

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN PROTEKSI KAPASITOR BANK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Yayan Sopyan, Peby Wahyu Purnawan, Nifty Fath

¹Teknik Elektro,Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

E-mail :2252500158@student.budiluhur.ac.id

² Pembimbing 1 ,Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

E-mail :pebywahyupurnawan@budiluhur.ac.id

³ Pembimbing 2 ,Fakultas Teknik, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

E-mail :nifty.fath@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Kapasitor bank adalah salah-satu peralatan kelistrikan yang sangat dibutuhkan Dalam sebuah gedung untuk memperbaiki kualitas factor daya agar performa peralatan kelistrikan lainnya dapat terjaga dengan baik. Tetapi dalam operasional kapasitor bank sering kali terjadi overheating pada kapasitor sehingga timbul ledakan dan kemudian kebakaran seperti yang terjadi pada sebuah Mall di kawasan Depok dan kawasan timur Jakarta. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian untuk memonitoring dan memproteksi kapasitor bank dengan teknologi Internet of Things (IoT) dan sensor suhu DS18B20. Penelitian hanya sampai pada prototype jaringan listrik gedung.Perancangan monitoring dan proteksi kapasitor berbasis internet of things menggunakan sensor suhu DS18B20 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu kapasitor, PZEM004T untuk membaca parameter kelistrikan, kapasitor berfungsi memperbaiki nilai power factor, kontaktor sebagai penghubung antara power listrik 220V dan kapasitor, relay 4 channel berfungsi untuk mengkondisikan on /off kontaktor atas perintah Arduino, NodeMCU8266 berfungsi sebagai koneksi internet (WIFI), Arduino mega 2560 sebagai kontrol perangkat yang terhubung dengan Arduino Mega. Platform IoT Thingspeak untuk mengumpulkan, memvisualisasi dan menganalisis aliran data langsung di cloud.Pada pengujian keseluruhan alat, sensor DS18B20 yang terpasang pada body kapasitor akan membaca suhu dari kapasitor dan hasil pembacaan suhu akan dikirim ke Arduino Mega yang sudah terprogram, Jika dalam kondisi kapasitor sedang operasional tetapi suhu kapasitor terbaca diatas 70°C maka untuk memproteksi kapasitor dari suhu yang melebihi toleransi,Arduino Mega akan memerintahkan relay untuk meng Cut off aliran listrik ke terminal Coil A1 Kontaktor sehingga kapasitor Off (tidak teraliri power listrik). Pada saat yang sama PZEM004T melalui SCT013 akan membaca parameter kelistrikan seperti factor daya, arus, daya, tegangan serta Kwh. Jika dari pembacaan factor daya <0,8 maka untuk memperbaiki factor daya, Arduino Mega akan memerintahkan relay untuk mengaktifkan kapasitor tetapi dengan ketentuan bahwa suhu dari kapasitor tidak melebihi dari 70°C. Suhu kapasitor serta parameter listrik akan ditampilkan pada layar LCD 4X20. Untuk memudahkan memonitoring kondisi suhu dan parameter listrik alat juga dilengkapi dengan NodeMCU yang menghubungkan perangkat dengan WIFI sehingga dapat terhubung dengan platform IoT (ThingSpeak) dan dengan Thingspeak maka data suhu dan parameter kelistrikan dapat tervisualisasi secara real time.Analisa yang diperoleh dari pengujian yaitu, keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik , sensor dapat memproteksi kapasitor pada suhu 70°C mengcut off aliran listrik ke kapasitor. Data suhu yang didapat antara rancangan alat dan alat ukur suhu mempunyai selisih 0,1 °C - 1°C , sedangkan parameter kelistrikan arus listrik selisih 0,39 Amp – 0,59 Amp dan tegangan 0-1 Volt. Hasil yang diperoleh dengan rancang bangun alat monitoring dan proteksi kapasitor bank berbasis internet of things disamping memudahkan monitoring secara

real time dengan mudah juga dapat mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya ledakan kapasitor.

Kata kunci : Kebakaran, Internet Of Things, kapasitor bank, API KEY, Thingspeak

ABSTRACT

A Capacitor banks are one of the electrical equipment that is needed in a building to improve the quality of the power factor so that the performance of other electrical equipment can be maintained properly. But in the operation of capacitor banks, overheating of capacitors often occurs, resulting in explosions and then fires as happened in a mall in the Depok area and the eastern region of Jakarta. Based on these problems, research was conducted to monitor and protect capacitor banks with Internet of Things (IoT) technology and DS18B20 temperature sensors. The design of monitoring and protection of capacitors based on the internet of things uses a DS18B20 temperature sensor that functions to detect the temperature of the capacitor, PZEM004T to read electrical parameters, capacitors function to improve the value of power factor, contactors as a link between 220V electric power and capacitors, 4 channel relays function to condition on / off contactors on Arduino commands, NodeMCU8266 functions as an internet connection (WIFI), Arduino mega 2560 as a control device connected to Arduino Mega. Thingspeak IoT platform to collect, visualize and analyze data streams directly in the cloud. In testing the entire tool, the DS18B20 sensor attached to the capacitor body will read the temperature of the capacitor and the temperature reading results will be sent to the Arduino Mega that has been programmed, if the capacitor is operational but the capacitor temperature is read above 70°C then to protect the capacitor from temperatures that exceed tolerance, Arduino Mega will command the relay to cut off the electricity flow to the A1 Contactor Coil terminal so that the capacitor is Off (not electrified). At the same time PZEM004T through SCT013 will read electrical parameters such as power factor, current, power, voltage and Kwh. If the power factor reading is <0.8 then to improve the power factor, Arduino Mega will command the relay to activate the capacitor but provided that the temperature of the capacitor does not exceed 70°C. The capacitor temperature and electrical parameters will be displayed on the 4X20 LCD screen. To facilitate monitoring of temperature conditions and electrical parameters, the device is also equipped with a NodeMCU that connects the device with WIFI so that it can be connected to the IoT platform (ThingSpeak) and with Thingspeak, temperature data and electrical parameters can be visualized in real time. The analysis obtained from the test is that the whole device can function properly, the sensor can protect the capacitor at a temperature of 70°C cutting off the electricity flow to the capacitor. The temperature data obtained between the design of the tool and the temperature measuring instrument has a difference of 0.1 °C - 1 °C, while the electrical parameters of the electric current difference of 0.39 Amp - 0.59 Amp and 0-1 Volt voltage. The results obtained by designing a monitoring and protection tool for capacitor banks based on the internet of things in addition to facilitating monitoring in real time easily can also prevent unwanted things such as capacitor explosions.

Keywords : Fire, Internet Of Things, bank capacitors, API KEY, Thingspeak

I. PENDAHULUAN

Kapasitor bank adalah sebuah peralatan kelistrikan yang sangat diperlukan untuk perbaikan daya pada sebuah gedung atau Pabrik yang memiliki peralatan berupa motor listrik, AC serta pemanas, dan aktifitas peralatan tersebut dapat menurunkan faktor daya. Turunnya kualitas faktor daya dapat merusak peralatan listrik gedung dan juga berdampak terkena denda beban KVARH dari PLN.

Rentan terjadi panas berlebih pada kapasitor bank menyebabkan kapasitor meledak dan kemudian terjadi kebakaran. Oleh karena itu kapasitor Bank ini harus selalu dilakukan monitoring berkala setiap harinya agar dapat diketahui kondisi secara fisik maupun kinerjanya. Kelalaian monitoring dapat menimbulkan dampak yang sangat merugikan seperti terjadinya kebakaran yang disebabkan oleh kapasitor bank pada Mall di area Jakarta-timur dan Depok [1][2]

Solusi untuk mengetahui penyimpangan seperti diatas serta mencegah terjadinya kebakaran pada panel kapasitor bank maka perlu sistem monitoring dan proteksi. Untuk itu dibuatlah alat monitoring dan proteksi kapasitor bank berbasis Internet Of Things, dengan alat ini dapat memonitoring suhu kapasitor, Arus, tegangan dan yang lebih penting lagi alat ini dapat meng cut off secara otomatis kapasitor saat suhu kapasitor mencapai titik temperatur maksimal sesuai spesifikasi dari Kapasitor terpasang.

Pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan antara lain : Hidayat Nur Isnianto dan Esti Puspitaningrum (2018) membuat monitoring tegangan, arus dan daya secara real time untuk perbaikan faktor daya secara real time pada jaringan listrik satu fasa berbasis Arduino uno, pada penelitian ini bertujuan memonitoring daya listrik, tegangan serta perbaikan faktor daya. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD.[3]

Yendi Eseye dan Sigit Permana (2021) membuat Analisa perbaikan faktor daya sistem kelistrikan. Penelitian ini bertujuan menganalisa besarnya nilai faktor daya dan daya reaktif yang digunakan industri, kemudian memperbaiki nilai faktor daya dari panel transformer.[4]

Salwin Anwar, Tri Artono, Nasrul, Dasrul, dan A.Fadli (2019) membuat alat pengukuran energi listrik berbasis PZEM-004T. Penelitian ini fokus pada pengukuran energi listrik menggunakan PZEM-004T dan sebagai kontrol digunakan Arduino yang kemudian hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD.[5]

Syahrul Mustafa dan Umar Muhammad (2020) membuat alat rancang bangun sistem monitoring penggunaan daya listrik berbasis smart phone. Penelitian bertujuan untuk memonitoring penggunaan daya listrik dan hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD dan smart phone.[6]

Fikri Kurniawan dan Ade Surahman (2021) membuat sistem keamanan pada perlintasan kereta api menggunakan sensor infrared berbasis mikrokontroler Arduino uno. Rancangan ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sirkuit yang akan memainkan peran keselamatan perkeretaapian.[7]

Lutfi Hakim, Sepyan Purmana Kristanto, Subono dan Faris Bagas Dinan (2022) membuat sistem monitoring faktor daya berbasis internet of things dan android. Pada penelitian ini dibuat alat sebagai monitoring faktor daya menggunakan PZEM-004T sebagai pembaca faktor daya dan Arduino mega sebagai kontrol. Tujuan penelitian adalah agar konsumsi faktor daya tetap stabil. Hasil pembacaan faktor daya akan ditampilkan pada LCD dan android.[8]

Yuni Sartika (2021) Sistem pengoperasian kapasitor bank dan monitoring menggunakan internet of things. Pada penelitian ini di rancang alat monitoring besaran listrik satu fasa dan mengaktifkan secara otomatis kapasitor berdasarkan tegangan. Saat tegangan dibawah 200V maka kapasitor akan aktif dan akan tidak aktif saat tegangan diatas 230V. Hasil pembacaan parameter listrik akan ditampilkan pada LCD dan smartphone.[9]

Deni Almada dan Nurkholis Majid (2019) Studi analisa penyebab kerusakan kapasitor bank sub station welding PT.Astra Daihatsu Motor. Analisa yang dilakukan yaitu dengan pengukuran THD (Total Harmonic Distortion) yang dapat mendeteksi besarnya gelombang harmonik pada jaringan distribusi listrik. Menganalisa penyebab kerusakan pada kapasitor bank hingga terjadi ledakan pada kapasitor bank.[10]

Nurul Hidayati Lusita Dewidan Mimin F.Rohmah dan Soffa Zahara (2019), Prototype smart home dengan modul nodeMCU ESP8266 berbasis internet of things. Membuat analisa dan pengujian pengendalian alat elektronik pada smart home menggunakan nodeMCU sebagai mikrokontroler dan aplikasi android Blynk sebagai alat pengendali ataupun monitoring lampu, kipas angin, suhu ruangan, pendeteksi pergerakan disuatu ruangan dan pendeteksi kebocoran.[11]

Maswar Mujahidy Ritonga (2019), Penggunaan kapasitor bank sebagai media untuk perbaikan faktor daya pada gedung pelayanan kesehatan. Dalam penelitian ini membahas tentang penggunaan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya dan tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui berapa besar nilai kapasitas kapasitor pada jaringan listrik.[12]

Perbedaan system rancangan yang dibuat pada penelitian yang terdahulu adalah, pada rancangan system ini dilengkapi dengan sensor suhu yang mendeteksi temperatur kapasitor dan dari data suhu yang terdeteksi akan diolah oleh Arduino untuk selanjutnya mengcut off aliran listrik ke kapasitor, jika suhu kapasitor melebihi batas suhu kerja yang sudah ditentukan pada program sckect Arduino.

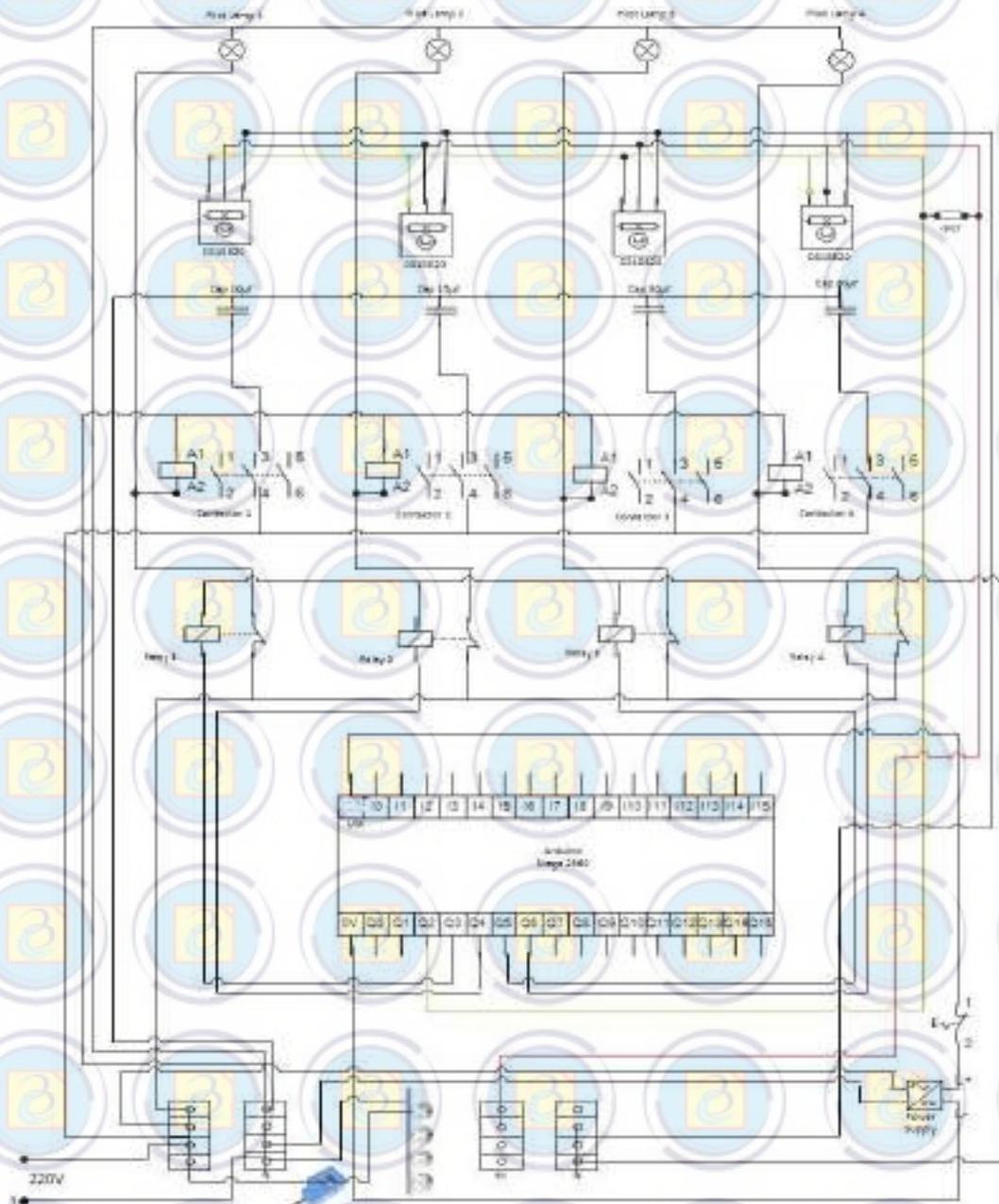
Dalam penelitian ini dibahas monitoring parameter kelistrikan, suhu kapasitor dan proteksi kapasitor bank disaat suhu kapasitor melebihi batas toleransi yang diperbolehkan. Parameter kelistrikan meliputi nilai sistem kelistrikan antara lain power faktor, tegangan, arus, daya dan frekuensi sedangkan proteksi adalah proses cut off aliran listrik ke kapasitor saat suhu kapasitor melebihi dari batas suhu kerja, dalam hal ini menggunakan kapasitor yang memiliki batas suhu kerja 70°C. Proses monitoring dan proteksi didukung oleh beberapa peralatan yaitu, PZEM-004T yang berfungsi mengukur tegangan, arus, daya, Frekuensi dan power faktor, sensor DS18B20 mengukur temperatur kapasitor, nodeMCU8266 sebuah open source platform IOT yang memiliki fasilitas WIFI untuk dapat tekoneksi dengan internet, kapasitor berfungsi untuk perbaikan power faktor. Seluruh peralatan tersebut dikontrol oleh mikro kontroler Arduino. Parameter kelistrikan dan suhu yang terbaca oleh sensor akan ditampilkan pada LCD, untuk memudahkan monitoring saat jarak jauh maka data juga akan tampil pada Platform IOT (Blynk) yang dapat akses melalui PC atau Handphone. Dengan dibuatnya alat monitoring dan proteksi kapasitor bank berbasisi Internet Of Thing dapat dengan mudah mengetahui kondisi kapasitor secara real time kapanpun dan dimanapun selama Handphone atau PC terkoneksi dengan jaringan Internet.

II. PERANCANGAN SISTEM

Pada rancang bangun alat monitoring dan proteksi kpsitor bank berbasis internet of things dilakukan perancangan hardware dan software. Dalam perancangan perangkat keras terdiri dari alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian.

A. Perancangan Pengkabelan Sistem Kelistrikan

Pada rancangan bangun alat Monitoring dan proteksi kapasitor bank berbasis Internet of Things juga dilengkapi pengkabelan kelistrikan 220V untuk suplay power ke kapasitor bank, stop kontak dan power suplay. Rangkaian pengkabelan system kelistrikan seperti terlihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Wiring Diagram Kelistrikan

Pada gambar 2 Wiring diagram kelistrikan, dibuat untuk memberikan kemudahan dalam mengontrol arus, tegangan, daya dan faktor daya (Cos phi) agar selalu dalam kondisi yang seimbang pada tiap fasanya. Pada system ini *dirancang hardware* untuk membaca kondisi arus, tegangan, dan factor daya yang selanjutnya data dikirim ke *Thingspek* untuk disimpan dan ditampilkan

melalui aplikasi android. Komponen perangkat keras yang dibutuhkan antara lain : Modul Arduino Mega 2560, Power suplay 12V, sensor PZEM-004T-100A (V3.0), Relay 4 Channel 10A, Sensor SCT013 100A:50mA. Sedangkan aplikasi android dibutuhkan *Thingspeak* dalam penyimpanan data.

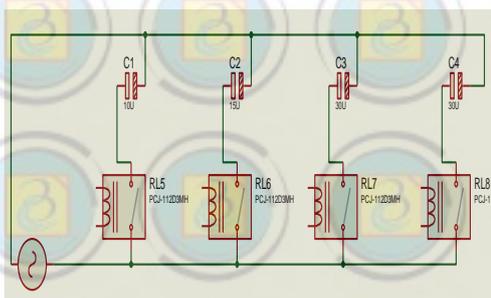
Arduino akan menerima data yang dikirim oleh sensor PZEM 100A, setelah menerima data dari sensor maka data tersebut dikirim oleh Arduino ke Web server. Didalam Web server data tersebut disimpan. Protokol yang digunakan untuk mengirim data ke Web server menggunakan HTTP. Protokol ini

bertugas untuk mengirim permintaan dan memberikan respon dari request URL yang diberikan. Untuk bisa mengambil data tersebut, pada Web server sudah memiliki API URL (*Application Programming Interface*) berfungsi sebagai alamat target bagi aplikasi untuk mengambil data sensor. Setelah data diterima aplikasi selanjutnya akan ditampilkan melalui grafik.[13]

Kemudian kapasitor akan terkoneksi dengan jaringan listrik untuk melakukan perbaikan Power factor, namun jika kedua syarat tersebut tidak terpenuhi maka Kontaktor akan terkondisi open sirkuit untuk selanjutnya melepas koneksi power listrik ke Kapasitor. Seluruh data yang didapat dari sensor temperature dan power meter akan dikirim ke LCD oleh Arduino Mega dan juga data akan terkirim ke PC atau Handphone melalui ESP8266 dengan memanfaatkan aplikasi Thingspeak (salah-satu dari Platform IOT

B. Perancangan Rangkaian Kapasitor Bank

Pada rangkaian kapasitor bank dihubungkan parallel dan terhubung saat kontaktor pada kondisi close. Rangkaian tersebut terlihat pada gambar dibawah ini.

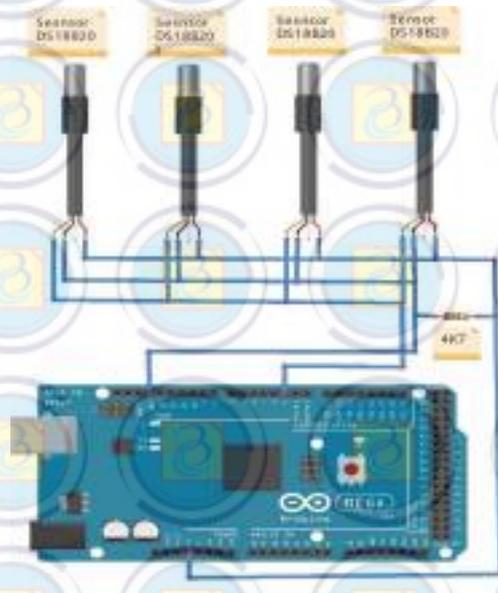


Gambar 2 Rangkaian Kapasitor

Pada Gambar 3 merupakan rangkaian Kapasitor yang bekerja saat kontaktor kondisi Open / Close, ketika Kontaktor kondisi Close maka power listrik akan masuk ke Kapasitor untuk selanjutnya Kapasitor tersebut memperbaiki Power factor dan kondisi Open sirkuit ketika power Faktor sudah diatas 0,8 atau saat temperatur dari Kapasitor diatas 70°C. Sedangkan Coil Kontaktor akan bekerja ketika power 220 V masuk ke terminal A1 yang melalui relay.

C. Rangkaian Sensor suhu DS18B20

Sensor DS18B20 berfungsi untuk membaca suhu pada kapasitor dan akan mengirim data temperatur ke Arduino Mega. Rangkaian DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 3.

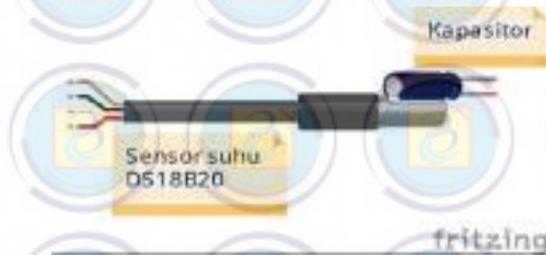


Gambar 3 Rangkaian Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 dipasang parallel sebanyak 4 unit dengan konfigurasi sebagai berikut : kabel data (warna kuning) pada setiap sensor DS18B20 dihubungkan, begitupun untuk kabel power (warna merah) dan juga kabel ground (warna hitam) disatukan sesuai warna. Gabungan kabel data dihubungkan ke pin 2 arduino mega, gabungan kabel power dihubungkan pada pin power Arduino mega dan gabungan kabel ground dihubungkan ke pin ground Arduino mega. Agar signal sensor DS18B20 lebih kuat untuk membaca suhu maka diantara kabel data dan power dipasang resistor 4,7KΩ sebagai pull up signal. Rangkaian terlihat pada gambar 4.

D. Konfigurasi Peletakan Sensor DS18B20

Pada Gambar 4. peletakan sensor suhu DS18B20 terhadap kapasitor memungkinkan sensor akan membaca suhu pada kapasitor karena sensor melekat pada body kapsitor

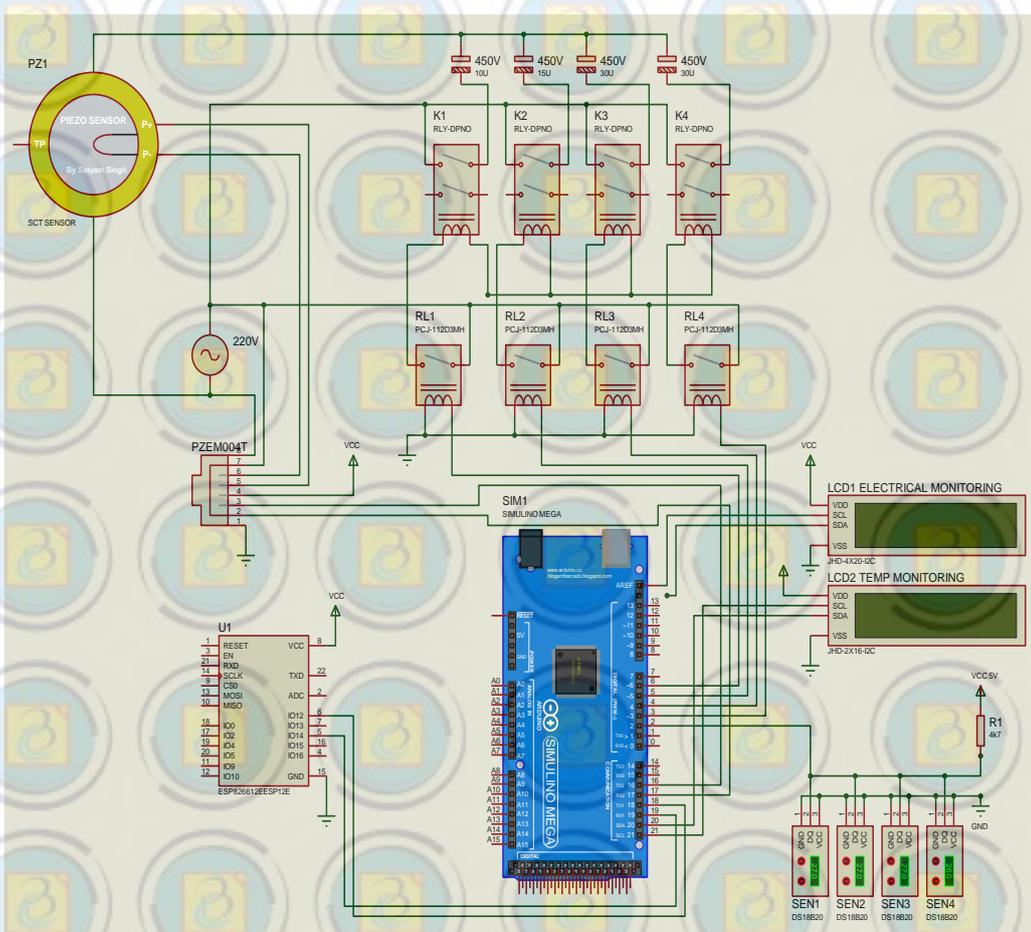


Gambar 4

E. Perancangan Rangkaian Proteksi

Beberapa fungsi dari komponen yang terdapat pada skematik rangkaian proteksi pada Gambar 5. yaitu :

1. Arduino Atmega 2560 sebagai mikrokontroler untuk mengontrol alat dan koneksi antar muka
2. ESP8266 digunakan sebagai alat penghubung komunikasi antar mikrokontroler dengan access point
3. DS18B20 adalah sensor suhu 1-kawat yang dapat diprogram dari maxim terintegrasi
4. Relay sebagai fungsi saklar elektrik namun jika diaplikasikan kedalam rangkaian elektronika
5. Sensor PZEM 04T-100A mendeteksi Arus, tegangan, factor daya
6. LCD sebagai penampil informasi data
7. Power Supply 12V



Gambar 5 Perancangan Rangkaian Elektronik

F. Diagram Alir Program Pada Mikrokontroler

Pada Diagram alir Gambar 6 Arduino Mega 2560 membaca data suhu yang dikirimkan oleh sensor DS18B20 dan pembacaan power meter yang dikirimkan oleh PZEM004T melalui SCT. Jika factor daya kurang dari

0,8 dan temperature Kapasitor dibawah 70°C maka Kontaktor akan terkondisi Close dan dan kapasitor akan memperbaiki faktor daya hingga diatas 0,8. Jika suhu kapasitor diatas 70°C maka Arduino Mega akan memproteksi untuk memerintahkan kontaktor melalui relay untuk terkondisi open sesuai dengan program sketch pada Arduino mega.



Gambar 6 Diagram Alir Program Pada Mikrokontroler.

G. Diagram Alir Thingspeak Pada Komputer

Untuk dapat melihat data sensor yang ditampilkan oleh Thingspeak sebelumnya harus memiliki akun terdahulu dengan cara mengunjungi halaman <https://thingspeak.com> yang akan digunakan untuk mengolah data yang dimiliki. Saat pembuatan akun akan diminta memasukkan alamat E-mail serta password yang kemudian akan ada proses verifikasi. Setelah proses Verifikasi maka akan dapat sign in dengan memasukkan alamat E-mail dan password yang sudah didaftarkan saat membuat akun. Pada akun baru klik new channels kemudian mengisi yang tersedia pada form new channels.

Jika sudah mempunyai akun platform IOT Thingspeak, langkah untuk dapat melihat

tampilan sensor maka dapat login pada halaman <https://thingspeak.com> dengan cara memasukkan alamat E-mail dan password sesuai dengan yang sudah didaftar saat membuat akun. Pada halaman Thingspeak klik channel kemudian klik my channel maka akan tampil statistik saluran berupa grafik sesuai dengan pembacaan sensor suhu DS18B20 dan pembacaan parameter kelistrikan PZEM-004T secara real time selama terdapat koneksi internet. Proses pembuatan akun Thingspeak dan penggunaannya dapat dilihat pada Gambar 7 diagram alir pada Komputer.



Gambar 7 Diagram Alir Thingspeak Pada Komputer

H. Perancangan Perangkat Lunak

Untuk mempermudah perancangan perangkat lunak dibuatlah diagram alir (flowchart)

terlebih dahulu sehingga dalam mengatur kinerja keseluruhan system dapat diamati dan tersusun secara berurutan, berikut diagram alir (flowchart) :



Gambar 8 Flowchart Program Alat

Gambar 7 Flowchart program alat, didahului dengan membuka platform Internet of Thing (IoT) yaitu Thingspeak, kemudian lakukan download aplikasi kemudian daftar dengan menggunakan E-mail dan dari E-mail akan dikirim kode API (Application Programming Interface) sebagai sarana komunikasi antar perangkat. Data akan dikirim dari Cloud (Thingspeak) ke PC atau Handphone dengan kode API yang terprogram pada ESP8266.

I. Rancangan Thingspeaks

Platform IOT Thingspeak dapat memonitoring parameter kelistrikan seperti arus, Tegangan, daya, Faktor daya, juga dapat memonitoring temperature secara real time. Untuk dapat menggunakan aplikasi Thingspeak harus mempunyai akun terlebih

dahulu dengan caramenyandingkan dengan gmail atau dengan Facebook. Pada menu Login akan diarahkan untuk membuat Channel baru yang mana channel ini adalah tempat pembuatan proyek baru. Pada bagian menu awal Thingspeak akan akan tampil beberapa menu diantaranya Channels kemudian new channels untuk pembuatan channel baru. Pada menu new Channels, isikan judul project yang akan ditampilkan pada Thingspeak kemudian isi filed sesuai data sensor yang akan ditampilkan, dalam hal ini temperature dan parameter kelistrikan (tegangan, arus, cosphi, daya dan Kwh). Merancang Thingspeaks sesuai dengan data sensor suhu dan parameter kelistrikan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Rancangan Thingspeak

J. Diagram Blok Sistem Monitoring dan KapasitorBank

Diagram blok pada Gambar 10, power suplay akan memberi tegangan sebesar 5V pada Arduino Mega sehingga Arduino mega dapat operasional sebagai kontrol sesuai sketch yang telah terprogram dan pada waktu bersamaan pin output power pada Arduino Mega akan mengalir ke perangkat yang terhubung seperti NodeMCU8266, LCD, sensor DS18B20, PZEM004T dan relay.

Arduino Mega untuk selanjutnya diproses sesuai sketch yang terprogram. Jika suhu yang terbaca melebihi dari 70°C maka Arduino Mega akan meng cut off power listrik yang mengalir ke kapasitor melalui relay, disinilah fungsi dari proteksi kapasitor yang pada kondisi panas melebihi dari batas toleransi akan mematikan power listrik yang mengalir ke kapasitor sehingga mencegah ledakan akibat dari panas yang berlebih.

Sensor DS18B20 akan membaca temperatur dari kapasitor dan data suhu yang dikirim ke



Gambar 10 Diagram Blok Sistem Momitoring dan Proteksi Kapasitor Bank

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Alat Yang Telah Dirancang

- Rancangan kapasitor bank

Pada rangkaian kapasitor bank dihubungkan parallel dan terhubung saat kontaktor pada kondisi close. Rangkaian tersebut terlihat pada Gambar 11 dibawah ini merupakan rangkaian Kapasitor yang

bekerja saat kontaktor kondisi Open / Close, ketika Kontaktor kondisi Close maka power listrik akan masuk ke Kapasitor untuk selanjutnya Kapasitor tersebut memperbaiki Power factor dan kondisi Open sirkuit ketika power Faktor sudah diatas 0,8 atau saat temperatur dari Kapasitor diatas 70°C. Sedangkan Coil Kontaktor akan bekerja ketika power 220 V masuk ke terminal A1 yang melalui relay.



Gambar.11 Rancangan kapasitor bank

- Rancangan sensor suhu DS18B20

Sensor DS18B20 dipasang parallel sebanyak 4 unit dengan konfigurasi sebagai berikut : kabel data (warna kuning) pada setiap sensor DS18B20 dihubungkan, begitupun untuk kabel power (warna merah) dan juga kabel ground (warna hitam) disatukan sesuai

warna. Gabungan kabel data dihubungkan ke pin 2 arduino mega, gabungan kabel power dihubungkan pada pin power Arduino mega dan gabungan kabel ground dihubungkan ke pin ground Arduino mega. Agar signal sensor DS18B20 lebih kuat untuk membaca suhu maka diantara kabel data dan power dipasang resistor 4,7K Ω sebagai pull up signal. Rangkaian terlihat pada Gambar 12.

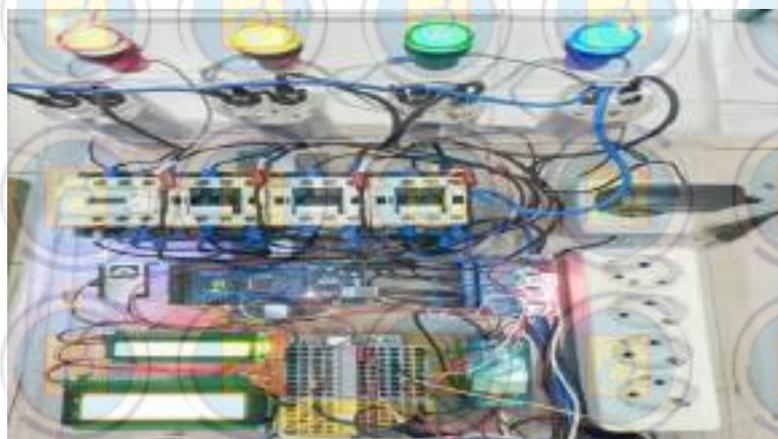


Gambar.12 Rancangan Sensor DS18B20

- Rancangan rangkaian elektronik

Beberapa fungsi dari komponen yang terdapat pada skematik rangkaian proteksi pada Gambar 13. yaitu :

1. Arduino Atmega 2560 sebagai mikrokontroler untuk mengontrol alat dan koneksi antar muka
2. ESP8266 digunakan sebagai alat penghubung komunikasi antar mikrokontroler dengan akses point
3. DS18B20 adalah sensor suhu 1-kawat yang dapat diprogram dari maxm terintegrasi
4. Relay sebagai fungsi saklar elektrik namun jika diaplikasikan kedalam rangkaian elektronika
5. Sensor PZEM 04T-100A mendeteksi Arus, tegangan, factor daya
6. LCD sebagai penampil informasi data
7. Power Supply 12V



Gambar.13 Rancangan Elektronik

B. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengetahui akurasi dari sensor

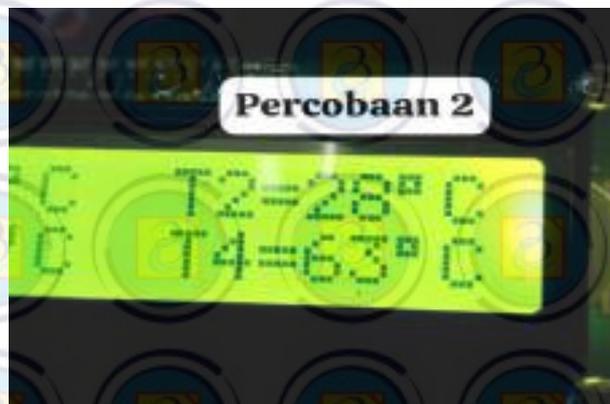
tersebut. Pengujian dengan cara mengukur temperatur air yang dipanaskan setelah itu akan

dibandingkan nilai pengukuran antara sensor DS18B20 dengan nilai pengukuran menggunakan thermogun, untuk nilai sensor

akan tampil pada layar LCD sedangkan thermogun pada display alat tersebut. Berikut pengujian sensor pada Gambar.11 dibawah ini



Gambar 14 Pengukuran Suhu Air dengan Thermo Gun



Gambar 15 Pengukuran Suhu Dengan Sensor DS18B20

Tabel 1 Perbandingan Pengujian Suhu dengan Thermo Gun dan DS18B20

Tabel 1 Pengukuran parameter listrik

Percobaan	Thermo gun (°C)	DS18B20 (°C)	Selisih (°C)
1	64	67	3
2	62,3	63	0,7
3	59	60	1
4	56,3	57	0,7
5	53,9	54	0,1
6	51,0	51,0	0
7	47,3	48	0,7

C. Pengujian Pengukuran Parameter Listrik
 PZEM004T adalah perangkat untuk mengukur parameter listrik yang terhubung dengan Arduino Mega 2560 yang selanjutnya akan terbaca pada LCD 20X4 dan aplikasi thingspeak. Untuk pengujian sensor PZEM004 akan digunakan AC portable merk Samsung sebagai load power. Sebagai pembanding akan digunakan alat ukur tang amper dan multy tester dengan waktu pecobaan setiap 10 menit. Berikut hasil pengukuran pada tabel 1 dibawah ini

Tabel . 2 Perbandingan Nilai Arus Menggunakan Tang Amper dan PZEM004T

Waktu	Pzem004T (Amp)	Tang Amper (Amp)	Selisih (Amp)
14:50	7.88	8.4	0.52
15:10	7.95	8.4	0.45
15:20	7.96	8.5	0.54
15:30	7.96	8.5	0.54
15:40	7.98	8.5	0.52
15:50	8.01	8.4	0.39
16:00	8.11	8.7	0.59
	Rata-rata		0,47

Dari hasil pengujian pengujian arus listrik antara PZEM004T dan alat ukur tang amper terdapat selisih rata-rata 0.47 Amper.

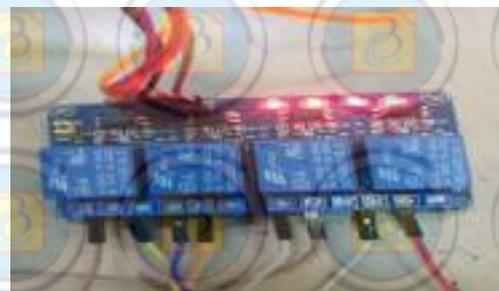
Tabel 3 Perbandingan Nilai Tegangan menggunakan Multy Tester dan PZEM004T

Waktu	Pzem004T (Volt)	Multy Tester (Volt)	Selisih (Volt)
14:50	222	222	0
15:10	222	222	0
15:20	222	222	0
15:30	222	222	0
15:40	222	222	0
15:50	222	221	1
16:00	221	221	0
	Rata-rata		1

Dari hasil pengujian tegangan antara PZEM004T dan Multy Tester, ada selisih rata-rata 1 Volt.

D. Pengujian Rangkaian Proteksi

Pengujian rangkaian proteksi adalah untuk memastikan power listrik 220V tidak mengalir pada kapasitor saat suhu dari kapasitor telah mencapai lebih dari 70°C sehingga mencegah ledakan yang timbul akibat panas yang melebihi range panas yang diperbolehkan . Putusnya aliran listrik 220V ke kapasitor dengan cara terbacanya panas pada body kapasitor oleh sensor suhu DS18B20 yang kemudian mengirim data tersebut ke Arduino Mega untuk diproses. Hasil proses Arduino disesuaikan dengan program Sketch yang sudah dibuat, dalam hal ini pembacaan suhu yang melebihi 70°C Arduino akan memerintah relay 4 channel untuk memutus aliran listrik 220V ke salah-satu kontaktor yang terhubung dengan kapasitor yang panas lebih daro 70°C. Relay 4 Chanel digunakan sebagai kontrol untuk open dan close kontaktor dan relay bekerja saat Cos phi < 0,8 (kontaktor akan close) serta di saat temperature pada kapasitor mencapai >70 °C (Kontaktor open), sehingga dapat memproteksi saat suhu kapasitor diatas 70°C. Data hasil pengujian dengan cara memanaskan sensor DS18B20 dengan menggunakan panas solder listrik menunjukkan bahwa kontaktor melepas saat suhu telah melebihi dari 70°C. Tampilan relay 4 Channel saat pengujian seperti terlihat pada Gambar 16 dibawah ini.

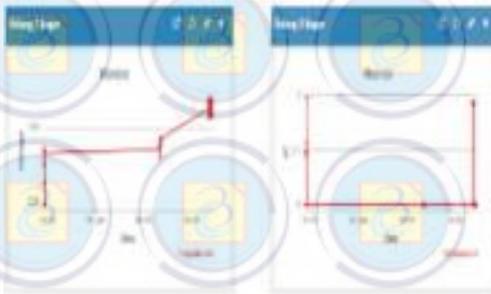


Gambar 16. Relay 4 Channel Sebagai Pemutus dan Penghubung Aliran Listrik ke Kapasitor

E. Pengujian Platform IoT Thingspeak

Data suhu dan parameter listrik dapat tampil pada platform Internet of Things yaitu Thingspeak dan data tersebut akan terus terbaca secara real time selama alat monitoring aktif serta adanya jaringan

internet. Berikut Gambar 17 tampilan data pada Thingspeak.



Gambar17 Tampilan Suhu dan Parameter Listrik Pada Thingspeak

F. Pengujian Quality of Service (QoS)

Untuk mengetahui kualitas pengiriman data dari sensor temperatur dan sensor parameter ke user interface maka dilakukan pengujian Quality of Service (QoS). Data pengiriman diolah berdasarkan waktu dan tempat pengambilan data. QoS yang dicari yaitu berupa nilai delay, troughput, jitter serta packetloss. Data QoS didapat dari software Wireshark, dengan membaca koneksi TCP/TP Node MCU ESP 8266 ke server Thingerspeak menggunakan internet Hotspot. Berikut data QoS pada aplikasi Wireshark pada Gambar 18 dibawah ini



Gambar 18 Menu pada aplikasi Wireshark

Pada Gambar 19, menu awal pada Wireshark akan menghitung kecepatan pengiriman data dari Esp8266 sampai PC ataupun Hand phone.

Pengambilan data dilakukan sebanyak seribu kali kemudian akan diambil rata-rata sebagai nilai delay, troughput, jitter serta packetloss.



Gambar 19 QoS pada aplikasi Wireshark

Data yang didapat dari aplikasi Wireshark akan dimasukkan pada Excel untuk dilakukan perhitungan dan nilai rata-ratanya. Seperti pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Quality of Service

Waktu	Delay (ms)	Troughput (Kbps)	Jitter (ms)	Packet loss (%)	
Hari 1	09:00	927,018	1,096	927,009	0
	14:00	1601	0,152	1598	0
	19:00	885,83	3,479	885,767	0
	24:00	927,018	1,096	927,009	0
Hari 2	09:00	1601	17,697	319	0
	14:00	577,874	4,545	1598	0
	19:00	3153	0,790	3153	0
	24:00	0,610	8,254	1598	0
Hari 3	09:00	91,901	30,082	91,721	0
	14:00	2161,668	1,014	2159,548	0
	19:00	1,047	3,044	1,048	0
	24:00	3023,051	0,803	3022,905	0

Jika dilihat pada tabel Quality of Service sangat buruk dan ini dipengaruhi oleh provider telekomunikasi, lokasi yang dikelilingi oleh gedung, banyaknya yang menggunakan sumber internet. Dengan adanya permasalahan tersebut maka delay akan semakin besar, throughput menjadi lambat, namun berbeda dengan packetloss yang hanya membaca hilangnya data pengiriman.

IV. KESIMPULAN

Dari pengujian yang dilakukan, alat yang dibuat dapat bekerja sesuai yang diinginkan dan Kapasitor dapat Cut Off disaat temperature diatas 70°C untuk proteksi Kapasitor.

Sesuai dengan program sketch yang telah dibuat, kapasitor operasional dan teraliri listrik untuk proses perbaikan power factor pada saat Pf <0,8 dan Off saat Pf >0,8. Data dari ESP8266 dapat terkirim dan terbaca pada aplikasi Thingspeak

Perbandingan Hasil pengukuran antara sensor suhu DS18B20 dengan Thermo Gun sangat kecil, pengukuran suhu dengan alat ukur Therm Gun dan sensor DS18B20 mempunyai selisih 0 – 3 °C.

Perbandingan pengukuran arus listrik dengan PZEM-004T dengan alat ukur tang amper mempunyai selisih 0,39 – 0,59, sedangkan perbandingan pengukuran tegangan antara PZEM-004T dengan alat ukur multi tester selisih 0 = 1 Volt.

Pengujian Arduino Mega 2560 dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, menerima, mengelola dan mengirim data ke perangkat lain.

Pada pengujian pengoperasian kapasitor saat Pf dibawah 0,8 tidak bisa dilakukan karena nilai Pf pada gedung selalu diatas 0,8 (bagus). Pada pengujian *Quality of Service*, nilai *delay*, *Throughput* dan *jitter* tampil buruk, itu disebabkan jaringan internet tidak bagus, banyaknya penghalang seperti gedung disekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mardiasuti, "Penjelasan Mall@Bassura soal Kebakaran Basement yang Disebabkan Korsleting," *Detik News*, Jumat, Okt 16:20 WIB 2016. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-3326490/penjelasan-mallbassura-soal-kebakaran-basement-yang-disebabkan-korsleting>
- [2] B. S. Law Malaw, "Hasil Labfor Pastikan Penyebab Kebakaran di Cinere Bellevue Adalah Korsleting Listrik," *Wartakota Live.com*, Nov. 03, 2017. [Online]. Available: <https://wartakota.tribunnews.com/2017/11/03/hasil-labfor-pastikan-penyebab-kebakaran-di-cinere-bellevue-adalah-korsleting-listrik>
- [3] D. Hidayat and I. Sari, "MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," vol. 4, 2021.
- [4] Y. Esye and S. Lesmana, "ANALISA PERBAIKAN FAKTOR DAYA SISTEM KELISTRIKAN," no. 1, 2021, [Online]. Available: <https://unsada-e-journal.id/jst/article/view/152>
- [5] S. Anwar, T. Artono, and A. Fadli, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," 2019.
- [6] S. Mustafa and U. Muhammad, "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN DAYA LISTRIK BERBASIS SMARTPHONE," Agustus 2020, doi: 10.26858/metrik.v17i3.14968.
- [7] F. Kurniawan and A. Surahman, "SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO," vol. 02, no. 01, 2021.
- [8] L. Hakim, S. P Kristanto, Subono, and F. Bagas Dimas, "Sistem Monitoring Faktor Daya Berbasis Internet Of Things dan Android," 2022, doi: <https://doi.org/10.33633/tc.v21i2.5898>.

[9] S. Yuni, "Sistem Pengoperasian Kapasitor Bank Dan Monitoring Menggunakan Internet Of Things (IoT) Di Gedung Elektro," *Eprints*, 2021, [Online]. Available: <http://eprints.polbeng.ac.id/2063/>

[10] D. Almanda and N. Majid, "Studi Analisa Penyebab Kerusakan Kapasitor Bank Sub Station Welding di PT. Astra Daihatsu Motor," *RESISTOR*, vol. 2, no. 1, p. 7, May 2019, doi: 10.24853/resistor.2.1.7-14.

[11] N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, "PROTOTYPE SMART HOME DENGAN MODUL NODEMCU ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," Mar. 2019, [Online]. Available: <http://repository.unim.ac.id/id/eprint/265>

[12] M. Mujahidy Ritonga, "PENGUNAAN KAPASITOR BANK SEBAGAI MEDIA UNTUK PERBAIKAN FAKTOR DAYA PADA GEDUNG PELAYANAN KESEHATAN", [Online]. Available:

<http://repository.umsu.ac.id/bitstream/handle/123456789/7153/MASWAR%20MUJAHIDY%20RITONGA.pdf?sequence=1>

[13] D. Padila Alfauzi, A. Ganda Permana, and A. Novianti, "Rancang Bangun Alat Perbaikan Faktor Daya Listrik Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler," Desember 2019, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/299935214.pdf>