

Simulasi Sistem Pembaca Beda Fasa Dua Sinyal Sinusoidal Menggunakan Mikrokontroler

Luqman Hakim
Politeknik Caltex Riau
Pekanbaru - Riau
Email: luqman@pcr.ac.id

Syahrizal
Politeknik Caltex Riau
Pekanbaru - Riau
Email: ijjal@pcr.ac.id

Abstrak—Makalah ini membahas hasil simulasi sistem pembaca beda fasa dua sinyal sinusoidal berbasis mikrokontroler. Pembacaan beda fasa dua sinyal sinus menjadi hal yang sangat penting untuk membangun sistem pengkompensasi faktor daya pada sistem pemanfaatan tenaga listrik. Sistem pembaca beda fasa terdiri atas komponen perangkat keras dan program untuk mikrokontroler. Perangkat keras terdiri atas rangkaian pendeteksi titik nol dan pendeteksi beda fasa dua sinyal. Sinyal beda fasa kemudian dibaca dan dihitung dalam program mikrokontroler. Program ditulis dalam bahasa basic dan di-compile menggunakan Bascom AVR untuk mikrokontroler AVR ATmega32.. Pengujian menggunakan software simulasi NI Multisim Component Evaluator Mouser Electronics Edition dan Proteus Demonstration Version. Hasil pengujian menunjukkan sistem pembaca beda fasa memberikan hasil yang cukup baik dengan eror rata-rata sebesar 1,51% sehingga layak untuk diteruskan pada tahap realisasi dan aplikasi.

Kata kunci: sinyal sinus, beda fasa, mikrokontroler

I. PENDAHULUAN

Pemberian kompensasi faktor daya yang bersifat dinamis untuk menjaga nilai faktor daya seiring beban induktif menjadi kebutuhan penting dalam bidang pemanfaatan tenaga listrik. Nilai faktor daya yang rendah dapat dikoreksi atau dikompensasi dengan pemasangan beban listrik yang bersifat reaktif kapasitif. Hal ini dikarenakan sifat kapasitif belawan dengan sifat induktif beban listrik dalam hal respon arus listrik. Pada beban induktif, arus listrik akan tertinggal (*lagging*) dari tegangan tegangan, sedangkan pada beban kapasitif akan menyebabkan listrik mendahului (*leading*) tegangan[1].

Oleh karena itu dilakukanlah penelitian dengan topik “Kompensator Faktor Daya *Multi Stage* Dengan Mikrokontroler”. Pemanfaatan mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data dan pengambil keputusan diambil karena berbagai kemudahan dan kelebihan baik secara teknis ataupun ekonomis. Penelitian di bidang koreksi faktor daya sudah

banyak dilakukan dan sudah pada tahap komersial dengan berbagai kelebihan yang ditawarkan [2][3][4]. Akan tetapi penelitian dengan inovasi untuk mendapatkan sebuah sistem yang mudah, handal dan murah pada tahap implementasi tetap diperlukan.

Faktor daya merupakan perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA) pada pemanfaatan tenaga listrik. Dengan pendekatan sederhana menggunakan prinsip pitagoras pada segitiga daya, nilai faktor daya dapat dihitung dengan pendekatan nilai cosinus sudut beda fasa antara tegangan dan arus yang masuk ke beban listrik [4].

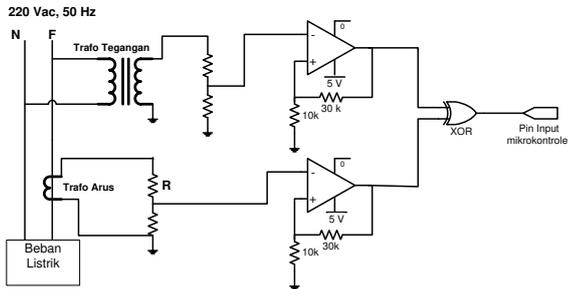
Makalah ini akan memaparkan hasil simulasi pembacaan beda fasa dari dua buah sinyal sinusoidal sebagai representasi perbedaan fasa antara sinyal tegangan dan arus menggunakan mikrokontroler. Pembacaan beda fasa secara akurat merupakan titik awal yang sangat penting untuk membangun sistem kompensator faktor daya yang handal dan akurat.

II. METODOLOGI

2.24. Perancangan Perangkat Keras

Perangkat keras yang pertama kali dibutuhkan perangkat yang dapat memberikan informasi bentuk sinyal tegangan dan arus. Perangkat yang digunakan untuk membaca bentuk arus menggunakan sensor arus sedangkan untuk membaca bentuk sinyal tegangan menggunakan transformator penurun tegangan. Tahap selanjutnya adalah membuat rangkaian pendeteksi beda fasa antra sinyal tegangan dan arus. Pendeteksi nol memanfaatkan op-amp yang bisa didapatkan dengan mudah dan harga yang murah di pasaran. Pendeteksi beda fasa dibuat dengan memanfaatkan rangkaian pengubah sinyal sinus menjadi sinyal kotak menggunakan komparator dan gerbang X-OR. Gerbang X-OR digunakan untuk melakukan pengecekan jika ada beda fasa antara sinyal tegangan dan arus.

Skema perangkat keras yang dibangun dan rangkaian pendeteksi beda fasa ditunjukkan pada Gambar 1.



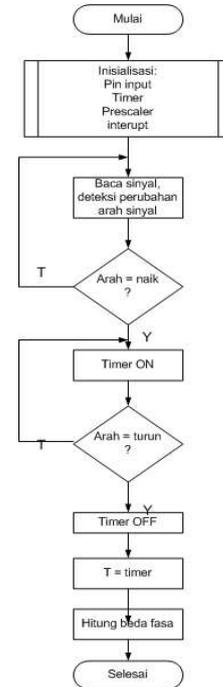
Gambar 1. Rangkaian pendeteksi beda fasa tegangan dan arus listrik

Pada Gambar 1, trafo tegangan berfungsi sebagai sensor untuk melihat bentuk gelombang tegangan yang kemudian dimasukan ke rangkaian pendeteksi nol untuk mendapatkan sinyal kotak sebagai representasi periode tegangan. Trafo arus berfungsi untuk melihat bentuk gelombang arus yang kemudian dimasukan ke rangkaian pendeteksi nol untuk menghasilkan sinyal kotak sebagai representasi periode arus. Untuk sistem listrik di Indonesia, pada jaringan tegangan rendah besar tegangan yang digunakan nominal standar pada 220 V dan frekuensi 50 Hz. Pada frekuensi 50 Hz, periode waktu untuk satu siklus gelombang tegangan secara ideal berbentuk sinusoidal dengan periode 20 ms.

Gerbang X-OR berfungsi untuk melihat ada atau tidak adanya beda fasa antara sinyal arus dan sinyal tegangan. Berdasarkan prinsip kebenaran logika X-OR, bahwa keluaran akan bernilai “high” jika ada perbedaan logika pada masukan-masukannya. Dari keluaran gerbang X-OR ini akan keluar sinyal kotak yang merupakan representasi beda fasa antara tegangan dan arus. Sinyal keluaran X-OR akan berupa sinyal kotak dengan frekuensi tetap (2 kali frekuensi tegangan sumber), tetapi berbeda lebar waktu periode “high” tergantung pada besar kecilnya perbedaan fasa tegangan dan arus beban. Simulasi sistem perangkat keras menggunakan *software NI Multisim Component Evaluator Mouser Electronics Edition*.

2.25. Perancangan Program

Algoritma pemrograman dapat digambarkan dengan *flowchart* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart program

Program pada mikrokontroler ditujukan untuk membaca lebar pulsa dan menghitung sudut beda fasa. Untuk sinyal dengan frekuensi 50 Hz di mana satu periode 20 ms, maka beda fasa antara arus dan tegangan dapat dihitung dengan persamaan :

$$\phi = \frac{t_{on}}{10 \text{ ms}} \times 180^\circ \quad (1)$$

Tugas pertama mikrokontroler adalah membaca waktu “high” (t_{on}) sinyal yang masuk. Pembacaan waktu tersebut secara prinsip dilakukan dengan memanfaatkan fungsi timer dan mendeteksi waktu naik (*rising*) dan waktu turun (*falling*). Mikrokontroler yang diujicobakan adalah mikrokontroler AVR ATmega 32 dengan frekuensi crystal 16MHz. Pemrograman mikrokontroler diawali dengan penyesetan fungsi *timer*, *prscale*, dan fungsi *interrupt*. Pengujian program mikrokontroler menggunakan software simulasi *Proteus Demonstration Version* dari Labcenter.com. Sedangkan program mikrokontroler ditulis dengan bahasa Basic dan di-*compile* menggunakan Bascom AVR.

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
 6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

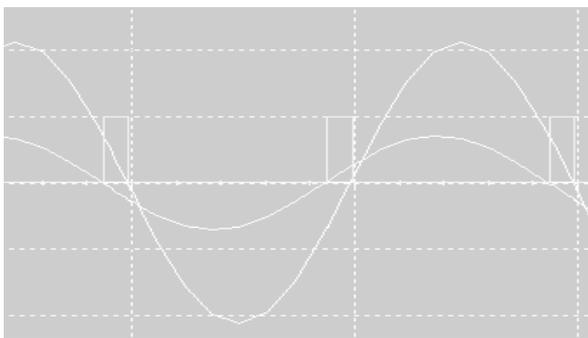
ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian rangkaian pendeteksi beda fasa ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 terlihat hasil pendeteksi beda fasa dari gambar osiloskop. Pada gambar terlihat bahwa beda fasa terdeteksi dengan baik. Dengan memanfaatkan tools sosiloskop, untuk masukan sinyal dengan beda fasa 20⁰ terukur waktu “high” sinyal sebesar 1,14 ms. Jika dihitung dengan menggunakan persamaan 1, maka didapatkan hasil perhitungan beda fasa sebesar:

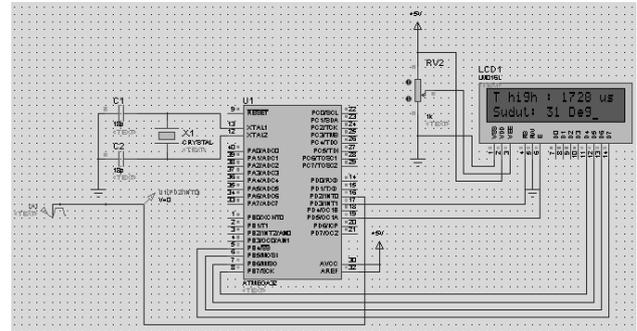
$$\phi = \frac{1,14}{10 \text{ ms}} \times 180^{\circ} = 20,52^{\circ}$$



Gambar 3. Hasil deteksi beda fasa 20⁰

Perbedaan fasa antara sinyal arus dan tegangan dilihat dengan mereferensi ke sinyal tegangan. Jika arus tertinggal dari tegangan disebut dengan kondisi *lagging* dan jika arus mendahului tegangan disebut dengan kondisi *leading*. Pada beda fasa *lagging* dilihat dari limit di atas 0⁰ sampai dengan limit 90⁰. Di atas 90⁰ dapat diketahui sebagai kondisi *leading*. Perbedaan fasa yang terdeteksi dengan gerbang XOR akan menghasilkan variasi lebar sinyal pulsa atau waktu “high”.

Untuk pengujian program mikrokontroler memanfaatkan software *Proteus Demonstration Version*. Pemberian sinyal masukan ke mikrokontroler dengan memanfaatkan fungsi generator sinyal dengan memberikan parameter waktu “high” sesuai hasil simulasi pada Tabel 1. Mikrokontroler yang digunakan menggunakan AT Mega 32 dengan Kristal 16 MHz. Hasil pembacaan mikrokontroler ditampilkan pada LCD 16x2. Tampilan simulasi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan rangkaian simulasi mikrokontroler

Pada Gambar 4 ditunjukkan hasil pembacaan sinyal dengan lebar pulsa sebesar 1,762 ms atau representasi dari beda fasa sebesar 30⁰. Hasil pembacaan program menunjukkan lebar pulsa sebesar 1728 μs atau 1,728 ms dan perhitungan sudut beda fasa sebesar 31⁰. Hasil pengujian untuk beda sudut yang lain serta perhitungan eror ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil percobaan rangkaian pendeteksi beda fasa

Perc.ke	Beda Fasa Original	t "high"	Beda fasa pembacaan	Error	Kondisi
1	10	0.518	9	6.76%	Lagging
2	20	1.14	21	2.60%	
3	30	1.762	31	3.33%	
4	40	2.28	41	2.60%	
5	50	2.798	50	0.73%	
6	60	3.316	60	0.52%	
7	70	3.834	69	1.41%	
8	80	4.51	81	1.47%	
9	90	5	90	0.00%	
10	100	5.625	101	1.25%	Leading
11	110	6.114	110	0.05%	
12	120	6.641	120	0.38%	
13	130	7.187	129	0.49%	
14	140	7.813	141	0.45%	
15	150	8.281	149	0.63%	
16	160	-	-	#VALUE!	
17	170	-	-	#VALUE!	

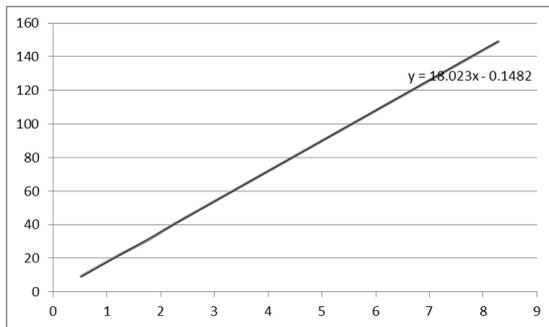
Hasil pengujian menunjukkan sistem hanya mampu mendeteksi beda fasa hingga 150⁰. Hasil pendeteksian beda fasa hingga angka tersebut sudah lebih dari cukup. Karena pada sistem pembaca beda fasa untuk tujuan kompensasi faktor daya (cosinus sudut fasa) hanya dibutuhkan sistem yang mampu membaca 20⁰ hingga sekitar 80⁰. Rata-rata eror pembacaan pada sudut 10⁰ sampai dengan 150⁰ sebesar 1,51 %. Dari data pada Tabel 1 didapatkan grafik *trendline*

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

hubungan antara waktu “high” sinyal dengan nilai sudut fasa pada frekuensi listrik 50 Hz, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan waktu “high” sinyal dengan besar sudut

IV. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa sistem untuk membaca beda fasa dua sinyal sinusoidal menggunakan mikrokontroler dapat bekerja. Pada simulasi sistem memberikan hasil pembacaan dengan rata-rata eror 1,51 % dari nilai uji. Dengan demikian maka sistem yang dirancang layak untuk diteruskan ke tahap realisasi dan aplikasi.

Selanjutnya akan dilakukan implementasi pendeteksi beda fasa ini pada sistem kompensator faktor daya *multistage* berbasis mikrokontroler.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan sebesar-besarnya kepada Unit Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (UPPM) Politeknik Caltex Riau.

REFERENSI

- [1] Tiwari, A Kumar et al, Automatic Power Faktor Correction Using Capacitive bank, International Journal Of Engineering Research and Application (IJERA) Vol.4 Issue 2,2014,pp.393-395.
- [2] Krejcar, Ondrej and Robert Frischer, Real Time Voltage and Current Phase Shift Analyzer for Power Saving Applications, SENSORS, 2012,pp.11391-11405
- [3] Chakraborty, Tanmoy et al, Phase Angle Measurement using PIC Microcontroller with Higher Accuracy, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2014, special issue 7
- [4] Hanbler, Ronald et al, Improving Energy Efficiency by Power Faktor Correction, FRAKO