BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Penelitian

Jefri Lianda, Dolly Handarly, dan Adam (2019) melakukan penelitian alat untuk melakukan *monitoring* konsumsi daya listrik berbasis IoT[7]. Tujuannya yaitu untuk merancang dan menerapkan teknologi IoT pada sistem *monitoring* konsumsi daya listrik. Alat ini menggunakan sensor arus SCT 013-000, sensor tegangan ZMPT101b, dan *ethernet shield*, serta ubidot sebagai server menyimpanan dan penampilan data. Hasil penelitiam ini diperoleh akurasi perbandingan antara hasil yang terbaca pada tampilan *monitoring* dengan alat ukur referensi, yaitu akurasi sensor tegangan 98,93%, akurasi sensor arus 95,66%, dan akurasi hasil konsumsi daya listrik 97,56.

Anggher Dea Pangestu, Feby Ardianto, Bengawan Alfaresi (2019) melakukan penelitian sistem monitoring secara *real-time* dengan menggunakan aduino nodemcu esp8266[8]. Peneliti menggunakan nodeMCU ESP8266 dengan mikrokontroler tambahan ATmega8 dan sensor arus ACS712. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua buah lampu LED sebagai beban induktif dan setrika listrik sebagai beban resistif. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada LCD dan aplikasi Blynk. Dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh tingkat akurasi pengukuran daya dengan tegangan tetap 220 Vac untuk beban induktif 96,33%, untuk beban resistif 99,75%, dan untuk beban induktif-resistif 99,8%.

H. Ida Lailatun, Rahmat Sabani, G. Mahardian Dwi Putra, Diah Ajeng S (2019) melakukan penelitian berkaitan dengan sistem otomasi PV dengan menggunakan 4 buah rangkaian LDR, LCD dan 2 buah motor servo sebagai penggerak[9]. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sensor yang menerima intensitas cahaya dan motor servo yang akan memutar PV menuju arah datangnya cahaya matahari. Hasil pengukuran daya mencapai 5,97 Watt pada intensitas matahari 1000,14 W/m^2, Nilai fill factor PLTS dinamis adalah 0,79 dan efisiensi panel surya tertinggi adalah 21,94% dengan daya 3,12 Watt.

I Gusti Putu Mastawan Eka Putra, Ida Ayu Dwi Giriantari, dan Lie Jasa (2017) melakukan penelitian berkaitan dengan *monitoring* daya listrik dengan menggunakan *wireless sensor network* sebagai implementasi IoT[10]. *Wireless sensor network* yang dirancang menggunakan Atmega328P sebagai mikrokontroler, transformator *step down* sebagai sensor tegangan, dan sensor SCT013 sebagai sensor arus, sedangkan penguhubung dengan jaringan Wi-Fi menggunakan modul ESP8266. Pada penelitian ini informasi parameter listrik ditampilkan mealalui aplikasi android dan *web browser*. Hasilnya sistem yang dibuat dapat me-*monitor* parameter listrik AC seperti tegangan efektif, arus efektif, daya aktif, daya semu,faktor daya, dan jumlah daya listrik, serta mampu mengontrol beban listik melalui internet.

Dari keempat penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengukuran parameter PLTS seperti tegangan, arus, daya bangkit, irradiasi matahari dan pembebanan dapat dilakukan dengan perangkat sistem *monitoring* melalui aplikasi android ataupun *web server*. Perangkat minimum terdiri dari mikrokontroler, rangkaian pembagi tegangan DC, sensor arus ACS712 20 Ampere, sensor ZMPT101b, sensor BH1750, dan ESP8266. Dari keempat penelitian tersebut juga diketahui bahwa pengukuran arus dengan ACS712 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dari pada SCT013.

Pada penelitian ini penulis akan membangun sistem *monitoring* yang terintegrasi dengan IoT dimana *monitoring* dapat dilakukan pada proses pembangkitan listrik dan pembebanan. Sistem *monitoring* yang dibangun dilengkapi dengan sensor BH1750 dan tampilan daya bangkit sehingga akumulasi pembangkitan daya lebih akurat, selain itu juga dibangun sistem *Automatic Transfer Switch* sederhana sebagai perangkat tambahan yang berfungsi untuk mengatur perubahan sumber suplai beban sekunder rumah saat beban puncak(17:00-22:00) dari PLN ke aki. Agar memudahkan pengguna dalam memantau, penulis membangun aplikasi android menggunakan *platform* MIT app inventor dengan *cloud-server* Thingspeak.

2.2. Tinjauan Komponen Penelitian

2.2.1. Arduino Mega

Board Arduino Mega 2560 adalah sebuah Board Arduino yang menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560.Board ini memiliki Pin I/O yang relatif banyak, 54 digital Input / Output,15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog Input, 4 UART. Arduino Mega 2560 di lengkapi kristal 16. Mhz. Untuk penggunaan relatif sederhana tinggal menghubungkan power dari USB ke PC / Laptop atau melalui Jack DC pakai adaptor 7-12 V DC. Tampak fisik Arduino Mega 2560 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Gambar 2. 1 Arduino Mega 2560

Spesifikasi Arduino Mega 2560[11] seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega.

Operating voltage	**5 V**
Input voltage	7-12 V
Digital I/O pins	54
Analog input pins	16
DC current per I/O pin	20 mA
Flash memory	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 MHz
Dimensi	101,5 mm x 53,4 mm
Dc current for 3,3 V pin	50 mA

2.2.2. Sensor Tegangan ZMPT101b

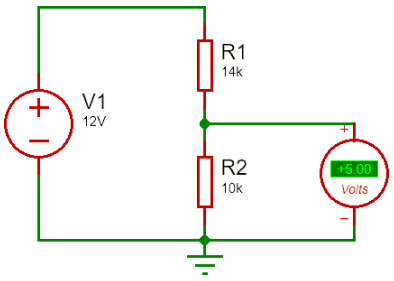
Gambar 2. 2 Sensor Tegangan AC ZMPT101b.

Single phase AC voltage sensor ZMPT101B adalah modul untuk mengukur tegangan AC 220V 1 phase. Modul ini memiliki builtin transformer step down AC to AC 2mA tipe ZMPT101B dan rangkaian komparator untuk mengubah besar tegangan ac menjadi lebih rendah (arduino / microcontroller compatible) sehingga aman untuk dihubungkan ke Arduino atau microcontroller anda. Output modul ini adalah analog, bisa anda hubungkan ke input analog (ADC) di arduino / microcontroller anda. Modul ini cocok untuk diaplikasikan ke project meteran listrik, AC voltage measuring/monitoring, dan lain-lain. Tampak fisik dan spesifikasi [12] modul sensor tegangan ZMPT101b seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor ZMPT101b.

Supply Voltage	5 - 30 Vdc
Operating Range	250 Vac
Linearitas	<0.2%
Operating Temperature	- 40℃ - + 60℃
Dimensi	19mm x 50mm
Rated input current	2 mA
Tegangan isolasi	4000 V

2.2.3 Rangkaian Pembagi Tegangan DC



Gambar 2. 3 Rangkaian Pembagi Tegangan DC.

Skematik pengukuran tegangan DC menggunakan prinsip rangkaian pembagi tegangan. Agar bisa terbaca oleh mikrokontroler dimana tegangan maksimum harus sebesar 5 V, maka kita akan mengubah nilai resistor yang sesuai dengan input tegangan yang ada.

2.2.4 Sensor Arus ACS712

Gambar 2. 4 Sensor ACS712

Sensor arus ACS712 merupakan sensor berbasis Allegro ACS712ELC chip yang mana menggunakan teknologi *hall effect* untuk mengukur arus AC dan DC [13]. Tampak fisik sensor ACS712 seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Modul sensor arus ACS712 tersedia pada *range* pembacaan arus 5A, 20A, dan 30A. Pada penggunaannya, sensor ini bersifat *plug and play* dimana memliki 5 pin yaitu pin vcc, pin ground, pin *output*, dan 2 pin untuk menghubungkan modul sensor ke beban secara seri. Spesifikasi [14] modul sensor ACS712 seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi ACS712.

Supply Voltage	5 Vdc nominal
Measurement Range	-20 to +20 A
Scale Factor	100 mV per A / module
Dimensi	31mm x 13mm
Bandwidth	80 kHz
Resistansi Konduktor	1,2 MW
Isolasi tegangan	2,1 kV RMS
Total output error	1,5%

2.2.5 BH1750 GY302

Gambar 2. 5 Sensor BH1750 GY302

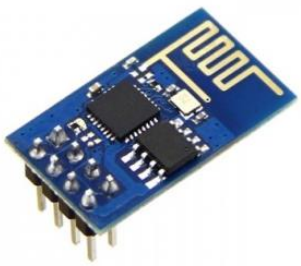
BH1750 GY302 adalah sebuah IC sensor yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya sekitar dalam ukuran atau satuan lux. Sensor ini menggunakan protokol I2C untuk komunikasi dengan mikrokontroller atau minimum sistem. Tampak fisik dan spesifikasi [15] sensor BH1750 GY302 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 dan Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 sensor BH1750 GY302

Logic input interface	1,8 V
Variasi pengukuran	20%
Light noise reject function	50/60 Hz
Supply voltage	4,5 V
Operating Temperature	-40 ^{o}C → 85^{o}C
Storage Temperature	-40 ^{o}C → 100^{o}C
SDA Sink Current	7 mA
Power Dissipation	260 mW

2.2.6 ESP8266

ESP8266 adalah modul yang bersifat SoC (*System on chip*) dan terintegrasi dengan Wi-Fi sehingga memiliki penggunaan daya yang efisien, desain yang ringkas, dan kinerja yang andal untuk IoT(*Internet Of Things*) [16]. Hal ini dikarenakan ESP8266 mengintegrasikan antena, balun RF, penguat daya, penguat penerima derau rendah, filter, dan modul manajemen daya.



Gambar 2. 6 Modul ESP8266

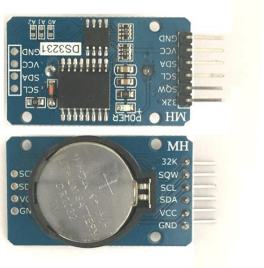
ESP8266 memiliki rentang frekuensi Wi-Fi 2.4G – 2.5G dengan antena PCB trace yang dapat ditambahkan antena eksternal. *Hardware* ESP8266 memiliki tegangan operasi 2.5V – 3.6V dan arus operasi 80 mA. Selain itu pengguna dapat mengkonfigurasikan ESP8266 dengan aplikasi android/IOS maupun *cloud-server*. Tampak fisik [17] dan spesifikasi [16] ESP8266 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 dan Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Spesifikasi ESP8266

Operating voltage	2.5 V - 3.6 V
Frequency range	2.4G ~ 2.5G (2400M ~ 2483.5M)
TX Power	802.11 b: +20 dBm 802.11 g: +17 dBm 802.11 n: +14 dBm
Rx Sensitivity	802.11 b: –91 dbm (11 Mbps) 802.11 g: –75 dbm (54 Mbps) 802.11 n: –72 dbm (MCS7)
CPU	Tensilica L106 32-bit processor
Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
	GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
Operating Voltage	2.5V ~ 3.6V
Operating Current	Average value: 80 mA
Operating Temperature Range	–40°C ~ 125°C
Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App
Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)

2.2.7 *Real time clock* (RTC)

Modul RTC adalah pewaktu elektronik yang dipasang chip yang dapat menghitung waktu dalam rentang detik hingga tahun. Modul ini dilengkapi baterai sehingga dapat menyimpan atau menjaga data waktu tersebut secara *real time*. Chip RTC dapat dijumpai pada *motherboard* PC untuk menyimpan informasi jam terkini. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu karena menggunakan osilator kristal. Salah satu RTC yang mudah digunakan adalah DS3231.



Gambar 2. 7 DS3231 RTC Module

2.3 Tinjauan Metode Pengolahan data

Percentage Error (PE) adalah metode uji yang dilakukan untuk mengukur *error*[18]. Rumus untuk mencari PE seperti yang ditunjukkan pada persamaan 1

$$PE = \frac{|Pendekatan - Nilai\ Target|}{Nilai\ Target}\ x\ 100\% \qquad \text{... (1)}$$

Daya bangkit dihitung dengan mengalikan tegangan dan arus yang terbaca pada rangkaian pembagi tegangan dan ACS712, seperti ditunjukkan persamaan 2

$$Watt = Vdc\ x\ Iac \qquad \text{... (2)}$$

Konversi satuan pembacaan sensor BH1750 dihitung dengan mengubah parameter lux yang terbaca menjadi satuan irradian yaitu watt/m^2, seperti ditunjukkan persamaan 3 :

Note : 1 lux = 0,0079 watt/m^2 5,396 = konstanta kalibrasi sensor

$$\frac{\text{watt}}{\text{m}^2} = \frac{(lux\ x\ 0{,}0079)}{5{,}396} \qquad \text{... (3)}$$