

Real Time Data Logger untuk kWh Meter Digital Satu Fasa Berbasis Internet of Things (IoT) dan Cloud Storage

Mellynda Novi P, Kharisma Bani Adam, S.T., M.T., Ph.D, Dr. Ir. Sony Sumaryo, M.T
Fakultas Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro
Universitas Telkom

**e-mail: mellyndanovi@student.telkomuniversity.ac.id,
kharismaadam@telkomuniversity.ac.id, sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id**

ABSTRAK

Berdasarkan artikel pada Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pemborosan energi listrik pada skala rumah tangga mencapai 10%. Salah satu penyebab pemborosan listrik adalah kurangnya kesadaran pengguna untuk mengontrol pemakaian listriknya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah perangkat *real time data logger* berbasis *internet of things* (IoT) dan *cloud storage* untuk memudahkan pengguna dalam memonitoring konsumsi listriknya dengan harapan dapat menumbuhkan kesadaran pengguna untuk mengontrol penggunaan listrik. Terintegrasinya perangkat *data logger* dengan IoT dan *cloud storage*, pengguna dapat memonitoring penggunaan listrik dari jarak jauh dan data tersebut akan tersimpan sehingga dapat digunakan untuk perbandingan konsumsi listrik.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dirancang mampu memonitoring konsumsi listrik dengan menggunakan ponsel pintar melalui Blynk dan personal komputer dengan mengakses database melalui website dengan baik. Waktu rata-rata pengiriman data dari mikokontroler ke *platform* Blynk adalah 1 detik dan 8 detik untuk pengiriman data dari mikokontroler ke database. Nilai maksimum *error* yang didapat sebesar 0,080, persentase *error* sebesar 0,55%, dan akurasi sebesar 100%.

Kata Kunci : *Real-time, Data Logger, Cloud Storage, Internet of Things (IoT), Database.*

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan artikel Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) penyebab pemborosan energi listrik adalah 80% oleh manusia dan 20% oleh faktor teknis, sedangkan pemborosan listrik pada skala rumah tangga mencapai 10% [1]. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya kesadaran pengguna untuk mengontrol penggunaan listrik yang menyebabkan terjadinya pemborosan listrik.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk memonitoring pemakaian listrik secara *real-time* dimana, data konsumsi listrik akan diterima oleh pengguna setelah data tersebut dikirimkan oleh sistem dengan waktu kirim yang telah diatur, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan kontroling listriknya, dengan harapan

kemudahan ini dapat meningkatkan kesadaran pengguna untuk lebih bijak dalam menggunakan listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang perangkat *real time data logger* berbasis *internet of things* (IoT) dan *cloud storage* pada skala rumah tangga. Sehingga pengguna dapat mengakses data konsumsi listrik hanya dengan gawai pribadi selama terhubung ke internet dan data konsumsi listrik pun dapat tersimpan sehingga data tersebut dapat dijadikan untuk data perbandingan konsumsi listrik.

Data diperoleh dari kWh meter antara lain; arus (I), tegangan (V), energi listrik (kWh), daya aktif (kW), daya reaktif (kVar), daya semu (kVa), frekuensi (Hz), dan daya faktor secara *real time* [2].

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Real Time Data Logger

Real time data logger adalah sebuah perangkat yang membaca dan mengirimkan data dari sebuah sensor atau perangkat sejenisnya yang dihubungkan ke komputer untuk mengirimkan hasil pembacaan data secara *real time* [3].

Real time adalah waktu respon sistem (penerimaan data) yang lebih kecil dari rentang waktu (pengiriman data) yang digunakan [4].

2.2 kWh Meter Digital

kWh meter digital adalah perangkat utama pada perancangan ini yang berfungsi untuk mengukur dan menghitung pemakaian energi listrik.

Cara kerja dari kWh meter digital yaitu mengkonversi sinyal analog dari arus dan tegangan yang terukur pada sensor arus dan tegangan pada kWh meter digital menjadi sinyal digital dengan mengambil nilai-nilai sampel (*sampling*) dari sinyal analog arus dan tegangan diskrit secara periodik setiap periode *sampling*. Sehingga energi listrik dapat diketahui dari perhitungan proses perkalian arus dan tegangan setiap selang waktu (*sampling time*) tertentu [5].

Energi listrik rata-rata dihitung dengan proses multiplikasi bilangan biner. Mengukur jumlah energi listrik pada kWh meter satu fasa dengan mengukur hasil kali tegangan, arus, faktor daya dan waktu yang dapat ditulis sebagai berikut.

$$\frac{V \cdot I \cdot \cos \phi \cdot t}{100} \text{ atau } \frac{P_{\text{total}} \cdot t}{1000} \quad (2.1)$$

Keterangan: P = Daya (Watt)

E = Energi listrik (kWh)

t = waktu

Faktor daya merupakan nilai perbandingan antara besaran daya aktif dengan daya semusudut fasa yang memiliki perasamaan rumus sebagai berikut.

$$\frac{P}{V \times I} = \cos \phi$$

$$\frac{Q \times 1000}{V \times I} \quad (2.2)$$

Keterangan: P = Daya aktif (Watt)

Q = Daya reaktif (VAR)

Jika nilai daya aktif sama dengan daya semu maka faktor daya akan bernilai 1, artinya tidak ada kehilangan daya atau dianggap tidak memiliki faktor daya. [6].

2.3 Segitiga Daya [7]

Di dalam pengukuran energi listrik pada kWh meter digital terdapat tiga daya yang terdiri dari daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Hubungan dari ketiga daya inilah yang disebut dengan segitiga daya.

A. Daya Aktif (P)

Daya aktif (P) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya dengan satuan Watt.

Daya aktif menunjukkan adanya aliran energi listrik dari pembangkit listrik ke beban. Rumus untuk menentukan daya aktif adalah.

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad (2.1)$$

B. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif (Q) adalah jumlah daya yang diperlukan untuk membangkitkan medan magnet dan dinyatakan sebagai satuan Volt-Ampere-Reaktif (VAR).

Beban yang menimbulkan daya reaktif adalah beban yang bersifat resistif. Beban resistif merupakan suatu resistor murni yang hanya menyerap daya aktif dan tidak

menyerap daya reaktif atau yang memiliki sifat yang sama dengan resistor.

Rumus untuk menentukan daya reaktif adalah.

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi \quad (2.1)$$

C. Daya Semu (S)

Daya semu adalah daya yang dihasilkan dari perkalian antara tegangan efektif (V_{rms}) dengan arus efektif (I_{rms}). Satuan daya nyata adalah Volt-Ampere (VA).

$$S = V \times I \quad (2.1)$$

2.4 RS 485 [8]

RS 485 adalah perangkat yang digunakan sebagai protokol komunikasi

yang berfungsi sebagai *Slave* dengan menerima perintah dari mikokontroler.

RS 485 digunakan sebagai penghubung komunikasi antara kWh meter digital (objek penelitian) dengan mikokontroler untuk membaca data pada kWh meter.

Format data dari RS 485, diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 2.1 Format data RS 485.

1. **Address** : berisi alamat slave yang akan dituju.
2. **Function code**: Perintah yang akan dikerjakan oleh RS 485.
3. **Data** : berisi alamat register dari *slave* dengan rumus:
 $N \times 8\text{bit}$, N adalah Panjang data yang akan dibaca dan 8bit adalah alamat datanya.
4. **Error check**: berisi biner sepanjang 16bit untuk mevalidasi alamat register yang diminta.

Penyimpanan data pada RS 485 dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 1. Penyimpanan data pada RS 485.

Primary Tables	Object Type	Type of	Comments
Coils	Single bit	Read - Write	Master&Slave bisa merubah data coil
Discretes Input	Single bit	Read - Only	Data hanya bisa dirubah slave
Input Registers	16-bit word	Read - Only	Data hanya bisa dirubah slave

Holding Registers	16-bit word	Read - Write	Master&Slave bisa merubah data register
-------------------	-------------	--------------	---

2.5 ESP 32-Dev

ESP 32 merupakan sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik yang dibekali dengan perangkat Wi-Fi yang dapat diimplementasikan dengan konsep IoT dan juga terdapat perangkat Bluetooth di dalamnya [9].

ESP 32 digunakan sebagai mikokontroler pada penelitian ini yang bertugas sebagai Master dan mengirimkan data hasil pembacaan RS 485 ke internet.

2.6 Platfoam IoT Blynk

Blynk adalah salah satu *platform* IoT dengan sistem operasi iOS maupun Android sebagai kendali jarak jauh dengan menggunakan modul ESP 8266/32, Arduino Rasberry Pi dan perangkat sejenis lainnya melalui internet. Aplikasi Blynk sebagai *user interface* untuk memonitoring data [10].

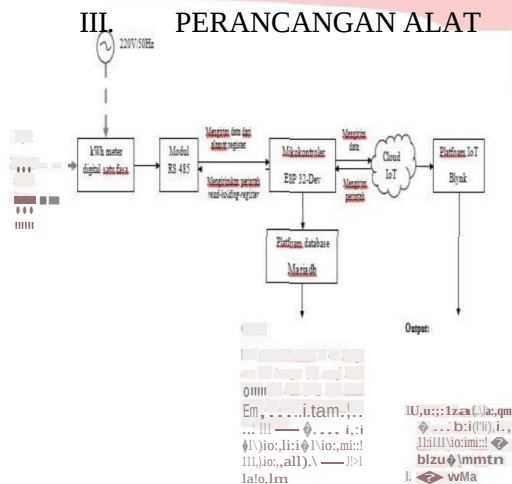
2.7 Database SQL

Database adalah sebuah sistem berbasis komputer untuk menyimpan, mengelola, dan mengambil data sangat cepat. Database membagikan dan mengintegrasikan dengan komputer yang menyimpan data dari *end-user* dan metadata atau data yang terintegrasi melalui *end-user*. SQL adalah bahasa yang digunakan sebagai query (perintah) dalam database [11][12]. Data yang diakses dari database inilah yang disebut sebagai *cloud storage* yaitu penyimpanan data yang terintergrasi dengan internet.

2.7.1 MariaDB

MariaDB adalah salah satu *platform* database untuk sistem manajemen berbasis data SQL.

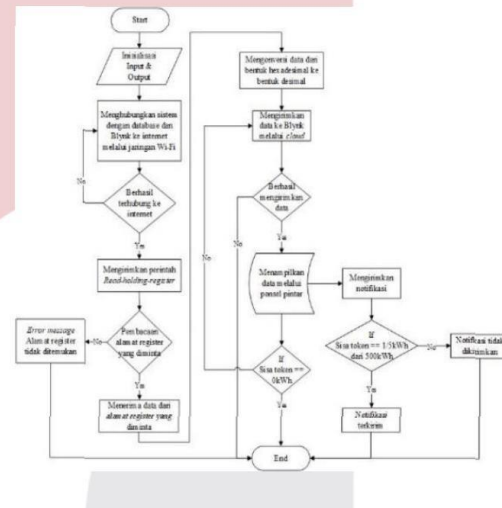
Untuk manajemen database MariaDB menggunakan empat metode yang paling umum dan banyak digunakan yaitu dengan phpMyAdmin (atau piranti *administrative* lainnya), PHP, SQL Scripts, dan *Command line* [12].



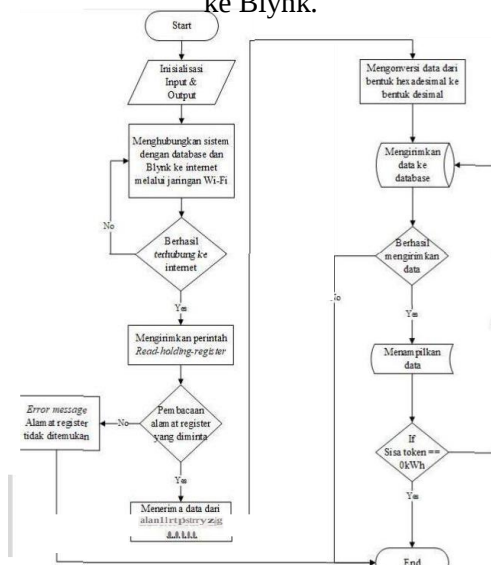
Gambar 3.1 Diagram Blok Keseluruhan Sistem.

Input dari perancangan ini adalah berupa nilai dari parameter listrik dari beban yang terbaca oleh kWh meter digital. Hasil pembacaan dari kWh meter digital inilah data yang akan dibaca dan dikirimkan oleh RS 485 ke mikokontroler setelah mendapat perintah berupa *read-holding-register*. Kemudian data tersebut dikirimkan ke internet untuk di tampilkan ke aplikasi Blynk melalui *cloud* IoT dikarenakan Blynk diletakkan pada ponsel pintar sehingga untuk komunikasi antar dua device yang berbeda memerlukan *cloud*. Mikokontroler juga mengirimkan data dari RS 485 ke database untuk disimpan dan ditampilkan melalui website tanpa melalui *cloud* karena database menggunakan *localhost*. Output dari Blynk yaitu konsumsi listrik (kWh), daya aktif (kW), daya reaktif (kVar), frekuensi (Hz), sisa token dan notifikasi berupa pesan yang berisi sisa token dan besar energi listrik yang terpakai. Sedangkan output dari

database adalah keseluruhan parameter listrik pada kWh meter digital.



Gambar 3.2 *Flowchart* Pengiriman Data ke Blynk.



Gambar 3.3 *Flowchart* Pengiriman Data ke Database

IV. PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Pengujian yang pertama yaitu menentukan *round trip time* dari database dan Blynk dengan waktu selang pada database 120detik dan Blynk 1detik. Pengujian dilakukan dengan meletakkan database dan Blynk dengan tiga jarak yang berbeda dari perangkat *data logger* untuk

mendapatkan *round trip time* dari ketiga jarak yang berbeda dengan membandingkan waktu pada Blynk dan database dengan serial monitor. Jarak yang digunakan adalah 5 meter, 10 meter dan 15 meter dengan kecepatan Wi-Fi yang digunakan adalah 3,87Mbps.

Round trip time adalah waktu pengiriman dan penerimaan data pada operasional sistem.

21	9s	8s	8s
22	8s	8s	9s
23	8s	9s	8s
24	8s	8s	8s
25	8s	8s	8s
26	9s	8s	8s
27	8s	9s	9s
28	8s	8s	8s
29	9s	8s	8s
Rata-rata	8,24	8,24	8,27

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Round Trip Time dari Database.

Data ke-	Jarak Pengukuran		
	5 Meter	10 Meter	15 Meter
1	8s	8s	8s
2	8s	8s	8s
3	8s	9s	8s
4	8s	8s	8s
5	9s	8s	9s
8	8s	9s	8s
6	8s	8s	8s
7	8s	8s	8s
8	8s	9s	8s
9	9s	8s	8s
10	8s	8s	8s
11	8s	8s	9s
12	9s	9s	9s
13	8s	8s	8s
14	8s	9s	8s
15	8s	8s	9s
16	8s	8s	8s
17	9s	8s	8s
18	8s	8s	9s
19	8s	8s	9s
20	8s	9s	8s

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Round Trip Time dari Blynk.

Data ke-	Jarak Pengukuran		
	5 Meter	10 Meter	15 Meter
1	1s	1s	1s
2	1s	1s	1s
3	1s	1s	1s
4	1s	2s	2s
5	2s	1s	1s
6	1s	1s	1s
7	1s	2s	2s
8	2s	1s	1s
9	1s	1s	1s
10	1s	2s	2s
11	2s	1s	1s
12	1s	1s	1s
13	1s	1s	2s
14	2s	2s	1s
15	1s	1s	1s
16	1s	1s	2s
17	2s	2s	1s
18	1s	1s	1s
19	1s	1s	1s
20	1s	2s	2s
Rata-rata	1,25	1,3	1,3

Pengujian yang kedua adalah pengujian untuk pengiriman notifikasi setiap pemakaian listrik mencapai 100kWh atau kelipatannya. Pengujian dilakukan dengan tiga tahap, sebagai berikut.

Tahap 1: Variabel token diberikan nilai 400kWh, 300kWh, dan 200kWh dengan asumsi token yang terpakai sebesar 100kWh, 200kWh, dan 300kWh. Diharapkan sistem mampu mengirimkan notifikasi dengan menampilkan energi listrik yang telah terpakai dan sisa token. Sistem beroperasi normal.

Tahap 2: Variabel token diberikan nilai

150kWh

dengan asumsi token yang terpakai sebesar 350kWh. Diharapkan sistem tidak mengirimkan notifikasi. Sistem beroperasi normal.

Tahap 3: Variabel token diberikan nilai 0kWh dengan asumsi token yang terpakai sebesar 500kWh. Pada kondisi ini diharapkan sistem tidak mengirimkan notifikasi dan sistem berhenti.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pengiriman					
Da ta ke-	Tok en	Notifikasi		Kondisi Sistem	
		Terk irim	Tida k Terk irim	Nor mal	Ber hent i
1	400 kWh	✓	-	✓	-
2	300 kWh	✓	-	✓	-
3	200 kWh	✓	-	✓	-
4	150 kWh	-	✓	✓	-
5	0k Wh	-	✓	-	✓

Pengujian ketiga yaitu membandingkan pengukuran nilai kWh dari data logger dan

Tujuan dari pengujian ini untuk mendapatkan nilai error, persentase error dan akurasi dari data logger dengan kWh meter digital pada rumah tangga.

$$\text{Error} = \text{Data Logger} - \text{Wattmeter}$$

(4.1)

$$\text{Error} (\%) = \frac{\text{Error}}{\text{Wattmeter}} \times 100$$

(4.2)

$$\text{Akurasi} (\%) = 100 - \text{Error}$$

(4.3)

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Nilai kWh dari Data Logger dengan Wattmeter.

Da ta ke-	Pembacaan nilai kWh		Erro r	Per cent Err or (%)	Ak ur asi (%)
	Data Logg er	Watt mete r			
1	0,0 kWh	0,080 kWh	0,080	0	100%
2	0,1 kWh	0,155 kWh	0,055	0,55	99,45
3	0,2 kWh	0,235 kWh	0,035	0,17	99,83
4	0,3 kWh	0,311 kWh	0,011	0,03	99,97
5	0,3 kWh	0,375 kWh	0,075	0,25	99,75
6	0,4 kWh	0,447 kWh	0,047	0,11	99,89
7	0,5 kWh	0,523 kWh	0,023	0,04	99,96
8	0,6 kWh	0,600 kWh	0	0	100
9	0,6 kWh	0,670 kWh	0,070	0,11	99,89

kWh meter digital pada rumah tangga dengan alat ukur Wattmeter.

10	0,7	0,748	0,048	0,06	99,94
	h	kWh			

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Nilai kWh dari kWh Meter Digital dengan

No	Wattmeter.		Error (%)	Persentase Error (%)	Rasio (%)
	Nilai kWh Meter Digital	Wattmeter			
1	0,08 kWh	0,080 kWh	0	0	100
2	0,16 kWh	0,155 kWh	0,005	0,03	99,97
3	0,23 kWh	0,235 kWh	0,005	0,02	99,98
4	0,30 kWh	0,311 kWh	0,011	0,03	99,97
5	0,37 kWh	0,375 kWh	0,005	0,01	99,99
6	0,45 kWh	0,447 kWh	0,003	0	100
7	0,52 kWh	0,523 kWh	0,003	0	100
8	0,59 kWh	0,600 kWh	0,010	0,01	99,99
9	0,66 kWh	0,670 kWh	0,010	0,01	99,99
10	0,75 kWh	0,748 kWh	0,002	0	100

4.2 Analisa Hasil

Round trip time dari database yaitu sebesar 8 detik/data dan terdapat beberapa data dengan *round trip time* 9 detik/data pada ketiga jarak yang digunakan. Rata-rata *round trip time* pada jarak 5 meter dan 10 meter lebih kecil yaitu 8,24 detik

8,27 detik. Dari pengujian tersebut sistem data logger dapat menyimpan data ke dalam database secara *real-time* dengan waktu selang 120 detik dengan *round trip time* sebesar 8 detik.

Round trip time dari Blynk yaitu sebesar 1 detik/data dan terdapat beberapa

data dengan *round trip time* 2 detik/data pada ketiga jarak yang digunakan. Rata-rata *round trip time* yang didapat dari ketiga jarak pengiriman adalah 1,25 detik pada jarak 5 meter, sedangkan pada jarak 10 meter dan 15 meter lebih besar dibandingkan pada jarak 5 meter yaitu sebesar 1,3 detik. Dari pengujian tersebut data dapat ditampilkan oleh Blynk secara *real-time* dengan waktu waktu selang 1 detik dengan *round trip time* sebesar 1 detik.

Pada pengujian untuk pengiriman notifikasi sebagai fitur pengingat untuk pengguna mampu memenuhi target yang diharapkan yaitu notifikasi dapat terkirim setiap pemakaian listrik mencapai 100 kWh atau kelipatannya. Ketika pemakaian listrik kurang dari 100 kWh notifikasi tidak terkirim dan sistem tetap dapat digunakan untuk memonitoring pemakaian listrik maupun menyimpan data pada database dan ketika token bernilai 0kWh, maka sistem akan berhenti mengirimkan data ke Blynk maupun ke database dan notifikasi tidak terkirim.

Berdasarkan hasil pengujian pada **Tabel 4.4** maka didapatkan nilai minimum

error dari *data logger* sebesar 0, persentase *error* sebesar 0% dan akurasi sebesar 99,45%, sedangkan nilai minimum *error* dari kWh meter digital yang disajikan pada **Tabel 4.5** sebesar 0, persentase *error* sebesar 0% dan akurasi sebesar 99,97%.

Nilai maksimum *error* dari *data logger* 0,080 , persentase *error* sebesar 0,55%, dan akurasi sebesar 100%, sedangkan nilai maksimum *error* dari kWh meter digital 0,010 , persentase *error* 0,03% dan akurasi sebesar 100%.

V. KESIMPULAN

1. Sistem data logger dapat menampilkan dan menyimpan data secara *real time* dengan waktu selang yang digunakan untuk menyimpan data pada database 120detik dan Blynk 1detik dengan *round trip time* 8detik untuk database dan 1detik untuk Blynk.
2. Pengiriman notifikasi dapat terkirim setiap pemakaian listrik mencapai 100kWh atau kelipatannya dan Ketika token bernilai 0kWh, sistem data logger berhenti.
3. Nilai minimum *error* dari *data logger* sebesar 0, persentase *error* sebesar 0% dan akurasi sebesar 99,45% sedangkan nilai minimum *error* dari kWh meter digital sebesar 0, persentase *error* sebesar 0% dan akurasi sebesar 99,97%. Nilai maksimum *error* dari data logger 0,080 , persentase *error* sebesar 0,55%, dan akurasi sebesar 100% sedangkan nilai maksimum *error* 0,010 , persentase *error* 0,03% dan akurasi sebesar 100%.
4. Posisi perangkat *data logger* dengan lokasi database maupun Blynk mempengaruhi besarnya waktu yang dibutuhkan sistem untuk pengiriman data.
5. Nilai *error* pengukuran kWh dari data logger terlihat lebih besar

dibandingkan dengan kWh meter digital dikarenakan perbedaan dari nilai ketelitian pengukuran kWh dari data logger sebesar 0,1kWh sedangkan kWh meter digital sebesar 0,01kWh dan Wattmeter sebesar 0,001kWh.

REFERENSI

1. Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. (2017). Capaian 2017 dan Outlook 2018 Subsektor Ketenagalistrikan dan EBTKE. (bab 1 parag.1, listrik)
2. Prihartomo Dimas Dwiky, dkk. "Rancang Bangun Aplikasi Pencatatan Dan Pengolahan Data Pemakaian Kwh (Kilowatt Hour) Listrik Digital." Justin. Vol.04 No.02. Universitas Tanjungpura. 2016.
3. I Putu Gede Mahendra Sanjaya, dkk. "Rancang bangun Sistem Data Logger Berbasis Visual pada Solar Cell". ISSN 1693 – 2951 Vol.06 No.03. IEEE. Desember. 2017
4. Egia Rosi Subhiyanto, M.Kom., M.CS. "Rekayasa Perangkat Lunak Lanjut – *real time system*". eprints. UDINUS. Semarang.
5. Alghifary Dzar. A. M. "Perancangan Perangkat Manajemen dan Kendali Beban Listrik Berbasis *Internet of Things*." Buku Tugas Akhir. Bandung, 2020.
6. <http://www.info-elektro.com/2017/06/faktor-daya-pada-rangkaian-listrik-ac.html>
7. Belly, Alto. dkk. "Daya Aktif, Reaktif & Nyata." Teknik Elektro Universitas Indonesia. Jakarta. 2010. (untuk daya kompleks).
8. Website Zona Otomasi. <https://www.zonaotomasi.com/2017/03/29/mengenal-protokol-modbus-bagian-1/>
9. Iksan dan Gunawan. "Perancangan Stop Kontak Pengendali Energi Listrik Dengan Sistem Keamanan Hubung Singkat Dan Fitur Notifikasi Berbasis *Internet of Things* (Iot)." Scribd. Vol.11

- No.02 pp.83-92.Teknik Elektro Universitas Trisakti. Jakarta. Oktober, 2018.
10. Handi, dkk. “Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika *Fuzzy*.” Vol.3 No.4 pp. 3258-3265 e-ISSN: 2548-964X. Universitas Brawijaya. Surabaya. Januari, 2019.
 11. Coronel Carlos, dkk. “Database System Design, Implementation and Management Ninth Edition.” pp. 5-7 ISBN-10: 0-538-74884-2. Course Technology. Boston. 2011.
 12. West S. Adrian, Prettyman Steve. “Practical PHP 7, MySQL 8, and MariaDB Website Databases.” e-ISSN: 978-1-4842-3843-1 pp.2-3. APRESS. Florida. 2018.