

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 LANDASAN TEORI**

#### **2.1.1 Sistem *Monitoring***

Sistem *Monitoring* atau sistem pengawasan adalah suatu upaya yang sistematis untuk menetapkan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik informasi, untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk menetapkan apakah telah terjadi suatu penyimpangan tersebut, serta untuk mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan untuk menjamin bahwa semua sumber daya perusahaan atau organisasi telah digunakan seefektif dan seefisien mungkin guna mencapai tujuan perusahaan atau organisasi (Widiastuti & Susanto, 2014).

#### **2.1.2 Aplikasi Berbasis Web**

Aplikasi berbasis web merupakan aplikasi yang menggunakan standar *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) dan membutuhkan *browser* untuk menggunakannya kemudian diakses melalui internet atau intranet. Aplikasi berbasis web merupakan salah satu dari sejumlah kategori perangkat lunak yang sifatnya khas (Mountaines, et al., 2013).

#### **2.1.3 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*special purpose computers*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan *paralel, port input/output*, dan ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas

dan menjalankan suatu program. (Risal, 2017). Mikrokontroler sudah terdapat semua komponen yang membuatnya dapat beroperasi secara *stand-alone* dan didesain khusus untuk monitoring dan/atau *controlling*. Gambar 2.1 merupakan contoh mikrokontroler.



**Gambar 2.1** Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

**Sumber: Components 101**

#### **2.1.4 Analog-to-Digital Converter**

*Analog-to-Digital Converter* atau biasa disingkat dengan ADC merupakan sebuah perangkat elektronik yang memiliki fungsi untuk mengubah sinyal input analog (sinyal kontinyu) yang biasa ditemui dalam kehidupan sehari-hari seperti suara, cahaya, listrik, dan lain-lain ke dalam bentuk sinyal digital yang umum digunakan dalam sistem komputer (Le, et al., 2005).

Terdapat dua karakter dalam ADC, yaitu kecepatan/rasio sampling (*sampling rate*) dan resolusi ADC. Kecepatan sampling menyatakan seberapa sering sinyal analog diubah ke dalam bentuk sinyal digital pada jumlah waktu tertentu. Kecepatan sampling ini biasa dinyatakan dalam bentuk *Sample Per Second* (SPS). Sedangkan resolusi ADC menentukan akurasi ketelitian nilai hasil konversi

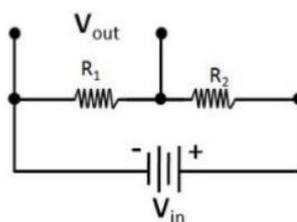
atau pengubahan sinyal analog ke dalam bentuk diskrit sinyal digital. Besarnya nilai resolusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $2^n - 1$ , dimana  $n$  merupakan nilai bit output dari ADC tersebut.

ADC yang terdapat pada mikrokontroler NodeMCU memiliki output sebesar 10-bit. Artinya resolusi ADC pada mikrokontroler NodeMCU sebesar 1.023 nilai diskrit.

### 2.1.5 Rangkaian Pembagi Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) adalah suatu rangkaian elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah suatu tegangan dari sumber tegangan lebih besar ke tegangan yang nilainya lebih kecil. Fungsi dari rangkaian pembagi tegangan ini adalah untuk membagi satu atau beberapa tegangan referensi menjadi beberapa tegangan output yang diperlukan oleh komponen-komponen lain pada sebuah rangkaian elektronika (Sparkfun Start Something, 2016).

Secara sederhana rangkaian pembagi tegangan terdiri atas dua buah resistor yang disusun secara seri, seperti pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Rangkaian Pembagi Tegangan Sederhana

**Sumber:** (Kho, 2016)

Aturan pada rangkaian pembagi tegangan sangat sederhana, yaitu sumber tegangan dibagi secara proporsional sesuai dengan nilai hambatan dari dua resistor

yang disusun secara seri. Berikut merupakan persamaan pada rangkaian pembagi tegangan:

$$V_{out} = V_{in} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (2.1)$$

- 1  $V_{out}$  = Tegangan *Output*
- $V_{in}$  = Sumber Tegangan (*input*)
- $R_1$  = Resistor Pertama
- $R_2$  = Resistor Kedua

### 2.1.6 Sensor Arus Current Transformer Sensor YHDC SCT-013-000

Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya (D. Sharon, 1982).

Sensor Arus *Split-core Current Transformer* adalah sensor arus yang menggunakan konsep cara kerja trafo arus. Transformator arus dirancang untuk mendapatkan nilai arus sekunder yang lebih kecil dibandingkan sisi primernya sehingga aman untuk dilakukan pengukuran. Gambar 2.3 merupakan jenis sensor arus *Current Transformer Sensor YHDC SCT-013-000* dengan batas arus yang diukur sebesar 100 ampere. (Parmana, et al., 2018).



**Gambar 2.3** Sensor Arus YHDC SCT-013-000

**Sumber:** (Open Energy Monitor, 2017)

Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor arus CT sensor YHDC SCT-013:

**Tabel 2.1** Spesifikasi CT Sensor YHDC SCT-013-000

|  |   |
|--|---|
| Ukuran fisik                                     | 13 mm x 13 mm   |
| Material Inti                                    | <i>Ferrite</i>  |
| Kekuatan Dielektrik                              | 1.000 VAC/1 min 5 mA (antara <i>shell</i> dan <i>output</i> ) |
| Jumlah lilitan kabel                             | 2.000 lilitan   |
| <i>Input</i> arus listrik                        | 0-100 A   |
| Tegangan <i>output</i>                           | 0-50 mV   |
| Perbandingan arus <i>input</i> dan <i>output</i> | 100 A : 0.05 A  |
| Toleransi kerja                                  | $\pm 3\%$   |
| Temperatur kerja                                 | -25oC - +70oC   |

CT sensor YHDC SCT-013 memiliki tiga buah komponen yaitu lilitan utama, inti magnet, dan lilitan sekunder. Untuk mengukur penggunaan listrik pada suatu perangkat listrik atau ruangan, maka salah satu dari kabel yang bermuatan atau kabel ground dimasukkan pada lubang di kepala CT sensor. Arus listrik yang terdapat pada lilitan utama menghasilkan medan magnet di inti magnet yang kemudian menginduksi listrik ke lilitan sekunder. Untuk menggunakan sensor arus tersebut dengan mikrokontroler, diperlukan beberapa perhitungan seperti perhitungan burden resistor dan perhitungan kalibrasi pada perangkat lunak sehingga hasil perhitungan serta pembacaan data arus listrik oleh sensor dapat lebih akurat. Adapun langkah yang dilakukan dalam proses perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

**1. Hitung *primary peak-current***

$$P = \text{Nilai maksimal arus Rms} \times \sqrt{2} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$P = \text{Primary peak-current.}$

**2. Hitung *secondary peak-current***

$$S = P / n \quad (2.3)$$

Keterangan:

$S = \text{Secondary peak-current}$

$n = \text{Jumlah lilitan pada sensor}$

**3. Hitung *burden resistor ideal***

$$I = (AREF / 2) / S \quad (2.4)$$

Keterangan:

$I = \text{Burden resistor ideal}$

$AREF = \text{Nilai tegangan yang digunakan pada mikrokontroler.}$

**4. Hitung nilai kalibrasi**

$$N = (P / S) / I \quad (2.5)$$

Keterangan:

$N = \text{Nilai kalibrasi}$

$S = \text{secondary peak-current}$

$P = \text{primary peak-current}$

$I = \text{Burden resistor ideal}$

### 2.1.7 Protokol *Websocket*

*Websocket* merupakan sebuah protokol komunikasi *realtime* pada web dan aplikasi *mobile* dengan menyediakan saluran komunikasi *full-duplex* melalui satu koneksi TCP. *Websocket* memiliki kelebihan diantaranya penggunaan *traffic* dan *latency* jaringan yang lebih rendah dibanding dengan metode *polling* dan *long polling* yang telah lama digunakan untuk mensimulasikan koneksi dua arah dengan cara menjaga dua koneksi tetap terhubung (Darsiwan, 2016).

### 2.1.8 Node.js

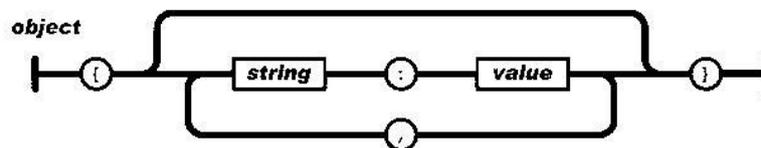
Node.js merupakan sebuah perangkat lunak yang didesain untuk pengembangan aplikasi berbasis web. Node.js ditulis menggunakan bahasa pemrograman JavaScript. Node.js pertama kali dikembangkan dan diperkenalkan oleh Ryan Dahl pada tahun 2009. Node.js dibuat untuk melengkapi peran JavaScript sehingga bisa berlaku sebagai bahasa pemrograman yang berjalan disisi server (server-side JavaScript). Node.js dapat berjalan pada sistem operasi Windows, Mac OS X, dan Linux serta sudah dilengkapi dengan HTTP server library yang memungkinkan untuk menjalankan web server tanpa menggunakan program web server seperti Apache atau Nginx (Chhetri, 2016).

### 2.1.9 JSON

JSON merupakan singkatan dari *JavaScript Object Notation* adalah sebuah format data yang digunakan untuk pertukaran dan penyimpanan data. JSON merupakan bagian (*subset*) dari bahasa pemrograman JavaScript. Akan tetapi, format JSON dapat digunakan untuk berbagai bahasa pemrograman lain seperti C, C++, C#, Java,

PHP, Python, dan Ruby.

JSON menggunakan ekstensi file `.json` ketika berdiri sendiri. Namun saat JSON didefinisikan pada format bahasa pemrograman lain, json tampil dengan menggunakan tanda petik sebagai JSON *string*. Objek JSON ditulis dalam bentuk pasangan *key-value* yang diawali oleh kurung kurawal, memiliki tanda titik dua di antara *key* dan *value*, serta setiap *key-value* dipisahkan oleh tanda koma seperti pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Format Penulisan Objek JSON

**Sumber:** (Shin, 2007)

### 2.1.10 Open Energy Monitor

*Open Energy Monitor* merupakan sebuah *open source project* yang dikembangkan untuk membantu memantau penggunaan energi khususnya energi listrik. *Project* ini awalnya dikembangkan oleh Trystan Lea dan Glyn Hudson yang menyediakan informasi mengenai alat pemantau penggunaan listrik berbasis mikrokontroler mulai dari rancangan rangkaian elektronika dan *library* pemrograman yang berguna untuk membantu para *developer* dalam mengembangkan sistem pemantau penggunaan energi listrik (Open Energy Monitor, 2016).

## 2.2 STATE OF THE ART

### 2.2.1 Penelitian Terkait Dan Keterbaruan Penelitian

Pada penelitian (Roy, et al., 2017), dikembangkan sistem monitoring dan kontrol untuk *smart home* menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Raspberry Pi. NodeMCU ESP8266 berfungsi untuk menerima data dari sensor, kemudian data diteruskan ke Raspberry Pi. Raspberry Pi kemudian meneruskan data ke web server untuk dilakukan pengolahan.

Penelitian (Risqiwati, et al., 2016) yang mengembangkan sistem monitoring listrik prabayar dengan menggunakan Arduino Uno. Sistem ini bertujuan agar pemilik dapat mengontrol penggunaan listriknya secara real time. Board Arduino berfungsi sebagai sistem kontrol pengambilan data, sebelum data diolah pada server. Untuk pengambilan data ampere menggunakan sensor AC712-20A dan modul relay yang difungsikan sebagai sakelar elektrik pemutus daya listrik ketika pulsa tidak mencukupi. Data hasil monitoring akan ditampilkan pada halaman sistem informasi yang di *update* setiap interval 60 menit. Hasil pengujian pada penelitian ini menghasilkan akurasi 74%.

Penelitian (Warudakar, et al., 2018) mengembangkan sistem monitoring daya listrik menggunakan Arduino nano dengan chip Atmega328P, sensor SCT-013 dan nokia display. Arduino nano menerima data dari sensor untuk nantinya dikirim ke nokia display untuk ditampilkan data dari alat yang dimonitor.

Penelitian berikutnya (Tanto & Darmuji, 2019), telah dikembangkan sebuah Penerapan *internet of things* (IoT) pada alat monitoring energi listrik menggunakan modul ESP8266 dan sensor TA12-200. Pada penelitian ini dilakukan monitoring

konsumsi energi listrik sehingga dapat mencegah terjadinya lonjakan saat pembayaran listrik setiap bulan. Dengan menggunakan sensor TA12-200 sebagai penerima data dan modul ESP8266 sebagai pengirim data, maka visualisasi data dapat dilihat menggunakan LCD serta dapat dimonitoring melalui *smartphone*.

Pada penelitian (Kurniawan, et al., 2017), mengembangkan sebuah sistem monitoring listrik pada ruangan menggunakan NodeMCU dan MQTT. Output hasil monitoring adalah data penggunaan daya listrik pada perangkat elektronik dalam waktu tertentu yang kemudian diakses melalui aplikasi Thingspeak pada *smartphone*. NodeMCU berfungsi sebagai mikrokontroler, sementara pengambilan data arus listrik menggunakan sensor YHDC SCT 013-000 yang memiliki kemampuan membaca arus listrik hingga 100 A. Untuk pengiriman data ke server, peneliti menggunakan protokol komunikasi websocket.

Penelitian lain (Furqon, et al., 2019), membangun sistem yang digunakan untuk memantau daya listrik menggunakan NodeMCU dan sensor PZEM-004t. PZEM-004t digunakan untuk membaca tegangan dan arus listrik kemudian data tersebut dikirimkan oleh NodeMCU ke Realtime database firebase yang nantinya dapat diakses oleh perangkat android melalui internet, sehingga pemantauan dapat dilakukan dari jarak jauh.

Penelitian (Pangestu, et al., 2019), mengembangkan sistem monitoring beban listrik berbasis arduino NodeMCU ESP8266 dan sensor arus ACS712. Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring beban listrik rumah tangga secara real-time menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor ACS712. Pada penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan beban induktif dan beban resistif dimana dapat

diketahui tingkat akurasi alat dalam membaca berkisar 96% hingga 98%.

Penelitian (Putra, et al., 2017) mengembangkan suatu sistem monitoring listrik menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan menggunakan server IoT agnosthings.com untuk penerusan data ke server.

Penelitian (Nusa, et al., 2015) mengembangkan sistem monitoring konsumsi energy listrik secara real time menggunakan mikrokontroler atmega 328, dengan memanfaatkan transformator step-down, sensor arus ACS712 dan mikrokontroler Atmega 328. Hasil dari penelitian ini dengan pengukuran arus listrik pada beban resistif murni dengan eror lebih kecil dari 1%, tetapi terjadi eror pada beban lampu LED sebesar 14,30%, juga pada beban lampu philips softone sebesar 5,73% jika dibandingkan menggunakan multimeter krisbow KW06-276.

Penelitian (Mughtar, H & Asep, H., 2017) merancang suatu alat yaitu sistem monitoring pemakaian beban listrik melalui sms. Alat ini dilengkapi sensor arus, sensor tegangan, arduino nano, mikrokontroler AT328, dan modul wavecom 1306B sebagai penghubung yang dapat meneruskan data ke ponsel. Hasil dari penelitian ini sistem dapat bekerja dengan nomor handphone yang telah didaftarkan melalui program arduino yang kemudian data hasil monitoring akan ditampilkan melalui sms pada handphone tersebut. Komunikasi monitoring melalui SMS cenderung lama dan tidak bersifat real time.

Penelitian (Prasetya, E. B., 2016) mengembangkan suatu sistem yang dapat memonitoring pemakaian daya listrik dengan memanfaatkan sensor arus dan sensor tegangan serta penerapan mikrokontroler Atmega328 dan modul GSM sebagai SMS gateway. Hasil dari penelitian ini dapat mendeteksi secara dini bahwa

terjadi kelebihan arus listrik dengan mengirimkan SMS pada device handphone. Namun, penelitian ini memiliki batasan dalam hal pembacaan sensor arus yang belum stabil, perlu dilakukan kalibrasi secara berkala untuk menjaga keakuratan data dan komunikasi yang tidak real time.

Penelitian (Mutmainah, A. R. & Mardhiya, H., 2019) menerapkan teknologi Internet of Things dengan menggunakan mikrokontroler wemos D1, sensor arus ACS712, relay dan aplikasi Blynk. Hasil dari penelitian ini sistem membutuhkan waktu rata-rata 0.4-3.3 detik untuk merespon perintah dari aplikasi blynk melalui koneksi wifi pada jarak 50-1000 meter.

Tabel 2.2 Matriks Penelitian

| No | Judul Penelitian   | Sensor                                 |      |     |           |        |         | Mikrokontroler |          |                 |              | Protokol Komunikasi |             |         | Output   |              |             |                | Metode Pengembangan |             |               |             |              |                   |       |
|----|--|--|------|-----|-----------|--------|---------|----------------|----------|-----------------|--------------|---------------------|-------------|---------|----------|--------------|-------------|----------------|---------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------------|-------|
|    |  | DHT11                                  | MQ-2 | LDR | PZEM-004T | ACS712 | SCT-013 | TA12-200       | ZMPT 101 | NodeMCU ESP8266 | Arduino Nano | Atmega 328          | Arduino Uno | NodeMCU | Wemos D1 | Raspberry Pi | MQTT Broker | Agnosthing.com |                     | SMS Gateway | Web Interface | LCD Display | MQTT Channel | Android Interface | Blynk |
| 1. | Energy Estimation with Appliance Monitoring and Control for A Smart Home using Internet of Things (2017) | √                                      | √    | √   |           |        |         |                | √        |                 |              |                     |             |         | √        |              |             |                | √                   |             |               |             |              |                   |       |
|    | Penulis :  | Roy, K. S. et al.                      |      |     |           |        |         |                |          |                 |              |                     |             |         |          |              |             |                |                     |             |               |             |              |                   |       |
| 2  | Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Prabayar dengan menggunakan Arduino Uno (2016)                  |  |      |     | √         |        |         |                |          | √               |              |                     |             |         |          |              |             |                | √                   |             |               |             |              |                   |       |
|    | Penulis :  | Risqiwati, D., Rizal, A. G. & Sari, Z. |      |     |           |        |         |                |          |                 |              |                     |             |         |          |              |             |                |                     |             |               |             |              |                   |       |

| No | Judul Penelitian  | Sensor                                |      |     |           |        |         | Mikrokontroller |          |                 |              |            | Protokol Komunikasi |         |          |              | Output      |               |             |               | Metode Pengembangan |             |              |                   |
|----|---|---------------------------------------|------|-----|-----------|--------|---------|-----------------|----------|-----------------|--------------|------------|---------------------|---------|----------|--------------|-------------|---------------|-------------|---------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------|
|    |   | DHT11                                 | MQ-2 | LDR | PZEM-004T | ACS712 | SCT-013 | TA12-200        | ZMPT 101 | NodeMCU ESP8266 | Arduino Nano | Atmega 328 | Arduino Uno         | NodeMCU | Wemos D1 | Raspberry Pi | MQTT Broker | Agosthing.com | SMS Gateway | Web Interface |                     | LCD Display | MQTT Channel | Android Interface |
| 3. | Power Monitoring Sistem Using Microcontroller for Optimum Power Utility in Homes (2018) |                                       |      |     |           | √      |         |                 | √        | √               |              |            |                     |         |          |              |             |               |             | √             |                     |             |              |                   |
|    | Penulis :   | Warudakar, S., Deshmukh, R. & Parihar |      |     |           |        |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |               |             |               |                     |             |              |                   |
| 4  | Penerapan Internet of Things pada Alat Monitoring Energi Listrik (2019)                 |                                       |      |     |           |        | √       |                 |          |                 | √            |            |                     |         |          |              |             |               |             | √             |                     |             |              |                   |
|    | Penulis :   | Tanto & Darmuji                       |      |     |           |        |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |               |             |               |                     |             |              |                   |



| Penulis : |  | Furqon, A., Prasetijo, A. B. & Widiyanto, E. D.       |      |     |           |        |                 |          |          |                 |              |                     |             |         |          |              |             |                |                     |             |               |             |              |                   |
|-----------|--|---|------|-----|-----------|--------|-----------------|----------|----------|-----------------|--------------|---------------------|-------------|---------|----------|--------------|-------------|----------------|---------------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------------|
| No        | Judul Penelitian   | Sensor  |      |     |           |        | Mikrokontroller |          |          |                 |              | Protokol Komunikasi |             |         | Output   |              |             |                | Metode Pengembangan |             |               |             |              |                   |
|           |  | DHT11   | MQ-2 | LDR | PZEM-004T | ACS712 | SCT-013         | TA12-200 | ZMPT 101 | NodeMCU ESP8266 | Arduino Nano | Atmega 328          | Arduino Uno | NodeMCU | Wemos D1 | Raspberry Pi | MQTT Broker | Agnosthing.com |                     | SMS Gateway | Web Interface | LCD Display | MQTT Channel | Android Interface |
| 7.        | Sistem Monitoring Beban Listrik berbasis Arduino NodeMCU ESP8266 (2019)                            |   |      |     | √         |        |                 |          | √        |                 |              |                     |             |         |          |              |             |                |                     |             |               |             | √            |                   |
| Penulis : |  | Pangestu, A. D., Ardianto, F. & Alfaresi, B           |      |     |           |        |                 |          |          |                 |              |                     |             |         |          |              |             |                |                     |             |               |             |              |                   |
| 8.        | Monitoring Penggunaan Daya Listrik sebagai Implementasi Internet of Things berbasis ESP8266 (2017) |   |      |     |           | √      |                 | √        |          |                 |              |                     |             |         |          |              | √           |                |                     |             |               | √           |              |                   |
| Penulis : |  | Putra, I. G. P. M. E., Giriantari, I. A. D. & Jasa, L |      |     |           |        |                 |          |          |                 |              |                     |             |         |          |              |             |                |                     |             |               |             |              |                   |

| No  | Judul Penelitian  | Sensor                                    |      |     |           |        |         | Mikrokontroller |          |                 |              |            | Protokol Komunikasi |         |          |              | Output      |                |             |               | Metode Pengembangan |             |              |                   |       |
|-----|---|---|------|-----|-----------|--------|---------|-----------------|----------|-----------------|--------------|------------|---------------------|---------|----------|--------------|-------------|----------------|-------------|---------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------|-------|
|     |   | DHT11                                     | MQ-2 | LDR | PZEM-004T | ACS712 | SCT-013 | TA12-200        | ZMPT 101 | NodeMCU ESP8266 | Arduino Nano | Atmega 328 | Arduino Uno         | NodeMCU | Wemos D1 | Raspberry Pi | MQTT Broker | Agnosthing.com | SMS Gateway | Web Interface |                     | LCD Display | MQTT Channel | Android Interface | Blynk |
| 9.  | Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler (2015) |   |      |     | √         |        |         |                 |          |                 | √            |            |                     |         |          |              |             |                |             | √             |                     |             |              |                   |       |
|     | Penulis :   | Nusa, T. Sherwin, R. U. A. S. & Meita, R. |      |     |           |        |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |                |             |               |                     |             |              |                   |       |
| 10. | Implementasi Wavecom Dalam Monitoring Beban Listrik Berbasis Mikrokontroler (2017)        |   |      |     | √         |        |         |                 |          |                 | √            |            |                     |         |          |              |             |                |             |               |                     |             |              | √                 |       |
|     | Penulis:  | Muchtart, H. & Asep, H.                   |      |     |           |        |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |                |             |               |                     |             |              |                   |       |

| No  | Judul Penelitian  | Sensor                          |      |     |           |        |         | Mikrokontroller |          |                 |              |            | Protokol Komunikasi |         |          |              | Output      |                |             |               | Metode Pengembangan |             |              |                   |       |
|-----|---|---------------------------------|------|-----|-----------|--------|---------|-----------------|----------|-----------------|--------------|------------|---------------------|---------|----------|--------------|-------------|----------------|-------------|---------------|---------------------|-------------|--------------|-------------------|-------|
|     |   | DHT11                           | MQ-2 | LDR | PZEM-004T | ACS712 | SCT-013 | TA12-200        | ZMPT 101 | NodeMCU ESP8266 | Arduino Nano | Atmega 328 | Arduino Uno         | NodeMCU | Wemos D1 | Raspberry Pi | MQTT Broker | Agnosthing.com | SMS Gateway | Web Interface |                     | LCD Display | MQTT Channel | Android Interface | Blynk |
| 11. | Aplikasi Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega328 (2016)            |                                 |      |     |           | √      |         |                 | √        |                 |              |            |                     |         |          |              |             | √              |             |               |                     |             |              |                   |       |
|     | Penulis :   | Prasetya, E. B.                 |      |     |           |        |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |                |             |               |                     |             |              |                   |       |
| 12. | Sistem Kendali dan Pemantauan penggunaan Listrik Berbasis IoT Menggunakan Wemos dan Aplikasi Blynk (2019) |                                 |      |     |           | √      |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |                |             |               |                     |             |              | √                 |       |
|     | Penulis :   | Mutmainah, A. R. & Mardhiya, H. |      |     |           |        |         |                 |          |                 |              |            |                     |         |          |              |             |                |             |               |                     |             |              |                   |       |