

Rancang Bangun Modul Portable Power Analyzer Untuk Menganalisa Power Faktor

Wiji Pinilih¹⁾, Agus Indra Gunawan²⁾, Eru Puspita³⁾

Department of Electrical Engineering, Faculty of Electronics Engineering Polytechnic Institut of Surabaya
ITS Surabaya Indonesia 60111

1) wiji@student.eepis-its.edu, 2) agus_ig@eepis-its.edu, 3) eru@eepis-its.edu

Abstrak - Sistem tenaga listrik yang ideal, bentuk gelombang tegangan yang disalurkan ke peralatan konsumen dan bentuk gelombang arus yang dihasilkan adalah gelombang sinus murni. Power Faktor (Faktor Daya) terjadi akibat tingginya presentase kandungan harmonisa arus (THD) pada sistem tenaga listrik. Hal ini menyebabkan penurunan kualitas daya listrik dan kerugian yang sangat berarti, terutama pada sistem tenaga listrik skala industri. Sehingga, pembuatan **Rancang Bangun Modul Portable Power Analyzer Untuk Menganalisa Power Faktor** dalam proyek akhir ini, diharapkan dapat mengevaluasi efek distorsi dari bentuk gelombang arus dan tegangan non-sinusoidal yang disebabkan oleh beban-beban non-linear pada sistem daya listrik. Hal ini dapat dilakukan melalui pengukuran besar harmonisa yang terkandung dalam gelombang tersebut. Dengan menggunakan ATmega 32 sebagai kontroller dan ADC internal sebagai konverter sinyal analog ke digital, sistem menjadi lebih sederhana. Sinyal digital tersebut diproses di dalam Mikrokontroler berdasarkan komponen harmonisanya menggunakan Discrete Fourier Transform (DFT). Hasil dari proses evaluasi tersebut ditampilkan pada LCD grafik G12864C.

Kata Kunci — Power Faktor, ADC, DFT, THD

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan adanya pasokan energi listrik yang berkualitas terus meningkat untuk saat ini. Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban, yaitu beban linier dan beban nonlinier. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang linier dalam arti arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban nonlinier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang tidak sebanding dengan tegangan dalam tiap setengah siklus, sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya (mengalami distorsi).

Sistem tenaga listrik yang ideal, bentuk gelombang tegangan yang disalurkan ke peralatan konsumen dan bentuk gelombang arus yang dihasilkan adalah gelombang sinus murni. Tetapi fakta di lapangan menunjukkan bahwa bentuk gelombang tegangan dan arus yang dihasilkan tidak gelombang sinus murni. Banyaknya aplikasi beban non linier pada sistem distribusi tenaga listrik yang berbasis elektronika daya telah membuat arus sistem menjadi terdistorsi dengan presentase kandungan harmonisa arus atau THD yang sangat tinggi.

Power Faktor (Faktor Daya) terjadi akibat tingginya presentase kandungan harmonisa arus (THD) pada sistem tenaga listrik. Hal ini menyebabkan penurunan kualitas daya listrik dan kerugian yang sangat berarti, terutama pada sistem tenaga listrik skala industri.

II. DASAR TEORI

A. Power Faktor

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (kW) dengan daya total (kVA), atau kosinus sudut antara daya aktif dan total. Daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah.



Gambar 2.2 Faktor Daya Pada Sirkuit Listrik

Faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu. Secara teoritis, jika seluruh beban daya yang dipasok oleh perusahaan listrik memiliki faktor daya satu, daya maksimum yang ditransfer setara dengan kapasitas sistim pendistribusian. Sehingga, dengan beban yang terinduksi dan jika faktor daya berkisar dari 0,2 hingga 0,3, kapasitas jaringan distribusi listrik menjadi tertekan. Jadi, daya reaktif (kVAR) harus serendah mungkin untuk keluaran kW yang sama dalam rangka meminimalkan kebutuhan daya total (kVA).

Faktor daya yang tinggi sangat penting untuk keseluruhan sistem kelistrikan. Selain dapat meningkatkan efisiensi, faktor daya yang tinggi juga akan membuat biaya listrik menjadi lebih ekonomis dan meningkatkan *life time* suatu peralatan.

B. Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip-prinsip induksi-elektromagnet. Transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder.

Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum Ampere dan hukum Faraday, yaitu: arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet

dapat menimbulkan arus listrik. Jika pada salah satu kumparan pada transformator diberi arus bolak-balik, maka jumlah garis gaya magnet menjadi berubah-ubah. Akibatnya pada sisi primer terjadi induksi dan pada sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer yang jumlahnya berubah-ubah pula. Maka di sisi sekunder juga timbul induksi, akibatnya antara dua ujung terdapat beda tegangan.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad (5)$$

Dimana,

- N_p = Jumlah lilitan primer
- N_s = Jumlah lilitan sekunder
- V_p = Tegangan primer
- V_s = Tegangan sekunder
- I_p = Arus primer
- I_s = Arus Sekunder

C. Clamper

Sebelum membahas rangkaian clamper yang khusus, ketahuilah bahwa clamper harus menambah tegangan dc pada sinyal yang datang. Clamper merupakan suatu rangkaian yang mendorong sinyal ke atas, sehingga puncak negatif jatuh pada level 0 V. bentuk sinyal asli akan tetap dipertahankan, dan yang terjadi adalah pergeseran sinyal secara vertikal. Rangkaian ini bias menggunakan pembagi tegangan menggunakan resistor untuk mendapatkan seberapa besar sinyal akan dinaikkan. Dan bisa juga menggunakan rangkaian summing menggunakan op-amp.

D. Mikrokontroler ATmega 32

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc Processor*) standar memiliki arsitektur 8 bit, dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16 bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR ini berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*).

Didalam mikrokontroler ATmega 32 sudah terdiri dari :

- Saluran I/O ada 32 buah, yaitu PORT A, PORT B, PORT C, dan PORT D.
- ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 channel.
- Tiga buah timer / counter, dua buah 8 bit dan satu 16 bit.
- CPU yang terdiri dari 32 buah register.
- Watchdog Timer dengan osilator internal.
- Dan lain-lain.

E. LCD Grafik 128x64

LCD grafik 128x64 pixel digunakan untuk menampilkan informasi berupa gambar ataupun tulisan. Karena display ini bertipe grafik dan bukan bertipe karakter, maka untuk menampilkan teks, karakter harus dikonversikan terlebih dahulu menjadi format data gambar. Display ini dibagi menjadi dua kontroler, masing - masing mengendalikan 64x64 pixel. Setiap kontroler dibagi lagi menjadi 8 halaman (page), dan masing-masing halaman terdapat 64 byte.

F. Discrete Fourier Transform

Sebelum kita berbicara tentang *discrete fourier transform* (DFT) atau transformasi fourier diskrit, terlebih dahulu perlu diketahui mengenai *Fourier Transform* (FT). *Fourier transform* atau transformasi fourier merupakan metode tradisional untuk menentukan kandungan frekuensi dari sebuah sinyal. *Fourier transform* pada dasarnya membawa sinyal dari kawasan waktu (*time-domain*) ke dalam kawasan frekuensi (*frekuensi-domain*). Pada sisi lain *fourier transform* dapat dipandang sebagai alat yang mengubah sinyal menjadi jumlahan sinusoidal dengan beragam frekuensi. *Fourier transform* menggunakan basis sinus dan kosinus yang memiliki frekuensi berbeda. Hasil *fourier transform* adalah distribusi densitas spektral yang mencirikan amplitudo dan fase dari beragam frekuensi yang menyusun sinyal. Hal ini merupakan salah satu kegunaan *fourier transform*, yaitu untuk mengetahui kandungan frekuensi sinyal.

Fourier transform untuk sebuah sinyal waktu kontinu x(t) secara matematis dituliskan sebagai berikut dalam bentuk real dan imajiner.

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} \cos(k\omega_0 n) - j \sin(k\omega_0 n) \quad (6)$$

Dimana, $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$

III. METODE

Metode-metode atau sistem desain yang digunakan dalam melakukan proyek akhir ini meliputi :

A. Pemahaman Materi

Pada tahap ini dilakukan upaya memahami materi dari beberapa literatur yang digunakan baik berupa buku, website atau jurnal ilmiah tentang mikrokontroler ATmega32, ADC, teori sampling, perhitungan Vrms, Irms, daya, THD dan literatur-literatur yang lain yang dapat membantu penyelesaian proyek akhir ini.

B. Perancangan Sistem

Pada tahap ini yang dilakukan adalah membuat perancangan sistem yaitu masukan (input) sinyal berupa arus dan tegangan dari sensor, penaik sinyal, ADC, kontroler, dan keluaran (output) LCD Grafik.

C. Pembuatan Program

Sedangkan untuk pembuatan perangkat keras meliputi pembuatan sensor arus dan tegangan, rangkaian clamper, minimum sistem ATmega32, modul LCD Grafik, dan Power Supply.

D. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan uji coba alat untuk mengetahui hasil dari program yang telah dibuat serta melakukan perbaikan apabila terjadi kesalahan pada program.

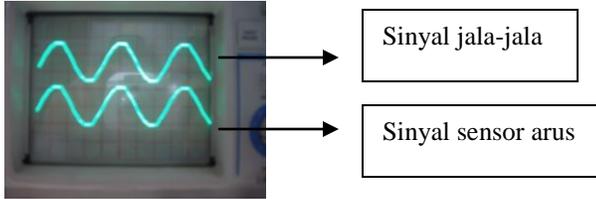
E. Analisa Hasil Program

Melakukan evaluasi dan presentasi hasil, yaitu melakukan evaluasi cara kerja sistem yang telah dibuat untuk mengetahui aspek-aspek yang mempengaruhi kinerja alat tersebut.

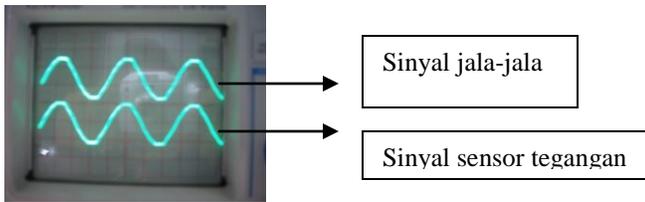
IV. HASIL PENELITIAN

A. Pengujian Sensor Arus Dan Sensor Tegangan

Sensor arus dan sensor tegangan dapat dikatakan baik, jika sinyal keluaran dari kedua sensor sama dengan sinyal jala-jala.

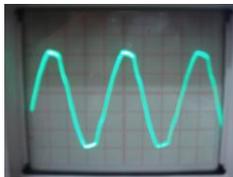


Gambar 2. Sinyal Sensor Arus Dengan Sinyal Jala - Jala



Gambar 3. Sinyal sensor Tegangan Dengan Sinyal Jala - Jala

Sinyal dari kedua output sensor harus sefasa, dan jika sudah sefasa maka sensor bisa dikatakan baik.



Gambar 4. Penggabungan Sinyal Sensor Arus Dengan Sensor Tegangan

B. Pengujian Clamper

Rangkaian clamper ini merupakan rangkaian yang sederhana, hanya dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan resistor untuk mendapatkan seberapa besar level dc yang dinaikkan. Dan juga digunakan komponen kapasitor untuk menghalangi sinyal dc masuk ke input, dan sebaliknya sinyal input akan mampu melewati kapasitor, sehingga tujuan yang diharapkan akan tercapai,

C. Pengujian ADC

TABEL II
DATA SAMPLING DENGAN BEBAN HEATER 30W

No.	Sampling ADC		Sampling Real	
	V	I	V	I
0	252	137	596,53	15,44
1	254	137	601,27	15,44
2	240	137	568,12	15,44
3	216	136	511,31	15,32
4	202	136	478,17	15,32

5	188	136	445,03	15,32
6	164	135	388,22	15,21
7	143	135	338,51	15,21
8	123	134	291,16	15,10
9	99	133	234,35	14,99
10	79	132	187,01	14,87
11	64	132	151,50	14,87
12	45	131	106,52	14,76
13	29	131	68,65	14,76
14	19	131	44,98	14,76
15	9	130	21,30	14,65
16	3	130	7,10	14,65
17	2	130	4,73	14,65
18	1	130	2,73	14,65
19	0	130	0	14,65
20	0	130	0	14,65
21	1	130	2,37	14,65
22	23	131	54,45	14,76
23	45	131	106,52	14,76
24	56	131	132,56	14,76
25	75	132	177,54	14,87
26	99	133	234,35	14,99
27	118	133	279,33	14,99
28	141	134	333,77	15,10
29	163	135	385,85	15,21
30	180	135	426,09	15,21
31	197	136	466,34	15,32
32	216	136	511,31	15,32
33	229	137	542,09	15,44
34	238	137	563,39	15,44
35	250	137	591,80	15,44
36	251	137	594,16	15,44
37	252	137	596,53	15,44
38	254	137	601,27	15,44
39	254	137	601,27	15,44

D. Pengujian DFT

TABEL III
DATA DFT DENGAN BEBAN HEATER 60W

No.	DFT ADC		DFT Real	
	V	I	V	I
0	129,35	133,72	306,20	15,07
1	132,43	3,79	313,49	0,43
2	2,10	0,21	4,98	0,02
3	3,85	0,24	9,11	0,03
4	0,55	0,05	1,31	0,01
5	0,30	0,05	5,44	0,01
6	0,30	0,13	0,71	0,01
7	2,41	0,07	5,71	0,01
8	0,49	0,05	1,16	0,01
9	1,61	0,03	3,81	0
10	0,45	0,11	1,06	0,01
11	1,23	0,11	2,91	0,01
12	0,98	0,05	2,33	0,01
13	1,95	0,14	4,61	0,02
14	0,36	0,15	0,85	0,02
15	0,38	0,05	0,89	0,01
16	0,25	0,05	0,59	0,01
17	0,23	0,08	0,54	0,01
18	0,17	0,12	0,39	0,01
19	0,36	0,05	0,85	0,01

E. Pengujian Alat

TABEL IV
DATA Pengujian Alat

No	Jenis Beban	DATA PENGUJIAN			
	Beban Linier	Vrms (V)	Irms (A)	Daya (VA)	PF
1	Solder 40 Watt	218,08	0,31	35,68	0,50
2	Heater 300 Watt	217,47	1,74	285,49	0,51
	Beban Non Linier				
3	Oscilloscope Function	217,18	0,31	36,29	0,51
4	Generator	219,52	0,16	14,51	0,51
5	Oscilloscope + FG	218,94	0,45	46,01	0,51
6	1 Monitor	214,18	1,09	89,25	0,52
7	2 Monitor	217,01	1,60	129,81	0,53
8	2 Monitor + 1 PC	217,78	3,08	269,71	0,53

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sensor tegangan menggunakan trafo yang ada dipasaran, dan sinyal keluarannya juga sama dengan sinyal jala – jala, sehingga sensor dalam keadaan baik.
2. Rangkaian clamper dengan menggunakan komponen pasif yaitu kapasitor dan resistor dengan prinsip pembagi tegangan dapat mengangkat sinyal AC ke level positif sebesar 2,5 Vdc. Sehingga sinyal dapat dibaca ADC dengan baik.
3. ADC internal ATmega 32 berhasil membaca sinyal yang dikeluarkan sensor, karena sinyal telah diclamper sehingga sinyal berada pada range 0 – 5 V.
4. Jumlah sampling yang diinginkan telah terpenuhi, yaitu 40 kali dengan waktu setiap sampling selama 0,5 ms. Dan 40 titik sampling yang dilakukan tidak melebihi 1 gelombang sinyal penuh.
5. LCD grafik berhasil menampilkan informasi, berupa data sampling, V_{rms} , I_{rms} , Daya, Power Faktor serta grafik tegangan dan arus.
6. Dari pengujian sistem secara keseluruhan, menunjukkan bahwa sistem telah berjalan dengan baik.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Bejo. 2008. *C&AVR*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Grady, W. Mack. 1993. *Harmonics And How They Relate To Power Factor*. Texas: The University of Texas at Austin.
- [3] Khozain, M. 2008. *Rancang Bangun Modul Portable Power Analyzer untuk Menganalisa Daya Listrik*. Surabaya: EEPIS.
- [4] Malvino, Albert Paul. 1989. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- [5] Rinelda, Yunta Dwi. 2008. *Algoritma Pengukuran Harmonisa dan Power Faktor pada Modul Portable Power Analyzer*. Surabaya: EEPIS.
- [6] Widodo Budiharto. 2008. *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATmega 16*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Power_Faktor
- [8] <http://id.wikipedia.org/wiki/Induktor>
- [9] <http://simbangando.wordpress.com/2007/07/02/harmonisa-dan-kualitas-daya/>
- [10] <http://www.datasheetarchive.com/ATMEGA32-datasheet.html>
- [11] <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener36.html>
- [12] <http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener36b.html>