

## KWH METER DIGITAL TERKONEKSI PERSONAL COMPUTER (PC) BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Agus Sulistiyo, Dedi Ary Prasetyo, Agus Supardi  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani tromol pos 1 pabelan kartasura surakarta  
[asterosi04@gmail.com](mailto:asterosi04@gmail.com)

### ABSTRAKSI

*KWH meter digital secara umum digunakan untuk mengukur konsumsi energi aktif yang dipakai oleh pengguna listrik. Seiring perkembangan teknologi maka sistem pendukungnya kian meningkat sehingga fungsi KWH meter menjadi meluas dengan sistem pra bayar bahkan dapat diakses melalui jaringan internet.*

*Perancangan dan pembuatan KWH meter digital ditujukan untuk golongan rumah tangga tarif R1 dari daya 450VA hingga 2200 VA. Pembuatan dari sensor arus, sensor tegangan serta power supply tanpa trafo yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Program yang digunakan bahasa pemrograman C serta assembly dengan compiler code vision AVR 1.25 menggunakan mikrokontroler ATMEGA16. Sistem tampilan menggunakan komunikasi serial yang terhubung USART mikrokontroler dengan program Delphi 7.0. serta library comport 4.0.*

*Kwh meter digital dua kawat satu phase memiliki sensor arus berupa inductor dengan kemampuan 10 ampere dengan kesalahan sebesar 2,85% dari hasil pengukuran. Selain itu kemampuan sensor tegangan berupa kapasitor dengan kepekaan 17,5mVolt/VoltRMS memiliki kesalahan 0,0499% dari hasil pengukuran. Hasil keluaran arus dikondisikan oleh pengondisi sinyal kemudian masuk ADC mikrokontroler ATMEGA16 memiliki resolusi 10 bit dengan frekuensi sampel 10,800Khz. Perolehan faktor daya didapat melalui perhitungan selisih antara waktu naik gelombang tegangan dengan gelombang arus hasil pengondisi sinyal. Perpaduan tegangan, arus serta faktor daya diperoleh daya aktif beban. Penyalaan beban selama waktu tertentu akan menimbulkan energi aktif yang ditampilkan melalui LCD dan layar monitor PC. Perolehan energi aktif menimbulkan biaya konsumsi energi listrik yang diatur sesuai TDL juni 2010.*

**Kata Kunci:** *kwh meter digital, atmega16, USART, delphi7.0.*

### 1. Pendahuluan

*Kilo Watt Hour Meter (KWH Meter)* merupakan suatu alat ukur energi listrik yang memanfaatkan suatu kumparan arus untuk mengindra arus serta kumparan tegangan untuk mengindra tegangan listrik yang akan di induksikan pada suatu piringan sehingga memutar seiring waktu menunjukkan nilai energi listrik yang terpantau. (Sumanto:1996).

Proses pengambilan contoh data melalui sistem piringan tidak menampilkan nilai faktor daya listrik ( $\cos \phi$ ) sehingga dalam kenyataan kadang tidak sesuai dengan hasil pengukuran yang sebenarnya. Hal ini sangat merugikan pelanggan ketika energi yang di

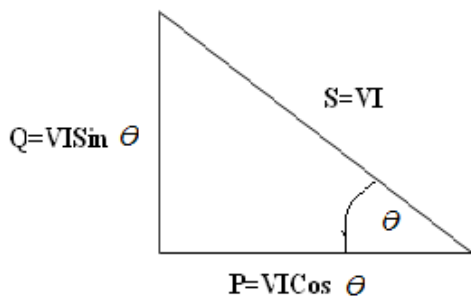
konsumsi dengan yang dibayarkan pada penyedia layanan listrik ternyata berbeda.

Seiring perkembangan teknologi banyak metode pengindraan arus dan tegangan serta faktor daya yang dikembangkan. Bahkan dengan beberapa fasilitas yang memudahkan pemantauan bagi pelanggan dan pengguna listrik. Metode diode dan resistor merupakan metode baru yang memerlukan pengembangan lebih lanjut. Sistem keamanan yang masih kurang terisolasi dari sumber daya jala – jala listrik menjadi alasan pengembangan ini. Selain itu ruang pengambilan data yang terlalu lama menyebabkan tingkat keakuratan data yang menurun sekalipun telah menggunakan sistem pengambilan data digital menggunakan

*Analog to Digital Converter* (ADC). Penggunaan dua mikrokontroler dengan sistem satu penampil serta satu untuk pengolah data menjadikan keborosan lainnya. Faktor daya yang diukur pun belum sesuai yang diharapkan sebelumnya. (Taryo:2008).

Penggunaan mikrokontroler memerlukan suatu bahasa pemrograman C ataupun *assembly* karena sistem ini telah mampu mengakomodasi dari sistem analog untuk di ambil datanya menggunakan ADC sehingga menjadi data yang mampu diolah dalam bentuk digital. Kemudahan pengolahan data digital menjadi alasan lain pemakaian mikrokontroler ini sehingga data yang dihasilkan diharapkan lebih akurat dari data sistem analog. Resolusi ADC sangat menentukan nilai pengolahan data ini dan telah tersedia dalam satu paket *integrated circuit* (IC) dari berbagai perusahaan diantaranya *ATMEL Corporation* yang memiliki produk *ATMEGA 16*. Produk ini telah memiliki sistem RISC dalam keluarga produk AVR yang akan semakin menambah kecepatan pemrosesan data dibandingkan sistem sebelumnya CISC.

Secara umum daya listrik ada 3 macam yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan daya semu (S). Daya sangat dipengaruhi oleh beban yang akan menyebabkan terjadinya pergeseran sudut Phase antar arus dan tegangan. Daya biasanya digambarkan dalam suatu diagram segitiga daya listrik yang mewakili ketiga daya tersebut serta sudut pergeseran antara arus dan tegangan.



Gambar 1. Segitiga daya

**Daya Aktif**

Satuan daya nyata dinyatakan dalam watt. Daya aktif inilah yang biasanya dapat dikonversikan dalam bentuk kerja. Daya aktif ditunjukkan pada persamaan 1 sebagai berikut:

$$P = V I \cos \theta \dots\dots\dots (1)$$

dengan,

P = daya aktif (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\theta$  = sudut antara tegangan dan arus (derajat)

**Daya reaktif**

Daya reaktif merupakan jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet, maka akan terbentuk fluks magnetik. Satuan daya reaktif dinyatakan VAR dan ditunjukkan pada persamaan 2.

$$Q = V I \sin \theta \dots\dots\dots (2)$$

**Daya Semu**

Daya Semu merupakan penjumlahan geometris dari daya nyata dan daya reaktif. Daya kompleks merupakan daya yang diproduksi oleh perusahaan sumber listrik untuk didistribusikan ke konsumen. Daya kompleks ini dinyatakan dalam VA dan memiliki rumus

$$S = V I \dots\dots\dots (3)$$

**Faktor Daya**

Pergeseran yang terjadi pada beban induktif menyebabkan kualitas daya listrik menurun. Akibatnya daya aktif (P) yang digunakan suatu alat listrik lebih kecil dari daya semu (S). Selain itu komponen inilah yang menentukan adanya pembiayaan lebih dalam dunia industri. Faktor daya dirumuskan sebagai berikut:

$$\cos \theta = P/S \dots\dots\dots (4)$$

**2. Metode Penelitian**

Peneliti menggunakan metode penelitian kualitatif untuk mengarahkan penelitian ini agar tujuan peneliti yang telah ditentukan dapat tercapai. Adapun metode penelitian yang digunakan peneliti sebagai berikut

1. Kajian pustaka

Kajian pustaka dilakukan untuk memperoleh data sekunder dari peneliti sebelumnya sebagai data awal penelitian. Selain itu untuk mengarahkan penelitian yang

akan dilakukan. Pengambilan data penelitian berupa metode pengindra arus dan tegangan pada KWH meter digital. Selain itu juga penelitian mengenai catu daya tanpa trafo serta metode lain sebagai penyedia energi bagi alat ukur. Sistem isolasi juga menjadi perhatian utama bagi peneliti agar keamanan dapat terjamin.

2. Eksperimen

Percobaan dilakukan untuk memperoleh data primer dari penelitian ini dengan cara perancangan dan pembuatan alat ukur KWH meter digital. KWH meter digital ini akan dibebani dengan beban induktif dan resistif.

3. Perancangan Kwh Meter Digital

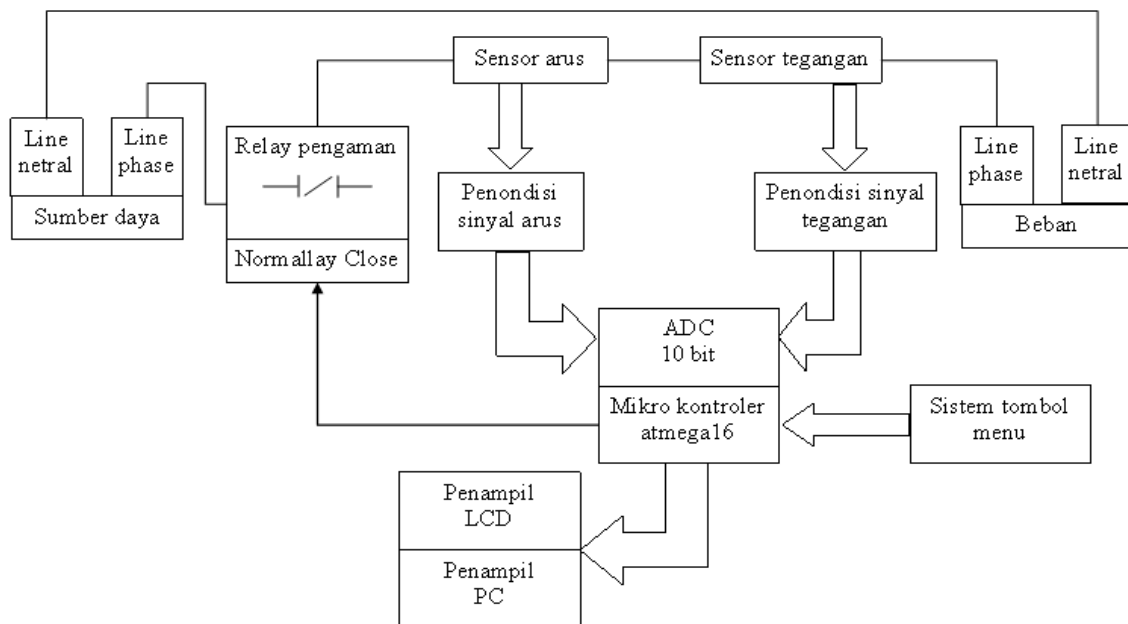
KWH meter digital merupakan alat ukur untuk mengetahui adanya akumulasi energi listrik yang aktif pada rentang waktu tertentu. Sebagai tumpuan utama suatu KWH meter digital adalah sistem sensor serta sistem pengondisi sinyal dan

tidak kalah pentingnya sistem pengolah data berupa program yang ada pada mikrokontroler ATmega16.

3. Pengujian dan Analisa

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tegangan pada pengukuran 218,4 volt rms *Power Quality Analyzer* diwakili dengan tegangan analog 3,798 volt yang pada akhirnya menunjukkan resolusi sensor sebesar 17,5 mv/volt rms. Data yang diperoleh dari pengujian berbagai beban resistif tertera sebagaimana tabel 1.

Pengukuran kwh meter digital yang dilakukan terhadap besaran tegangan pada beban induktif berupa kipas angin 60 watt, motor mesin jahit 120 watt serta motor mesin jahit 250 watt dapat dilihat pada tabel 2. Sedangkan arus yang terukur ditunjukkan pada tabel 3.



Gambar 2. Sistem KWH meter digital

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan

Beban (Watt)	Tegangan Beban Resistif (Volt)		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error Pengukuran
10	207	207,10	0,1
100	205	205,10	0,1
350	202	202,09	0,09

Tabel 2. Hasil pengukuran beban induktif

Beban (Watt)	Tegangan Beban Resistif (Volt)		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error Pengukuran
60	209	209,10	0,1
120	208	208,10	0,1
250	206	206,10	0,1

Tabel 3. Hasil pengujian arus beban resistif

Beban (Watt)	Arus Beban Resistif (Ampere)		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error Pengukuran
60	0,05	0,05	0
120	0,391	0,391	0
250	1,3	1,3	0

Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa setiap kenaikan beban sebesar 1 watt akan menaikkan arus sebesar 0,044 ampere. Korelasi ini ditunjukkan oleh persamaan  $y = 0,625x - 0,669$  dengan  $y$  arus yang dihasilkan (Ampere) serta  $x$  merupakan beban resistif (watt) yang diujikan.

Pengukuran arus pada kwh meter digital serta *Power Quality Analyzer* untuk beban induktif tertera pada tabel 4.

Pengujian daya aktif beban resistif ditunjukkan pada tabel 5. Hasil pengukuran juga telah dihitung dengan memberikan perkalian tegangan efektif dengan arus efektif yang menghasilkan daya aktif beban. Namun yang terjadi pada hasil pengukuran adalah terjadinya pembulatan sehingga hasil yang ditunjukkan berbeda antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran.

Pengukuran juga dilakukan pada beban induktif dengan beban berupa kipas angin 60 watt, motor mesin jahit 120 watt serta motor mesin jahit 250 watt pada tegangan kerja 220 volt dengan frekuensi 50 hz. Hasil pengukuran ditunjukkan tabel 6.

Perhitungan energi aktif diambil dari hasil pengukuran daya aktif tiap beban yang diukur

pada alat ukur referensi *Power Quality Analyzer* dengan asumsi tiap waktunya mengalami perpindahan energi yang sama dari daya jala-jala listrik ke dalam beban yang diukur. Hasil perhitungan dibandingkan terhadap tampilan alat ukur KWH meter digital tiap satuan waktu yang sama. Pengukuran dilakukan selama satu menit (60 detik) dengan pengukuran daya dalam satuan watt sehingga diperoleh energi tiap watt jam sebesar 0,00278 kali daya terukur.

Pengukuran yang dilakukan pada beban induktif dapat dilihat pada tabel 7 dimana membandingkan hasil pengukuran kwh meter digital dengan hasil perhitungan data *Power Quality Analyzer* begitu pula pada pengukuran energi untuk beban resistif yang dirangkum dalam tabel 8.

Pengujian faktor daya dilakukan pada beban resistif didapatkan hasil pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 9.

Hasil pengukuran terhadap beban induktif yang dilakukan terdapat pada tabel 10 dengan variasi beban antara 60 watt, 120 watt serta 250 watt.

Tabel 4. Hasil pengujian arus beban induktif

Beban (Watt)	Arus Beban Induktif (miliampere)		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error pengukuran
60	314	322	8
120	479	492	13
250	791	813	22

Tabel 5 Hasil pengujian daya aktif

Beban (Watt)	Daya Aktif (Kw) beban resistif		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error pengukuran
60	0,01	0,009	-0,001
100	0,07	0,081	0,011
350	0,27	0,263	0,007

Tabel 6. Pengukuran daya aktif beban induktif

Beban (Watt)	Daya Aktif (Kw) beban resistif		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error pengukuran
60	0,04	0,057	-0,017
120	0,96	0,896	0,064
250	1,62	0,398	0,222

Tabel 7. Hasil pengukuran energi beban induktif

Beban (Watt)	Daya PQA (Kwatt)	Energi Aktif Beban Induktif (Watt Hour)			Error pengukuran
		Waktu 60'	Energi (Watt hour)	kWh digital (Watt hour)	
60	0,04		0,1112	0,128	0,0168
120	0,96	0,00278	2,6688	2,683	0,0142
250	1,62		4,5036	4,494	0,0096

Tabel 8. Hasil perhitungan energi beban resistif

Beban (Watt)	Daya PQA (Kwatt)	Energi Aktif Beban Resistif (Watt Hour)			Error pengukuran
		Waktu 60'	Energi (Watt hour)	kWh digital (Watt hour)	
60	0,01		0,0278	0,025	-0,0028
100	0,07	0,00278	0,1946	0,225	0,0304
350	0,27		0,7506	0,731	-0,0196

Tabel 9. Pengukuran faktor daya

Beban (Watt)	Cosphi Beban Resistif (kW)		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error pengukuran
60	0,98	0,98	0
100	1	0,99	0,01
350	1	0,99	0,01

Tabel 10. Pengukuran faktor daya beban induktif

Beban (Watt)	Cosphi Beban Induktif (kW)		
	Power Quality Analyzer	Kwh Digital	Error pengukuran
60	0,98	0,95	0,02
120	0,96	0,93	0,03
250	0,81	0,85	0,04

Pengujian Program

Program utama diawali dari proses *default* yang akan menampilkan nilai besaran energi aktif. Sub program waktu akan mengambil

sejumlah data tegangan serta arus dari port masukan PORTA.7 dan PORTA.6. Tombol menu ditekan maka menu besaran listrik akan ditampilkan yaitu tegangan, arus, energi aktif,

energi semu, energi reaktif, cosphi serta biaya. Gambar 3, menerangkan menu utama serta default programnya.

Program tampilan menu

Sistem ini berfungsi untuk menampilkan komponen besaran listrik melalui LCD. Sebelum ditampilkan maka tombol yang digunakan didefinisikan untuk memudahkan pengenalan pada program menu, tegangan, kwh meter tampilan LCD ditunjukkan pada gambar 4.

Program serial

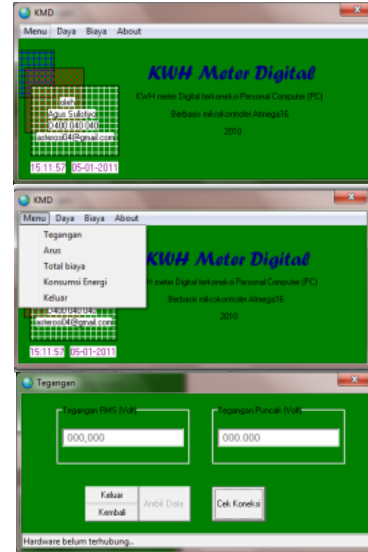
Program ini digunakan untuk menampilkan data pada layar monitor PC menggunakan library comports 4.0 yang akan mengkoneksi dengan port serial PC. Mode komunikasi *asynron* diterapkan pada komunikasi ini dengan kecepatan transfer data 9600 *bit per second*, dengan data 8 bit ditambah 1 bit untuk menghentikan data tanpa adanya data sisa (*parity bit*). Komunikasi serial selain menggunakan *library* yang terdapat pada program Delphi 7.0 dapat pula dilakukan melalui *hyperterminal port*.



Gambar 3 Tampilan Menu Utama



Gambar 4. Menu Tegangan, kwh Meter Tampilan LCD



Gambar 5 Menu Tegangan kwh Meter Tampilan Monitor PC

#### 4. Kesimpulan

KWH meter digital memiliki kelebihan yang sensor arus berupa induktor yang mampu mengisolasi sumber daya listrik utama dari rangkaian KWH meter digital. Penggunaan efek induktansi pada sensor arus memiliki pembacaan lebih akurat dibandingkan dengan penggunaan sensor arus berupa transformator hal ini dibuktikan dari nilai hambatan yang ada pada induktor lebih kecil dari transformator.

Sensor tegangan berupa kapasitor juga mampu mengisolasi KWH meter digital dari sistem utama sumber daya listrik dengan sistem *galvanis*. Kepekaan sensor ditentukan pula dari pengondisi sinyal tegangan serta resolusi ADC mikrokontroler atmega16.

Energi yang terukur pada beban resistif dan induktif dari KWH meter digital ditampilkan melalui penampil LCD dan monitor PC melalui komunikasi serial.

Faktor daya ditentukan oleh pergeseran gelombang arus terhadap gelombang tegangan yang diukur melalui timer mikrokontroler atmega16.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2002. *Linear & switching voltage regulator handbook 4<sup>th</sup> ed.* Denver, Colorado, USA: ON semiconductor

- Anonim. 2004. Application Note AVR465: *Single-Phase Power/Energy Meter with Tamper Detection*. San Jose, USA: Atmel corporation
- Baurly, Stefan. 2007. *Method And Apparatus For Transformerless Safety Isolation In A Power Supply*. Canada (USA):United State Patent Application Publication.
- Condit, Reston. 2004. *Transformerless Power Supplies: Resistive and Capacitive*. Microchip Technology Inc :AN954
- D'Souza, Stan. 1996. *Transformerless Power Supply*. Microchip Technology Inc:TB008
- Forghani, Pooya H dan zاده. 2006. *An integrated, lossless, and accurate current-sensing technique for high-performance switching regulators*. Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology.
- Sumanto. 1996. *Alat - Alat Ukur Listrik*. Yogyakarta: Andi
- Taryo. 2008. *Kwh Meter Digital Satu Fasa Berbasis Mikrokontroler ATmega 16*. Surakarta: Tugas akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta.