

WATTMETER DIGITAL AC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8

Ageng Pidaksa

Mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika F.T. UNY

ABSTRAK

Tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk membuat hardware Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8, membuat rancangan software Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8 dan mengetahui unjuk kerja Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8.

Dalam merealisikan Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8 terdapat bagian-bagian hardware yang dibutuhkan yaitu unit sensor tegangan, unit sensor arus, unit konverter zero dan span, unit detektor faktor daya, unit pemroses sinyal input, unit penampil LCD serta unit catu daya yang kemudian digabungkan menjadi sebuah sistem. Bagian software dirancang menggunakan bahasa C dengan program CodeVision AVR sebagai compiler-nya.

Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8 terdiri dari 3 rangkaian utama yaitu rangkaian Input, rangkaian pemroses dan rangkaian Output. Rangkaian Input terdiri dari rangkaian sensor tegangan, rangkaian sensor arus, serta rangkaian pembaca faktor daya. Rangkaian pemroses terdiri dari rangkaian sistem minimum ATmega8. Rangkaian output terdiri dari rangkaian penampil berupa LCD teks 16 x 2. Perangkat lunak Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler terdiri dari beberapa bagian: Definisi prosesor, Penyertaan fungsi, Definisi Port, Mode ADC, Mode Interrupt dan mode Timer, Deklarasi variabel serta Fungsi. Besarnya prosentasi kesalahan ukur yaitu sebesar 6.64 % untuk beban resistif, 3.39 % untuk beban kapasitif, dan 23.2 % untuk beban Induktif.

kata kunci : wattmeter digital AC ATmega8, sensor arus

Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang elektronika saat ini sudah sangat pesat. Berbagai barang elektronika yang dahulu menggunakan sistem analog kini hampir semua beralih ke sistem digital. Sistem ini menawarkan berbagai keunggulan seperti ketepatan dan ketelitian yang lebih tinggi, kemudahan dalam penyimpanan informasi, operasinya mudah diprogram, lebih tahan terhadap noise dan sebagainya. Akan tetapi sistem digital juga tidak terlepas dari kelemahan, diantaranya tidak menggambarkan keadaan yang sebenarnya karena hampir semua satuan dalam bentuk analog. Walaupun sekarang hampir semua peralatan elektronik sudah menggunakan sistem digital, tetapi sampai sekarang masih terdapat juga peralatan yang menggunakan sistem analog, salah satunya adalah alat ukur.

Alat ukur dapat didefinisikan sebagai suatu alat yang dapat mengetahui besarnya nilai yang digunakan dalam sebuah satuan berdasarkan tingkat ketelitian tertentu. Dalam bidang kelistrikan alat ukur yang biasa dijumpai secara umum diantaranya Voltmeter sebagai pengukur tegangan, Ampermeter sebagai pengukur arus, Wattmeter sebagai pengukur daya, bahkan terdapat Multimeter yang dapat sekaligus mengukur tiga besaran dalam satu alat yaitu tegangan, arus dan hambatan. Dari peralatan yang disebutkan diatas, belakangan ini hanya Multimeter saja yang sudah banyak menggunakan sistem digital.

Alat ukur Wattmeter yang sering digunakan sekarang masih menggunakan sistem analog yang agak rumit dalam hal pembacaan nilai keluarannya, itu dikarenakan penampilnya menggunakan jarum yang menunjuk pada skala tertentu. Selain itu, dari sisi ekonomi harga Wattmeter analog juga masih sangat mahal. Hal inilah yang mendorong penulis untuk merancang dan membuat "**WATTMETER DIGITAL AC BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8**". Diharapkan dengan dibuatnya alat ini dapat menjadi solusi atas permasalahan tersebut.

Wattmeter merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengetahui berapa besarnya daya listrik nyata pada beban yang sedang beroperasi dalam suatu sistem kelistrikan dengan beberapa kondisi beban, seperti beban DC, beban AC satu fasa serta beban AC tiga fasa.

Daya listrik dalam pengertiannya dapat dikelompokkan dalam dua kelompok sesuai dengan catu tenaga listriknya, yaitu daya listrik DC dan daya listrik AC.

Daya listrik DC dirumuskan sebagai :

$$P=V \cdot I$$

dimana P = Daya (Watt), V = Tegangan (Volt), I = Arus (Ampere).

Sedangkan Daya listrik AC terdapat dua macam yaitu: daya untuk satu fasa dan daya untuk tiga fasa, dimana dapat dirumuskan sebagai berikut :

Pada sistem satu fasa:

$$P=V \cdot I \cdot \cos \phi$$

dimana V = Tegangan kerja (Volt), I = Arus yang mengalir ke beban (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor daya.

Pada sistem tiga fasa :

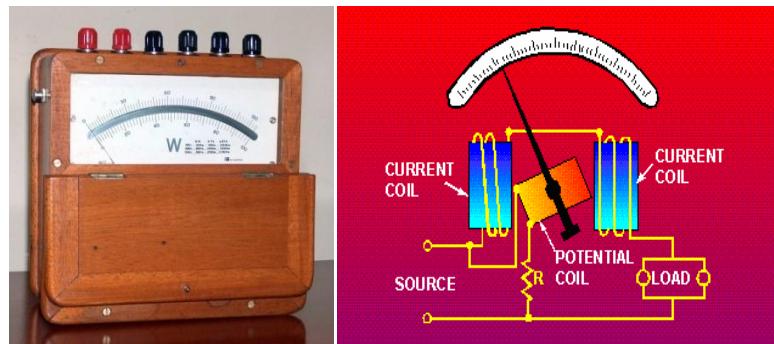
$$P=3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

dimana V = Tegangan fasa netral (volt), I = Arus yang mengalir ke beban (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor daya.

Gambar Wattmeter analog dan konstruksi rangkaian dasarnya dapat dilihat pada gambar 1.

(a) dan 1. (b) berikut ini:



1. (a)

1. (b)

Gambar 1. Wattmeter Analog (a) dan Konstruksi Wattmeter (b)
(<http://elektronika-dasar.com/instrument/konstruksi-dan-tipe-wattmeter/>)

Pada rangkaian dasar Wattmeter, kumparan arus dari Wattmeter dihubungkan secara seri dengan rangkaian (beban), dan kumparan tegangan dihubungkan parallel dengan line. Jika arus line mengalir melewati kumparan arus dari Wattmeter, maka akan membangkitkan medan di sekitar kumparan. Kuat medan ini sebanding dengan besarnya arus line kumparan tegangan dari wattmeter yang dipasang seri dengan resistor dengan nilai resistansi sangat tinggi. Tujuannya adalah untuk membuat rangkaian kumparan tegangan dari meter mempunyai ketelitian tinggi. Jika tegangan dipasangkan ke kumparan tegangan, arus akan sebanding dengan tegangan line.

Faktor daya atau sering disebut $\cos \varphi$ didefinisikan sebagai perbandingan antara arus yang dapat menghasilkan kerja, terhadap arus total yang masuk kedalam rangkaian. Dapat juga disebut perbandingan antara daya aktif dan daya semu. Daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan faktor daya akan menjadi rendah. Faktor daya bernilai antara 0 sampai 1.

Faktor daya dirumuskan dengan:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Terdapat tiga macam daya yaitu :

1. Daya Nyata (P)

Daya nyata merupakan daya yang terpakai untuk melakukan energi yang sebenarnya (*real power*) dan satuannya adalah Watt.

Daya aktif (P) dirumuskan sebagai $P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$

2. Daya reaktif (Q)

Daya reaktif (*reactive power*) adalah daya yang di *supply* oleh komponen reaktif. Daya reaktif (Q) ini tidak memiliki dampak apapun dalam kerja suatu beban listrik, dengan kata lain daya reaktif ini tidak berguna bagi konsumen listrik. Satuannya adalah VAR (*Volt Ampere Reactive*).

Daya reaktif (Q) Dirumuskan sebagai:

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

Dimana ϕ merupakan faktor daya.

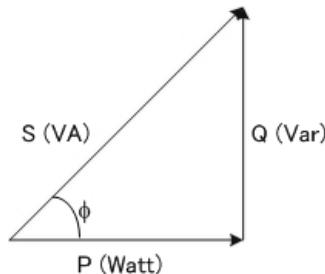
3. Daya semu (S)

Daya semu (*apparent power*) adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan V dan arus I, satunya adalah VA. Dirumuskan sebagai berikut:

$$S = V \cdot I$$

dimana V adalah tegangan, dan I adalah arus.

Dibawah ini digambarkan hubungan ketiga daya tersebut dalam diagram segitiga daya. Segitiga daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe-tipe daya yang berbeda (*Apparent Power*, *Active Power* dan *Reactive Power*) berdasarkan prinsip trigonometri.



Gambar 2. Segitiga Daya

(<http://www.wayankatel.com/2012/10/pengertian-dan-rumus-rumus-daya-listrik.html>)

Dimana berlaku hubungan :

$$P = S \times \cos \phi \text{ (Watt)}$$

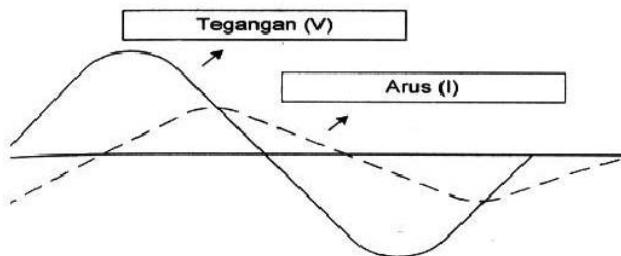
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ (VA)}$$

$$Q = S \times \sin \phi \text{ (VAR)}$$

Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis faktor daya, yaitu faktor daya terbelakang (*lagging*), faktor daya terdahulu (*leading*), dan faktor daya *unity* yang ditentukan oleh jenis beban yang ada pada sistem.

1. Faktor Daya Terbelakang (*Lagging*)

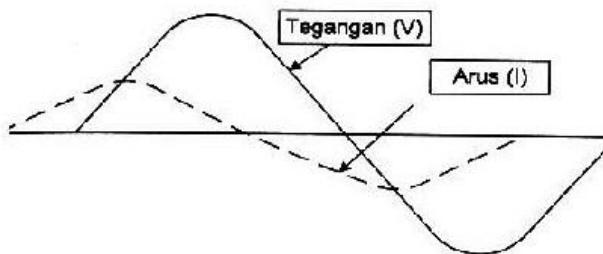
Faktor daya terbelakang yaitu apabila tegangan mendahului arus. Faktor daya *lagging* ini terjadi apabila bebannya induktif, seperti *motor induksi*, *AC* dan *transformator*.



Gambar 3. Faktor Daya *Lagging*

2. Faktor Daya Mendahului (*Leading*)

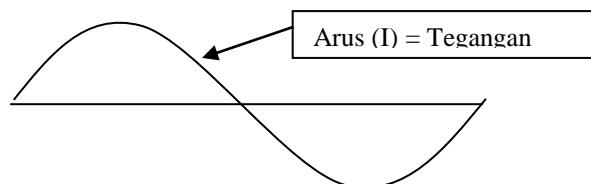
Faktor Daya Mendahului yaitu arus mendahului tegangan, V terbelakang dari I dengan sudut ϕ . Faktor daya *leading* ini terjadi apabila bebannya kapasitif, seperti *capacitor*, *synchronocous generators*, *synchronocous motors* dan *synchronocous condensor*.



Gambar 4. Faktor Daya *Leading*

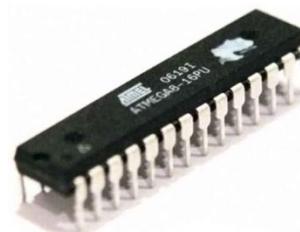
3. Faktor Daya *Unity*

Faktor daya *unity* adalah keadaan saat nilai $\cos \phi$ adalah satu, yaitu antara tegangan dan arus menjadi sefasa atau berimpit. Faktor daya *Unity* akan terjadi bila jenis beban adalah resistif murni.



Gambar 5. Faktor Daya *Unity*

Mikrokontroler ATMega8 merupakan mikrokontroler keluarga AVR 8bit. AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Pada mikrokontroler AVR sudah terdapat *oscillator* internal dan *ADC (Analog Digital Conversion)*. Selain itu AVR memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu adanya tombol reset dari luar, karena hanya cukup mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan reset. ATmega8 memiliki fungsi khusus seperti *ADC 10 bit*, *PWM*, dan *EEPROM* sebesar 512 bytes. (Dayat Kurniawan: 2009)



Gambar 6. Bentuk fisik ATmega8

(http://electromac.files.wordpress.com/2007/03/atmega8_chip_2.jpg)

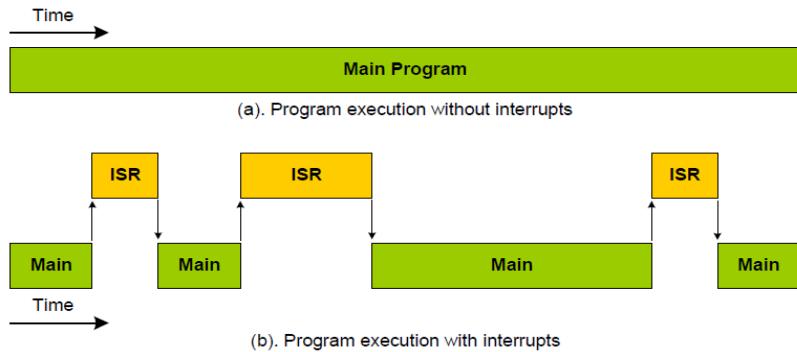
Dalam proyek ini digunakan beberapa fungsi khusus dari ATmega8 diantaranya yaitu:

Interrupt (interupsi)

Interupsi adalah kondisi yang memaksa mikrokontroler menghentikan sementara eksekusi program utama untuk mengeksekusi rutin interrupt tertentu / ***Interrupt Service Routine (ISR)***.

Setelah melaksanakan ISR secara lengkap, maka mikrokontroler akan kembali melanjutkan eksekusi program utama yang tadi ditinggalkan.

(Hendawan Soebhakti, 2007:18)



Gambar 7. Proses eksekusi *interrupt*

Timer/Counter

Timer/Counter adalah fasilitas yang tersedia pada mikrokontroler Atmega8 yang bersifat independen. *Timer* berfungsi untuk mengatur waktu kerja yang dibutuhkan. *Timer* pada dasarnya hanya menghitung pulsa *clock* dimana frekuensi pulsa *clock* yang dihitung tersebut bisa sama dengan frekuensi *crystal* yang dipasang atau dapat diperlambat menggunakan *prescaler* dengan faktor 8, 64, 256 atau 1024. Sedangkan *Counter* menghitung pulsa pada pin T dan tidak bisa diperlambat seperti halnya timer.

Mode Operasi dan metode pengendalian setiap *Timer/Counter* tidak sepenuhnya sama. Register dirancang khusus untuk operasi dan T/C0 kontrol, yaitu:

TCNT0 (*Timer/Counter Register*)

Merupakan register 8 bit mengandung nilai operasi T/C0. register ini memungkinkan untuk membaca dan menulis nilai secara langsung.

TCCRO (*Timer/Counter Control Register*)

Timer / Counter1 Control Register digunakan untuk mengatur mode timer, prescaler dan pilihan lainnya. Ada tiga bit pemilih prescaler timer/counter 1 dan hubungannya dengan clock eksternal pada pin T1.

Fungsi bit dijelaskan pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Fungsi bit CS0X

CS12	CS11	CS10	Mode Description
0	0	0	Stop Timer/Counter 1
0	0	1	No Prescaler (Timer Clock = System Clock)
0	1	0	divide clock by 8
0	1	1	divide clock by 64
1	0	0	divide clock by 256
1	0	1	divide clock by 1024
1	1	0	increment timer 1 on T1 Pin falling edge
1	1	1	increment timer 1 on T1 Pin rising edge

(Hendawan Soebhakti, 2007: 24)

Untuk menentukan berapa waktu timer, digunakan nilai yang harus diisikan ke TCNT agar menghasilkan waktu timer yang diinginkan. Perhitungan *timer* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Timer 8 bit : $TCNT = (FF+1) - ((T_{timer} \times f_{CLK})/N)$

Timer 16 bit : $TCNT = (FFFF+1) - ((T_{timer} \times f_{CLK})/N)$

Contoh : Misalnya diinginkan sebuah timer 16 bit bekerja selama 1 detik, dengan frekuensi clock sebesar 11,0592MHz dan prescaler 1024 maka diperoleh nilai TCNT sebesar :

$$TCNT = (FFFF+1) - ((T_{timer} \times f_{CLK})/N)$$

$$TCNT = (FFFF+1) - ((1 \times 11059200)/1024)$$

$$TCNT = 10000h - 10800d$$

$$TCNT = 10000h - 2A30h$$

$$TCNT = D5D0h$$

Dengan demikian nilai TCNTH = D5h dan TCNTL = D0h

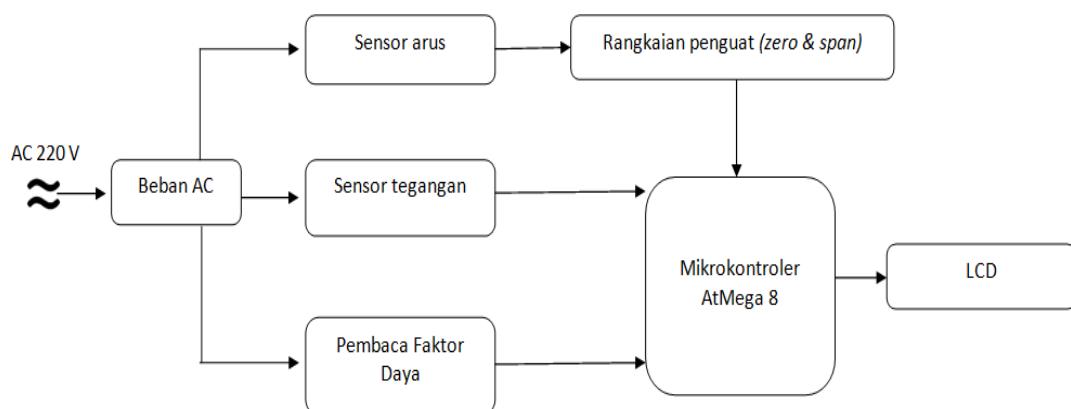
(Hendawan Soebhakti, 2007: 25)

Konsep Perancangan

Perancangan Wattmeter AC Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega8 memiliki langkah perancangan antara lain analisis kebutuhan, implementasi, dan cara pembuatan serta pengujinya.

Dalam merealisasikan perangkat Wattmeter AC Digital Berbasis Mikrokontroler ATmega8, hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah melakukan identifikasi kebutuhan sistem diantaranya yaitu :

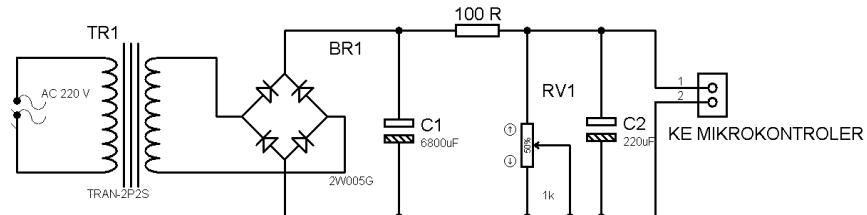
1. Unit sensor tegangan
2. Unit sensor arus
3. Unit konverter *Zero* dan *Span*
4. Unit detektor faktor daya
5. Unit pemroses sinyal input
6. Unit penampil LCD
7. Unit catu daya



Gambar 8. Diagram blok alat

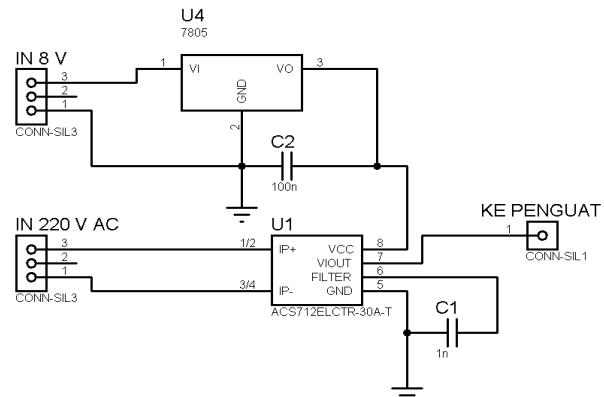
Rangkaian Wattmeter pada dasarnya merupakan rangkaian yang dapat membaca besaran tegangan yang dihasilkan oleh sensor arus dan pengubah tegangan yang terhubung dengan beban, kemudian sinyal tersebut diproses oleh PORT ADC pada mikrokontroler. Pada rangkaian detektor beda fasa keluaran yang akan di proses oleh mikrokontroler berupa lebar pulsa dalam jeda waktu tertentu yang dihasilkan oleh rangkaian detektor beda fasa. PIN *Interrupt* pada mikrokontroler akan membaca lebar pulsa tersebut kemudian program akan menerjemahkannya untuk ditampilkan pada LCD. Berikut ini merupakan bagian-bagian atau blok-blok yang diperlukan dalam perancangan alat ini.

a. Rangkaian Sensor Tegangan



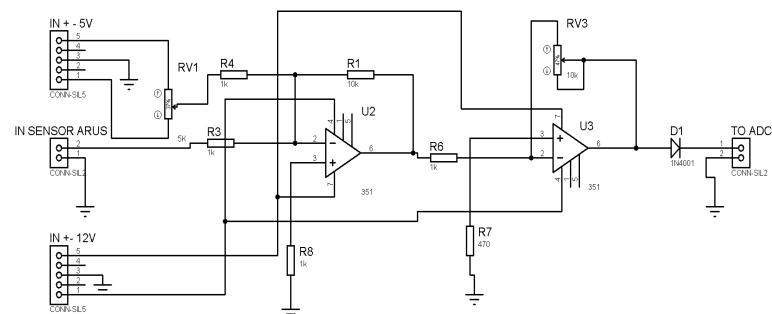
Gambar 9. Rangkaian sensor tegangan

b. Rangkaian sensor arus



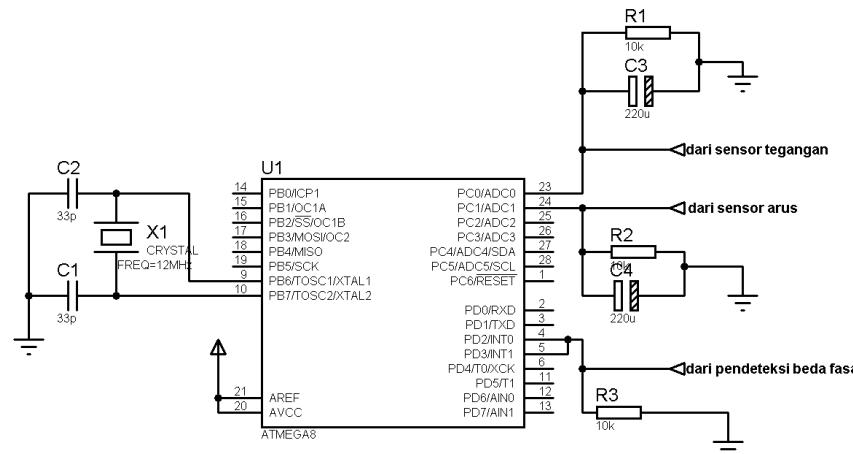
Gambar 10. Rangkaian Sistem Minimal Sensor Arus ACS 712
(ACS712-Datasheet Rev. 14, 2011:1)

c. Rangkaian konverter Zero dan Span



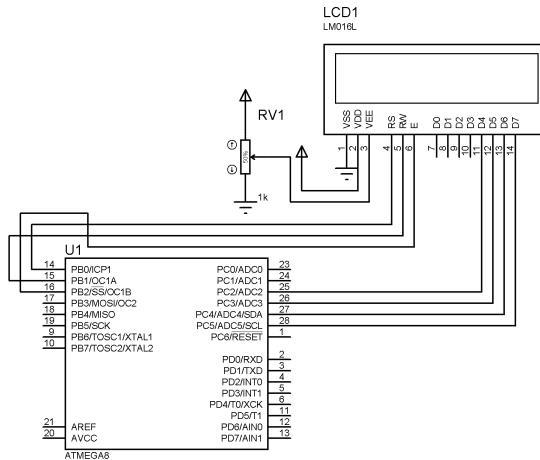
Gambar 11. Rangkaian konverter Zero dan Span
(Signal Conditioner And Transmission Chap.4 : 215)

d. Rangkaian mikrokontroler ATmega8 sebagai pemroses sinyal



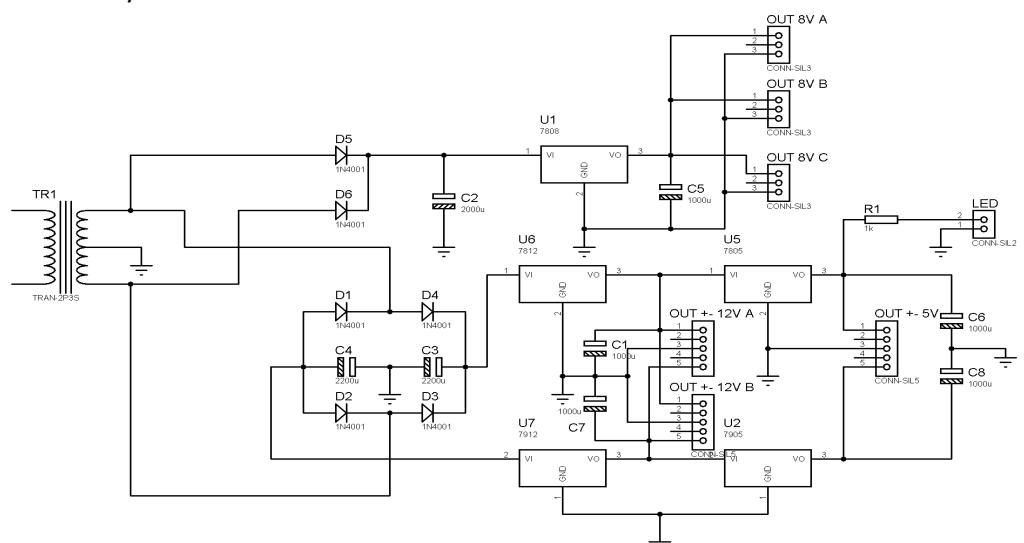
Gambar 12. Rangkaian Pemroses Sinyal Input

e. Unit penampil (LCD text 2 x 16)



Gambar 13. Konfigurasi kaki LCD pada PIN ATmega8

f. Rangkaian catu daya simetris dan asimetris



Gambar 14. Rangkaian catu daya simetris dan asimetris

Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Algoritma

1. Mulai.
 2. Inisialisasi *variabel, interrupt, timer, I/O.*
 3. Nilai awal $cv=0$ dan nilai $SP= 0.000885$.
 4. Hitung nilai *tegangan, arus, cos* dan *watt.*
 5. Tampilkan nilai *tegangan, arus, cos* dan *watt.*
 6. Jika PIND.6=0 maka $cv=cv+1$.
Jika $cv == 1$ maka PORTD.7=0.
Jika $cv == 2$ maka PORTD.7=1.
Jika $cv >2$ $cv=0$.
 7. Selesai

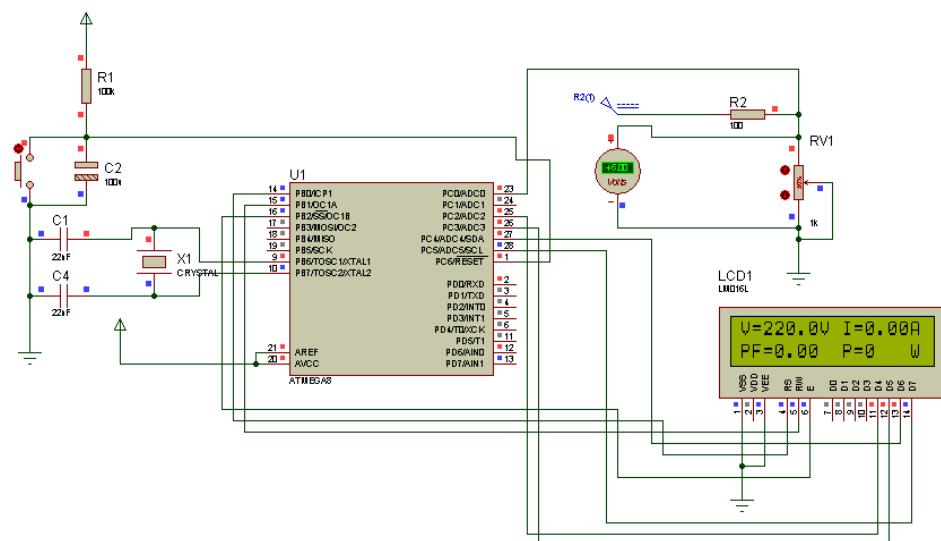
Hasil dan pembahasan

1. Uji Program

Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah program yang telah dibuat sudah sesuai dengan rancangan. Pengujian ini dilakukan menggunakan *software* simulasi Proteus. Input pada pengujian program diganti seperlunya sesuai dengan kebutuhan dan tujuan agar seidentik mungkin dengan keadaan sebenarnya.

a. Pengujian Program Pembaca Tegangan

Gambar dari rangkaian semulasi program Pembaca tegangan terdapat pada Gambar 46 berikut :



Gambar 15. Blok pengujian program pembaca tegangan

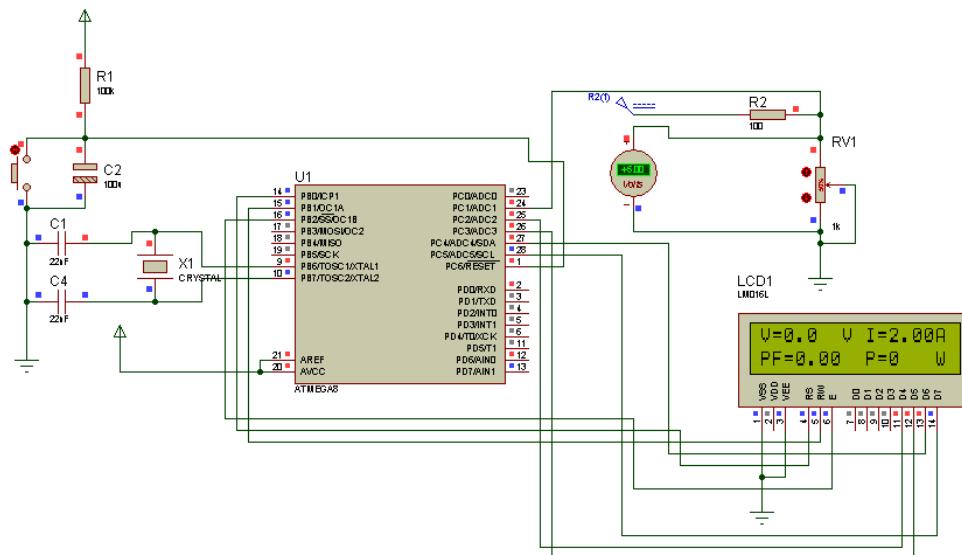
Pengujian blok tegangan dilakukan untuk mengetahui apakah program sudah berjalan saat ADC mendapat tegangan. Pada pengujian ini, tegangan yang diberikan yaitu tegangan DC dengan rentang 0-5V ke PINC.0 yaitu salah satu pin ADC pada mikrokontroler. Hasilnya adalah seperti ditampilkan pada tabel berikut :

Hasil uji program pembaca tegangan

Input ADC (Volt)	Hasil pengukuran (V)
0	0,02
0,55	24,1
1	44,1
1,71	75,5
2	88,2
2,47	108,8
3	132
3,5	149,5
4	176,1
4,5	198,3
5	220

Dari data diatas, program yang dibuat untuk membaca tegangan sudah seperti yang diharapkan. Dimana pada kondisi tegangan 0 V, hasil pengukuran tegangan menunjukkan adalah 0,02 atau mendekati 0. Sedangkan pada kondisi tegangan 5 V, hasil pengukuran tegangan adalah 220 V. Dalam prancangan *hardwarenya*, alat ini dibuat hanya untuk satu batas ukur tegangan yaitu 220V AC, data diatas hanyalah sebagai pengujian program.

b. Pengujian Program Untuk Pembaca Arus



Gambar 16. Blok pengujian program untuk pembaca arus

Pengujian fungsi program untuk blok arus mempunyai cara pengujian yang sama dengan pengujian tegangan, yaitu dengan memasukan tegangan DC ke pin ADC PINC.1 secara bertahap dari 0V sampai dengan 5V. Berikut ini adalah hasilnya:

Hasil uji program pembaca arus

Input ADC (Volt)	Hasil pengukuran arus (A)
0	0,00
0,55	0,22
1	0,40
1,71	0,69
2	0,80
2,47	0,99
3	1,20
3,5	1,40
4	1,60
4,5	1,80
5	2,00

Dari data diatas dapat diketahui bahwa program pengukur arus yang telah dibuat sudah bejalan sesuai dengan yang diharapkan yaitu menunjukkan pengukuran yang linier saat ADC diberi tegangan dari 0 – 5V yang menunjukkan skala 0 – 2 A.

2. Pengujian Keseluruhan

a. Beban Resistif

Pengujian dengan beban resistif murni ini menggunakan dua beban yang berbeda yaitu *Loading Resistor* yang nilai resistansinya dapat diubah dengan memutar tuas. Pengujian juga menggunakan Lampu Bohlam Phillips. Hasilnya adalah sebagai berikut :

Hasil pengujian menggunakan beban Resistif

V = 220 V AC

Beban	Perhitungan (W)	Wattmeter Digital(W)	Wattmeter YEW (W)	Selisih (W)	% kesalahan
250 Ω	193,6	180	178	2	1,12 %
270 Ω	179,3	166	165	1	0,60 %
290 Ω	166,8	151	152	1	0,65 %
310 Ω	156,1	140	146	6	4,10 %
350 Ω	138,3	123	130	7	5,38 %
370 Ω	130,8	117	122	5	4,09 %
390 Ω	124,1	111	117	6	5,12 %
410 Ω	118	104	113	9	7,96 %
430 Ω	112,5	94	110	16	14,5%
450 Ω	107,5	88	106	18	16,9%

Secara teori, perhitungan bebannya adalah sebagai berikut :

Sebagai contoh, diketahui :

$$R = 290 \Omega$$

$$P = V * I * \cos \phi$$

$$V = 220 * I * 1$$

$$I = V/R = 220/290 = 0,758 \text{ A}$$

$$P = 220 * 0,758 * 1 = 166,76 \text{ W}$$

$\cos \phi = 1$ karena beban resistif murni

b. Pengujian beban Resistif menggunakan Lampu Bohlam

Hasil pengamatan beban Resistif menggunakan Lampu Bohlam

Beban	Daya nominal	Wattmeter Digital	Wattmeter YEW	Selisih	Prosentase kesalahan
Lampu Pijar Phillips	75 Watt	63 Watt	70 Watt	7	10 %
	60 Watt	49 Watt	54 Watt	5	9,25 %

Perhitungan prosentase kesalahan :

$$\frac{\text{Selisih pengukuran setiap pengukuran}}{\text{pengukuran dengan alat ukur standar}} \times 100 \%$$

Rata-rata kesalahan pengukuran :

$$\frac{\text{jumlah selisih pengukuran}}{\text{jumlah pengambilan data}} = \dots \%$$

$$\frac{1,12 + 0,60 + 0,65 + 4,10 + 5,38 + 4,09 + 5,12 + 7,96 + 14,5 + 16,9 + 10 + 9,25}{12} = 6,64\%$$

Dari data di atas, dapat diketahui kesalahan pengukuran untuk beban resistif kurang lebih sebesar 6,64 %.

c. Pengujian beban Kapasitif

Pengujian beban kapasitif ini menggunakan *Loading Resistor* yang dipasang seri dengan Kapasitor. Hasilnya adalah seperti tertampil pada tabel berikut:

Pengujian beban Kapasitif

$$C = 7,5 \mu F \quad V = 220 V$$

Beban R	Perhitungan	Wattmeter Digital (W)	Wattmeter YEW(W)	Selisih	% kesalahan
250 Ω	50,2	49	48	1	2,08 %
290 Ω	53,1	54	52	2	3,8 %
350 Ω	55,44	58	56	2	3,57 %

Secara perhitungan besarnya beban dapat dihitung menggunakan persamaan

$$R = 350 \Omega$$

$$P = V * I * \cos \phi$$

$$I = V / Z$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 7,5 \cdot 10^{-6}}$$

$$X_c = 424,4 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{R^2 + X_c^2} \\
 Z &= \sqrt{350^2 + 424,4^2} \\
 Z &= 550,1 \Omega \\
 \theta &= \text{arc tangen} - X_c / R \\
 \theta &= \text{arc tangen} - 424,4/350 \\
 \theta &= -0,83 \\
 \cos \theta &= R/Z = 350/550,1 = 0,63 \\
 I &= V/Z \\
 I &= 220 / 550,1 = 0,4 A \\
 P &= V * I * \cos \theta \\
 P &= 220 * 0,4 * 0,63 = 55,4 W
 \end{aligned}$$

Penghitungan prosentasi kesalahan pengukuran beban kapasitif :

$$\frac{\text{jumlah selisih pengukuran}}{\text{jumlah pengambilan data}} = \dots \%$$

$$\frac{2,08 + 3,8 + 3,57}{3} = 3,39 \%$$

Dari data di atas, dapat diketahui kesalahan pengukuran untuk beban kapasitif kurang lebih sebesar 3,39 %.

d. Pengujian beban induktif

Pengujian ini menggunakan beban Ballast Lampu TL dan hasilnya adalah sebagai berikut.

Pengujian menggunakan beban Induktif

Beban	Wattmeter Digital	Wattmeter YEW	Selisih	Prosentase kesalahan
TL10 Watt	20	16	4	25 %
TL 20 Watt	34	28	6	21,4 %

Penghitungan prosentasi kesalahan pengukuran beban induktif :

$$\frac{\text{jumlah selisih pengukuran}}{\text{jumlah pengambilan data}} = \dots \%$$

$$\frac{25 + 21,4}{2} = 23,2 \%$$

Dari data di atas, dapat diketahui kesalahan pengukuran untuk beban kapasitif kurang lebih sebesar 23,2 %.

Simpulan

Dari uraian perancangan, pembuatan dan pembahasan Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8, maka dapat disimpulkan :

1. Perangkat keras Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8 terdiri dari unit rangkaian Input, unit rangkaian Pemroses, dan unit rangkaian Output. Unit Rangkaian Input terdiri dari sensor tegangan, sensor arus dan penguat zero span, serta rangkaian pembaca beda fasa. Rangkaian pemroses terdiri dari sistem minimum Atmega8 dan rangkaian output yang terdiri dari LCD teks 16 x 2 sebagai penampil hasil. Semua rangkaian telah berjalan dengan baik sebagaimana fungsinya.
2. Perangkat lunak Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8 berupa program bahasa C dibuat menggunakan kompiler Code Vision AVR , yang terdiri dari beberapa bagian: Definisi prosesor, Penyertaan fungsi, Definisi Port, Mode ADC, Mode *Interrupt* dan mode *Timer*, Deklarasi variabel serta Fungsi. Perangkat lunak yang dibuat telah berjalan dengan baik sebagaimana fungsinya.
3. Wattmeter Digital AC Berbasis Mikrokontroler ATmega8 secara keseluruhan sudah berfungsi walaupun masih terdapat beberapa keterbatasan. Besarnya prosentasi kesalahan ukur yaitu sebesar 6.64 % untuk beban resistif, 3.39 % untuk beban kapasitif, dan 23.2 % untuk beban Induktif.

Daftar Pustaka

- [1]. Allegro microsystem.Inc. (2011). *ACS712-Datasheet* Rev. 14. Diambil dari <http://www.allegromicro.com> diakses tanggal 26 Februari 2012.
- [2]. Anonim. (2012). *Faktor Daya*. Diambil dari <http://www.muhammadrizal22.blogspot.com/2012/04/faktor-daya.html>. Diakses pada tanggal 29 September 2012.
- [3]. Anonim. (2012). *Power Supply Simetris (Output Ganda)*, diambil dari <http://www.elektronikadasar.com/rangkaian/power-supply/power-supply-simetris-output-ganda/>. Diakses pada tanggal 23 Juli 2012.
- [4]. Atmel Corporation. 2011. *8-bit with 8Kbytes In-System Programmable Flash ATmega8 ATmega8L*, diambil dari : <http://www.alldatasheet.com>, Diakses tanggal 20 Maret 2012.
- [5]. Chusna Yahya, dkk. (2011). *Perbaikan Faktor Daya untuk Beban Rumah Tangga Secara Otomatis*. Surabaya : ITS.
- [6]. Djoko Santoso, dan Rahmadi, H.S. *Teori Rangkaian Dasar Listrik*. Yogyakarta : LaksBang Mediatama.
- [7]. Hendawan Soebhakti. (2007). *Basic AVR Microcontroller Tutorial*. Batam : Politeknik Batam.
- [8]. Saphie Soedjana, dan Nishimo Osamu. (2000). *Pengukuran dan Alat-Alat Ukur Listrik*. Jakarta : Pradnya Paramita.

- [9]. Sri Waluyanti, dkk. (2008). *Alat Ukur dan Teknik Pengukuran*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- [10]. Sudirman Sudaryanto. (2001). *Analisis Rangkaian Listrik Dan Rangkaian Magnetik*. Bandung : ITB.
- [11]. Winoto Ardi. (2008). *Mikrokontroller AVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramanya Dengan Bahasa C pada WinAVR*. Bandung: Informatika Bandung.