

Prototype Tera Kwh Meter 3 Phasa Daya 6600 VA Berbasis Arduino

Arfiyan Dinata¹, Sofia Ariyani², Darma Arif Wicaksono³
^{1,2,3} Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jalan Karimata No. 49, Jember
E-mail: arfiyandinata@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan Listrik Negara atau disingkat PLN menggunakan Kwh meter 3 phasa sebagai alat ukur untuk mengetahui pemakaian listrik oleh pelanggan potensial. Dengan fungsi Kwh meter yang sangat berpengaruh pada pendapatan PLN tentu wajib selalu dipastikan bahwa Kwh meter yang akan dipasang di pelanggan memang dalam kondisi yang baik dan akurat maka proses tera Kwh meter perlu dilakukan untuk memastikan sebelum digunakan di pelanggan. Selama ini proses tera Kwh meter dilakukan dengan cara manual sehingga membutuhkan lebih banyak waktu dan cara manual juga pasti ada potensi *human error*. Pada penelitian saya ini mempunyai tujuan untuk merancang *prototype* tera Kwh meter 3 phasa secara otomatis berbasis arduino sehingga proses tera Kwh meter 3 phasa bisa menjadi lebih mudah dan cepat. Dilengkapi dengan sensor PZEM-004T untuk mengukur daya yang digunakan sebagai pembanding, sensor LDR untuk mendeteksi *impulse* / kedipan Kwh meter, dan arduino atmega 2560 yang berfungsi mengolah data yang diperoleh untuk mengetahui persentase error Kwh meter serta akan ditampilkan pada LCD. Data *output* yang lebih detail juga akan dikirim melalui modul wifi ESP8266 untuk direkam dan disimpan dalam aplikasi web *thingspeak* yang nantinya hasil rekam data tersebut mampu diakses oleh server kemudian dapat dibaca oleh user dimana saja dan kapan saja selama dapat terkoneksi dengan jaringan internet. Aplikasi web *thingspeak* ini juga mempunyai fitur *Export* data sehingga sangat memudahkan user untuk mengambil data yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut.

Kata kunci: Kwh meter, PZEM-004T, LDR, ESP8266, *thingspeak*

1. PENDAHULUAN

Tenaga listrik sangat bermanfaat untuk memajukan kesejahteraan umum, mencerdaskan kehidupan bangsa, dan meningkatkan perekonomian dalam rangka mewujudkan masyarakat adil dan makmur yang merata material dan spiritual berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar 1945. PLN sebagai perusahaan BUMN harus mampu memenuhi kebutuhan listrik yang begitu besar salah satunya adalah pengadaan Kwh meter 3 phasa. Dengan fungsi Kwh meter yang sangat berpengaruh pada pendapatan PLN maka wajib untuk selalu memastikan bahwa Kwh meter yang akan dipasang di pelanggan memang dapat bekerja dengan baik sebagai alat ukur pemakaian listrik di pelanggan sehingga tidak ada pihak yang dirugikan baik PLN maupun pelanggan[1].

Berdasarkan latar belakang tersebut maka saya tertarik untuk membuat penelitian dengan judul "Prototype Tera Kwh meter 3 Phasa Daya 6600 VA Berbasis Arduino". Dimana Penelitian saya ini mempunyai tujuan untuk merancang *prototype* tera Kwh meter 3 phasa agar lebih mudah dan cepat dengan merubah dari proses sebelumnya manual menjadi otomatis dengan berbasis arduino.

2. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian tentang alat ukur Kwh meter berbasis mikrokontroler sudah pernah dilakukan sebelumnya antara lain pertama pada tahun 2009 terdapat penelitian yang terkait oleh Sukarman, M. Khoiri, dan Swarnada Setiawan dari Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN Yogyakarta dengan judul "*Alat ukur KWh meter digital berbasis mikrokontroler Atmega 8 dengan range beban 0 – 450 Watt (untuk beban diatas 450 Watt belum dilakukan percobaan)*". Dimana hasil pengujian alat tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa alat KWh meter yang dibangun menggunakan mikrokontroler Atmega 8 dapat mengukur besar tegangan, arus dan besar pemakaian listrik dengan range beban 0 – 450 Watt. Kedua pada Tahun 2011 terdapat penelitian yang terkait oleh Fatsyahrina Fitriastuti dan Siswadi dari Universitas Janabadra Yogyakarta dengan judul "*Aplikasi KWh Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik*". Dimana hasil pengujian alat tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa alat KWh meter yang dibangun menggunakan mikrokontroler Atmega 32 dapat mengukur besar tegangan, arus dan besar pemakaian listrik pada waktu tertentu[2][3].

Penelitian yang akan saya buat memiliki prinsip kerja yang hampir sama dengan penelitian sebelumnya. Hasil output dari penelitian di atas adalah hanya mengukur tegangan, arus dan daya saja. Kelebihan pada penelitian yang akan saya buat ini lebih kompleks karena tidak hanya mengukur tegangan, arus dan daya saja tetapi juga membandingkan hasil ukur alat tersebut dengan hasil ukur Kwh meter PLN sehingga diketahui persentase error Kwh meter tersebut. Alat ini juga dilengkapi modul wifi sehingga data yang diperoleh dapat direkam dan disimpan dalam aplikasi web, data tersebut akan dapat diakses oleh user kapanpun dan dimanapun selama ada jaringan internet.

4.1 Kwh Meter

KWh meter adalah alat pengukur energi listrik yang mengukur secara langsung hasil kali tegangan, arus, factor kerja, kali waktu tertentu yang bekerja padanya selama jangka waktu tertentu. Dahulu KWh meter yang lazim digunakan oleh PLN adalah KWh meter berbentuk analog. Tapi seiring dengan perkembangan zaman, PLN mulai mengubah KWh meter analog menjadi KWh meter digital[4].

4.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai *UART (port serial hardware)*, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*[5].

4.3 PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah sensor yang dapat mengukur Arus, Tegangan, Power dan Energi dari listrik AC. Sensor ini mengeluarkan output dengan komunikasi serial. Jika kita ingin menghubungkan dengan Arduino maka komunikasi yang di gunakan adalah komunikasi serial. Dimensi fisik dari papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T dilengkapi dengan kumparan trafo arus diameter 3mm yang dapat digunakan untuk mengukur arus maksimal sebesar 100A[6].

4.4 LDR (*Light Dependent Resistor*)

Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Besarnya nilai hambatan pada Sensor Cahaya LDR (*Light Dependent Resistor*) tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. LDR sering disebut dengan alat atau sensor yang berupa resistor yang peka terhadap cahaya[7].

4.5 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik[8].

4.6 ESP8266 ESP-01

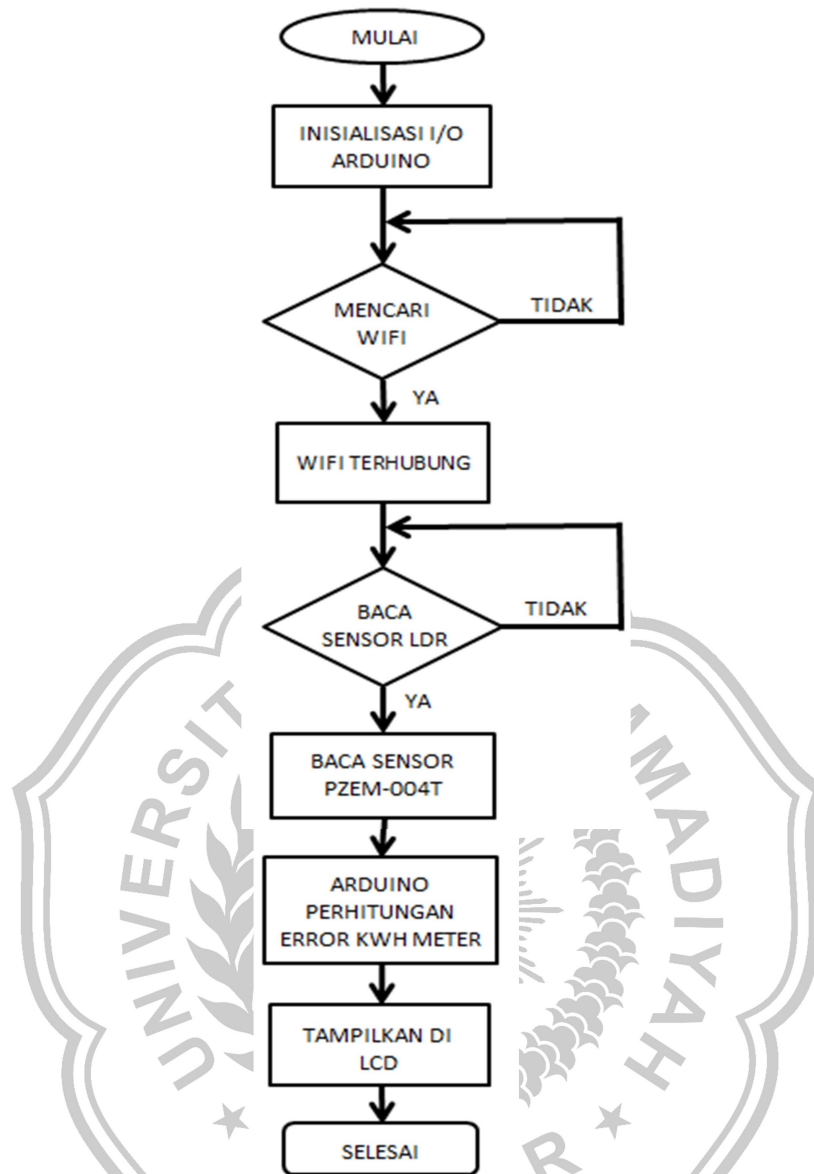
ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu Station, Access Point dan Both (Keduanya). Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang digunakan[9].

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dalam perancangan *prototype* tera Kwh meter 3 fasa secara otomatis berbasis arduino ini dilakukan dalam beberapa tahap antara lain:

1. Membuat blok diagram alat.
2. Perancangan pada perangkat keras (hardware)
3. Perancangan pada perangkat lunak (software)
4. Pengujian perangkat
5. Pengujian sistem.

Perancangan sistem merupakan realisasi suatu proses sesuai dengan rencana yang telah ditentukan. Perancangan dalam suatu sistem dimaksudkan untuk mendapatkan rangkaian yang sesederhana mungkin dan sesuai dengan spesifikasi alat atau sistem yang diinginkan. Perancangan sistem ditampilkan dalam bentuk flowchart agar lebih mudah memahami prinsip kerja alat yang akan dibuat. Flowchart sistem dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Sistem

Prinsip kerjanya yaitu pertama menginisialisasi Pin I/O pada Arduino. Selanjutnya secara otomatis mencari WIFI pada tampilan LCD muncul keterangan “Mencari Wifi”, setelah terhubung dengan WIFI pada tampilan LCD akan muncul keterangan “Wifi Terhubung”.

Pertama alat ini menggunakan Sensor cahaya LDR untuk mendeteksi Impuls Kwh dan selanjutnya timer arduino akan menghitung waktu per 5 kedipan, kemudian menggunakan rumus persamaan matematika untuk mengetahui daya yang diukur oleh KWh Meter (P1) secara otomatis. Setelah mengetahui nilai P1 maka dengan menggunakan Sensor PZEM-004T sebagai KWh meter pembanding akan mengukur arus, tegangan dan daya sehingga diketahui nilai daya pembanding (P2). Dengan diperoleh Daya yang diukur oleh KWh meter (P1) dan Daya Kwh Pembanding (P2) maka kita dapat mengetahui persentase error KWh meter tersebut dengan membandingkan nilai P1 dan P2. Jadi kesimpulannya alat ini akan menentukan error KWh meter dengan cara membandingkan KWh meter terhadap sensor PZEM-004T dan Arduino Atmega 2560 sebagai standar pembanding dan menampilkan data tersebut pada display LCD. Data output yang lebih detail juga akan dikirim melalui modul wifi ESP8266 untuk direkam dan disimpan dalam aplikasi web *thingspeak* yang nantinya hasil rekam data tersebut mampu diakses oleh server kemudian dapat dibaca oleh user dimana saja dan kapan saja selama dapat terkoneksi dengan jaringan internet. Aplikasi web *thingspeak* ini juga mempunyai fitur *Export* data sehingga sangat memudahkan user untuk mengambil data yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja dari alat Rancang Bangun *Prototype* Tera Kwh Meter 3 Phasa Daya 6600 VA Berbasis Arduino, maka dilakukan berbagai macam pengujian baik dalam sistem rangkaian, kinerja sensor, hingga pengujian alat secara individu maupun terpadu. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan semua sistem sudah berjalan dan berfungsi dengan baik.

4.1 Hasil Pengujian Deteksi Impulse (Sensor LDR)

Pengujian deteksi impulse sensor LDR bertujuan untuk mengetahui bahwa sensor LDR dapat mendeteksi jumlah kedipan impulse KWh meter secara tepat. Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Deteksi Impulse (Sensor LDR)

No	Kondisi Impulse	Output LCD	Hasil
1	Terang	1	Berhasil
2	Terang	2	Berhasil
3	Terang	3	Berhasil
4	Terang	4	Berhasil
5	Terang	5	Berhasil
6	Terang	6	Berhasil

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa sensor LDR dapat mendeteksi setiap kedipan dari impuls Kwh meter dengan baik dan selanjutnya ditampilkan jumlah impulse pada LCD.

4.2 Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

Pengujian sensor PZEM-004T bertujuan untuk mengetahui bahwa sensor PZEM-004T dapat mendeteksi Tegangan, Arus, Daya secara tepat dan membandingkannya dengan hasil ukur dari Alat ukur PLN. Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor PZEM-004T

No	Tang KW (Watt)	PZEM-004T (Watt)	Error (%)
1	845	853	-0,94 %
2	855	859	-0,47 %
3	866	868	-0,23 %
4	1069	1072,8	-0,35 %
5	1068	1073,4	-0,50 %
6	1075	1076,5	-0,14 %
7	1674	1685	-0,65 %
8	1704	1717	-0,76 %
9	1714	1728	-0,81 %
10	2153	2166,9	-0,64 %
11	2165	2171	-0,28 %
12	2156	2171,5	-0,71 %
13	2166	2172,3	-0,29 %
14	2509	2521	-0,48 %
15	3180	3174,5	0,17 %
16	3174	3196,9	-0,72 %
17	3184	3208,6	-0,77 %
18	3210	3223,1	-0,41 %
19	3232	3247,8	-0,49 %
20	3229	3252,1	-0,71 %
Rata – rata Error			± 0,53 %

Dari hasil pengujian sensor PZEM-004T dibandingkan dengan hasil ukur Tang KW PLN dapat disimpulkan bahwa maksimal persentase error sensor ini adalah 0,94 %.

4.3 Hasil Pengujian Perhitungan Waktu Oleh Timer Arduino

Pengujian Perhitungan waktu oleh timer arduino bertujuan untuk mengetahui bahwa timer arduino dapat melakukan perhitungan waktu dari data jumlah kedipan impulse KWh meter yang dideteksi oleh

sensor LDR yang diseting 5 impulse. Dengan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian Perhitungan Waktu Oleh Timer Arduino

No	Stopwatch (detik)	Arduino (detik)	Error (%)
1	26,32	26,47	-0,57 %
2	26,08	26,23	-0,58 %
3	26,01	26,22	-0,80 %
4	21,23	21,34	-0,52 %
5	21,01	21,04	-0,14 %
6	21,35	21,34	0,05 %
7	13,41	13,42	-0,11 %
8	13,03	13,08	-0,39 %
9	13,09	13,15	-0,46 %
10	10,45	10,44	0,12 %
11	10,42	10,44	-0,16 %
12	10,48	10,44	0,40 %
13	10,49	10,44	0,51 %
14	9,15	9,05	1,06 %
15	7,1	7,04	0,90 %
16	7,31	7,34	-0,37 %
17	7,21	7,14	0,99 %
18	7,29	7,23	0,83 %
19	7,21	7,16	0,70 %
20	7,06	7,04	0,33 %
Rata – rata Error			± 0,50 %

Dari hasil pengujian perhitungan waktu oleh timer arduino dibandingkan dengan hasil perhitungan waktu oleh stopwatch dapat disimpulkan maksimal persentase error adalah 0,99 %.

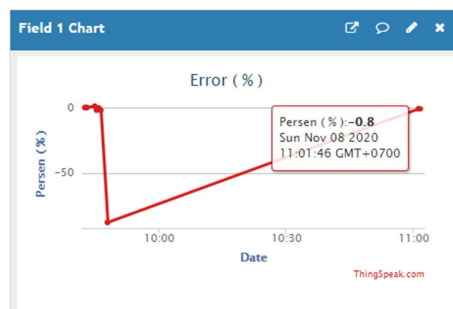
4.4 Hasil Pengujian Koneksi Web

Pengujian ini dilakukan untuk menguji koneksi pengiriman data dari alat ke web melalui jaringan internet. Diman data yang dikirim antara lain persentase Error, P1, P2, Time / 5 Imp, Arus R, Arus S, Arus T, dan Tegangan. Hasil pengujian sistem alat dengan koneksi web dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Delay Waktu Koneksi Alat ke Web

No	Jam Alat	Jam WEB	Selisih Alat - Web	Keterangan
1	06:42:56	06:43:16	00:00:20	Berhasil
2	06:43:16	06:43:41	00:00:25	Berhasil
3	06:43:36	06:44:36	00:01:00	Berhasil
4	07:02:46	07:03:07	00:00:21	Berhasil
5	07:04:34	07:04:34	00:01:15	Berhasil
Rata – rata delay			00:00:40	

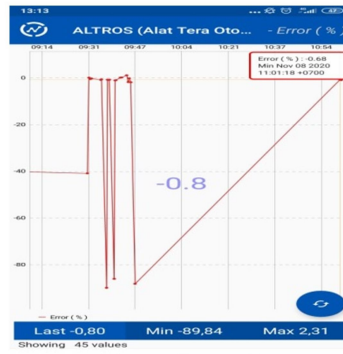
Dari pengujian diatas didapatkan rata-rata waktu delay pengiriman data dari alat ke web sebesar 40 detik. . Dibawah ini contoh tampilan web dan android pada field 1 yaitu persentase error Kwh meter.



Gambar 2. Tampilan Pada Web

Gambar diatas adalah detail tampilan pada field 1 yaitu monitoring persentase error Kwh meter pada web, data tersebut diambil pada tanggal 8 November 2020 dengan keterangan sebagai berikut :

1. Horizontal : Tanggal dan Jam pembacaan data
2. Vertikal : Persentase Error Kwh meter (%)



Gambar 3. Tampilan pada android

Gambar diatas adalah detail tampilan pada grafik 1 yaitu monitoring persentase error Kwh meter pada android, data tersebut diambil pada tanggal 8 November 2020 dengan keterangan sebagai berikut :

3. Horizontal : Tanggal dan Jam pembacaan data
4. Vertikal : Persentase Error Kwh meter (%)

4.5 Hasil Pengujian Tera Kwh Meter

Pengujian ini dilakukan dengan cara Kwh meter yang akan dilakukan pengujian adalah Kwh meter yang memang masih dalam keadaan baik, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Tera Kwh meter

No	P1 (Watt)	P2 (Watt)	Error (%)	Status	Keterangan
1	2946,18	2947,1	-0,03 %	Baik	Berhasil
2	2908,1	2942,7	-1,18 %	Baik	Berhasil
3	2908,1	2938,9	-1,05 %	Baik	Berhasil
4	2908,48	2940	-1,07 %	Baik	Berhasil
5	2908,1	2936,7	-0,97 %	Baik	Berhasil
6	2871,36	2886,5	-0,52 %	Baik	Berhasil
7	2871	2882,9	-0,41 %	Baik	Berhasil
8	3025,41	3032,6	-0,24 %	Baik	Berhasil
9	2985,27	3019,3	-1,13 %	Baik	Berhasil
10	2985,27	3011	-0,85 %	Baik	Berhasil
11	3152,58	3208,6	-1,75 %	Baik	Berhasil
12	3153,03	3223,1	-0,68 %	Baik	Berhasil
13	3152,58	3247,8	-1,39 %	Baik	Berhasil
14	3197,39	3252,1	-0,80 %	Baik	Berhasil
15	2984,88	3009	-0,80 %	Baik	Berhasil
16	3025,41	3012,6	0,43 %	Baik	Berhasil
17	2985,67	3022,1	-1,21 %	Baik	Berhasil
18	2985,27	3017,6	-1,07 %	Baik	Berhasil
19	3025,01	3006,5	0,62 %	Baik	Berhasil
20	2985,67	3025,2	-1,31 %	Baik	Berhasil
Rata – rata Error			± 0,87 %		

Dari hasil pengujian Tera Kwh meter diatas diketahui bahwa maksimal persentase error pada pengujian ini adalah -1,75 %. Dapat dikatakan *prototype* tera Kwh Meter 3 fasa daya 6600 VA berbasis arduino ini dapat bekerja sesuai dengan tujuan dari pembuatan dimana maksimal error alat ini adalah ± 1,93 %.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai tahapan yang telah dilakukan meliputi tahapan perancangan, perealisasiannya, pengujian, dan analisis maka secara keseluruhan dapat disimpulkan:

5.1 Kesimpulan

1. Rancangan *Prototype* Tera Kwh Meter 3 Phasa Daya 6600 VA Berbasis Arduino sudah sesuai yang diharapkan yaitu mampu mengambil data daya yang diukur oleh Kwh meter (P1), mengukur daya secara mandiri sebagai pembanding (P2), setelah itu menghitung persentase error Kwh meter dengan cara membandingkan data P1 dan P2. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa maksimal error alat ini adalah 1,93%.
2. Karakteristik Sensor PZEM-004T yaitu mampu mengukur arus maksimal 100 A, tegangan 80 – 260 VAC dan akurasi 1 %. Sesuai dengan hasil pengujian diketahui bahwa sensor PZEM-004T mempunyai maksimal error 0,94% sehingga dapat disimpulkan berfungsi dengan baik.
3. Karakteristik Sensor cahaya LDR dapat membaca kedipan / *impulse* Kwh meter dengan baik serta diketahui mempunyai persentase error perhitungan waktu kedipan / *impulse* oleh sensor LDR dan timer arduino maksimal 0,99% sehingga dapat disimpulkan berfungsi dengan baik.

5.2 Saran

1. Alat ini perlu dikembangkan menggunakan perangkat yang dapat langsung mengambil data daya (P1) dari dalam Kwh meter sehingga hasilnya akan lebih baik.
2. Alat ini perlu dikembangkan menggunakan perangkat yang lebih baik dari mikrokontroler yaitu *microprocessor* adalah perangkat yang dapat menjalankan beberapa perintah secara bersamaan / *multitasking* sehingga hasilnya akan lebih baik.
3. Alat ini perlu dikembangkan menggunakan sistem web berbayar sehingga fitur – fitur web dapat digunakan secara optimal tanpa batasan.

REFERENSI

- [1] Undang – undang RI Nomor 20 Tahun 2002 Tentang Ketenagalistrikan.
- [2] Sukarman. 2009. Perancangan Alat ukur KWh meter digital berbasis mikrokontroler Atmega 8 dengan range beban 0 – 450 Watt (untuk beban diatas 450 Watt belum dilakukan percobaan). Yogyakarta : Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN
- [3] Fitriastuti, Fatsyahrina. 2011. Perancangan Aplikasi KWh Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik. Yogyakarta : Universitas Janabadra
- [4] Kurniadi, Fajar. 2019. *APP 1 & 3 Phasa Pengukuran Langsung*. Pandaan : Udiklat Pandaan.
- [5] Lutfi, Muhammad. 2017. *Datasheet Arduino Mega 2560*. URL: <http://eprints.polsri.ac.id/4613/8/FILE.pdf>. Diakses tanggal 3 Oktober 2020.
- [6] Sitepu, Jimmi. 2020. *Membaca Sensor PZEM-004T dengan Nodemcu Arduino*. URL: <https://mikroavr.com/sensor-pzem-004t-arduino/>. Diakses tanggal 3 Oktober 2020.
- [7] Supriyanto. 2015. *Pengertian LDR (Light Dependent Resistor) dan Cara Mengukurnya*. URL: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-dan-cara-mengukurnya/>. Diakses tanggal 5 Oktober 2020.
- [8] Muis, Saludin. 2013. *Prinsip Kerja LCD dan Pembuatannya (Liquid Crystal Display)*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [9] Jaycons. 2017. *Getting Started With the ESP8266 ESP-01*. URL: <https://www.instructables.com/Getting-Started-With-the-ESP8266-ESP-01/>. Diakses tanggal 10 Oktober 2020.