



**PERANGKAT MANAJEMEN PEMBAGIAN DAN PEMBATASAN TENAGA  
LISTRIK SATU FASA PADA GRUP BERPRIORITAS BERBASIS IoT (INTERNET  
OF THINGS)**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



Disusun oleh:

**DYAH RETNOHADI**

**NPM. 21401053007**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
MALANG**

**2020**

## ABSTRAKSI

**Dyah Retnohadi. 21401053007. *Perangkat Manajemen Pembagian dan Pembatasan Tenaga Listrik Satu Fasa pada Grup Berprioritas Berbasis IoT (Internet of Things)*. Pembimbing I: M. Yasa' Afroni. Pembimbing II: Bambang Minto Basuki. Teknik Elektro. Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.**

---

Pembatas arus pada panel hubung bagi pada pelanggan PLN kecil dan menengah menggunakan beberapa pemutus rangkaian pada grup distribusi dengan batas tertentu, dengan pembatas yang masing-masing lebih kecil daripada pembatas pada titik pusat, namun memiliki kemampuan kolektif yang sering kali lebih besar dibandingkan pembatas titik pusat. Hal ini memungkinkan terjadinya pemutusan rangkaian pada titik pusat sebelum masing-masing pembatas pada grup distribusi terputus.

Untuk memberikan solusi, dilakukan pembatasan arus secara dinamis, dengan mengembangkan sebuah purwarupa perangkat untuk melakukan manajemen pembagian dan pembatasan daya listrik. Perangkat tersebut dapat memonitor tegangan dan arus, serta dilengkapi dengan pengaturan pembatasan masing-masing grup, sehingga bila terdapat perubahan prioritas beban dapat dilakukan dengan cepat tanpa mengubah rangkaian secara fisik. Proses monitoring dan pemutusan atau penyambungan secara manual pada perangkat tersebut bisa dilakukan dari jarak jauh menggunakan IoT (*internet of things*).

Hasil uji kalibrasi menunjukkan *error* sebesar 0,36% pada pengukuran tegangan dan *error* sebesar 28,40% pada pengukuran arus listrik. Pemutusan otomatis berhasil dilakukan ketika terjadi beban berlebih pada salah satu grup. Selain itu, grup yang memiliki prioritas terendah secara otomatis diputus ketika beban keseluruhan melampaui beban global. Penyambungan kembali secara otomatis berhasil dilakukan sesuai dengan jeda waktu dan banyaknya usaha penyambungan kembali seperti yang ditentukan oleh pengaturan operator.

Kata kunci : pembatasan daya listrik, sistem pengendali, pemutusan dan penyambungan otomatis, *internet of things*.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dewasa ini sistem pembagian dan pembatasan tenaga listrik pada rumah tangga ataupun usaha kecil mayoritas menerapkan cara statis. Pembatas arus yang digunakan pada meter kWh (titik pusat penyambungan instalasi milik pelanggan) menggunakan pemutus rangkaian dengan batas nominal tertentu. Pembatas arus pada panel hubung bagi juga menggunakan beberapa pemutus rangkaian pada grup distribusi dengan batas tertentu, dengan pembatas yang masing-masing lebih kecil daripada pembatas pada titik pusat, namun memiliki kemampuan kolektif yang sering kali lebih besar dibandingkan pembatas titik pusat. Hal ini memungkinkan terjadinya pemutusan rangkaian pada titik pusat sebelum masing-masing pembatas pada grup distribusi terputus [1].

Pada usaha kecil yang menggunakan kontrak penyambungan listrik terbatas, hal ini bisa mengakibatkan seringnya terjadi pemutusan rangkaian secara menyeluruh sebelum ambang batas tiap grup terlampaui. Kejadian tersebut berpotensi menurunkan kinerja usaha kecil, yang mana sangat tidak efisien dari sisi biaya apabila melakukan penambahan daya kontrak penyambungan maupun meningkatkan pasokan daya listrik darurat [1] [2].

Pada dasarnya penggunaan pembatas arus statis tidak akan dapat mengatasi masalah tersebut. Pengaturan pembatas daya tiap grup sehingga batasan total tidak melebihi pembatas pada titik pusat dapat dilakukan. Namun pada kondisi tertentu

di mana beberapa grup membutuhkan prioritas batasan daya yang lebih tinggi, cara ini tidak bisa diterapkan.

Untuk memberikan solusi pada kasus tersebut, dilakukan pembatasan arus secara dinamis. Cara ini menggunakan sistem yang memiliki kemampuan mendeteksi arus yang disalurkan ke masing-masing grup, dan kemudian dapat memutus grup yang berpotensi membuat titik pusat kelebihan beban, sehingga pemutusan pasokan daya secara keseluruhan dapat dihindari. Masing-masing grup yang ada diberikan nilai prioritas tertentu untuk membedakan grup yang penting dan yang kurang penting.

Sebuah perangkat untuk melakukan manajemen pembagian dan pembatasan daya listrik akan dikembangkan dengan sistem dinamis. Perangkat ini dilengkapi dengan pengaturan pembatasan masing-masing grup, sehingga jika terdapat perubahan beban tiap grup atau perubahan prioritas beban maka dapat dilakukan pengaturan dengan cepat tanpa mengubah rangkaian secara fisik. Selain itu, perangkat yang dikembangkan ini memiliki spesifikasi dapat memonitor tegangan dan arus masing-masing grup. Proses monitoring dan pengaturan pada perangkat tersebut akan bisa dilakukan dari jarak jauh menggunakan IoT (*internet of things*). Pengembangan perangkat dilakukan menggunakan bantuan mikrokontroler sebagai alat kendali, serta komponen utama berupa sensor arus, sensor tegangan, dan modul *relay*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas yang telah ditulis sebelumnya maka pada penelitian ini memiliki beberapa permasalahan yang akan diteliti:

1. Bagaimana membuat sistem *monitoring* dan *controlling* beban menggunakan parameter tegangan dan arus untuk menghindari putusnya rangkaian secara keseluruhan.
2. Bagaimana menguji hasil perangkat manajemen pembagian dan pembatasan tenaga listrik satu fasa pada grup berprioritas dengan kemampuan jarak jauh menggunakan IoT (*internet of things*).

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rancang bangun manajemen pembagian dan pembatasan tenaga listrik satu fasa pada grup berprioritas dengan kemampuan jarak jauh menggunakan IoT (*internet of things*).
2. Menguji performa perangkat manajemen pembagian dan pembatasan tenaga listrik satu fasa melalui jarak dekat (*control panel*) maupun jarak jauh (*internet of things*).

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sasaran penelitian adalah instalasi milik pelanggan dengan kontrak penyambungan satu fasa pada usaha kecil atau usaha rumah tangga dan memiliki pasokan daya darurat.
2. Perangkat yang dikembangkan memiliki pembagian delapan grup dengan batasan arus maksimal masing-masing sebesar 10 A dan kuota total maksimal sebesar 50 A.

3. Tegangan operasional yang digunakan adalah listrik AC 220 V dengan frekuensi nominal 50 Hz.
4. Monitoring yang dilakukan pada perangkat adalah arus dan tegangan.
5. Perangkat mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega2560 (Arduino Mega 2560) dan ATmega328p (Arduino Nano).
6. Sarana monitoring dan pengaturan jarak jauh dilakukan menggunakan IoT melalui perangkat NodeMCU ESP-12E dan akun terdaftar pada Blynk.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk menerapkan ilmu sistem tenaga listrik yang didapatkan pada perkuliahan, sekaligus memberikan solusi pada masalah kelistrikan yang dihadapi oleh usaha kecil tanpa harus mengubah instalasi dan pembatas yang sudah terpasang.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan dalam skripsi ini menggunakan sistematika yang meliputi struktur sebagai berikut:

1. Bab 1, Pendahuluan  
Berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2, Tinjauan Pustaka  
Berisikan dasar teori yang berisi konsep yang dijadikan dasar dan pendukung dalam penelitian.

3. Bab 3, Metodologi Penelitian dan Rancangan

Berisikan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian, perancangan dalam penelitian, data mentah purwarupa, dan analisis dari data mentah.

4. Bab 4, Hasil dan Pembahasan

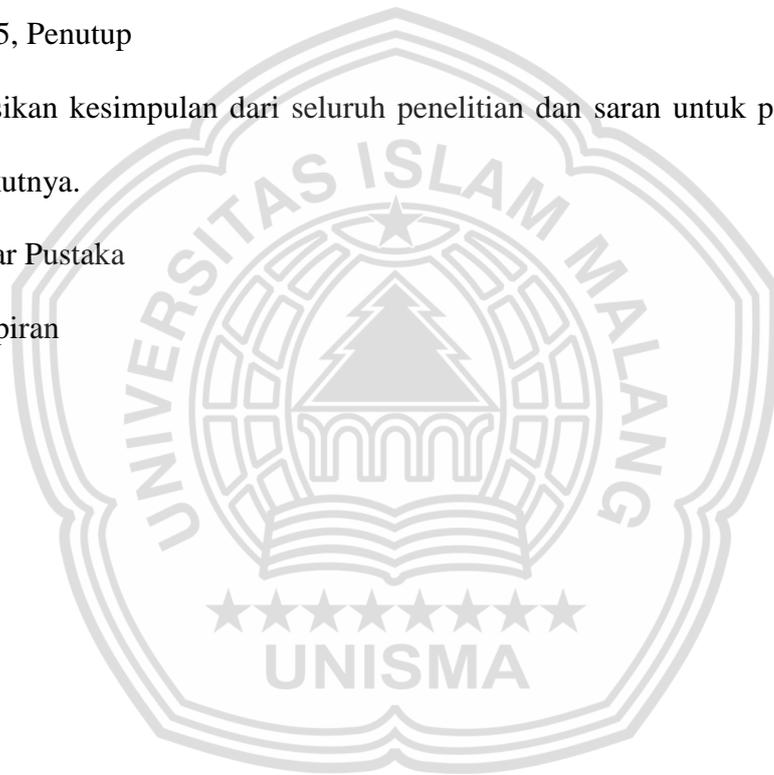
Berisikan hasil uji pada purwarupa, evaluasi hasil uji coba purwarupa, dan analisis hasil uji coba.

5. Bab 5, Penutup

Berisikan kesimpulan dari seluruh penelitian dan saran untuk penelitian berikutnya.

6. Daftar Pustaka

7. Lampiran



**Gambar 1.1** Elemen utama dari sistem pengendali lingkaran tertutup [14].

Sebuah sistem kendali bisa dikatakan memiliki empat fungsi, yaitu mengukur, membandingkan, menghitung, dan memperbaiki. Empat fungsi tersebut dilakukan oleh lima elemen, yaitu detektor, transduser, pemancar, pengendali, dan elemen kendali akhir. Fungsi pengukuran dilakukan oleh detektor, transduser, dan pemancar, yang biasanya dalam aplikasi praktis ketiga elemen tersebut berada dalam satu unit. Fungsi perbandingan dan penghitungan dilakukan oleh pengendali. Sedangkan fungsi perbaikan dilakukan terhadap elemen kendali akhir [13].

### 1.7 *Internet of Things*

*Internet of things* (disingkat dengan IoT) adalah jaringan perangkat, kendaraan, dan alat-alat rumah tangga yang tersusun atas peranti elektronik, perangkat lunak, aktuator, dan konektivitas yang memungkinkan koneksi, interaksi, dan pertukaran data antar perangkat [15].



**Gambar 1.2** Ilustrasi konektivitas antar perangkat pada jaringan internet [15].

IoT memperluas koneksi internet di luar perangkat standar, seperti komputer desktop, laptop, telepon seluler, dan tablet, menuju perangkat yang secara tradisional tidak terkoneksi dengan internet dan bahkan objek-objek sehari-hari. Perangkat-perangkat tersebut akan dibekali dengan koneksi internet dan bisa berkomunikasi, berinteraksi, dimonitor, dan diatur dari jarak jauh [15].

## 1.8 Mikrokontroler

Mikrokontroler (dari asal kata *microcontroller*) adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka masukan keluaran, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU (*central processing unit*) [16].

Berbeda dengan CPU yang bersifat serba guna, mikrokontroler tidak selalu memerlukan memori eksternal, sehingga mikrokontroler dapat dibuat lebih murah dalam kemasan yang lebih kecil dengan jumlah pin yang lebih sedikit.

Sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur:

1. CPU yang berkisar mulai dari prosesor 4-bit yang sederhana hingga prosesor kinerja tinggi 64-bit.
2. Antarmuka jaringan seperti *serial port* (UART).
3. Antarmuka komunikasi serial yang lain seperti I<sup>2</sup>C, SPI (*serial peripheral interface*), dan *controller area network* untuk sambungan sistem.
4. Perangkat tambahan seperti *timer* dan *watchdog*.
5. RAM untuk penyimpanan data.

6. ROM, EPROM, EEPROM, atau *flash memory* untuk menyimpan program komputer.
  7. Pembangkit *clock* yang biasanya berupa resonator rangkaian RC.
  8. Pengubah dari analog ke digital (ADC – *analog to digital converter*).
- [16]

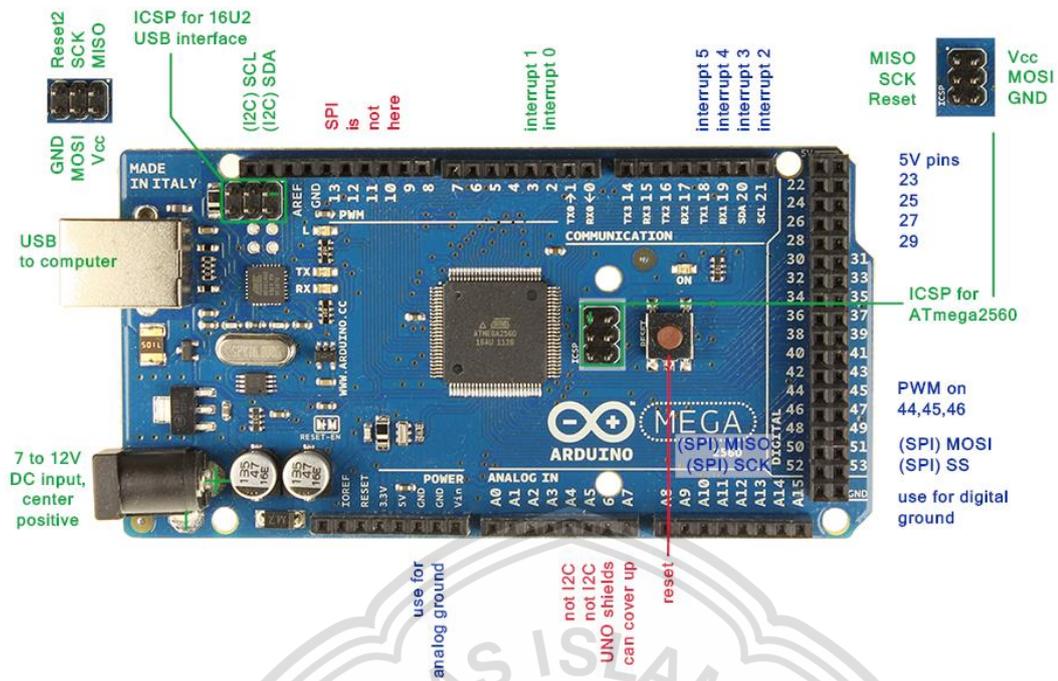
Arsitektur dalam mikrokontroler dibagi menjadi dua bagian, antara lain:

1. CISC (*complex instruction set computing*)
2. RISC (*reduced instruction set computing*)

Sesuai dengan namanya masing-masing, maka dapat disimpulkan bahwa CISC mempunyai instruksi lebih banyak daripada RISC. Akan tetapi RISC mempunyai fasilitas internal lebih banyak daripada CISC [16].

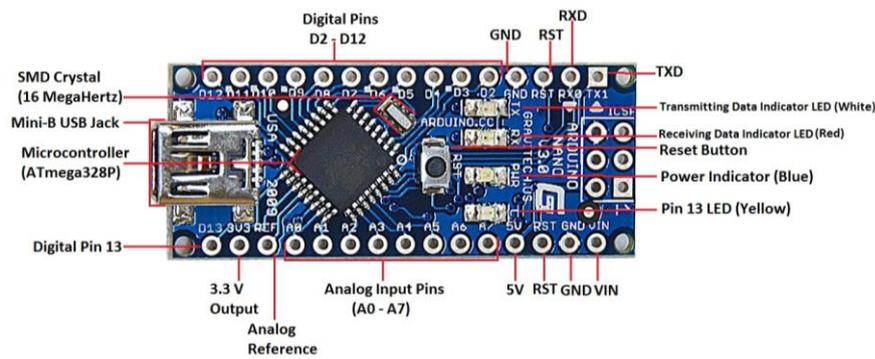
## 1.9 Arduino

Arduino adalah perusahaan, proyek, dan komunitas pengguna perangkat keras dan perangkat lunak yang mendesain dan memproduksi kit mikrokontroler untuk membangun perangkat digital dan objek interaktif yang memiliki kemampuan sensor dan kemampuan kendali fisik. Produk proyek Arduino didistribusikan sebagai perangkat keras dan perangkat lunak *open-source*, dengan lisensi di bawah *GNU Lesser General Public License* (LGPL) atau *GNU General Public License* (GPL). Hal ini memungkinkan pembuatan papan rangkaian Arduino secara bebas dan pendistribusian perangkat lunak oleh siapa saja. Papan rangkaian Arduino tersedia secara komersial dalam bentuk terakit, atau sebagai kit yang bisa dibuat sendiri [17].



**Gambar 1.3** Keterangan fungsi dari konektor, pin, dan tombol pada Arduino Mega 2560 [17].

Papan rangkaian Arduino sendiri merupakan perangkat keras pengendali yang menggunakan mikrokontroler. Pada Arduino, rancangan papan rangkaian yang ada menggunakan berbagai mikroprosesor dan pengendali. Pada papan rangkaian ini disediakan serangkaian pin masukan dan keluaran baik yang bersifat digital maupun analog yang bisa dihubungkan menuju beragam papan rangkaian ekspansi, rangkaian lainnya, komputer, atau langsung pada perangkat sensor dan motor. Papan rangkaian ini menyajikan beberapa antarmuka komunikasi serial, termasuk *USB port* untuk berhubungan dengan komputer dalam pemrograman [17].



Gambar 1.4 Keterangan fungsi dari konektor, pin, dan tombol pada Arduino Nano [17].

Mikrokontroler pada Arduino dapat diprogram menggunakan C atau C++, dengan kemudahan yang disediakan oleh komunitas berupa IDE (*integrated development environment*) untuk melakukan pemrograman. Sekali program dituliskan ke papan rangkaian menggunakan *USB communication*, maka setiap kali papan rangkaian diberi daya program akan berjalan sampai daya diputus. [18]

Tabel 1.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560

<b>Mikrokontroler</b>	ATmega2560
<b>Tegangan operasional</b>	5 V
<b>Tegangan masukan yang disarankan</b>	7 V – 12 V
<b>Batas tegangan masukan</b>	6 V – 20 V
<b>Pin masukan dan keluaran digital</b>	54 pin (14 pin di antaranya mendukung keluaran PWM)
<b>Pin masukan analog dan keluaran digital</b>	16 pin
<b>Arus DC per pin masukan keluaran</b>	40 mA
<b>Arus DC pada pin 3,3 V</b>	50 mA
<b>Kapasitas flash memory</b>	256 KB (8 KB digunakan untuk <i>boot loader</i> )
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Kecepatan clock</b>	16 MHz

Arduino ada berbagai macam, bervariasi menurut tegangan pin masukan keluaran, *bit depth*, jumlah pin, dan *clock speed*. Pada penelitian ini digunakan Arduino Mega 2560 sebagai kendali utama dan Arduino Nano sebagai pencacah

arus dari delapan grup, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.3 dan Gambar 1.4. Spesifikasi singkat dari Arduino Mega 2560 ditunjukkan pada Tabel 1.1, sedangkan spesifikasi Arduino Nano ditunjukkan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Spesifikasi Arduino Nano

<b>Mikrokontroler</b>	ATmega328P
<b>Tegangan operasional</b>	5 V
<b>Tegangan masukan yang disarankan</b>	7 V – 12 V
<b>Batas tegangan masukan</b>	6 V – 20 V
<b>Pin masukan dan keluaran digital</b>	22 pin (6 pin di antaranya mendukung keluaran PWM)
<b>Pin masukan analog dan keluaran digital</b>	8 pin
<b>Arus DC per pin masukan keluaran</b>	40 mA
<b>Arus DC pada pin 3,3 V</b>	50 mA
<b>Kapasitas flash memory</b>	32 KB (2 KB digunakan untuk <i>boot loader</i> )
<b>SRAM</b>	2 KB
<b>EEPROM</b>	1 KB
<b>Kecepatan clock</b>	16 MHz

### 1.10 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sebuah perangkat yang mampu mendeteksi tegangan listrik yang terjadi antara dua titik, kemudian diubah dalam bentuk sinyal kendali berupa tegangan rendah yang nilainya sebanding dengan besarnya tegangan tersebut. Terdapat dua jenis sensor tegangan, pertama yang menggunakan transformator, dan kedua yang menggunakan resistor. Untuk sensor tegangan yang menggunakan transformator pada dasarnya menurunkan tegangan hingga setengah dari tegangan kendali, kemudian menaikkan *offset* yang dimilikinya setengah dari tegangan kendali, sehingga didapatkan miniatur sinyal DC yang menyerupai tegangan AC aslinya namun hanya memiliki potensial maju.

Sensor tegangan yang menggunakan transformator hanya bisa digunakan untuk tegangan AC. Sedangkan sensor tegangan yang menggunakan resistor bisa digunakan untuk AC maupun DC, karena pada dasarnya menurunkan tegangan dengan prinsip *voltage dividing* [19].

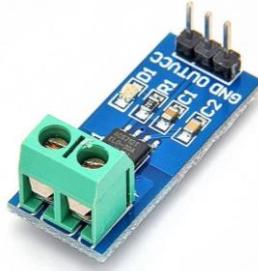


**Gambar 1.5** Sensor tegangan jenis transformator ZMPT101B [19].

Pada penelitian ini digunakan sensor tegangan jenis transformator dengan seri ZMPT101B seperti ditunjukkan pada Gambar 1.5. Sensor tegangan ini mampu mendeteksi tegangan efektif hingga 250 VAC.

### 1.11 Sensor Arus

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik pada sebuah penghantar dan menghasilkan sinyal yang sebanding dengan besarnya arus tersebut. Sinyal yang dibangkitkan bisa berupa tegangan analog ataupun digital, yang dapat diproses lebih lanjut atau sekedar ditampilkan pada peraga. Arus listrik yang dideteksi bisa merupakan DC maupun AC [20].



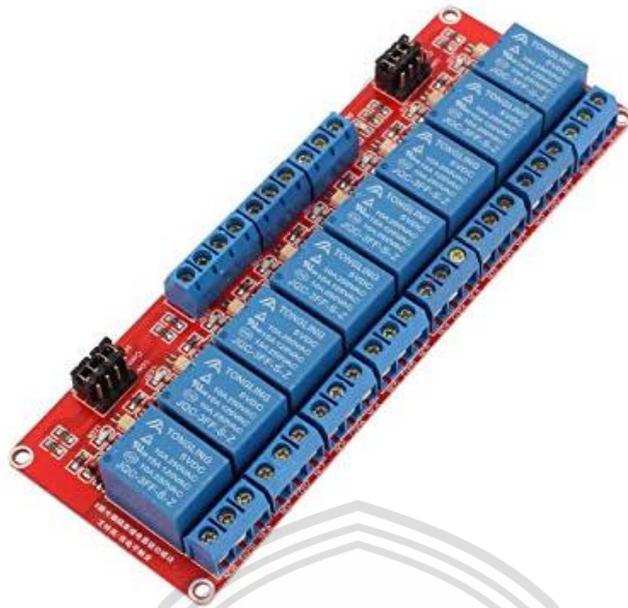
Gambar 1.6 Sensor arus listrik ACS712 30 A [20].

Pada penelitian ini akan digunakan sensor arus listrik berupa perangkat dengan seri ACS712 yang mampu mendeteksi arus listrik AC dengan kemampuan maksimal 30 A, seperti pada Gambar 1.6. Sensor arus listrik tersebut menggunakan prinsip kerja *Hall effect* untuk mengubah kuat arus menjadi tegangan kendali DC.

### 1.12 Relay

Sebuah *relay* adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik. Beberapa jenis *relay* menggunakan elektromagnet untuk mengoperasikan sakelarnya secara mekanik. Selain itu terdapat juga jenis *relay* yang menggunakan *solid-state* untuk pengoperasian sakelarnya.





**Gambar 1.7** Delapan modul relay JQC-3FF-S-Z [21].

*Relay* digunakan ketika diperlukan mengendalikan rangkaian menggunakan sinyal berdaya rendah, atau ketika beberapa rangkaian harus dikendalikan menggunakan sinyal tunggal [21].

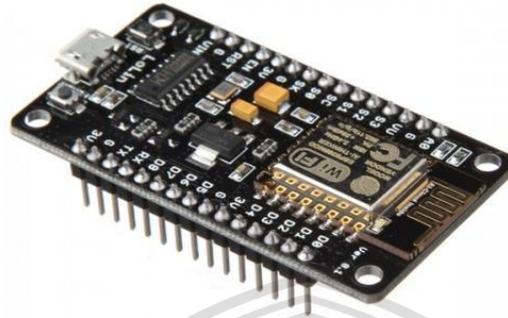
Pada penelitian ini digunakan modul *relay* JQC-3FF-S-Z, yang memerlukan sinyal kendali 5 V, namun mampu beroperasi pada tegangan maksimal 250 VAC dan arus maksimal 10 A, seperti pada Gambar 1.7. Terdapat delapan modul *relay* dalam satu paket papan kendali yang digunakan.

### 1.13 Modul NodeMCU ESP-12E (Mikrochip ESP8266)

ESP8266 merupakan mikrochip untuk koneksi Wi-Fi yang memiliki harga relatif rendah, dengan kemampuan *TCP/IP stacking* secara penuh dan kemampuan mikrokontroler. Mikrochip tersebut diproduksi oleh Espressif Systems, sebuah pabrik di Republik Rakyat Tiongkok yang berlokasi di Shanghai [22].

Chip tersebut dirilis ke pasaran pertama kali pada Agustus 2014 sebagai modul NodeMCU ESP-12E yang diproduksi oleh Ai-Thinker sebagai pabrikan

tangan ketiga. Modul kecil tersebut memungkinkan mikrokontroler untuk terhubung dengan jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP sederhana menggunakan perintah berbasis Hayes [22].



**Gambar 1.8** Modul NodeMCU ESP-12E dengan mikrochip ESP8266 yang diproduksi oleh Ai-Thinker [22].

Popularitas modul NodeMCU ESP-12E ini mengakibatkan para pengembang tertarik untuk mengembangkan modul, chip, dan program yang tertulis di dalamnya. Hal ini diakibatkan faktor harga yang cukup terjangkau dan sangat sedikitnya komponen yang berada di dalam modul tersebut [22].

Pada penelitian ini digunakan modul NodeMCU ESP-12E yang mengimplementasikan mikrochip ESP8266 agar perangkat yang dibangun dapat melakukan koneksi dengan IoT.

#### 1.14 Arduino IDE 1.8.6

Arduino IDE adalah aplikasi yang bersifat *cross-platform* (untuk Windows, macOS, dan Linux) yang dikembangkan menggunakan Java. Aplikasi ini merupakan IDE yang digunakan untuk menulis program dan mengunggahnya pada papan rangkaian Arduino. Versi yang paling akhir dan digunakan pada penelitian ini adalah Arduino IDE 1.8.6. [17]

Arduino IDE mendukung penulisan kode program menggunakan C dan C++ dengan modifikasi pada aturan strukturnya. Arduino IDE menggunakan program **avrdude** untuk melakukan kompilasi dari C atau C++ menuju ke kode mesin pada papan rangkaian Arduino [17].

Pada penelitian ini digunakan Arduino IDE 1.8.6 untuk melakukan penyuntingan kode program, melakukan kompilasi, dan menuliskan program pada papan rangkaian Arduino Mega 2560, Arduino Nano, dan NodeMCU ESP-12E.

### 1.15 Borland Delphi 7

Delphi merupakan sebuah IDE (*integrated development environment* – lingkungan pengembangan terpadu) untuk aplikasi *console*, berbasis *desktop*, berbasis *mobile*, dan berbasis *web*. Delphi juga merupakan bahasa pemrograman yang menggunakan dialek Object Pascal dan adalah bahasa pemrograman yang bersifat *event-driven* [23].

Borland Delphi 7, yang dirilis pada Agustus 2002, telah menjadi versi baku yang digunakan oleh paling banyak pengembang perangkat lunak Delphi dibandingkan dengan versi-versi lainnya. Delphi 7 merupakan IDE buatan Borland yang paling sukses, terutama disebabkan oleh stabilitasnya, kecepatannya, kebutuhan perangkat keras yang relatif rendah, dan tetap digunakan secara luas bahkan sampai pada tahun 2017 [23].

Delphi 7 memiliki tambahan dukungan untuk tema Windows XP, tambahan dukungan untuk mengembangkan aplikasi *web*, dan juga memiliki ketersediaan komponen (VCL – *Visual Component Library*) yang paling besar di internet, baik yang gratis maupun yang berbayar. Delphi 7 merupakan versi terakhir dari Delphi

yang tidak mengharuskan pengguna untuk melakukan aktivasi perangkat lunak [23].

Pada penelitian ini digunakan Borland Delphi 7 untuk menyunting kode program dan melakukan kompilasi program yang dipakai untuk menampilkan status perangkat secara visual pada *desktop* atau *laptop* dengan media kabel USB.

### 1.16 Blynk

Menurut pengembangnya, Blynk adalah aplikasi *internet of things* (IoT) yang bersifat *open source* dan berupa API (*application programming interface*) untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai hal menggunakan protokol HTTP melalui internet atau melalui jaringan lokal. Blynk memungkinkan pembuatan aplikasi pencatatan sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial dengan pembaruan status [15].

Blynk dirancang untuk kepentingan IoT, yang mampu mengendalikan ataupun memonitor perangkat keras dari jarak jauh menggunakan jaringan internet. Dengan kemampuan tersebut, Blynk bisa didayagunakan untuk mengendalikan, menampilkan data sensor, menyimpan data, dan memanipulasinya [15]



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis pada penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Proses *monitoring* beban berdasarkan parameter tegangan dan arus berhasil dilakukan menggunakan sensor tegangan ZMPT101B, sensor arus ACS712, dan papan rangkaian Arduino Nano (ATmega328P). Hasil uji kalibrasi menunjukkan *error* sebesar 0,36% pada pengukuran tegangan dan *error* sebesar 28,40% pada pengukuran arus listrik. Manajemen pemutusan dan penyambungan rangkaian secara elektronik bisa dilakukan berdasarkan beban yang terukur dengan menggunakan modul *relay* JQC-3FF-S-Z dan papan rangkaian Arduino Mega 2560 (ATmega2560) yang didukung oleh data arus secara kontinu dari papan rangkaian Arduino Nano (ATmega328P).
2. Perangkat manajemen pembagian dan pembatasan tenaga listrik satu fasa pada grup berprioritas dengan kemampuan jarak jauh menggunakan IoT (*internet of things*) telah berhasil dibangun dan lulus pengujian dengan spesifikasi yang telah ditentukan melalui uji validasi, uji kalibrasi, uji perilaku utama, dan uji koneksi IoT.

#### 5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian berikutnya diharapkan pengembangan perangkat yang bisa menangani listrik tiga fasa.
2. Pada penelitian berikutnya diharapkan pengembangan untuk perilaku sistem pemutusan yang menggunakan kurva waktu tunda untuk beban yang berada pada kisaran *maximum current* hingga *overload current*.
3. Pada penelitian berikutnya diharapkan pengembangan pencatatan penggunaan energi listrik tiap grup.
4. Pada penelitian berikutnya diharapkan pengembangan manajemen kuota penggunaan energi tiap grup dan seluruh grup.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurfitri, D. Notosudjono dan A. R. Machdi, “Studi Perancangan Instalasi Listrik pada Gedung Bertingkat Onih Bogor,” *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Teknik Elektro Universitas Pakuan*, pp. 1-12, 2016.
- [2] A. D. Prok, H. Tumaliang dan M. Pakiding, “Penataan dan Pengembangan Instalasi Listrik Fakultas Teknik UNSRAT 2017,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Universitas Sam Ratulangi*, pp. 207-218, 2018.
- [3] E. Holilurahman, “Perancangan Sistem Pengontrolan Beban Daya Listrik,” Universitas Komputer Indonesia, Bandung, 2009.
- [4] R. Sulistyowati dan D. D. Febriantoro, “Perancangan Prototype Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik berbasis Mikrokontroler,” *Jurnal IPTEK*, pp. 24-32, 2012.
- [5] A. Kurniawan dan Budiyanto, “Rancang Bangun Sistem Pengendali Beban Listrik Rumah Tangga Berbasis Kapasitas Daya Terpasang,” *eLEKTUM*, vol. 11, no. 2, pp. 27-35, 2015.
- [6] T. Nusa, S. Sompie dan M. Rumbayan, “Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik secara Real Time Berbasis Mikrokontroler,” *E-journal Teknik Elektro dan Komputer UNSRAT*, vol. 4, no. 5, pp. 19-26, 2015.
- [7] D. Handarly dan J. Lianda, “Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things),” *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, vol. 3, no. 2, pp. 205-208, 2018.
- [8] J. Lianda, D. Handarly dan Adam, “Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things,” *Jurnal Teknologi Rekayasa (JTERA)*, vol. 4, no. 1, pp. 79-84, 2019.
- [9] M. Mukhlis, B. D. Sulo dan B. M. Basuki, “Studi Sistem Pencahayaan dan AC (Air Conditioner) pada Gedung Dome dan Gedung F Universitas Islam Malang,” *SCIENCE ELECTRO*, vol. 10, no. 1, pp. 31-36, 2019.
- [10] U. Hamidah, Sugiono dan B. M. Basuki, “Pembuatan Pengereng Pakaian Menggunakan Arduino Mega 2560,” *SCIENCE ELECTRO*, vol. 11, no. 1, pp. 1-6, 2019.
- [11] M. Ramdhani, *Rangkaian Listrik*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2000.
- [12] A. Surachmat, “Alat Pembatas Listrik,” 15 10 2018. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/doc/79161305/ALAT-PEMBATAS-listrik>.
- [13] W. J. Terrell, *Some Fundamental Control Theory I: Controllability*,

Observability, and Duality, The American Mathematical Monthly, 1999, pp. 705-719.

- [14 Z. Vukić, L. Kuljača, D. Đonlagić and S. Tešnjak, Nonlinear Control Systems, New York: Marcel Dekker, 2003.
- [15 D. P. Acharjya and M. K. Geetha, Internet of Things: Novel Advances and Envisioned Applications, Berlin: Springer, 2017.
- [16 S. Heath, Embedded Systems Design, Massachusetts: Newnes, 2003.
- [17 "Arduino - Introduction," 15 7 2018. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
- [18 M. Banzi, Getting Started with Arduino, Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.
- [19 Interplus Industry Co. Ltd., "ZMPT101B Ultra Micro Voltage Transformer," 15 10 2018. [Online]. Available: [http://www.interplus-industry.fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52&Itemid=173&lang=en](http://www.interplus-industry.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=173&lang=en).
- [20 Saravanan, "ACS712 Current Sensor - ALS Electro," 15 10 2018. [Online]. Available: <http://www.alselectro.com/acs712-current-sensor.html>.
- [21 Futurlec, "JQC-3FF-05 Relay Technical Data," 15 10 2018. [Online]. Available: <https://www.futurlec.com/Relays/JQC-3FF-05.shtml>.
- [22 SparkFun Electronics, "ESP-01 module, manufactured by Ai-Thinker," 15 11 2018. [Online]. Available: [https://c1.staticflickr.com/1/494/19681470919\\_9a9bcd5692\\_z.jpg](https://c1.staticflickr.com/1/494/19681470919_9a9bcd5692_z.jpg).
- [23 W. Buchanan, Mastering Delphi Programming, Palgrave Macmillan, 2003.
- [24 S. A. Dyer, Wiley Survey of Instrumentation and Measurement, John Wiley & Sons, 2004.
- [25 A. Malvino and D. Bates, Electronic Principles, 8 ed., New York: McGraw-Hill, 2016.