjukkan bahwa aplikasi android berhasil menampilkan data sisa daya dan sisa deposit yang diperoleh dari *Firestore*, serta hanya dapat memilih paket kWh yang sesuai dengan sisa deposit.



Gambar 13. Pengujian Menampilkan Data Aktivitas Pembelian Daya (a) Sebelum Ditambahkan Deposit (b) Setelah Ditambahkan Deposit

Daftar paket listrik yang tersedia memudahkan penyewa kos memilih sesuai kebutuhan. Paket tersebut mengacu pada tarif PLN Rp 1.444,70 per kWh. Sebagai contoh, Paket Akhir Bulan untuk penyewa kos yang ingin membeli pulsa listrik Rp 100.000 di Jakarta dengan daya 1.300 VA. Dengan PPJ Jakarta 3%, 3% dari Rp 10.000 adalah Rp 300, sehingga perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Besaran kWh} = \frac{(\text{Rp } 10.000 - \text{Rp } 300)}{\text{Rp } 1.444,70} = 7 \text{ kWh}$$

Konversi setiap paket listrik dilakukan menggunakan persamaan yang sama seperti sebelumnya, dengan pembulatan hasil sesuai aturan matematika. Jika nilai desimal lebih dari 0,5, hasil konversi akan dibulatkan ke atas, sedangkan nilai 0,5 atau kurang akan dibulatkan ke bawah. Proses ini memastikan hasil yang akurat dan konsisten untuk setiap perhitungan paket listrik yang dilakukan pengguna.

Aplikasi ini menyediakan fitur riwayat pembelian paket listrik untuk memudahkan pengguna melacak penggunaan dan pengeluaran daya listrik. Selain itu, notifikasi otomatis muncul saat sisa daya listrik mendekati 1 kWh, memberi pengguna kesempatan untuk mengambil tindakan agar aliran listrik tidak terputus, memastikan kenyamanan dan kelancaran penggunaan daya listrik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan mengenai "Perangkat *Transceiver* Pada Penyewa Kos Serta Aplikasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Untuk Penyewa Kos" dapat diambil suatu kesimpulan bahwa alat *transceiver* menggunakan LoRa *node*, LoRa *gateway*, dan mikrokontroler ESP32. LoRa *node* mengirimkan data daya listrik dari sensor PZEM-004T ke LoRa *gateway*, yang kemudian diteruskan ke Firebase. LoRa *node* juga menerima data deposit dari *gateway* dan mengintegrasikannya dengan aplikasi. Alat *transceiver* mengirim data dengan *error rate* rata-rata 1% dari tiga pengujian beban listrik yang menandakan akurasi sensor PZEM-004T hampir 99%. Aplikasi menampilkan sisa daya, informasi pengguna, memungkinkan pembelian paket listrik, melihat riwayat pembelian, dan memberi notifikasi jika daya hampir habis pada ponsel penyewa kos. Dengan dibuatnya perangkat *transceiver* pada penyewa kos serta aplikasi nya diharapkan kedepannya sistem ini dikembangkan dan dikombinasikan dengan sistem lain seperti sistem keamanan serta bisa memanfaatkan lebih banyak fitur untuk sistem manajemen kos secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, dosen pembimbing, dosen dan staff Politeknik Negeri Jakarta serta teman-teman yang selalu memberikan arahan, menjadi sumber semangat dan memberikan dukungan serta doa dalam penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adiwiranto, M. N., Waluyo, C. B., Sudibya, B., Teknologi, I., & Adisutjipto, D. (2022). Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Serta Estimasi Biaya Pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis *Internet Of Things*. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>.
- Darma, Yusmartono, & Akhiruddin. (2019). Studi Sistem Peneraan Kwh Meter. In *Journal of Electrical Technology*, 4(3).
- Dwi Alfian, R. (2021). Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Listrik Pada Rumah Kos Berbasis *Internet Of Things*.
- Gunadi, R. J., Tanone, R., & Beeh, Y. R. (2020). Penerapan *Firebase Cloud Storage* Pada Aplikasi *Mobile android* Untuk Melakukan Penyimpanan *Image* Lahan pertanian. (*Jurnal Teknologi Informasi*), 4(2).

- Hasanudin, A. (2021). Analisis Kepuasan Konsumen Terhadap Pelayanan listrik Prabayar Dan Pascabayar Desa Banjarrejo kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur.
- Jokanan, J. W., Widodo, A., Kholis, N., & Rakhmawati, L. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan *Firestore* dan Aplikasi. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(1), 47–55. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p47-55>
- Lutfi Tsabi, M., Irzal Ismail S.T., M.T., S. J., & Sularsa S.T., M.T., A. (2020). Perancangan Sistem Otomatisasi Pemberian Pakan Kucing Menggunakan Penjadwalan Berbasis Mikrokontroler.
- Nafiz, M. N. (2018). Pengaturan Suhu Pembuatan Garam Menggunakan DS18B20 Serta Monitoring Menggunakan Hmi Pada Proses Pembuatan Garam Berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC).
- Nengsi Widya, S. (2019). Monitoring Kendaraan Menggunakan *Long Range* Radio Frekuensi Berbasis Web.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(2).
- Noval, I., Prahara, A., & Widiasari, I. R. (2023). Implementasi Metode *Received Signal Strength Indication* dan *Quality of Service* Terhadap Analisis Kualitas Jaringan *Wireless* di CV Java Media Perdana Pati. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(4), 2023. <https://doi.org/10.35870/jti>
- Nur Alfian, A., & Ramadhan, V. (2022). Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno. 9(2).
- Santosa, S. P., & Nugroho, R. M. W. (2021). Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 9(1).
- Setiaji, N., Sumpena, I. M., Sugiharto, A., Teknik Elektro, J., U., Kunci, K., Semu, D., Aktif, D., & Daya, K. (2022). Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik.
- Sugiyatno. (2023). Pengiriman Informasi *Real Time* Menggunakan Teknologi *Database Firestore* pada Aplikasi *Mobile Android* Abstrak (Bahasa Indonesia). In *Bisnis dan Manajemen*, 21(2).