

MATRIK 1.2
(SISTEM OTOMASI LISTRIK)
MONITORING DAN PENGAMAN SUMBER ENERGI LISTRIK DI RUMAH
TINGGAL BERBASIS IoT (Internet of Things)

Zidan Halim, Muhammad Idi Jurdan¹⁾, Ziddan Heriansyah²⁾
Izuddin Syarif
SMKN 1 Paringin
zidanhalim91@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik sudah menjadi salah satu komponen vital dalam kehidupan. Hampir semua aktivitas keseharian sekarang memerlukan listrik, salah satunya di rumah tinggal. Biasanya penggunaan listrik di rumah terbilang cukup banyak karena penggunaan listrik pada perangkat elektronik rumah tangga. Namun, karena banyaknya alat yang dipakai, pemilik rumah kadang lupa bahwa alatnya masih bekerja ketika pergi keluar rumah. Hal ini tentunya merugikan pemilik karena terjadi pemborosan listrik. Disisi lain bisa menimbulkan bahaya korsleting listrik karena alat terlalu lama dipakai. Pengembangan dilakukan dengan mengganti aplikasi Blynk yang jarang diketahui menjadi aplikasi *WhatsApp* yang sering dan mudah digunakan banyak orang. Berdasarkan permasalahan diatas, maka penelitian ini bertujuan membuat sistem yang mampu: (1) Memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah; (2) Memberikan alarm peringatan; (3) Mematikan dan menyalakan kelistrikan yang ada di rumah dari jarak jauh. Metode penelitian menggunakan *Research and Development* (R&D) model ADDIE dengan tahapan: (1) *Analysis*, (2) *Design*, (3) *Development*, (4) *Implementation* dan (5) *Evaluation*. Tahapan validasi desain dan fungsi alat dilakukan oleh ahli seorang guru dengan latar belakang Teknik Elektronika Industri. Sementara pengujian menggunakan standar deviasi untuk mengukur akurasi alat. Penelitian dilaksanakan pada 5 Februari sampai dengan 26 Maret 2023. Perancangan alat dilakukan di Bengkel Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMKN 1 Paringin. Hasil dari penelitian ini adalah sistem akurat (1) memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah melalui aplikasi *Whatsapp* dengan standar deviasi 0,23; (2) memberikan alarm peringatan dengan standar deviasi 0,19; (3) mampu mematikan dan menyalakan kelistrikan yang ada di rumah melalui aplikasi *Whatsapp* dengan standar deviasi 0,53. Secara umum alat memiliki kinerja yang akurat sesuai fungsinya dengan rerata standar deviasi 0,32.

Kata Kunci : Listrik, Monitoring, Research and Development, Standar Deviasi, WhatsApp

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Energi listrik sudah menjadi salah satu komponen vital dalam kehidupan. Banyak aktivitas keseharian sekarang memerlukan listrik, salah satunya di rumah tinggal. Biasanya penggunaan listrik di rumah tinggal relatif besar disebabkan penggunaan perangkat elektronik. Hal ini menunjukkan bahwa energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok di dalam kehidupan kita (Ponto, 2018). Pada zaman sekarang dengan adanya energi listrik semua menjadi lebih mudah. Beberapa perangkat elektronik pada rumah tinggal seperti kulkas, setrika, AC, televisi, kipas angin, rice cooker, mesin cuci dan sebagainya. Perangkat elektronik itu semua memerlukan energi listrik untuk dapat mengoperasikannya.

Pada saat ini sebagian masyarakat memiliki kebiasaan buruk dalam menggunakan energi listrik, yaitu meninggalkan perangkat elektronik dirumah dalam keadaan masih tersambung ke listrik. Meninggalkan perangkat elektronik atau membiarkannya dalam mode standby power tanpa memutus kontak secara langsung, merupakan kebiasaan masyarakat yang kurang baik. Standby power jika diakumulasikan pada perangkat elektronik akan menyerap watt atau daya sebesar 15% (Prasetyo, 2017). Pemborosan listrik yang biasanya terjadi pada rumah tinggal, seperti kipas angin yang menyala namun tidak ada orang atau televisi yang menyala namun tidak ada yang menonton. Charger yang masih terpasang namun tidak digunakan juga menjadi contoh pemborosan energi listrik di rumah tinggal. Pada sisi lain, perangkat elektronik yang ditinggal dalam kondisi standby power juga berdampak pada pemborosan energi listrik. Kebiasaan ini muncul karena orang merasa bahwa hal itu tidak berpengaruh besar pada pembayaran listrik. Padahal penggunaan energi listrik sekecil apapun dalam waktu yang lama maka akan berpengaruh signifikan pada tagihan listrik. selain itu, kondisi ini juga bisa berakibat fatal karena berpotensi terjadinya kebakaran.

Kebakaran pada umumnya disebabkan arus pendek listrik. Penyebab terjadinya arus pendek biasanya dikarenakan adanya kawat-kawat yang sudah

tua namun belum juga diganti atau diperbaiki, kemudian jaringan listrik yang tidak dirawat atau sudah lama tidak diperiksa. Ketidakpedulian inilah yang membuat adanya bahaya terhadap korsleting, karena dapat menyebabkan terjadinya kebakaran (Dila, 2015).

Selain korsleting pada jaringan listrik seperti tadi ada juga korsleting yang sama namun tidak terlalu berbahaya atau korsleting ringan. sebagai contohnya yaitu korsleting yang terjadi pada rumah tinggal. Pada suatu rumah biasanya ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya korsleting, seperti percikan yang keluar pada saat menyambungkan perangkat elektronik ke sumber energi listrik, lalu kepala kabel dari perangkat elektronik yang meleleh akibat terlalu panas karena tidak pernah dicabut, dan arus pendek listrik seperti yang dijelaskan sebelumnya tadi. Apapun ujung dari korsleting tidak lain tidak bukan adalah kebakaran.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, pemilik rumah memiliki beberapa masalah, yaitu tingkat bahayanya korsleting dan banyaknya barang elektronik yang digunakan. Hal ini tentunya membahayakan pemilik rumah karena keselamatan yang bisa terancam kapanpun dan terjadinya pemborosan listrik. Bagi pengguna kWh berbasis pulsa tentu akan membengkaknya tagihan listrik pemilik rumah. Disisi lain dapat menimbulkan bahaya seperti korsleting listrik karena alat elektronik menjadi panas disebabkan terlalu lama dipakai. Tidak jarang banyak kejadian kebakaran karena korsleting listrik akibat perangkat elektronik kepanasan. Sebanyak 45 persen atau 5.274 kasus kebakaran disebabkan arus pendek aliran listrik dari 17.768 insiden kebakaran di seluruh indonesia. Semua insiden itu terjadi pada tahun 2021(Safrizal ZA, 2022).

Berdasarkan pada masalah sebelumnya, maka diperlukannya sebuah sistem yang mampu mengatur kelistrikan di rumah, sehingga ketika pemilik keluar rumah secara otomatis listrik akan dimatikan dan ketika masuk ke rumah maka listrik akan dinyalakan, ditambahkan juga sistem pengamanan akses listrik agar tidak sembarang orang yang bisa memakai listrik dirumah, lalu alarm peringatan ketika arus listrik sudah mendekati atau melewati nilai MCB. Disamping itu, juga perlu adanya sistem kontrol jarak jauh yang dapat

menyalakan dan mematikan listrik yang ada dirumah, serta dapat mengetahui berapa penggunaan arus listrik yang ada dirumah sekarang.

Demi mewujudkan sistem seperti diatas maka dibuatlah MATRIK 1.2 (Sistem Otomasi Listrik) merupakan alat kendali generasi kedua dari MATRIK sebelumnya. Pada generasi sekarang terdapat pengembangan di bagian aplikasi sebagai pengendali jarak jauh. Pengembangan yang dimaksud adalah mengganti aplikasi *Blynk* yang jarang diketahui menjadi aplikasi *WhatsApp* yang sering dan mudah digunakan banyak orang. *WhatsApp* digunakan sebagai pengendali jarak jauh untuk menyalakan dan mematikan listrik lalu monitor jumlah arus yang ada di rumah. Pengguna hanya mengirim pesan kepada *WhatsApp* kemudian sistem akan bekerja sesuai apa yang diperintahkan melalui *WhatsApp*. Sedangkan di dalam sistem masih sama menggunakan komponen seperti sensor acs712 untuk menghitung jumlah arus yang sedang berlangsung pada rumah, dan *keypad* untuk memasukan *password* pada sistem. Selain itu seperti Modul Relay, sensor ultrasonik, serta *buzzer* untuk memberi peringatan ketika arus yang telah melebihi atau mencapai batas yang telah ditentukan. Dengan hadirnya MATRIK 1.2 diharapkan agar pemilik rumah merasa aman terkait kelistrikan di rumah ketika berada diluar.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana cara memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah menggunakan MATRIK 1.2?
2. Bagaimana bentuk peringatan ketika arus listrik pada rumah telah mencapai batas yang sudah ditentukan menggunakan MATRIK 1.2?
3. Bagaimana cara mematikan dan menyalakan listrik pada rumah dari jarak jauh menggunakan MATRIK 1.2?

C. Tujuan Penelitian

1. Membuat alat MATRIK 1.2 yang mampu memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah setiap harinya.
2. Membuat alat MATRIK 1.2 yang mampu memberi alarm peringatan ketika arus listrik pada rumah telah mendekati atau mencapai batas yang sudah ditentukan.
3. Membuat alat MATRIK 1.2 yang mampu mematikan dan menyalakan listrik yang ada pada rumah dari jarak jauh.

D. Batasan Masalah

1. Sistem dengan NodeMCU 8266 yang mengkoneksikan internet ke alat hanya bisa digunakan saat ada koneksi internet.
2. Pengujian hanya dilakukan di SMKN 1 PARINGIN dan belum sampai ke rumah-rumah.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti, sebagai tempat implementasi dari ide-ide kreatif dan menerapkan sistem kendali berbasis mikrokontroler
2. Bagi sekolah, hasil dari penelitian ini bisa menjadi terobosan dalam pola pembelajaran yang bersifat praktis dan realistis untuk mengatasi masalah yang ada di sekitar.
3. Bagi masyarakat, hasil dari penelitian ini dapat membantu untuk mengamankan sumber listrik pada rumah dan merasa aman terkait kelistrikan di rumah ketika berada diluar rumah

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Sumber Listrik Di Rumah

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan (Wahid, 2014). Menanak nasi, mengawetkan makanan, mencuci pakaian, itu semua perlu adanya energi listrik untuk melakukan kegiatan tadi. Saat ini hampir seluruh daerah di Indonesia telah mendapatkan energi listrik. Kita sebagai pengguna hanya menggunakan energi tersebut tanpa mengetahui seberapa besar energi listrik yang telah kita gunakan. Dari kejadian tersebut pengguna tidak menyadari bahwa telah menghabiskan energi listriknya.

Menurut pendapat Prayitno (2019) Pengguna listrik sektor rumah tangga tidak mengetahui secara detail peralatan listrik rumah tangga mana yang menghabiskan daya listrik. Biasanya daya peralatan listrik berbeda-beda ada yang besar dan ada yang kecil. Pengguna merasa pemakaian listriknya boros karena tidak mengetahui seberapa besar daya yang telah dihabiskan oleh satu peralatan listrik. Besar penggunaan daya listrik dipengaruhi oleh besar beban peralatan listrik dan lama penggunaan peralatan listrik tersebut. Bisa saja peralatan dengan beban daya kecil dengan penggunaan lama mengkonsumsi daya yang lebih besar dibanding dengan peralatan dengan beban daya besar tetapi penggunaannya sebentar. *Charger* merupakan contoh peralatan listrik yang memiliki daya kecil dengan penggunaan lama. *Charger* yang dibiarkan terhubung dengan sumber energi listrik padahal tidak lagi digunakan untuk mengisi daya sebuah perangkat elektronik. Hal itu bisa menyebabkan pemborosan energi listrik.

2. Bahaya perangkat listrik ditinggalkan

Menurut Novianta (2018) Potensi bahaya listrik rumah tangga terutama terjadinya kebakaran, dengan cara mengetahui bagaimana memanfaatkan listrik secara maksimal dan memelihara instalasi yang ada di rumah dengan baik serta kerusakan pada instalasi dan penggunaannya yang dapat

membahayakan keselamatan kita. Biasanya ada beberapa peralatan listrik yang dibiarkan menyala dalam kurun waktu yang lama akan panas. Kebiasaan itu karena pengguna lupa atau sengaja tidak dimatikan saat sedang bepergian jauh. Korsleting bisa saja terjadi karena kebiasaan tadi yang bisa juga akan menyebabkan kebakaran.

Peralatan listrik di rumah yang dibiarkan menyala tanpa disadari akan menimbulkan bahaya. Membiarkan peralatan listrik di rumah tetap menyala dapat menimbulkan bahaya salah satunya yaitu kebakaran (Aditia, 2018). Biasanya pemilik rumah ketika hendak bepergian jauh listrik di rumah tidak dimatikan. Seharusnya pemilik rumah mencabut peralatan listrik yang sekiranya dapat dimatikan seperti Televisi, kipas angin, AC dan lain sebagainya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kemungkinan barang elektronik tersebut panas dan menyebabkan kebakaran. Selain itu dengan mencabut peralatan elektronik yang tidak diperlukan juga akan menghemat penggunaan listrik kita. Sebagai contoh *charger* HP yang dihubungkan ke sumber energi listrik melalui stop kontak tanpa disambungkan ke HP. Kejadian itu akan tetap terhitung sebagai pemborosan karena daya masih mengalir ke *charger* HP. Sebaiknya setelah daya HP terisi, *charger* segeranya dicabut dari stop kontak.

3. Internet of Things

IoT atau Internet of Things merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus (Efendi, 2018). Sistem IoT dapat mengontrol komponen elektronika seperti relay dari jarak jauh. Sistem IoT menggunakan hardware yang bernama NodeMCU ESP8266 sebagai penghubung antara jaringan wifi dengan mikrokontroler itu sendiri. Pada penelitian ini NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengontrol dan monitoring dari jarak jauh.

4. Mikrokontroler

a) Arduino Nano

Menurut pendapat Thoyyib, (2018) Arduino Nano merupakan mikrokontroler berukuran kecil dengan basis mikrokontroler ATmega328 (Untuk versi 3x). Umumnya Arduino nano digunakan sebagai otak

pengendali sistem yang dimana mampu mengendalikan komponen-komponen lain seperti relay, buzzer, led dan lain - lain. Dengan membuat coding pada software arduino dan Arduino Nano sebagai pengendalinya maka kita dapat membuat alat-alat yang canggih. Contohnya seperti menyalakan kipas angin dengan menggunakan sensor jarak.



Gambar 2.1 Arduino Nano

b) Modul Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik (Turang, 2015). Relay bisa digerakkan oleh arus listrik AC maupun DC. Relay yang digunakan pada alat ini yakni Relay 5VDC. Relay ini memiliki 3 pin, pin vcc, gnd dan pin input. Relay juga memiliki kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Ketika relay dalam posisi mati maka kontak NC yang terhubung dan NO tidak terhubung. Begitu juga sebaliknya ketika relay dalam posisi aktif maka kontak NO yang terhubung dan NC tidak terhubung.



Gambar 2.2 Module Relay

c) Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi getaran suara (Kartika Sari, 2015). Buzzer biasa digunakan untuk memberi peringatan berupa bunyi pada sebuah alat. Sebagai contoh terdapat sebuah dispenser, ketika dispenser tersebut kehabisan air dari galon maka buzzer akan berbunyi

terus menerus. Bunyi buzzer dapat diatur sesuai kemauan kita. Bisa diatur melalui coding di software Arduino jika dikombinasikan dengan mikrokontroler arduino.



Gambar 2.3 *Buzzer*

d) Keypad

Menurut pendapat dari Budi Utomo (2010) Keypad merupakan suatu rangkaian tombol-tombol yang disusun secara matrik sehingga membentuk kolom dan baris dan dikemas dalam satu papan tunggal yang praktis. Biasanya keypad dikombinasikan dengan LCD untuk menampilkan angka atau huruf yang ditekan. Keypad ini berfungsi untuk menginput angka ataupun huruf. Namun ada juga keypad yang digunakan sebagai tombol menu. Itu semua tergantung pada kita sebagai penggunanya. Keypad tersebut bisa diprogram melalui software Arduino.



Gambar 2.4 *Keypad*

e) Sensor Ultrasonik

Menurut pendapat Rohmanu (2018) Sensor Ultrasonik adalah sensor pembaca jarak pada suatu objek yang dipantulkan. Sensor ultrasonik memiliki gelombang dengan besar frekuensi diatas frekuensi gelombang suara yaitu lebih dari 20 KHz. Sensor ultrasonik tipe HC SR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Kisaran jarak yang dapat diukur 2-450 cm. perangkat ini menggunakan dua pin digital untuk mengomunikasikan jarak yang terbaca.



Gambar 2.5 Sensor Ultrasonik

f) Pilot Lamp

Menurut pendapat Alfian Fernando (2022) Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan jika pilot lamp ini menyala, maka terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. Pilot Lamp atau Lampu pilot dikenal juga dengan sebutan lampu indicator. Pilot lamp berfungsi untuk mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. Pilot lamp digunakan sebagai indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin.



Gambar 2.6 Pilot Lamp

g) Emergency Stop

Menurut pendapat Harrizal (2017) Emergency Stop merupakan jenis saklar yang apabila ditekan akan terkunci dan untuk melepaskannya harus diputar, disebut emergency stop untuk memudahkan pengguna mengetahui fungsi saklar ini yaitu untuk mematikan sistem secara darurat. biasanya emergency stop juga banyak digunakan pada box panel listrik atau PHB untuk rangkain instalasi motor listrik. Emergency stop hanya digunakan pada saat darurat saja ketika terjadi masalah pada motor listrik.



Gambar 2.7 Emergency Stop

h) Sensor ACS712

ACS712 adalah solusi ekonomis dan tepat untuk pengukuran arus AC atau DC di dunia industri, komersial, dan sistem komunikasi. Perangkat terdiri dari rangkaian sensor efek - hall yang linier, low - offset, dan presisi. (Effendi, 2013). Sensor ACS712 ada 3 varian, ada yang 5 ampere, 20 ampere, dan 30 ampere. biasanya sensor ini dikombinasikan dengan sensor ZMPT dan LCD untuk penyempurnaan.



Gambar 2.8 Sensor ACS712

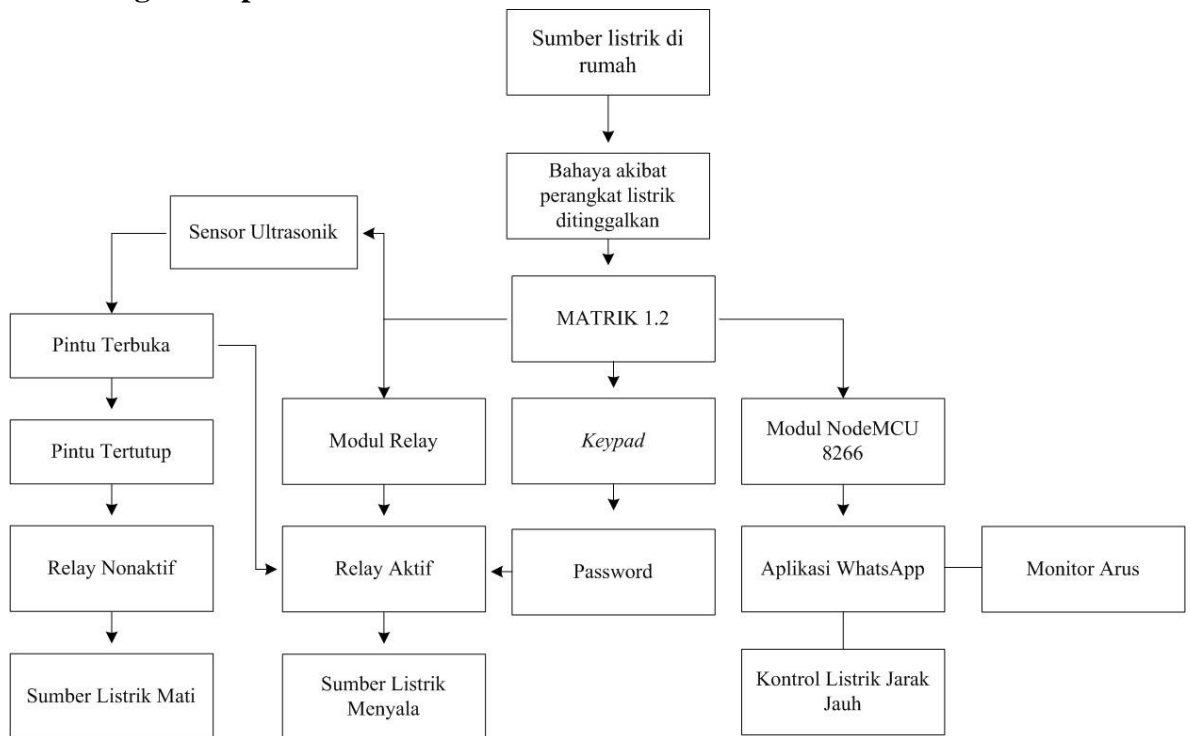
i) NodeMCU 8266

Menurut penjelasan A.D Pangestu (2019). NodeMCU merupakan microcontroller yang dilengkapi dengan ESP8266. ESP8266 berfungsi sebagai penghubung antara jaringan wifi dengan microcontroller itu sendiri. NodeMCU ESP8266 menggunakan Arduino IDE sebagai Bahasa pemrogramannya hal ini membuat NodeMCU mudah deprogram dan dapat mengakses jaringan internet untuk mengirim atau menerima data melalui koneksi Wifi.



Gambar 2.9 NodeMCU 8266

B. Kerangka Berpikir



Gambar 2.10 Kerangka Berpikir

Berdasarkan gambar 2.9 dapat dijelaskan bahwa pembuatan prototipe didasari oleh Sistem keamanan sumber listrik pada rumah. Prototipe dilengkapi dengan Modul Relay, Keypad 4x4, sensor ultrasonik, Pilot Lamp, NodeMcu 8266, sensor ACS712, dan Arduino Nano sebagai pusat kendali dari MATRIK 1.2. Modul NodeMcu 8266 yang dipasang digunakan sebagai pengontrol dan monitoring jarak jauh, Keypad digunakan sebagai memasukkan password, dan Pilot Lamp sebagai penanda bahwa sistem sedang bekerja.

BAB III METODOLOGI

A. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode jenis Riset dan Pengembangan (*Research and Development*). Metode jenis ini bertujuan untuk menghasilkan produk baru dan menguji keefektifan hasil dari produk tersebut (Sugiyono, 2011). Model penelitian yang ada saat ini cukup beragam, namun pada penelitian ini menggunakan model ADDIE. Model ini terdiri dari beberapa tahap dimulai dari *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*.

B. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini mulai dilakukan pada tanggal 5 Februari - 26 Maret 2023. Lokasi penelitian ini dilakukan di SMKN 1 Paringin program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

C. Alat dan Bahan

Tabel 3.1 Alat

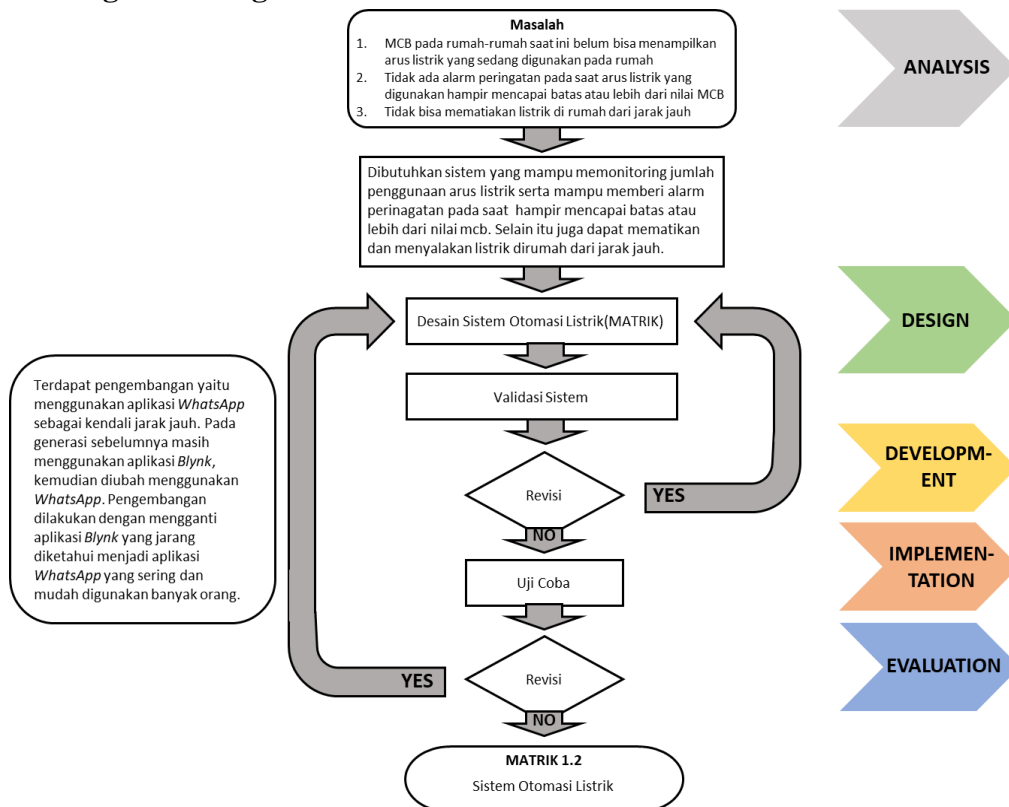
| No | Alat | Jml | Sat. |
|----|---------------|-----|------|
| 1 | Bor Duduk | 1 | Set |
| 2 | <i>Cutter</i> | 1 | Buah |
| 3 | Gunting | 1 | Buah |
| 4 | Laptop | 1 | Buah |
| 5 | Obeng | 1 | Set |
| 6 | Penggaris | 1 | Buah |
| 7 | Solder | 1 | Buah |
| 8 | Tang | 1 | Set |
| 9 | Gergaji Besi | 1 | Buah |

Tabel 3.2 Bahan

| No | Bahan | Jml | Sat. |
|----|-----------------|-----|------|
| 1 | Arduino Nano | 1 | Buah |
| 2 | NodeMCU ESP8266 | 1 | Buah |

| No | Bahan | Jml | Sat. |
|----|-----------------------|-----|------|
| 3 | <i>Pilot lamp</i> | 3 | Buah |
| 4 | Relay 2 Channel | 2 | Buah |
| 5 | Double Tape Busa | 1 | Buah |
| 6 | Junction Box | 3 | Buah |
| 7 | Sensor ACS712 | 2 | Buah |
| 8 | Kabel Jumper | 4 | Set |
| 9 | <i>Emergency Stop</i> | 1 | Buah |
| 10 | <i>Keypad 4x4</i> | 1 | Buah |
| 11 | <i>Buzzer</i> | 1 | Buah |
| 12 | USB | 1 | Buah |

D. Langkah - Langkah Penelitian



Gambar 3.1 Langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. *Analysis*

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan dari permasalahan yang melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini. Adapun permasalahan tersebut yaitu: (1) belum ada pembacaan arus listrik yang bisa dilihat langsung oleh pemilik rumah; (2) tidak ada peringatan ketika arus listrik pada rumah berlebihan; (3) tidak bisa menyalakan atau mematikan listrik jika berada diluar jangkauan rumah.

2. *Design*

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dibutuhkannya sebuah alat dan sistem yang didesain mampu: 1) memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah setiap harinya, 2) mampu memberi alarm peringatan ketika arus listrik pada rumah telah mendekati atau mencapai batas yang sudah ditentukan, 3) mematikan dan menyalakan listrik yang ada pada rumah dari jarak jauh.

3. *Development*

Pada tahapan ini ditambahkan sensor ACS712 sehingga mampu menghitung arus listrik. Hal itu bertujuan untuk mengetahui berapa jumlah arus listrik yang sedang digunakan. Selain itu juga menggunakan sistem IoT dengan menggunakan komponen yang sama yaitu NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 merupakan *hardware* yang berfungsi sebagai penghubung antara internet ke sistem melalui aplikasi *WhatsApp*. Pada versi sebelumnya menggunakan aplikasi *Blynk* kemudian sekarang diganti menggunakan *WhatsApp*. *WhatsApp* dipilih sebagai pengganti *Blynk* karena aplikasi tersebut sering dan mudah digunakan oleh banyak orang. Setelah melakukan pengembangan pada alat maka dilakukan validasi sistem. Validasi sistem diperlukan untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat sesuai dengan tujuannya. Validasi ini dilakukan oleh seorang guru yang mempunyai latar belakang Pendidikan Teknik Elektronika. Guru tersebut bernama Bapak Jusman J, S.Pd. yang saat ini mengajar di program keahlian Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Paringin dan sudah bekerja selama 7 tahun.

4. *Implementation*

Pada tahap *implementation* atau implementasi akan dilakukan ujicoba responsif alat. Pengujian ini meliputi respon *buzzer* ketika berbunyi dan sensor ACS712 ketika sedang membaca arus listrik. Tidak hanya itu pengujian responsif pada sistem IoT juga dilakukan. Pengujian tersebut meliputi menyalakan dan mematikan listrik lalu menghitung arus listrik pada IoT. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui bahwa sensor bekerja secara akurat atau tidak. Pengujian sensor ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali setiap beban listrik yang berbeda. Hasil pengujian tersebut akan dimasukkan ke dalam tabel berikut ini:

Tabel 3.3 Form pengisian uji akurasi sensor

| Pengulangan | Uji Coba dengan beban listrik | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Satuan Ampere | | |
| | Lampu pijar (0,56A) | Setrika (1,53A) | Gerinda (2,03A) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| Selisih pengulangan 1 | | | |
| Selisih pengulangan 2 | | | |
| Selisih pengulangan 3 | | | |
| Rata-rata | | | |
| Standar Deviasi | | | |
| Rerata Standar Deviasi | | | |

Tabel 3.4 Form pengisian uji respon alat

| Pengulangan | Waktu (Sekon) | |
|-------------|--|--------------------------|
| | Pengujian Respon Alat IoT (<i>WhatsApp</i>) | Pengujian Respon Alat |
| | | |

| | M2 | Monitor | Buzzer |
|-------------------------------|----|---------|--------|
| 1 | | | |
| ... | | | |
| 10 | | | |
| Rata - rata | | | |
| Waktu paling lambat | | | |
| Waktu paling cepat | | | |
| Standar Deviasi | | | |
| Rerata Standar Deviasi | | | |

Keterangan : M2 = Capaian waktu mematikan dan menyalakan listrik

5. *Evaluation*

Setelah tahap *implementation* selesai, kemudian lanjut ke tahap *evaluation*. Pada tahap ini akan dilakukan revisi jika terdapat kesalahan pada pembuatan. Jika tidak terdapat kesalahan maka revisi tidak diperlukan lagi sehingga dapat dipastikan sistem sudah sesuai dengan fungsinya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil Karya

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 5 Februari – 26 Maret 2023 di SMKN 1 Paringin tepatnya di Bengkel jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL). Dalam prosesnya penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*. Model penelitian yang digunakan adalah model ADDIE. Selain itu, juga menekankan pada penggunaan angka-angka dan tabel yang membuat penelitian ini lebih spesifik.

B. Hasil Penelitian

1. Analysis

- a. Belum ada pembacaan arus listrik yang bisa dilihat langsung oleh pemilik rumah

Berdasarkan pengamatan kami, saat ini kWh meter yang berasal dari PLN hanya dapat menghitung daya dan arus yang dipakai dalam rumah tersebut. Namun belum bisa menampilkan arus yang digunakan sehingga orang yang ada di rumah tidak mengetahui berapa pemakaian arusnya. Hal ini yang membuat MCB di rumah menjadi turun karena berlebihan beban (pemakaian alat listrik secara berlebihan). Jika hal ini dibiarkan terus menerus maka MCB akan rusak. Alat MATRIK 1.2 hadir untuk mengatasi masalah tersebut. Alat ini mampu memonitor jumlah arus yang digunakan dalam rumah pengguna.

- b. Tidak ada peringatan ketika arus listrik pada rumah berlebihan

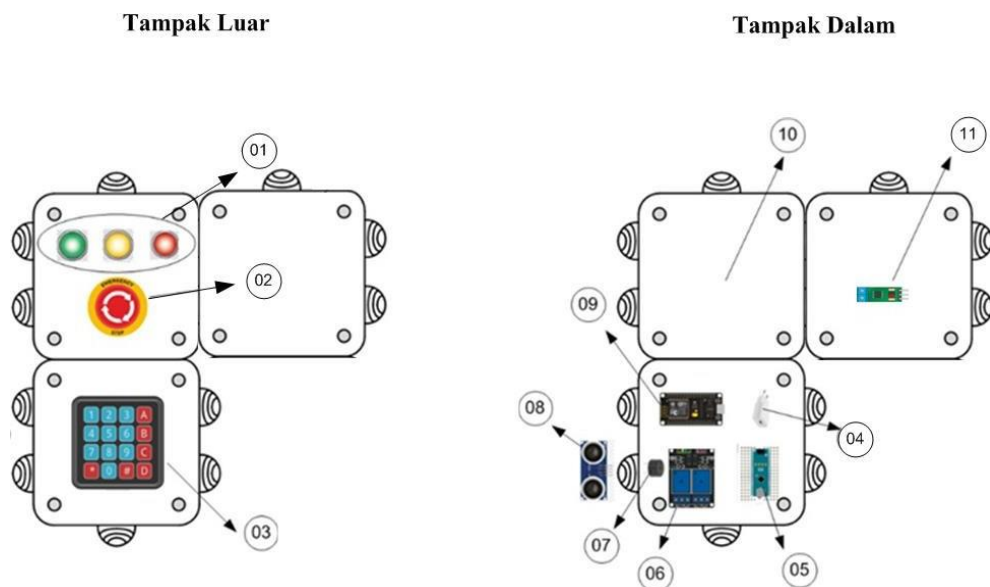
Menurut hasil riset yang kami lakukan, saat ini kWh meter belum ada yang dapat memberi peringatan ketika arus listrik yang digunakan dalam rumah berlebihan. Ada kWh meter yang memberi peringatan yaitu prabayar, saat pulsa hampir habis maka peringatan akan berbunyi. Berbeda dengan alat MATRIK 1.2 yang memberi peringatan ketika arus listrik pada rumah berlebihan. Hal ini akan membuat pengguna membatasi penggunaan alat listriknya sehingga MCB masih tetap sanggup menahan arus yang digunakan.

- c. Tidak bisa menyalakan atau mematikan listrik jika berada diluar jangkauan rumah

Saat semua orang yang ada di rumah sedang bepergian dan listrik di rumah masih hidup maka hal itu akan membahayakan rumah, bisa terjadinya korsleting karena listrik di rumah masih hidup. Ada beberapa peralatan listrik yang boleh dimatikan seperti televisi, kipas angin, *charger*, mesin cuci dan lain sebagainya. Alat-alat ini perlu dimatikan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan. Ketika kita lupa memamatkannya dan sedang berada jauh dari rumah maka Alat MATRIK 1.2 bisa melakukan hal tersebut. Pengguna hanya memerintahkan alat ini melalui aplikasi *WhatsApp* maka secara otomatis peralatan listrik tadi akan mati.

2. Design

Pada tahap ini dilakukan pembuatan desain prototipe menggunakan Microsoft Office Visio. Pembuatan desain prototipe bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan pembuatan prototipe. Adapun desain prototipe tersebut dapat dilihat di bawah ini:



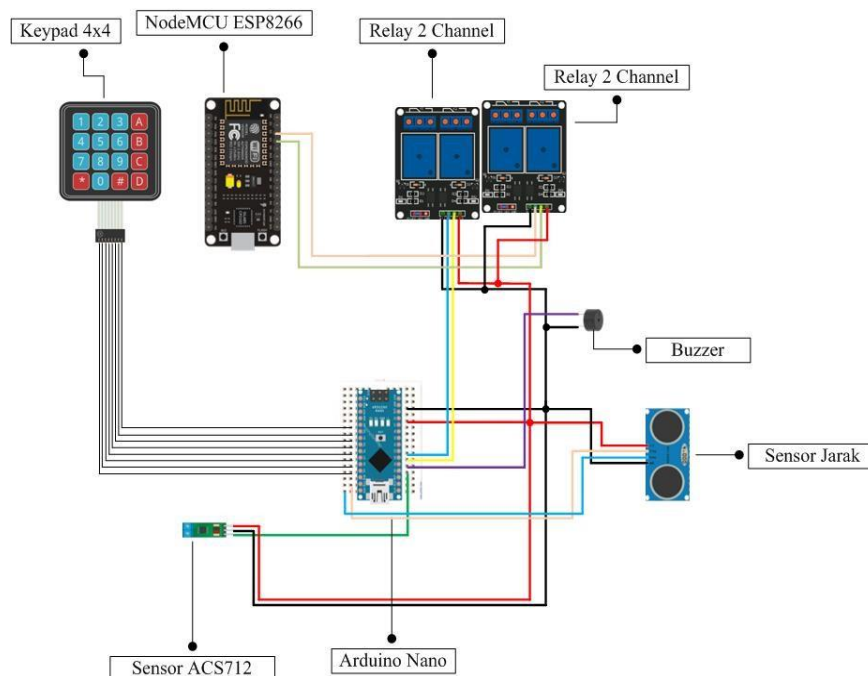
Gambar 4.1 Desain Prototipe MATRIK 1.2

Tabel 4.1 Deskripsi Komponen

| Kode | Deskripsi |
|------|---|
| 1 | <i>Pilot Lamp</i> , sebagai lampu tanda bahwa alat sedang bekerja |

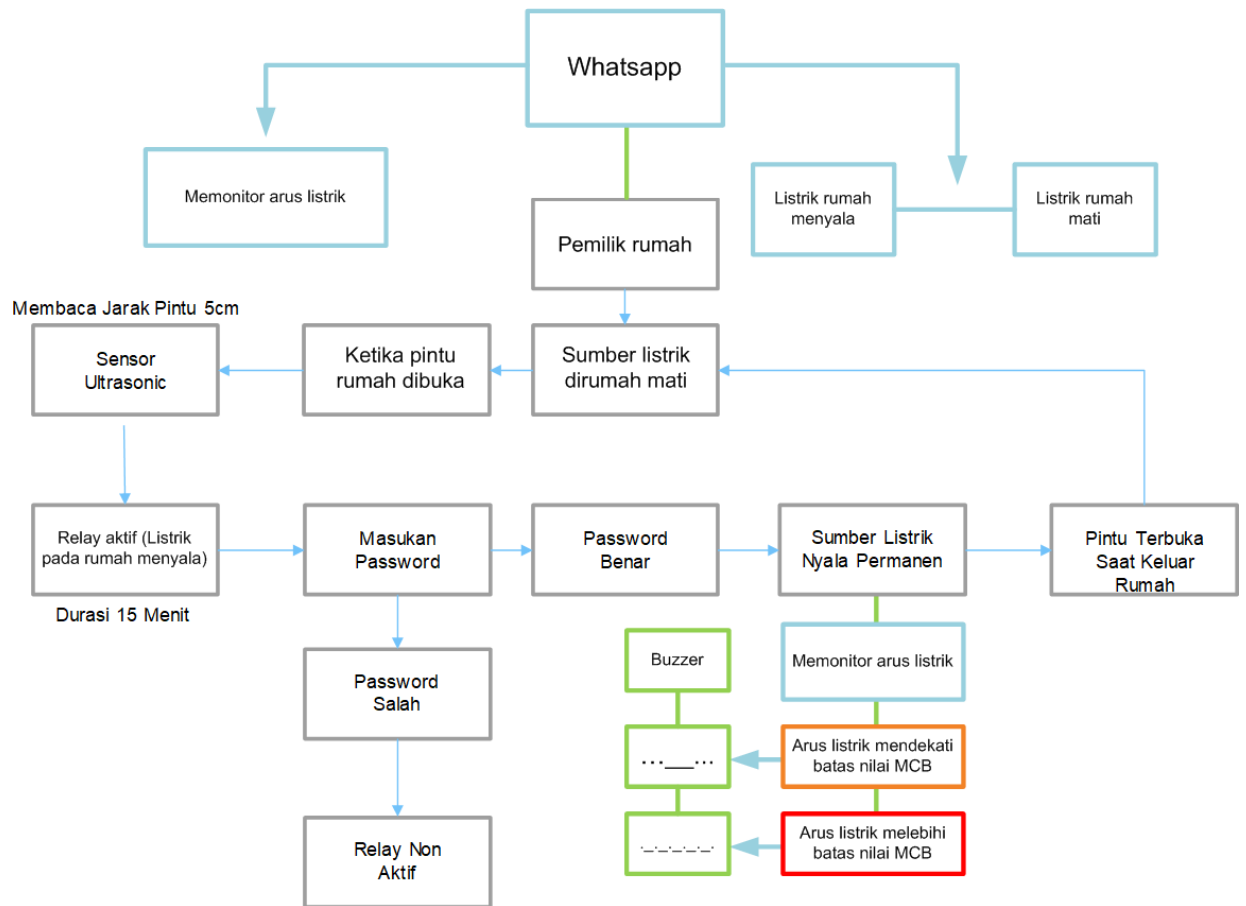
| Kode | Deskripsi |
|------|--|
| 2 | <i>Emergency Stop</i> , digunakan ketika sedang butuh sumber listrik mendesak |
| 3 | <i>Keypad</i> , digunakan sebagai tombol untuk memasukan password |
| 4 | Adaptor, sebagai pengubah arus AC ke DC yang disalurkan ke Arduino nano |
| 5 | Arduino Nano, sebagai otak pengendali seluruh komponen elektronika |
| 6 | Relay DC 2 ch, sebagai penghubung atau pemutus sumber listrik |
| 7 | <i>Buzzer</i> , sebagai penyuara alat |
| 8 | Sensor Ultrasonik, sebagai penentu jarak pintu |
| 9 | NodeMcu 8266, sebagai penghubung internet ke alat |
| 10 | <i>Junction Box</i> , sebagai tempat pengaplikasian dari arduino uno dan sebagai tempat menempelnya seluruh komponen elektronika |
| 11 | Sensor ACS712, berfungsi sebagai sensor pembaca arus listrik |

Selain itu dilakukan juga pembuatan wiring pengamatan menggunakan Microsoft Office Visio. Adapun wiring pengamatan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.2 Wiring MATRIK 1.2

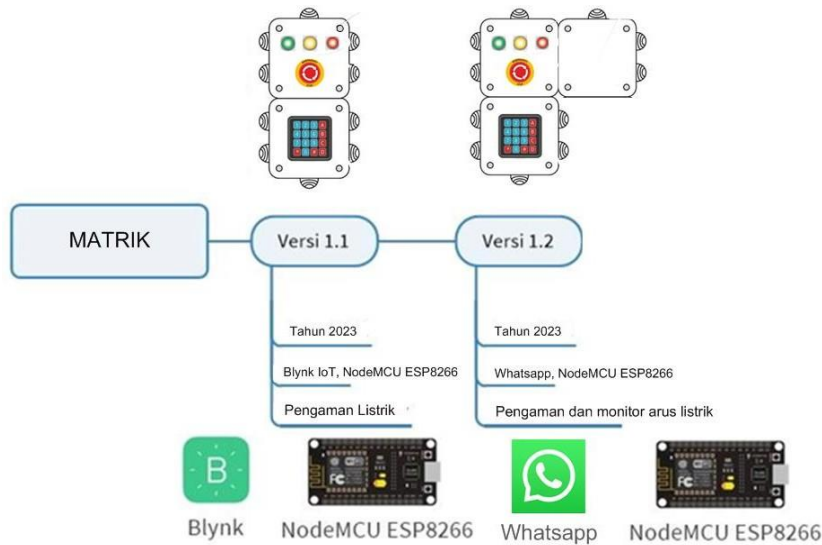
Adapun flowchart prinsip kerja dari MATRIK 1.2 dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.3 Flowchart MATRIK 1.2

Berdasarkan gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa MATRIK dapat dikendalikan melalui 2 cara yakni pada alat atau melalui *WhatsApp*. Pada *WhatsApp* terdapat monitor jumlah pemakaian arus listrik dan dapat mematikan atau menyalakan listrik. Sistem alat bekerja pada saat pintu rumah dibuka, lalu sensor ultrasonik membaca bahwa ada orang yang masuk rumah. Setelah itu listrik dirumah akan menyala sementara selama 15 menit, dalam kurun waktu 15 menit pemilik rumah harus memasukkan password agar listrik di rumah dapat menyala secara permanen. Jika pemilik rumah tidak memasukan password dalam kurun waktu 15 menit maka listrik pada rumah akan mati kembali. ketika password sudah benar dan listrik menyala secara permanen, alat akan masuk ke mode pembacaan arus. Ketika arus listrik yang digunakan didalam rumah telah mendekati batas nilai MCB maka buzzer akan berbunyi sebagai alarm peringatan dan ketika arus listrik didalam rumah telah melewati batas nilai MCB makan buzzer akan berbunyi lagi.

3. Development



Gambar 4.4 Timeline Pengembangan Matrik

Pada tahap ini terdapat beberapa pengembangan. Jika dilihat pada gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa sistem ini sudah mengalami pengembangan. Pada Matrik biasa menggunakan aplikasi blynk sebagai pengontrol jarak jauh. Namun pada generasi yang sekarang Matrik 1.2 terdapat penggantian aplikasi yaitu *WhatsApp*. Oleh karena itu Blynk tidak digunakan lagi. Penggantian aplikasi ini bertujuan untuk mampu mengakses listrik agar lebih mudah melalui *WhatsApp*. Karena saat ini *WhatsApp* lebih banyak digunakan oleh orang dibanding Blynk yang jarang diketahui banyak orang. Ketika kita tidak ada di rumah maka kita dapat mengontrol listrik dari jarak jauh melalui *WhatsApp*. Misalkan kita ingin mematikan listrik yang ada di rumah agar terhindar dari arus pendek sehingga hal ini dapat mencegah rusaknya barang-barang elektronik yang ada di rumah. Tidak hanya itu ada juga pengembangan yang dilakukan yakni sensor ACS712 yang mampu membaca berapa jumlah aliran arus listrik yang sedang digunakan.

4. Implementation

Pada tahap ini dilakukan pengujian akurasi alat menggunakan *stopwatch* sebanyak 10 kali pengulangan untuk memastikan alat ini akurat atau tidak dalam menjalankan fungsinya. Untuk pengujian sensor kami

menggunakan barang elektronik yang berbeda-beda yaitu lampu pijar, setrika dan gerinda sebanyak 3 kali pengulangan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sensor bekerja secara akurat atau tidak. Berikut merupakan tabel hasil uji coba yang belum disertai angka:

Tabel 4.2 Data Uji Akurasi sensor

| Pengulangan | Uji Coba dengan beban listrik | | |
|-------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Satuan Ampere | | |
| | Lampu pijar (0,56A) | Setrika (1,53A) | Gerinda (2,03A) |
| 1 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | ✓ | ✓ | ✓ |

Tabel 4.3 Data Uji Kinerja

| Pengulangan | Waktu (Sekon) | | |
|-------------|--|---------|-----------------------|
| | Pengujian Respon Alat IoT (<i>WhatsApp</i>) | | Pengujian Respon Alat |
| | M2 | Monitor | Buzzer |
| 1 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 4 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 5 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 6 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 7 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 8 | ✓ | ✓ | ✓ |
| 9 | ✓ | ✓ | ✓ |

| | | | |
|-----------|---|---|---|
| 10 | ✓ | ✓ | ✓ |
|-----------|---|---|---|

Keterangan : M2 = Capaian waktu mematikan dan menyalakan listrik

5. Evaluation

Setelah tahap *Implementation* selesai yaitu menguji coba akurasi alat menggunakan *stopwatch*, maka dilanjutkan ke tahap *Evaluation*. Pada tahap ini sudah terdapat angka-angka yang mana angka tersebut merupakan hasil dari uji coba keakuratan alat Matrik 1.2.

Data ini bertujuan untuk menjawab tujuan penelitian yang ada pada BAB 1. Berikut ini adalah hasil lengkapnya disertai dengan data:

Tabel 4.4 Data Uji Akurasi Sensor

| Pengulangan | Uji Coba dengan beban listrik | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Satuan Ampere | | |
| | Lampu pijar (0,56A) | Setrika (1,53A) | Gerinda (2,03A) |
| 1 | 0,53 | 1,52 | 2 |
| 2 | 0,55 | 1,53 | 2,03 |
| 3 | 0,56 | 1,51 | 2,02 |
| Selisih Pengulangan 1 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| Selisih pengulangan 2 | 0,01 | 0 | 0 |
| Selisih pengulangan 3 | 0 | 0,02 | 0,01 |
| Rata-rata | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Standar Deviasi | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Rerata Standar Deviasi | 0,01 | | |

Pada data tabel 4.4 dapat dilihat bahwa sensor bekerja secara akurat dalam pembacaan jumlah arus yang digunakan. Hal tersebut dibuktikan dengan uji coba dengan menggunakan lampu pijar didapat standar deviasi 0,01; menggunakan setrika didapat standar deviasi 0,01; menggunakan gerinda didapat standar deviasi 0,01. Berdasarkan data tersebut didapat rerata standar deviasinya yaitu 0,01 sehingga dapat disimpulkan bahwa sensor yang digunakan bekerja secara akurat.

Tabel 4.5 Data Uji Kinerja

| Pengulangan | Waktu (Sekon) | | |
|-------------------------------|---|---------|--------------------------|
| | Pengujian Respon Alat IoT (<i>WhatsApp</i>) | | Pengujian Respon Alat |
| | M2 | Monitor | Buzzer |
| 1 | 1,71 | 1,21 | 1,45 |
| 2 | 1,43 | 1,23 | 1,6 |
| 3 | 1,92 | 1,54 | 1,35 |
| 4 | 1,22 | 1,61 | 1,58 |
| 5 | 1 | 1,14 | 1,69 |
| 6 | 1,53 | 1,31 | 1,75 |
| 7 | 2 | 1,72 | 1,13 |
| 8 | 2,81 | 1,43 | 1,48 |
| 9 | 2,52 | 1,73 | 1,22 |
| 10 | 1,73 | 1,81 | 1,46 |
| Rata-rata | 1,79 | 1,47 | 1,47 |
| Waktu paling lambat | 2,81 | 1,84 | 1,75 |
| Waktu paling cepat | 1 | 1,14 | 1,13 |
| Standar Deviasi | 0,53 | 0,23 | 0,19 |
| Rerata Standar Deviasi | 0,32 | | |

Keterangan : M2 = Capaian waktu mematikan dan menyalakan listrik

Pada data tabel 4.5 dapat dilihat bahwa sistem akurat memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah melalui aplikasi Whatsapp dengan standar deviasi 0,23; memberikan alarm peringatan dengan standar deviasi 0,19; mematikan dan menyalakan kelistrikan yang ada di rumah melalui aplikasi Whatsapp dengan standar deviasi 0,53. Menurut Abid (2017) jika standar deviasi mendekati titik nol maka data dianggap stabil. Berdasarkan data tersebut didapatkan rerata standar deviasinya yaitu 0,32 sehingga dapat disimpulkan bahwa MATRIK 1.2 bekerja secara akurat sesuai dengan fungsinya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini yaitu MATRIK 1.2 secara akurat:

1. Mampu memonitor jumlah pemakaian arus listrik. Cara memonitor pemakaian tersebut dengan cara menggunakan sensor ACS712. Sensor ini telah diuji coba menggunakan barang elektronik yang berbeda-beda dan terbukti akurat dengan rerata standar deviasi 0,01.
2. Mampu memonitor jumlah penggunaan arus listrik pada rumah melalui aplikasi Whatsapp dengan standar deviasi 0,23.
3. Mampu memberikan alarm peringatan dengan standar deviasi 0,19.
4. Mampu mematikan dan menyalakan kelistrikan yang ada di rumah melalui aplikasi Whatsapp dengan rerata standar deviasi 0,53.

B. Saran

1. Bagi Peneliti

Senantiasa untuk kembali mempelajari mikrokontroler arduino uno lebih dalam lagi guna menutupi kekurangan dari penelitian ini. Selain itu, mengembangkan ide-ide yang ada, lalu mengaplikasikannya sebagai inovasi untuk mempermudah dan membantu kinerja manusia.

2. Bagi Sekolah

Senantiasa mendorong keinginan dan memfasilitasi pelajar yang ingin mempelajari mikrokontroler arduino.

DAFTAR PUSTAKA

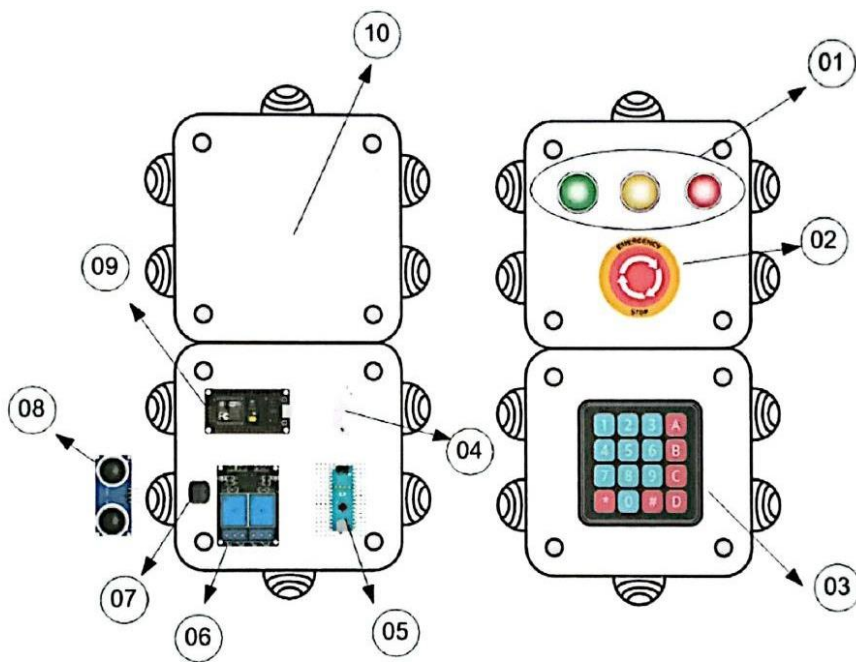
- ADITIA, S., & Hikmarika, H. (2018). KONTROL DAN MONITORING JARAK JAUH PADA PERALATAN LISTRIK DI DALAM RUANGAN BERBASIS SMARTPHONE ANDROID PADA PROTOTYPE SMARTHOME (Doctoral dissertation, Sriwijaya University). http://repository.unsri.ac.id/10149/1/RAMA_20201_03041381419141_%200007127801_01_front_ref.pdf diakses pada tanggal 22 Maret 2023.
- ALFIAN FERNANDO, A. F. (2022). ANCANG PROGRAM FIRE ALARM DAN SMOKE DETECTOR BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) TYPE SR3B261BD (Doctoral dissertation, Universitas Batanghari). Diakses pada tanggal 20 Maret 2023 <http://repository.unbari.ac.id/1123/>
- DILA, W. (2015). *DAMPAK SOSIAL EKONOMI PEDAGANG PASCA RELOKASI PASAR (Studi Terhadap Pedagang yang Terkena Kebakaran di Pasar Kota Padang Panjang)* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas). Diakses pada tanggal 19 Maret 2023 <http://scholar.unand.ac.id/3303/>
- Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IOT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry PI berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 4(2), 21-27. Diakses pada tanggal 20 Maret 2023 <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id/index.php/jikom/article/view/41>
- Effendi, A. (2013). Perancangan Pengontrolan Pemanas Air Menggunakan PLC Siemens S7-1200 Dan Sensor Arus ACS712. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(3), 12-19. Diakses pada tanggal 19 Maret 2023 <https://jte.itp.ac.id/index.php/jte/article/view/520>
- Harrizal, I. S., Syafri, S., & Prayitno, A. (2017). Rancang Bangun Sistem Kontrol Mesin CNC Milling 3 Axis Menggunakan Close Loop System (Doctoral dissertation, Riau University). Diakses pada tanggal 20 Maret 2023 https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Harrizal%2C

[+I.+S.%2C+Syafri%2C+S.%2C+%26+Prayitno%2C+A.+%282017%29.&btG=](#)

- Novianta, M. A. (2018). Penyuluhan Potensi Bahaya Listrik Rumah Tangga untuk Ibu-Ibu LPMD Dusun Totogan, Madurejo, Prambanan, Sleman, DIY. *Dharma Bakti*, 186-195. Diakses pada tanggal 20 Maret 2023 <https://journal.akprind.ac.id/index.php/dharma/article/view/1303>
- Pangestu, A. D., Ardianto, F., & Alfaresi, B. (2019). Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu Esp8266. *Jurnal Ampere*, 4(1), 187-197. Diakses pada tanggal 20 Maret 2023 <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ampere/article/view/2745>
- Ponto, H. (2018). *Dasar Teknik Listrik*. Deepublish. Diakses pada tanggal 19 Maret 2023 https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=I-OMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=LISTRİK&ots=xXOnNzUZJJ&sig=ulejyGY5IFZ7PwyxU2pdT0YK2rU&redir_esc=y#v=onepage&q=LISTRİK&f=false
- PRASETYO, G. E. (2017). RANCANG BANGUN ALAT PEMUTUS DAYA SIAGA (STANDBY) OTOMATIS PADA PERANGKAT ELEKTRONIK (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA). Diakses pada tanggal 19 Maret 2023 <https://etd.umy.ac.id/id/eprint/28825/>
- Prayitno, B., & Palupiningsih, P. (2019). Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. <http://jurnal.itpln.ac.id/petir/article/view/333> Diakses pada tanggal 20 Maret 2023.
- Rohmanu, A., & Widiyanto, D. (2018). Sistem Sensor Jarak Aman Pada Mobil Berbasis Mikrokontroler Arduino ATMEGA328. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 3(1), 7-14. diakses pada tanggal 21 Maret 2023 <https://simantik.panca-sakti.ac.id/index.php/simantik/article/view/39>

- Safrizal ZA. (2022). *hut damkar ke 103 personil damkar ikuti upacara secara virtual*. Diakses dari <https://satpolpp.probolinggokota.go.id/detail/hut-damkar-ke-103-personil-damkar-ikuti-upacara-secara-virtual> pada 19 Maret 2023.
- Suryaningsih, S., Hidayat, S., & Abid, F. (2016, October). Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 5, pp. SNF2016-ERE). Diakses pada tanggal 20 Maret 2023 <https://journal.unpak.ac.id/index.php/jimfe/article/view/728>
- Susanto, R., Pradana, A. I., & Setiawan, M. Q. A. (2018). Rancang Bangun Pengendalian Lampu Otomatis Berbasis Arduino UNO Sebagai Alat Peraga Pembelajaran IPA Rangkaian Seri Paralel. *JUPITER (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 3(1), 7-16. diakses pada tanggal 22 Maret 2023 <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/JUPITER/article/view/2383>
- Turang, D. A. O. (2015, December). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. In *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)* (Vol. 1, No. 1). diakses pada tanggal 22 Maret 2023 <http://www.jurnal.upnyk.ac.id/index.php/semnasif/article/view/1368>
- Utomo, B. (2010). MODUL AVR STK500 SERTA PENGGERAK MOTOR DC SEBAGAI APLIKASI BUKA-TUTUP PINTU DENGAN JAM DIGITAL YANG DIKENDALIKAN OLEH KEYPAD BERBASIS MIKRO ATMEGA 32 (Doctoral dissertation, Undip). diakses pada tanggal 22 Maret 2023 <https://www.semanticscholar.org/paper/MODUL-AVR-STK500-SERTA-PENGGERAK-MOTOR-DC-SEBAGAI-Utomo/a5b8f7e4224373b6480e1f8eb1b0573760c077fd>
- Wahid, A. (2014). Analisis kapasitas dan kebutuhan daya listrik untuk menghemat penggunaan energi listrik di fakultas teknik universitas tanjungpura. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1). diakses pada tanggal 22 Maret 2023 <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/7674/7780>

LAMPIRAN
Desain produk



Tampilan Dalam

Tampilan Luar