**SUBPROPOSAL LOMBA PROPOSAL KARYA**

**ELTECH EPOCH JEMBER 2024**

**“Beyond borders: The Revolution of Technology to Achieve SDGs”**

**Optimalisasi Smart Control System dan Monitoring Daya Listrik Berbasis ESP32 untuk Efisiensi Energi Rumah Tangga Menuju Pencapaian SDGs 2030**



**OLEH:**

1. **Abhinaya Nuzuluzzuhdi** **2341760182**
2. **Redafyn Danu Mahardika** **2341150025**
3. **Anita Lusia Sari** **2342520205**

**POLITEKNIK NEGERI MALANG**

**MALANG**

**2024**

**ABSTRAK**

Pemborosan listrik di rumah tangga sering kali disebabkan oleh kebiasaan penggunaan yang tidak efisien dan kurangnya kesadaran tentang pentingnya efisiensi energi. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengembangkan sistem kontrol pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan mikrokontroler ESP32, modul relay, sensor PZEM-004T, dan aplikasi mobile berbasis MIT App Inventor. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi rumah tangga melalui monitoring dan kontrol konsumsi energi secara real-time. Sistem ini memanfaatkan ESP32 yang terhubung melalui Wi-Fi untuk menghubungkan sensor PZEM-004T, yang mengukur tegangan, arus, daya, dan energi. Data dari sensor dikirim ke aplikasi mobile yang dikembangkan menggunakan MIT App Inventor, memungkinkan pengguna untuk memantau konsumsi energi dan mengontrol perangkat listrik melalui smartphone. Fitur utama sistem mencakup monitoring real-time, kontrol perangkat menggunakan relay, pengaturan timer otomatis, dan analisis data konsumsi energi. Dengan sistem ini, pengguna dapat mengoptimalkan penggunaan listrik, mengurangi biaya, dan meningkatkan efisiensi energi. Sistem ini menunjukkan kesiapan teknologi tinggi dengan komponen yang terbukti handal dan integrasi yang efektif antara hardware dan software. Inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi praktis untuk penghematan energi, tetapi juga berkontribusi pada pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) terkait efisiensi energi dan pengurangan dampak lingkungan. Secara keseluruhan, sistem kontrol pintar berbasis ESP32 ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pengguna tentang efisiensi energi serta memfasilitasi pengelolaan konsumsi energi rumah tangga dengan lebih efisien dan berkelanjutan.

**Kata kunci*:*** *Internet of things*, monitoring, *listrik rumah tangga*

**DAFTAR ISI**

|  |  |
| --- | --- |
| **ABSTRAK**..................................................................................................... | **i** |
| **DAFTAR ISI**.................................................................................................. | **ii** |
| **BAB I PENDAHULUAN**.............................................................................. | **1** |
| 1. **Latar belakang........................................................................................** | **1** |
| B. Rumusan Masalah...................................................................................... | 3 |
| C. Tujuan ....................................................................................................... | 3 |
| **BAB II PENJABARAN INOVASI RANCANGAN PEMBUATAN ALAT............................................................................................................** | **3** |
| A. Landasan Teori/Konsep.............................................................................. | 3 |
| B. Inovasi yang ditawarkan............................................................................. | 5 |
| **BAB III RANCANGAN ALAT DAN SISTEMATIKA KERJA ALAT** | **8** |
| A. Rincian Kegiatan......................................................................................... | 8 |
| B. Prosedur Perancangan Alat Inovasi Teknologi...................................,....... | 8 |
| C. Spesifikasi Alat Inovasi Teknologi............................................................. | 9 |
| D. Cara Kerja Alat Inovasi Teknologi............................................................. | 11 |
| **BAB IV RANCANGAN ANGGARAN PEMBUATAN ALAT.................** | **12** |
| **DAFTAR PUSTAKA.....................................................................................** | **12** |
| **LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA............................** | **13** |

**BAB I PENDAHULUAN**

**A. Latar Belakang**

**1. Identifikasi kondisi permasalahan**

Perilaku boros listrik di rumah tangga sering kali terjadi akibat kebiasaan dan kurangnya kesadaran tentang pentingnya efisiensi energi. Banyak orang terbiasa membiarkan perangkat elektronik seperti televisi, lampu, atau pendingin ruangan menyala meskipun tidak digunakan. Selain itu, penggunaan peralatan rumah tangga dengan efisiensi energi rendah, seperti kulkas dan mesin cuci lama, masih banyak ditemukan. Kebiasaan seperti mengisi daya perangkat elektronik semalaman atau menjalankan mesin cuci dengan beban sedikit juga merupakan contoh pola penggunaan listrik yang tidak efisien. Kurangnya perhatian terhadap pemakaian listrik sehari-hari dapat menyebabkan konsumsi energi yang tidak terkendali.

Dampak dari perilaku boros listrik ini sangat signifikan. Pada tingkat individu, pemborosan listrik menyebabkan peningkatan tagihan listrik, yang tentunya membebani keuangan rumah tangga. Secara kolektif, tingginya konsumsi listrik dapat memberikan tekanan pada sistem kelistrikan nasional, yang bisa berujung pada pemadaman listrik atau kelebihan beban pada infrastruktur. Selain itu, penggunaan listrik yang berlebihan turut menyumbang peningkatan emisi gas rumah kaca, yang mempercepat perubahan iklim dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Secara keseluruhan, perilaku boros listrik mengurangi efisiensi energi, merugikan ekonomi, dan berdampak negatif terhadap ekologi. Kesadaran dan perubahan kebiasaan menjadi kunci untuk mengurangi pemborosan listrik dan menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan.

**2. Identifikasi akar permasalahan**

Beberapa akar masalah utama bertanggung jawab atas perilaku boros listrik rumah tangga. Banyak orang menemukan kebiasaan buruk dan tidak efisien, seperti membiarkan perangkat elektronik menyala meskipun tidak digunakan, mengisi daya perangkat elektronik sepanjang malam, dan menggunakan mesin cuci dengan beban yang kurang. Ketidaktahuan tentang efisiensi energi memperburuk kebiasaan ini. Banyak orang tidak memahami pentingnya menghemat energi dan dampak jangka panjang dari pemborosan listrik terhadap ekonomi dan lingkungan.

Selain itu, karena tidak ada inisiatif untuk mengganti peralatan rumah tangga dengan yang lebih efisien, penggunaan peralatan rumah tangga seperti kulkas dan mesin cuci yang sudah tua masih banyak ditemukan. Banyak orang mengabaikan pentingnya memantau dan mengontrol konsumsi listrik sehari-hari, yang menyebabkan pemborosan energi. Perilaku ini memiliki dampak yang signifikan, seperti peningkatan tagihan listrik yang membebani keuangan rumah tangga, tekanan pada sistem kelistrikan nasional, yang dapat menyebabkan pemadaman listrik, dan peningkatan emisi gas rumah kaca, yang mempercepat kerusakan lingkungan dan perubahan iklim. Kesadaran publik dan perubahan kebiasaan sangat penting untuk mengurangi pemborosan listrik dan menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan.

**3. Identifikasi poin SDG’s yang berkaitan**

Energi merupakan kebutuhan yang sangat krusial dimana berdampak pada pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat dimasa yang akan datang. Adanya ketidak seimbangan antara permintaan atau penggunaan dengan penyediaan listrik menjadi sebuah permasalahan yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu upaya untuk mengurangi pemborosan konsumsi listrik rumah tangga adalah melakukan manajemen efisiensi dan mengontrol konsumsi listrik. Motivasi untuk meningkatkan efisiensi energi bermacam-macam seperti mengurangi penggunaan energi dan mengurangi biaya konsumsi energi. Dalam Conference of the Parties (COP) 26, salah satu konferensi tingkat tinggi mengenai pencegahan perubahan iklim di Glasgow tahun 2021 telah membahas tentan. Dalam Sustainable Development Goals (SDGs), efisiensi energi menjadi salah satu tujuan SDGs ke-7. Efisiensi energi dipandang sebagai solusi mengurangi masalah emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim dunia.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengefisiensikan energi dan biaya yang dibutuhkan seperti mengurangi penggunaan alat elektronik yang memiliki daya tinggi dan mensosialisasikan hemat energi kepada masyarakat umum. Namun berbagai upaya tersebut belum berhasil sesuai yang diharapkan. Untuk itu salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan membuat inovasi produk yaitu smart control system berbasis ESP32 rancangan bangun ini digunakan untuk efisiensi energi rumah tangga menuju pencapaian SDGs 2030.

**B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat disimpulkan sebuah rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana mengidentifikasi pola konsumsi energi listrik di sekala rumah tangga secara akurat?
2. Bagaimana mengembangkan sistem monitoring yang *real-time* untuk penggunaan energi listrik?
3. Bagaimana mengimplementasikan IoT untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik di skala rumah tangga ?
4. Bagaimana mengukur dan meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik di skala rumah tangga?

**C. Tujuan**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat disimpulkan sebuah rumusan masalah yaitu:

1. Mengidentifikasi pola konsumsi energi listrik di skala rumah tangga secara akurat.
2. Mengembangkan sistem monitoring real-time untuk penggunaan energi listrik.
3. Mengimplementasikan IoT untuk mengoptimalkan penggunaan energi listrik di skala rumah tangga.
4. Mengukur dan meningkatkan efisiensi konsumsi energi listrik di skala rumah tangga.

**BAB II PENJABARAN INOVASI RANCANGAN PEMBUATAN ALAT**

**A. Landasan Teori/Konsep**

IoT yang diterapkan dalam smart control system berupa pengontrolan device secara jarak jauh. Device yang digunakan salah satunya dengan menggunakan Android dan ESP 32. Kedua perangkat ini memiliki keterkaitan dengan menggunakan koneksi Wifi sebagai alat komunikasi antar device. Karena kemudahan dalam pengembangan pada Android dan ESP32, sehingga dapat dimungkingkan pengguna dapat mudah menggunakannya.si antar device. Karena kemudahan dalam pengembangan pada Android dan ESP32, sehingga dapat dimungkinkan pengguna dapat mudah menggunakannya.

Android merupakan suatu mobile Operating System (OS) yang berbasis Linux. OS ini cukup fleksibel untuk dikembangkan di media apapun. Salah satunya, dikombinasikan dengan ESP32 sebagai kontroller perangkat lain. Integrasi antara Android dan ESP32 menawarkan potensi besar dalam pengembangan sistem otomasi dan IoT. Dengan kemampuan Android untuk menyediakan antarmuka pengguna yang intuitif dan ESP32 sebagai kontroler yang efisien, kombinasi ini mendukung berbagai aplikasi inovatif yang dapat meningkatkan fungsionalitas dan kemudahan kontrol perangkat keras.

MIT App Inventor adalah platform pengembangan aplikasi mobile berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk membuat aplikasi android dengan mudah, cepat, dan tanpa perlu menulis kode secara manual. Aplikasi ini menggunakan drag-and-drop visual block programming dan cocok untuk membuat aplikasi sederhana tanpa memerlukan pengalaman dalam bahasa pemrograman. Aplikasi ini sangat mudah digunakan sebagai sarana pembelajaran untuk pemula maupun untuk profesional. Melalui aplikasi kita dapat menambahkan penggunaan tombol ataupun fitur fitur tanpa adanya batas penggunaan. Penambahan fitur tombol maupun display dapat dengan mudah ditambahkan melalui logika logika sederhana drag-and-drop visual block.

ESP-32 adalah sebuah chip microcontroller yang dikembangkan oleh Espressif Systems, dirancang untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). Chip ini dibekali konektivitas *Wi*-*Fi* dan *Bluetooth*, menjadikannya pilihan populer untuk berbagai proyek yang memerlukan komunikasi nirkabel. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266. ESP32 lebih unggul dalam hal performa, konektivitas, dan fitur tambahan, yang menjadikannya pilihan lebih baik untuk proyek IoT yang kompleks.

Modul relay adalah salah satu komponen elektronik yang beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor guna memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya dengan memanfaatkan tenaga listrik. Peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini terjadi akibat adanya efek induksi magnet yang timbul dari kumparan induksi listrik. Perbedaan yang paling mendasar antara relay dan sakelar adalah pada saat pemindahan dari posisi ON ke OFF. Relay melakukan pemindahan-nya secara otomatis dengan arus listrik, sedangkan sakelar dilakukan dengan cara manual

PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur : Voltage / tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan power aktor. Dengan kelengkapan fungsi / *feature* ini, maka modul PZEM-004T sangat ideal untuk digunakan sebagai *project* maupun eksperimen alat pengukur daya pada sebuah jaringan listrik maupun untuk pengukuran pada setiap peralatan listrik yang terpasang.

**B. Inovasi yang ditawarkan**

**1. Deskripsi keunggulan Inovasi teknologi**

Ini adalah inovasi yang memungkinkan kita untuk mengontrol jumlah listrik yang digunakan. Dengan fitur pemantauan yang user-friendly memungkinkan untuk memantau dan menganalisis pola konsumsi listrik secara real-time melalui perangkat pintar. Hal ini memungkinkan untuk mengatur penggunaan listrik sesuai dengan jadwal dan preferensi pribadi, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi tagihan listrik. Selain itu, dapat menemukan potensi penghematan yang lebih besar dengan menganalisis data konsumsi listrik secara menyeluruh, sehingga dapat mengatur jadwal penggunaan listrik secara otomatis. Dengan demikian, tidak hanya menawarkan peningkatan kualitas hidup yang lebih baik, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan efisiensi penggunaan energi dalam skala rumah tangga.

**2. Penjelasan Teknis inovasi**

Alat dialiri listrik DC 5 volt sebagai sumber tegangan agar alat bisa dioperasikan. alat ini memiliki beberapa fitur yang dapat diakses melalui aplikasi Smart Control System. fitur yang dapat diakses adalah fitur monitoring dan kontrol. fitur monitoring memanfaatkan sensor Pzem-004t sebagai pembaca arus yang mengalir. dengan mengetahui arus yang mengalir maka dapat dihitung daya yang digunakan pada peralatan listrik. hasil perhitungan akan ditampilkan melalui aplikasi yang sudah terpasang pada Smart Control System. setiap peralatan yang terpasang pada alat akan terdapat satu sensor Pzem-004t sehingga data yang ditampilkan berupa daya yang digunakan pada setiap peralatan listrik

Fitur kontrol pada alat ini memanfaatkan relay yang terpasang pada output alat yang berfungsi sebagai relay sehingga ketika microcontroller mendapatkan sinyal input maka akan memberikan sinyal pada relay untuk merubah kondisi normalnya sehingga dengan berubahnya kondisi relay peralatan yang tersambung pada output relay akan turut berubah. fitur tambahan yang terdapat pada fitur kontrol adalah pengaturan timer yang dapat dimanfaatkan untuk mematikan dan menghidupkan peralatan listrik secara otomatis. fitur ini dapat diatur melalui setingan pada aplikasi.

**3. Jabarkan Tingkat Kesiapan Teknologi dari Inovasi yang dirancang**

Berikut adalah deskripsi mengenai kesiapan teknologi dari inovasi yang dirancang:

Inovasi yang dirancang, yaitu sistem kontrol pintar berbasis ESP32 dan aplikasi Smart Control System, menunjukkan tingkat kesiapan teknologi yang sangat tinggi. Beberapa aspek utama dari kesiapan teknologi ini meliputi:

1. Maturitas Komponen dan Integrasi

* ESP32: Chip mikrokontroler ESP32 telah terbukti handal dalam berbagai aplikasi Internet of Things (IoT). Konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth-nya mendukung komunikasi nirkabel yang stabil dan efisien. Penggunaan ESP32 dalam sistem ini sudah matang dan terbukti efektif dalam pengendalian dan monitoring perangkat.
* MIT App Inventor: Platform ini menyediakan alat yang stabil dan mudah digunakan untuk pengembangan aplikasi mobile tanpa memerlukan pemrograman yang kompleks. Aplikasi ini telah banyak digunakan dan teruji dalam berbagai proyek, memberikan antarmuka pengguna yang intuitif dan fungsionalitas yang memadai untuk sistem monitoring dan kontrol.
* PZEM-004T: Modul ini memiliki reputasi baik dalam pengukuran berbagai parameter listrik secara akurat, seperti tegangan, arus, daya, dan energi. Ini adalah komponen yang terbukti dan dapat diandalkan dalam aplikasi pemantauan energi.
* Relay: Teknologi relay telah lama digunakan dalam berbagai aplikasi kontrol listrik dan terbukti efektif dalam pengendalian perangkat dengan sinyal listrik. Relay yang digunakan dalam sistem ini berfungsi dengan baik untuk mengontrol peralatan listrik berdasarkan sinyal dari mikrokontroler.

1. Integrasi dan Implementasi

* Penggabungan Komponen: Sistem kontrol ini mengintegrasikan berbagai komponen dengan baik, yaitu ESP32, sensor PZEM-004T, relay, dan aplikasi Smart Control System. Integrasi komponen ini telah dilakukan dengan mempertimbangkan kompatibilitas dan interoperabilitas, memastikan kinerja yang optimal.
* Pengembangan Aplikasi: Aplikasi mobile yang dikembangkan menggunakan MIT App Inventor menyediakan antarmuka yang user-friendly untuk monitoring dan kontrol. Integrasi aplikasi dengan ESP32 dan modul PZEM-004T sudah teruji, memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol konsumsi energi secara real-time.

1. Uji Coba dan Validasi

* Pengujian Prototipe: Prototipe sistem ini telah melalui berbagai tahap pengujian untuk memastikan fungsionalitas yang baik dan akurasi data. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan tujuan desain, yakni memantau dan mengontrol konsumsi energi secara efektif.
* Keandalan: Komponen yang digunakan dalam sistem ini telah terbukti andal dalam aplikasi serupa, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem beroperasi secara konsisten dan akurat dalam berbagai kondisi penggunaan.

1. Kesiapan untuk Implementasi Skala Luas

* Fleksibilitas dan Skalabilitas: Sistem ini dirancang untuk mudah diadaptasi dan diperluas. Dengan dukungan teknologi yang matang dan platform pengembangan yang mudah digunakan, inovasi ini siap untuk diterapkan dalam skala yang lebih luas, baik di tingkat rumah tangga maupun komunitas.
* Kesiapan Pasar: Komponen yang digunakan adalah produk yang umum dan tersedia di pasar, serta teknologi yang digunakan sudah dikenal dan diterima baik oleh pengguna. Ini memudahkan proses produksi, distribusi, dan adopsi teknologi di pasar.

Secara keseluruhan, inovasi sistem kontrol pintar berbasis ESP32 dan aplikasi *Smart Control System* ini menunjukkan kesiapan teknologi yang sangat tinggi, siap untuk diimplementasikan dan memberikan manfaat nyata dalam efisiensi energi rumah tangga.

**BAB III RANCANGAN ALAT DAN SISTEMATIKA KERJA ALAT**

**A. Rincian Kegiatan**



Gambar 3.1 Alur Rincian Kegiatan Alat

**B. Prosedur Perancangan Alat Inovasi Teknologi**

1. Merakit rangkaian kontrol berupa sensor, modul relay, dan mikrokontrolernya.
2. Menyambungkan rangkaian kontrol dengan rangkaian daya(*power suplay* 5volt).
3. Merakit rangkaian kontrol dan daya pada panel box.
4. Membuat coding pada software arduino IDE yang akan dimasukkan pada ESP32.
5. Membuat desain aplikasi dan logika pada setiap fungsi serta menambahkan fungsi firebase pada tombol dan display aplikasi.
6. Melakukan commisionning pada setiap jalur yang terpasang.
7. Melakukan uji coba dengan memberi beban pada modul relay serta meletakkan sensor PZEM004t pada beban yang terpasang.
8. Melakukan uji coba kontrol melalui aplikasi android.

**C. Spesifikasi Alat Inovasi Teknologi**

Berikut adalah deskripsi spesifikasi alat dari inovasi teknologi sistem kontrol pintar berbasis ESP32:

1. ESP32 Microcontroller

* Model: ESP32-WROOM-32
* Tipe: Mikrokontroler berbasis SoC (System on Chip)
* Konektivitas: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 (Classic dan BLE)
* Prosesor: Dual-core Xtensa® 32-bit LX6
* Kecepatan: Hingga 240 MHz
* RAM: 520 KB SRAM
* Flash Memory: 4 MB
* GPIO: 34 pin GPIO yang dapat dikonfigurasi untuk berbagai fungsi, termasuk input/output digital, analog, PWM, dan komunikasi serial.
* Antarmuka: SPI, I2C, UART, ADC, DAC, PWM, RTC.

2. PZEM-004T Power Monitoring Module

* Model: PZEM-004T
* Fungsi: Pengukuran tegangan, arus, daya aktif, energi, frekuensi, dan faktor daya.
* Tegangan Operasional: 80V hingga 260V AC
* Arus Maksimum: 100A
* Akurasi: ±1% untuk tegangan dan arus
* Komunikasi: Protokol Modbus RTU (RS485)
* Display: Tidak memiliki layar, data ditransmisikan ke aplikasi melalui ESP32.

3. Relay Module

* Model: 5V Relay Module
* Tegangan Operasional: 5V DC
* Kontak Relay: SPDT (Single Pole Double Throw)
* Arus Maksimum Kontak: 10A @ 250V AC atau 30V DC
* Fungsi: Mengendalikan peralatan listrik dengan mengalihkan kontak relay berdasarkan sinyal dari mikrokontroler ESP32.
* Indikator: LED indikator status relay

4. Sensor dan Input

* Sensor Arus: PZEM-004T untuk pembacaan arus yang akurat
* Kontrol: Tombol untuk pengaturan manual (opsional), pengaturan otomatis melalui aplikasi

5. Aplikasi Smartphone

* Platform: MIT App Inventor
* Fitur Utama: Monitoring real-time, kontrol perangkat, pengaturan timer, analisis data konsumsi
* Kompatibilitas: Android 5.0 (Lollipop) dan versi yang lebih baru
* Antarmuka: Tampilan grafis dengan grafik konsumsi energi, kontrol relay, dan pengaturan alarm

6. Power Supply

* Tipe: DC Power Supply
* Tegangan Operasional: 5V DC
* Kapasitas: 1A atau lebih, tergantung pada kebutuhan sistem

7. Fitur Tambahan

* Timer Otomatis: Pengaturan waktu untuk menghidupkan atau mematikan peralatan secara otomatis
* Pemantauan Data: Visualisasi data konsumsi energi melalui aplikasi, dengan grafik dan laporan
* Notifikasi: Pemberitahuan dalam aplikasi mengenai status perangkat dan konsumsi energi yang tidak normal

8. Dimensi dan Pengemasan

* Ukuran Alat: Dimensi kotak kontrol dan relay yang sesuai dengan standar industri
* Berat: Ringan dan kompak untuk pemasangan yang mudah
* Pengemasan: Terdiri dari komponen yang telah teruji dan dikemas dengan perlindungan yang memadai untuk pengiriman dan penyimpanan

9. Keamanan dan Kepatuhan

* Standar: Mematuhi standar keamanan listrik dan elektromagnetik
* Pelindung: Proteksi dari arus lebih dan overvoltage untuk komponen elektronik

Spesifikasi ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem kontrol pintar berbasis ESP32 dapat memberikan performa yang optimal dan efisien dalam monitoring dan pengendalian konsumsi energi di skala rumah tangga.

**D. Cara Kerja Alat Inovasi Teknologi**

Alat ini bekerja berdasarkan prinsip kontrol yang dijalankan melalui otak berupa mikrokontroler ESP32 yang sekaligus menghubungkan rangkaian kontrol dengan android. ESP32 berkomunikasi dengan android yakni aplikasi yang telah dibuat pada MIT APP Inventor dengan bantuan firebase yang memungkinkan ESP32 mengirim dan menerima data dari sensor secara real time. Firebase digunakan sebagai sarana komunikasi antara ESP32 dan aplikasi android secara realtime.

Senso PZEM004t pada alat ini digunakan sebagai pembaca daya yang digunakan peralatan yang terpasang. Kemudian akan dikirimkan pada ESP32 yang pada akhirnya diteruskan dan ditampilkan pada aplikasi android sehingga kita hanya perlu melihat melalui aplikasi android untuk melihat daya yang sedang digunakan peralatan. Dengan adanya fitur ini diharapkan pengguna dapat mengetahui penggunaan daya pada saat itu dan kemudian dapat mengontrol penggunaan daya yang diperlukan disesuaikan dengan sumber daya yang diberikan PLN untuk bangunan tersebut.

**BAB IV RANCANGAN ANGGARAN PEMBUATAN ALAT**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Rincian** | **Volume (Buah)** | **Satuan** | **Jumlah** |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5)=(3)x(4) |
| 1 | Adaptor 5volt 2 ampere | 1 | Rp 25.000 | Rp 25.000 |
| 2 | ESP32 Modul | 1 | Rp 70.000 | Rp 70.000 |
| 3 | Kabel Jumper Male to Male | 10 | Rp 500 | Rp 5.000 |
| 4 | Kabel Jumper Male to Female | 10 | Rp 500 | Rp 5.000 |
| 5 | Modul Relay 4 chanel | 1 | Rp 30.500 | Rp 30.500 |
| 6 | Sensor Arus Pzem-004 | 1 | Rp 136.500 | Rp 136.500 |
| 7 | Box Panel | 1 | Rp 125.000 | Rp 125.000 |
| 8 | Saklar | 1 | Rp 5.000 | Rp 5.000 |
| 9 | Led Indikator Output | 4 | Rp 2.000 | Rp 8.000 |
| **Total** | | | | **Rp 410.000** |

**DAFTAR PUSTAKA**

Adi, A. C. (2024, Januari 15). *Kementerian energi dan sumber daya Mineral republik indonesia*. Retrieved from Konsumsi Listrik Masyarakat Meningkat, Tahun 2023 Capai 1.285 kWh/Kapita: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/konsumsi-listrik> masyarakat-meningkat-tahun-2023-capai-1285-kwh-kapita

Hendrawan, A. P., & Agustini, N. P. (2022, Mei). Simulasi Kendali Dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER JURNAL VOL 3 NO 1*, 56-59.

Lubis, M. Sobron Yamin.(2021). Implementasi Artificial Intelligence pada Sistem Manufaktur Terpadu. Jurnal SEMNASTEK UISU, hal 2.

Sukadana, I. W., Prayoga, D., & Suriana, I. W. (2021). Sistem Monitoring dan Audit Energi Listrik Berbasis Internet Of Things (IOT). *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional) Vol. 7 No. 2*, 139

**LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA**