

# PERANCANGAN KWH METER DIGITAL MENGGUNAKAN KWH METER KONVENSIONAL

Pasurono<sup>\*)</sup>, Susatyo Handoko, and Iwan Setyawan

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email : opaslemper@yahoo.com

## Abstrak

KWh-meter merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur dan mencatat pemakaian energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan. Sebagian besar kWh-meter yang ada saat ini khususnya pada lingkungan perumahan masih merupakan kWh-meter konvensional. Masyarakat pada umumnya tidak paham cara pembacaan konsumsi daya listrik yang tertera pada kWh-meter konvensional tersebut. Alat ukur kWh-meter ini sudah mengalami perkembangan beberapa tahun terakhir. Ini didukung karena adanya perkembangan pada dunia teknologi digital. Dari keterbatasan kWh-meter konvensional dan pesatnya teknologi informasi digital, serta untuk lebih mendayagunakan kWh-meter konvensional yang sudah ada timbul suatu ide untuk merancang suatu pengembangan kWh-meter konvensional yaitu pada sisi tampilannya dengan menambahkan beberapa unit sistem. Penambahan beberapa unit sistem tersebut berupa mikrokontroler ATmega8535 sebagai pusat kendali sistem, sensor optocoupler untuk mendeteksi putaran piringan kWh-meter, dan LCD sebagai tampilan digital. Tampilan digital kWh-meter akan memudahkan dalam pembacaannya dan kemungkinan timbulnya kesalahan pembacaan/pencatatan nilai kWh-meter tidak akan terjadi lagi. Pengujian sistem dilakukan dengan cara memberi beban pada kWh-meter sehingga piringan pada kWh-meter berputar dan terjadi pengurangan jumlah pulsa kWh-meter. Pengurangan jumlah pulsa kWh-meter berlangsung terus menerus sampai habis sesuai dengan besar beban yang dipakai. Prototype kWh-meter digital ini telah dapat berjalan dengan baik dan cukup stabil. Kesalahan (error) sebesar 5,14% terjadi karena pengujian berupa pengukuran waktu dilakukan secara manual dengan stop-watch.

*Kata kunci : KWh-meter, mikrokontroler ATmega8535, optocoupler.*

## Abstract

KWh-meter is a device that used to measure and record consumption of electricity consumed by the customer. Most of the kWh-meter is currently in a residential area in particular is still a conventional kWh meter which the public does not understand how the reading of electricity consumption indicated on the conventional kWh meter. KWh measuring devices has experienced growth in recent years. This is supported by the developments in the world of digital technology. Of conventional kWh-meter limitation and digital information technology rapidly, as well as to better utilize conventional kWh-meter that existing, raised an idea to design a development of the conventional kWh-meter that is on the view side by adding some of unit system. The addition of some unit system is form ATmega8535 microcontroller as system control center, optocoupler sensors to detect disc rotation kWh-meter, and an LCD as digital display. KWh-meter digital display will make it easy in the readings and the possibility of errors reading/recording value display in kWh-meter will not happen again. System testing is done by taking a load on the kWh-meter so that the disc spins and then a reduction in the number of kWh-meter pulses. Reducing the number of pulses kWh-meter continues until the end of the load according to the used. The prototype has been able to run well and is quite stable. Measurement error of 5.14% occurred due to the timing of testing be done manually with a stop-watch.

*Keywords : KWh-meter, ATmega8535 microcontroller, optocoupler.*

## 1. Pendahuluan

KWh-meter merupakan suatu alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk mengukur dan menghitung jumlah pemakaian energi listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan

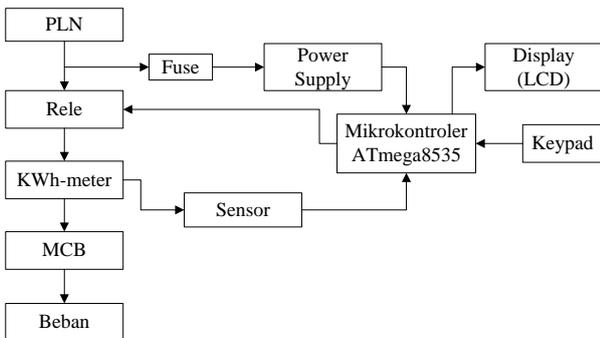
(konsumen listrik). KWh-meter yang dikenal umum oleh masyarakat adalah kWh-meter konvensional (analog). Tampilan nilai dari kWh-meter konvensional yang masih berupa analog akan menyulitkan seseorang dalam pembacaannya. Hal ini dapat menyebabkan adanya

kesalahan pembacaan/pencatatan nilai kWh-meter oleh petugas pencatat nilai kWh-meter. Kesalahan dalam pembacaan/pencatatan nilai kWh-meter berakibat dipihak penyedia jasa listrik mengalami kerugian dan pembukuan yang dilakukan menjadi tidak teratur, sedangkan dipihak konsumen akan terjadi ketidaksesuaian antara jumlah rekening yang harus dibayar dengan pemakaian listrik yang tercatat.

Seiring berkembangnya jaman, bidang teknologi informasi digital juga berkembang dengan sangat cepat. Hampir semua aspek kehidupan tersentuh oleh teknologi informasi digital, termasuk bidang instrumentasi. penelitian ini bertujuan untuk mengubah tampilan jumlah (nilai) kWh pada kWh-meter konvensional yang berupa tampilan analog menjadi kWh-meter yang menampilkan jumlah (nilai) kWh dalam bentuk digital sehingga memudahkan dalam pembacaannya serta mengubah konsep sistem pascabayar menjadi sistem prabayar sehingga kWh-meter konvensional tersebut dapat memutuskan suplai daya dari PLN secara otomatis apabila jumlah *token* kWh-meter habis (nol).

## 2. Perancangan Alat

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras



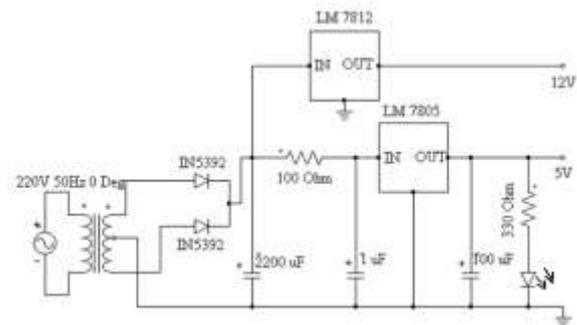
Gambar 1. Blok diagram rancangan plant kWh-meter digital

Penjelasan dari masing-masing blok sistem adalah sebagai berikut :

1. Listrik dari PLN yang akan dialirkan ke pelanggan (beban) terlebih dahulu dialirkan melalui MCB yang berfungsi sebagai pembatas arus sekaligus pengamanan bila terjadi *short circuit*.
2. *Fuse* berfungsi untuk pengamanan apabila pada rangkaian control terjadi *short circuit*.
3. Rele berfungsi sebagai penghubung atau pemutus aliran listrik dari PLN ke kWh-meter dan beban.
4. kWh-meter digunakan untuk mengukur dan menghitung energi listrik yang dikonsumsi sesuai dengan beban yang dipakai.
5. Rangkaian *power supply* berfungsi sebagai catu daya untuk rangkaian mikrokontroler dan unit sistem.

6. Mikrokontroler ATmega8535 berfungsi sebagai pusat kendali sistem dan diprogram dengan menggunakan bahasa *C embedded*.
7. Sensor *optocoupler* dipasang sedemikian rupa pada kWh-meter untuk mendeteksi putaran piringan kWh-meter.
8. Keypad digunakan untuk proses isi ulang pulsa kWh.
9. LCD berfungsi untuk menampilkan hasil dari seluruh proses.

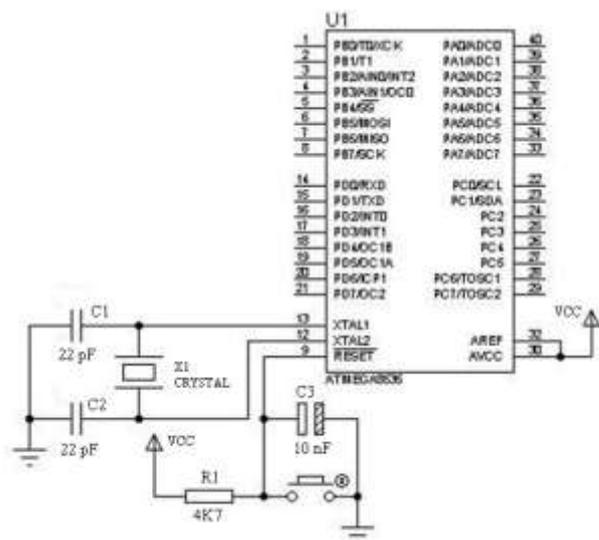
### 2.2 Rangkaian Suplai Daya



Gambar 2. Rangkaian suplai daya

Rangkaian suplai daya yang dibuat terdiri dari dua keluaran, yaitu 5V DC dan 12V DC. Keluaran 5V digunakan untuk menyuplai tegangan ke rangkaian mikrokontroler, sedangkan keluaran 12V digunakan untuk menyuplai tegangan ke rele 12V DC.

### 2.3 Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535



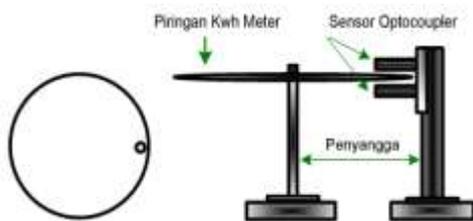
Gambar 3. Port mikrokontroler ATmega8535

Rangkaian ini berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem. *Port* yang digunakan pada sistem yaitu *port B* (PB0..PB2, PB4..PB7) digunakan untuk modul

LCD, port C (PC0..PC7) digunakan untuk mengambil masukan dari keypad, PD.2 sebagai port masukan dari output sensor optocoupler, dan PD.3 untuk mengontrol on/off rele.

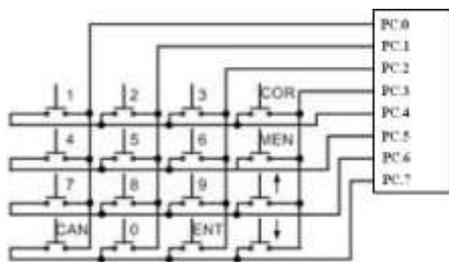
#### 2.4 Rangkaian Sensor Optocoupler

Sensor optocoupler berfungsi untuk mendeteksi putaran piringan kWh-meter. Output sensor berupa perubahan logika dari low menjadi high atau sebaliknya akan dihitung oleh mikrokontroler sebagai 1 putaran piringan.



Gambar 4. Penempatan sensor optocoupler

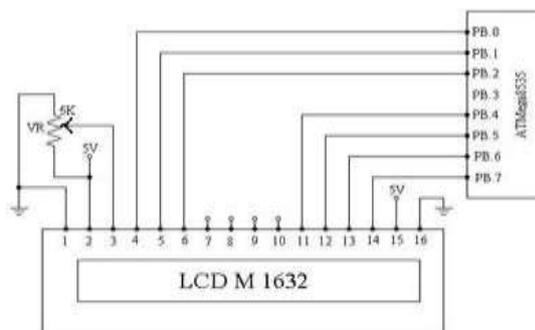
#### 2.5 Rangkaian Keypad



Gambar 5. Rangkaian keypad

Pada saat saklar push button ditekan, rangkaian keypad ini akan mendeteksi perubahan logika dari high ke low (aktif rendah). Rangkaian ini terhubung ke PC.0...PC.7 dimana pin-pin kolom sebagai output dan pin-pin baris sebagai input.

#### 2.6 Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display)

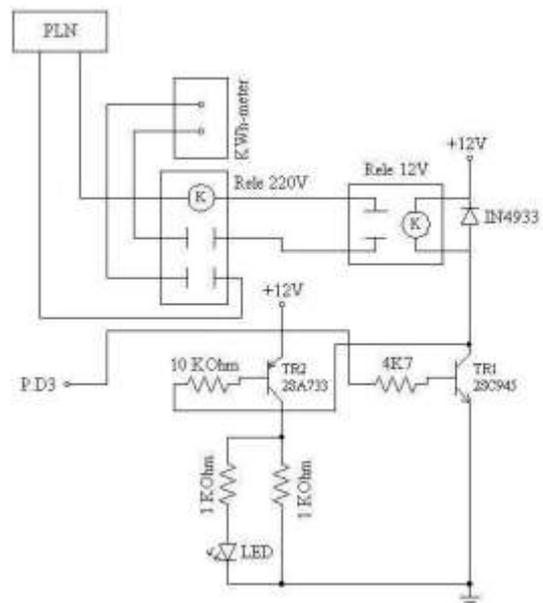


Gambar 6. Rangkaian LCD M1632

LCD digunakan untuk menampilkan pilihan menu, proses isi ulang pulsa, dan menampilkan hasil akhir dari seluruh proses sistem yaitu berupa jumlah putaran piringan dan jumlah sisa pulsa (unit) kWh yang masih bisa digunakan.

#### 2.7 Rangkaian Rele

Pada perancangan alat digunakan 2 buah rele yaitu rele 12V DC dan rele 220V AC. Aktifnya rele 12V DC akan mengaktifkan rele 220V AC yang akan menghubungkan atau memutuskan daya dari PLN ke kWh-meter dan beban. Hubungan rele yang digunakan adalah NO (normally open).



Gambar 7. Rangkaian rele

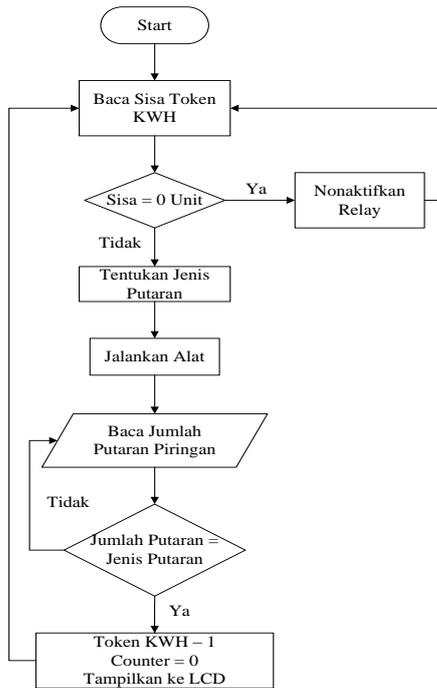
#### 2.8 Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir dari program kWh-meter digital dapat dilihat pada gambar 8. Pada saat rangkaian diberi daya listrik maka sistem akan langsung beroperasi dan membaca jumlah pulsa kWh-meter. Apabila sistem membaca jumlah pulsa kWh sama dengan nol, rele akan tetap off dan sistem berada pada kondisi stand by.

Apabila telah dilakukan pengisian pulsa, mikro memberikan logika high sehingga transistor saturasi. Transistor dalam keadaan saturasi akan mengaktifkan rele dan daya dari PLN akan terhubung ke kWh-meter dan beban. Kemudian sistem akan melanjutkan menghitung putaran piringan dan melakukan pengurangan jumlah pulsa kWh.

Pengurangan jumlah pulsa kWh-meter akan berlangsung terus menerus sampai jumlah pulsa sama dengan nol (habis). Untuk melakukan penambahan (isi ulang) pulsa

kWh dilakukan dengan menekan tombol isi ulang (keypad 4x4).



Gambar 8. Flow chart program kWh-meter digital

### 3. Pengujian Alat dan Analisa

#### 3.1 Pengujian Rangkaian Suplai Daya

Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran menggunakan multimeter pada masing-masing port keluaran rangkaian. Dari hasil pengukuran diperoleh tegangan sebesar 4,97V DC pada port keluaran 5V dan diperoleh tegangan sebesar 11,96V DC pada port keluaran 12V. Hal ini menunjukkan bahwa rangkaian power supply ini telah bekerja dengan baik.

#### 3.2 Pengujian Rangkaian Sensor Optocoupler

Pengujian dilakukan dengan melakukan mengukur tegangan keluaran pada port keluaran sensor.

Tabel 1. Tegangan output sensor optocoupler

Kondisi	Vout
Sensor terhalang	4,8 Volt
Sensor tidak terhalang	0,3 Volt

Hasil pengujian membuktikan bahwa rangkaian sensor telah berjalan dengan baik. Output dari rangkaian ini yaitu berupa perubahan logika dari high ke low atau sebaliknya akan menjadi input pada rangkaian mikrokontroler. Setiap perubahan logika yaitu dari high ke low atau sebaliknya akan dikenali oleh mikrokontroler sebagai satu putaran piringan.

#### 3.3 Pengujian Rangkaian Keypad

Pengujian rangkaian keypad dilakukan dengan penekanan saklar push button pada keypad dan hasilnya akan ditampilkan pada display LCD M1632. Rangkaian keypad ini telah berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan perancangan alat.

#### 3.4 Pengujian Rangkaian LCD

Rangkaian LCD ini terhubung dengan mikrokontroler ATmega8535 melalui PB.0...PB.2 dan PB.4...PB.7. Didalam modul LCD M1632 sudah tersedia mikrokontroler HD44780 sehingga AVR ATmega8535 tidak perlu lagi mengatur scanning pada layar LCD. Mikrokontroler hanya mengirim data-data ASCII yang merupakan karakter yang akan ditampilkan pada LCD atau perintah yang mengatur proses tampilan pada LCD saja.

Dari hasil pengujian terbukti bahwa modul LCD M1632 telah mampu menampilkan setiap karakter dari penekanan tombol keypad.

#### 3.5 Pengujian Rangkaian Rele

Rele 12V DC dikontrol oleh mikrokontroler dan aktif apabila mikro memberikan logika high, yaitu pada saat sisa pulsa kWh tidak sama dengan nol. Aktifnya rele 12V DC akan mengaktifkan rele 220V AC yang akan menghubungkan daya dari PLN ke kWh-meter dan beban, dimana hubungan yang digunakan adalah normally open (NO).

Pengujian rangkaian rele dilakukan dengan memberikan program pada mikro. Rangkaian rele ini terhubung dengan PD.3 mikrokontroler. Dari hasil pengujian terbukti bahwa rangkaian ini telah berjalan dengan baik.

#### 3.6 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan memberi beban berupa bohlam dengan variasi beban mulai dari 100W sampai 1000W. Data hasil pengujian berupa waktu yang diperlukan oleh sistem untuk mengurangi jumlah pulsa kWh-meter sebesar 1 unit dan 2 unit untuk setiap variasi beban dan jumlah counter yang dipilih.

Hasil pengujian ini dibandingkan dengan hasil perhitungan menurut rumus :

$$W = P \times t \dots\dots\dots \text{(pers 4.1)}$$

Dimana :

W : Watthour (Wh)

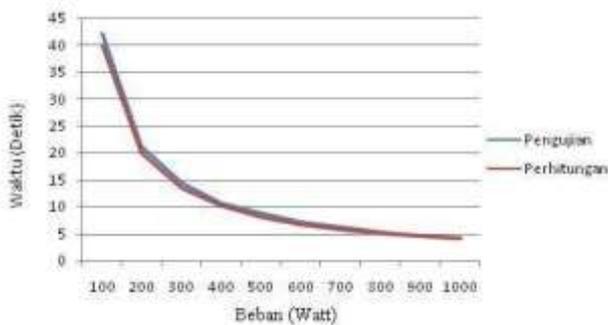
P : Daya beban (Watt)

t : Waktu (Jam)

Karena kWh-meter yang digunakan mempunyai spesifikasi 900 putaran per kWh, maka perhitungan yang dilakukan disesuaikan dengan spesifikasi tersebut.

**Tabel 2. Perbandingan waktu hasil pengujian dan perhitungan untuk  $W = \frac{10}{9}$  Wh**

Beban (Watt)	Waktu (Detik)				
	1 Unit	2 Unit	3 Unit	Rata-rata	Perhitungan
100	42.05	82.90	127.79	42.03	40
200	21.06	42.16	63.53	21.11	20
300	14.30	28.53	42.75	14.27	13.33
400	10.77	21.12	31.30	10.59	10
500	8.78	17.63	25.27	8.67	8
600	7.21	14.61	21.55	7.23	6.67
700	6.42	12.18	17.44	6.11	5.71
800	5.41	11.06	15.21	5.34	5
900	4.61	9	13.09	4.49	4.44
1000	4.15	8.23	12.26	4.12	4

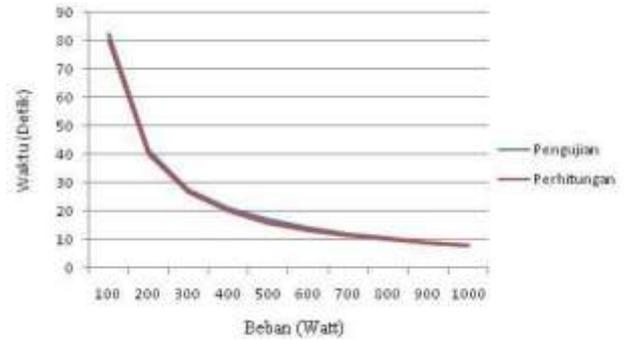


**Gambar 9. Kurva karakteristik beban terhadap waktu untuk  $W = \frac{10}{9}$  Wh**

Dari tabel dan grafik diatas terlihat bahwa sistem berjalan dengan baik dan stabil, terdapat selisih antara data hasil pengujian dengan data hasil perhitungan, tetapi nilainya cukup kecil.

**Tabel 3. Perbandingan waktu hasil pengujian dan perhitungan untuk  $W = \frac{20}{9}$  Wh**

Beban (Watt)	Waktu (detik)				
	1 unit	2 unit	3 unit	Rata-rata	Perhitungan
100	82.24	163.94	245.32	81.99	80
200	41.79	83.45	122.08	41.40	40
300	28.03	55.13	82.84	27.73	26.67
400	21.45	42.61	63.02	21.25	20
500	17.84	33.25	50.71	17.12	16
600	14.52	29.03	41.20	14.25	13.33
700	12.31	23.69	35.87	12.03	11.43
800	10.87	21.03	31.08	10.58	10
900	9.21	18.02	26.63	9.03	8.89
1000	8.14	16.20	24.55	8.14	8



**Gambar 10. Kurva karakteristik beban terhadap waktu untuk  $W = \frac{20}{9}$  Wh**

Dari tabel dan grafik perbandingan hasil pengujian dan perhitungan di atas terlihat bahwa sistem telah berjalan dengan baik dan stabil, terdapat selisih nilai (waktu) yang cukup kecil.

Dari hasil pengujian terlihat bahwa dengan beban yang semakin besar maka waktu yang diperlukan untuk menghabiskan pulsa kWh (unit) semakin sedikit. Hal ini karena dengan semakin besar beban maka putaran piringan kWh-meter semakin cepat.

Dari hasil pengujian dan hasil perhitungan diperoleh kesalahan (*error*) sebagai berikut :

**Tabel 4. Selisih antara hasil perhitungan dengan pengujian**

Beban (Watt)	Error (%)	
	Jenis Putaran 1	Jenis Putaran 2
	100	5,06
200	5,55	3,5
300	7,05	3,97
400	5,9	6,25
500	8,38	7
600	8,4	6,9
700	7,01	5,24
800	6,8	5,8
900	1,12	1,57
1000	3	1,75

*Prototype* sistem cukup stabil, namun dari seluruh hasil pengujian apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan terdapat *error* (kesalahan) rata-rata, yaitu sebesar 5,14 %. Kesalahan ini terjadi karena kalibrasi kWh-meter yang kurang baik (penempatan piringan kWh-meter) dan respon penekanan stop-watch yang kurang tepat untuk pengukuran waktu setiap pengurangan jumlah *token* kWh-meter.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil perancangan alat hingga pengujian dan pembahasan sistem diperoleh beberapa hasil (kesimpulan) bahwa kWh-meter konvensional dapat diubah menjadi kWh-meter digital dengan menambahkan beberapa unit

sistem yaitu berupa mikrokontroler ATmega8535 sebagai pusat kendali sistem, bahasa pemrograman C untuk membuat program pada mikrokontroler ATmega8535, sensor *optocoupler* untuk mendeteksi putaran piringan kWh-meter, keypad 4x4 untuk proses isi pulsa kWh, LCD M1632 sebagai tampilan nilai (data) digital dan dari hasil pengujian terlihat bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dan cukup stabil, namun dari seluruh hasil pengujian apabila dibandingkan dengan hasil perhitungan terdapat *error* (selisih) rata-rata, yaitu sebesar 5,14 %, hal ini disebabkan karena kalibrasi kWh-meter yang kurang baik (penempatan piringan kWh-meter) dan respon penekanan stop-watch yang kurang tepat untuk pengukuran waktu setiap pengurangan jumlah *token* kWh-meter.

Untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan membandingkan hasil perancangan alat pada PENELITIAN ini dengan salah satu jenis kWh-meter digital PLN serta penambahan *timer* untuk pengukuran waktu setiap pengurangan jumlah pulsa (*token*) kWh-meter agar data yang diperoleh lebih akurat.

## 5. Referensi

- [1]. Nishino. O, *Pengukuran dan Alat-alat Ukur Listrik*, Cetakan Pertama, Jakarta : PT Pradnya Paramita, 1974.
- [2]. Amirrudin. A, *Sistem Hardware KWH Meter Prabayar PT. PLN UPJ Jatiwangi*, Laporan Kerja Praktek, Universitas Komputer Indonesia, 2009.
- [3]. Wardhana. L, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535*, Yogyakarta : Penerbit Andi, 2006.
- [4]. Heryanto. M. Ary, Adi. Wisnu. P, *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATmega8535*, Yogyakarta : PenerbitAndi, 2008.
- [5]. Kilian. Cristopher. T, *Modern Control Technology*, West Publishing Co, 1996.
- [6]. Malvino, *Prinsip – prinsip Elektronika*, Edisi III, Jilid 1, Jakarta : Gramedia Pustaka Umum, 1985.
- [7]. Datasheet LCD LM1632.
- [8]. Solichin. A, *Pemrograman Bahasa C dengan Turbo C*, Artikel IlmuKomputer.com, 2003.
- [9]. ---, *CodeVisionAVR User Manual*, Version 2.05.3, HP Info Tech. 2008.