

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN LISTRIK
PADA INSTALASI RUMAH TINGGAL BERBASIS MIKROKONTROLER**

Arnold J. Kastanja¹⁾, Luwis H. Laisina²⁾, Conny E. O. Pelamonia³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ambon

¹⁾aj_kastanja@yahoo.com, ²⁾luwis_mena@gmail.com, ³⁾connypelamonia74@gmail.com

ABSTRACT

Energy is a natural resource that can be processed by humans to meet their energy needs. With the development of the times, energy has become a primary need for humans. Residential electrical installation, in this case, whether it's a simple house or a multi-storey house, is a system / circuit that is used to distribute electrical power to lights or other electrical devices to support daily household activities. The division of groups in residential electrical installations, both simple houses and multi-storey houses, is very necessary, this aims to keep the entire building from becoming a total blackout when there is an internal disturbance or excessive use of electricity. The problem in this research is how to monitor excessive power consumption beyond the capacity of the MCB (Miniature Circuit Breaker), so that trips do not occur when using excessive electrical loads. The method used in this study is applied research in which the current and voltage in residential electrical installations can be monitored continuously using a microcontroller so that excessive load usage can be avoided, especially for each MCB. This study uses a 4 Ampere MCB with an installed power of 900 Watt, each of which is divided into two groups. Tests in this study used a series of simple electrical installations, two single-phase electric motors, an electric drill, and a chainsaw. The test results in group I (MCB 2 Ampere) with maximum loading produce Power (P) = 700.76 Watt, Voltage (V) = 229.28 VA, and Current (I) = 3.065 A. while the tests were carried out in group II (2 Ampere MCB) with loading using a simple electrical installation circuit, two 1-phase electric motors, and an Electric Drill produces Power (P) = 337.40 Watt, Voltage (V) = 234.05 VA, and Current (I) = 1.1145 A. From the test results above it can be said that the tests carried out in Group I tripped because the loading exceeded the MCB capacity of 2 Ampere while in Group II it was still feasible as long as it did not exceed the MCB capacity.

ABSTRAK

Energi merupakan sumber daya alam yang dapat diolah oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Dengan berkembangnya zaman, energi telah menjadi kebutuhan primer bagi manusia. Instalasi listrik rumah tinggal dalam hal ini baik rumah sederhana maupun rumah bertingkat adalah suatu sistem/rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik ke lampu atau perangkat listrik lainnya untuk menunjang kegiatan rumah tangga sehari-hari. Pembagian kelompok dalam instalasi listrik perumahan, baik rumah sederhana maupun rumah bertingkat sangat diperlukan, hal ini bertujuan agar seluruh bangunan tidak padam total ketika terjadi gangguan internal atau penggunaan listrik yang berlebihan. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana memonitor konsumsi daya yang berlebihan di luar kapasitas MCB (*Miniatur Circuit Breaker*), agar tidak terjadi trip saat menggunakan beban listrik yang berlebihan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan (*Applied Research*) yang mana arus dan tegangan pada instalasi listrik rumah tinggal dapat dimonitoring secara kontinyu menggunakan mikrokontroler sehingga pemakaian beban yang berlebihan dapat dihindari khususnya pada tiap-tiap MCB. Penelitian ini menggunakan MCB 4 Ampere dengan daya terpasang 900 Watt yang mana masing-masingnya dibagi dalam dua (dua) buah group. Pengujian dalam penelitian ini menggunakan sebuah rangkaian instalasi listrik sederhana, dua buah motor listrik 1 fasa, mesin bor listrik, dan mesin gergaji. Hasil pengujian pada group I (MCB 2 Ampere) dengan pembebanan maksimal menghasilkan Daya (P) = 700,76 Watt, Tegangan (V) = 229,28 VA, dan Arus (I) = 3,065 A. sedangkan pengujian yang dilakukan pada group II (MCB 2 Ampere) dengan pembebanan menggunakan rangkain instalasi listrik sederhana, dua buah motor listrik 1 fasa, dan Bor Listrik menghasilkan Daya (P) = 337,40 Watt, Tegangan (V) = 234,05 VA, dan Arus (I) = 1,1145 A. Dari hasil pengujian tersebut diatas dapat dikatakan bahwa pengujian yang dilakukan pada Group I terjadi trip dikarenakan pembebanan yang dilakukan sudah melampaui kapasitas dari MCB 2 Ampere sedangkan pada Group II masih layak untuk dibebankan asal tidak melebihi kapasitas dari MCB tersebut.

Kata Kunci : Monitoring; Arus Listrik; Tegangan Listrik; Rumah Tinggal; Mikrokontroler

1. PENDAHULUAN

Instalasi listrik rumah tinggal dalam hal ini baik itu rumah sederhana maupun berlantai adalah suatu sistem/rangkaian yang digunakan untuk menyalurkan daya listrik ke lampu atau alat-alat listrik yang lain sebagai penunjang aktifitas rumah tangga sehari-hari. Instalasi listrik pada dasarnya dibagi menjadi dua yaitu instalasi pencahayaan listrik dan instalasi daya listrik. Instalasi pencahayaan listrik adalah seluruh instalasi yang digunakan untuk memberikan daya listrik pada lampu. Instalasi daya listrik adalah instalasi yang digunakan untuk menjalankan alat-alat elektrik selain lampu seperti mesin cuci, setrika, televisi, dan lain-lain. Pemasangan instalasi listrik di rumah tinggal tidak dilakukan sembarang karena berhubungan dengan keselamatan jiwa dan kenyamanan.

Pembagian grup pada instalasi listrik rumah tinggal baik itu rumah sederhana maupun rumah bertingkat sangat dirasakan perlu hal ini bertujuan untuk menjaga seluruh bangunan agar tidak menjadi pemadaman total ketika terjadi gangguan internal, memisahkan atau mengelompokkan beban berdasarkan jenis beban, dan memudahkan pengontrolan dan pemeliharaan instalasi. Pembagian grup pada instalasi rumah tinggal biasanya dikelompokkan menjadi beberapa unit grup instalasi dengan kapasitas MCB (Miniature Circuit Breaker) yang tidak melebihi MCB utama atau MCB terpasang dari pihak PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara).

Dengan adanya pembagian grup pada instalasi listrik maka dapat dikatakan bahwa sistem pemakaian beban listrik di rumah dapat terkontrol, tetapi pada kenyataannya bahwa kadang terjadinya *trip* (jatuhnya sakelar pada MCB) pada salah satu grup pada instalasi tersebut. Hal ini dapat terjadi karena adanya gangguan internal pada instalasi ataupun pemakaian beban yang berlebihan atau dengan kata lain kapasitas beban telah melebihi dari MCB pembatas untuk daya terpasang di grup tersebut. Untuk menghindari pemakaian daya yang berlebihan dari MCB tersebut, maka perlu adanya suatu sistem kontrol yang dapat memonitor pemakaian daya pada salah satu grup instalasi rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Grouping

Grouping merupakan salah satu bagian yang paling penting dalam perencanaan instalasi tenaga listrik, pengelompokan ini memiliki tujuan untuk memudahkan dalam pemeliharaan peralatan listrik maupun penanganan ketika terjadi gangguan. Dalam pengelompokan beban penerangan, beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah posisi titik beban yang akan dikelompokkan dalam satu group sebisa mungkin harus diusahakan berada dalam satu wilayah, dan satu wilayah tersebut dapat terdiri dari beberapa jenis lampu dan jumlah maksimum titik beban yang berada pada tiap grouping paling banyak adalah 20 titik. Untuk

pengelompokan stop kontak, hal yang perlu diperhatikan adalah stop kontak tiga fasa harus dikelompokkan dalam satu kelompok sendiri. Untuk grouping Air conditioner (AC), mesin-mesin atau motor-motor harus dalam group tersendiri untuk memudahkan perawatan dan pemeliharaan ketika terjadi gangguan.

2.2. Miniature Circuit Breaker (MCB)

MCB adalah singkatan dari Miniatur Circuit Breaker, merupakan komponen listrik yang bekerja dengan sistem thermal atau panas. Didalam MCB terdapat bimetal, dimana bila arus listrik yang mengalir melebihi ukuran tertentu (karena beban lebih atau terjadi hubung singkat), maka bimetal ini secara mekanis akan memutuskan aliran listrik dan menggerakkan tuas ke posisi OFF. Untuk menormalkan kembali sangat mudah, hanya dengan mengembalikan tuas ke posisi ON. Jenis ini lebih banyak digunakan di instalasi listrik rumah, hanya saja komponen ini mempunyai kelemahan, yaitu bila secara mekanis terdapat masalah maka MCB ini tidak akan bekerja. Pemakaian MCB lebih diutamakan untuk mengamankan instalasi atau konduktor. Sedangkan MCB pada APP (Alat Pembatas dan Pengukur) diutamakan sebagai pengaman arus dengan karakteristik current limiter, di samping itu juga sebagai pengaman arus hubung singkat yang bekerja dengan cepat. Arus nominal yang digunakan pada APP dengan pengenal tegangan 220/400V ialah: 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 35A dan 50A disesuaikan dengan tingkat kebutuhan daya konsumen. Adapun kemampuan breaking capacity bila terjadi hubung singkat adalah 3kA dan 6kA (SPLN 108-1993). MCB yang khusus digunakan oleh PLN mempunyai tombol biru. MCB saat ini paling banyak digunakan untuk instalasi rumah, instalasi industri dan instalasi gedung bertingkat.

2.3. MCU ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. ESP32 sendiri tidak jauh berbeda dengan ESP8266 yang familiar di pasaran, hanya saja ESP32 lebih kompleks dibandingkan ESP8266, cocok untuk dengan proyek yang besar.

Berikut ini merupakan spesifikasi yang dimiliki oleh mikrokontroler ESP32 :



Sumber : Ihsan Rifky, 2021

Gambar 1. MCU ESP 32

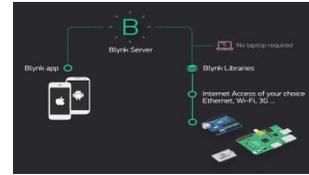
- Prosesor: Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz.
- Memori: 520 KB SRAM.
- Wireless connectivity: Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE (shares the radio with Wi-Fi).
- Peripheral I/O: 12-bit SAR ADC (up to 18 channels), 2x 8-bit DACs, 10x touch sensors (capacitive sensing GPIOs), 4x SPI, 2x I2S interfaces, 2x I2C interfaces, 3x UART, SD/SDIO/CE-ATA/MMC/eMMC host controller, SDIO/SPI slave controller, Ethernet MAC interface, CAN bus 2.0, infrared remote controller (TX/RX, up to 8 channels), motor PWM, LED PWM (up to 16 channels), hall effect sensor, ultra low power analog pre-amplifier.
- Security : IEEE 802.11 standard security, secure boot, flash, encryption, 1024-bit, OTP (up to 768-bit for customers), cryptographic hardware acceleration (AES, SHA-2, RSA, ECC), random number generator (RNG).

2.4. Pengertian Arduino

Menurut Abdul Kadir (2013 : 16), Arduino Uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan berukuran relatif kecil ini. Bahkan dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

2.5. Blynk

Aplikasi ini adalah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, WEMOS D1, dan module sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode drag and drop widget. Penggunaannya sangat mudah untuk mengatur semuanya dan dapat dikerjakan dalam waktu kurang dari 5 menit. Blynk tidak terikat pada papan atau module tertentu. Dari platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil dan inilah yang dinamakan dengan sistem Internet of Things (IoT). Koneksi perangkat keras (Arduino) dengan aplikasi Blynk diperlihatkan pada gambar 2.



Sumber : Diah Suwarti Widyastuti, 2020

Gambar 2. Koneksi Aplikasi Blynk dengan Perangkat Keras

2.6. Sensor Arus ACS712

Sensor arus yang digunakan merupakan modul ACS712 untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan negatif dengan kisaran -30A sampai 30A. Sensor ini memerlukan suplai daya sebesar 5V. Untuk membaca nilai tengah (nol Ampere) tegangan sensor diset pada 2.5V yaitu setengah kali tegangan sumber daya VCC = 5V. Pada polaritas negatif pembacaan arus -30A terjadi pada tegangan 0,5V. Tingkat perubahan tegangan berkorelasi linear terhadap besar arus sebesar 400 mV/Ampere.

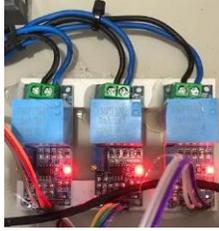


Sumber : Ruri Ashari Dalimunthe, 2018

Gambar 3. Sensor Arus ACS712

2.7. Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengukuran tegangan AC dapat dilakukan dengan cara mengubah sinyal AC menjadi DC agar lebih mudah dibaca oleh mikrokontroler. Sensor tegangan ZMPT101B telah dilengkapi summing-amplifier sehingga dapat digunakan untuk menaikkan tegangan negatif sehingga dapat digunakan untuk pengukuran tegangan dengan menggunakan mikrokontroler. Sensor ini dapat digunakan pada tegangan pengoperasian sebesar 250 VAC dan mengeluarkan sinyal analog yang dapat dikonversikan menjadi sinyal digital oleh mikrokontroler. Sensor ini memiliki 4 pin diantaranya pin 1 dan pin 2 untuk input utama dan pin 3 dan 4 untuk output. Sensor tegangan ZMPT101B memiliki isolasi tegangan sebesar 4000V dan bekerja optimal pada suhu 40C sampai 70C.



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 4. Sensor Tegangan ZMPT101B

3. METODE PENELITIAN

a. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan (*Applied Research*) dimana masalah yang diketahui oleh peneliti berupaya dicarikan solusinya atau dengan kata lain menggunakan penelitian untuk menjawab pertanyaan spesifik. Penekanan dalam penelitian terapan adalah pada pemecahan masalah praktis. Ini berfokus secara khusus pada bagaimana teori-teori umum dapat dipraktikkan.

Adapun tujuan dari penelitian terapan ini adalah menghasilkan suatu produk yang dapat bermanfaat bagi masyarakat pada umumnya.

b. Jenis Data dan Variabel Penelitian

Jenis data dan variable yang digunakan dalam penelitian diantaranya :

A. Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk mengembangkan dan mengujicoba terbagi menjadi beberapabagian antara lain:

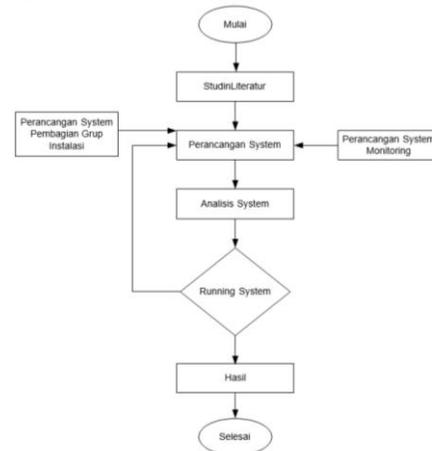
- a. Laptop spesifikasi Prosesor Intel Core i5.
- b. Sensor Arus.
- c. Sencor Tegangan
- d. Power supply 12 Volt.
- e. MCB 1 Phasa 6 Ampere
- f. ESP32

B. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Sistem operasi windows 10, 64 bit.
- b. Software arduino IDE.
- c. Aplikasi Blynk
- d. Driver arduino.

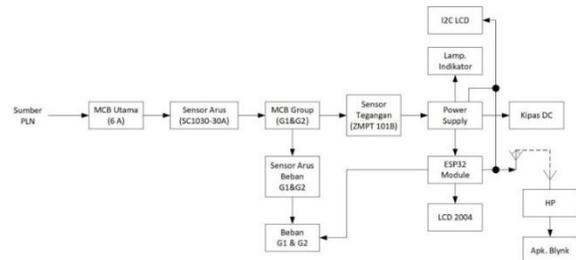
c. Diagram Alir Penelitian



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 5. Diagram Blok Penelitian

d. Diagram Alir System



Sumber : Penulis 2021

Gambar 6. Blok Diagram Monitoring Arus dan Tegangan Listrik pada MCB 2 Ampere Berbasis Mikrocontroller

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan (*Applied Research*) yang mana arus dan tegangan pada instalasi listrik rumah tinggal dapat dimonitoring secara kontinyu menggunakan mikrokontroler sehingga pemakaian beban yang berlebihan dapat dihindari khususnya pada tiap-tiap MCB.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan instalasi listrik sederhana, dua buah motor 1 phasa, mesin bor listrik, dan mesin gergaji.

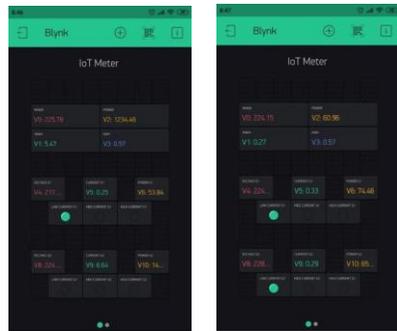
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Desain Sistem



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 7. Tampilan Panel Sistem Monitoring Arus dan Beban



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 8. Tampilan Aplikasi Blynk

Sistem monitoring yang dapat dilakukan melalui aplikasi blynk adalah :

- a) Beban Listrik. Beban listrik dimaksudkan adalah :
 - 1. Besarnya daya listrik (Watt) yang digunakan,
 - 2. Tegangan Listrik (VA),
 - 3. Besarnya arus listrik (A) yang mengalir pada saat pembebanan,
 - 4. Besarnya biaya yang dikeluarkan atau yang akan dibayarkan. Besarnya biaya ini dipresentasikan dalam bentuk harian, mingguan bahkan sampai bulanan.
- b) Presentasi beban listrik dalam bentuk grafik. Presentasi beban listrik yang di tunjukan dalam bentuk grafik melalui aplikasi blynk adalah :
 - 1. Daya Listrik (Watt)
 - 2. Tegangan Listrik (VA)
 - 3. Arus Listrik (A)

4.2. Pembahasan

Dalam penelitian ini pembebanan pada system monitoring adalah menggunakan panel instalasi listrik rumah tinggal dengan total beban listrik 55 W, 2 (dua) buah motor listrik dengan kapasitas daya 200 W, dan

mesin gergaji dengan kapasitas daya 900 W. Pembebanan dilakukan pada masing-masing group beban yaitu Group 1 (G1) dengan MCB terpasang pada panel yaitu 4 A, dan pada beban Group 2 (G2) juga 4 A.

Kapasitas beban yang di atur pada panel monitoring yaitu :

- Untuk lampu indicator hijau beban MCB di atur pada skala 0 Amp – 2 Amp
- Untuk lampu indicator kuning beban MCB di atur pada skala 2,1 Amp < I > 3,0 Amp
- Untuk lampu indicator merah beban MCB di atur pada skala 3,1 Amp < I ≥ 4,0 Amp.

Tabel 1. Pembebanan Pada Group 1 (G1)

No.	Pembebanan Group	Group I (G1)			Keterangan Indikator
		Arus (Amp)	Daya (P)	Tegangan (VA)	
1	Instalasi listrik sederhana, Dua buah motor Listrik, dan Mesin Gergaji	1,108	325,7	220,19	Hijau
2	Instalasi listrik sederhana, Dua buah motor Listrik, dan Bor Listrik	2,2024	504,08	228,08	Kuning-Merah
3	Instalasi listrik sederhana, Dua buah motor Listrik, Bor Listrik, dan Mesin Gergaji	3,0652	700,76	229,28	Merah (Trip)

Sumber : Penulis, 2021

Tabel 2. Pembebanan Pada Group 2 (G2)

No.	Pembebanan Group	Group I (G1)			Keterangan Indikator
		Arus (Amp)	Daya (P)	Tegangan (VA)	
1	Instalasi listrik sederhana, Dua buah motor Listrik, dan Mesin Gergaji	1,1145	337,40	234,05	Hijau
2	Instalasi listrik sederhana, Dua buah motor Listrik, dan Mesin Gergaji	2,7627	648,83	234,84	Kuning-Merah
3	Instalasi listrik sederhana, Dua buah motor Listrik, Bor Listrik, dan Mesin Gergaji	3,5001	824,70	235,55	Merah (Trip)

Sumber : Penulis, 2021

1. Tampilan Panel dan Grafik Aplikasi Blynk pada Pembebanan Group 1 (G1)



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 9. Beban instalasi listrik sederhana dan Dua Buah Motor Listrik



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 10. instalasi listrik rumah tinggal sederhana, Dua Buah Motor Listrik, dan Mesin Bor Listrik



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 11. instalasi listrik sederhana, Dua Buah Motor Listrik, Bor Listrik, dan mesin Gergaji

2. Tampilan Panel dan Grafik Aplikasi Blynk pada Pembebanan Group 2 (G2)



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 12. instalasi listrik rumah tinggal sederhana dan Dua Buah Motor Listrik



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 13. instalasi listrik rumah tinggal sederhana, Dua Buah Motor Listrik, dan Mesin Gergaji



Sumber : Penulis, 2021

Gambar 14. instalasi listrik sederhana, Dua Buah Motor Listrik, Mesin Bor, dan Mesin Gergaji

5. PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Setelah melaksanakan penelitian dan pengujian alat monitoring arus dan tegangan listrik pada instalasi rumah tinggal berbasis mikrokontroler, maka dapat disimpulkan Hasil pengujian dengan pembebanan maksimum pada group I (MCB 2 Ampere) menghasilkan Daya (P) = 700,76 Watt, Tegangan (V) = 229,28 VA, dan Arus (I) = 3,065 A. Pada pengujian ini lampu indicator pada panel berwarna merah hal ini menandakan bahwa terjadinya trip, sedangkan pengujian yang dilakukan pada group II (MCB 2 Ampere) dengan pembebanan menggunakan rangkain instalasi listrik sederhana, dua buah motor listrik 1 phasa, dan Bor Listrik menghasilkan Daya (P) = 337,40 Watt, Tegangan (V) = 234,05 VA, dan Arus (I) = 1,1145 A. lampu indicator berwarna hijau, artinya masih layak untuk dibebankan asal tidak melebihi kapasitas dari MCB tersebut.

5.2. SARAN

Setelah mengamati dan menganalisa hasil design system monitoring arus dan tegangan listrik pada instalasi rumah tinggal berbasis mikrokontroler, maka dapat dikemukakan bahwa terjadinya kondisi trip hanya dapat diketahui melalui control panel sedangkan pada aplikasi blynk tidak dapat diketahui, hal ini hanya ditandai dengan indicator warna merah. Untuk itu penelitian selanjutnya dapat mengembangkan dengan menambahkan kondisi trip pada aplikasi blynk.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal Fitriandi, dkk, 2016., "Rancang Bangun Alat Monitor Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway", ELECTRICIAN – Jurnal Rekyasa dan Teknologi Elektro, Vol. 2 No.2.
- Destiarini., Pius Widya Kumara., 2019, ROBOT LINE FOLLOWER BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO ATMEGA328, Jurnal Informanika, Volume 5 No.1, Januari-Juni 2019 ISSN :2407-1730, [Online] Available at: <http://unbara.ac.id/includes/files/download/5de7891a8b71a67501f99e77f7cfb0a0.pdf> [Accessed

- 7 September 2022]
- Dewey.petra.ac.id, 2014., Landasan Teori, [Online]
Available at :
<https://dewey.petra.ac.id/repository/jiunkpe/jiunkpe/s1/elkt/2014/jiunkpe-is-s1-2014-23409025-30210-listrik-chapter2.pdf> [Accessed 22 August 2022]
- Diah Suwarti Widyastuti, dkk., 2020., Monitoring Daya Listrik Laboratorium Instalasi Listrik Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (Itny) Berbasis Internet of Things (IoT), Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XV Tahun 2020 (ReTII) Oktober 2020, pp. 046~053
- Kadir, Abdul, 2015, Buku Pintar Pemrograman Arduino. Penerbit Mediakom.
- Raharja.ac.id., 2021, Pola Akses Internet yang Bursty, [Online] Available at :
<https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/> [Accessed 22 Agustus 2022]
- Raharjo B., 2008, *Pola Akses Internet Yang Bursty*. [Online] Available at:
<http://raharjo.wordpress.com/2011/04/04/pola-akses-internet-yang-bursty/> [Accessed 3 March 2011]
- Resa Pramudita., Neris Peri Ardiansyah., 2021, Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Dengan Hmi Berbasis Arduino Uno Sebagai Opc, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan Volume 7, No 2, 15 April 2021 [Online], Available at :
<https://journal.widyatama.ac.id/index.php/jitter/article/download/545/454>