

RANCANG BANGUN COS-PHI METER DIGITAL DENGAN TURBO PASCAL

Jonner Manihuruk¹⁾ Parlin Siagian²⁾

Prodi Teknik Listrik, Politeknik Santo Thomas

¹⁾ Email : jonner.manihuruk@yahoo.com

²⁾ Email : parlin.siagian212@yahoo.com

ABSTRAKSI

Faktor daya adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas daya listrik. Faktor daya yang rendah akan berpengaruh buruk terhadap saluran akibat arus listrik yang mengalir semakin tinggi walau pada level watt yang tetap. Faktor daya sering tidak diperhatikan oleh pemakai karena tidak terlihat langsung pada perubahan kerja peralatan listrik, walau sebenarnya telah berpengaruh besar terhadap kestabilan sistem. Pengukuran faktor daya dilakukan dengan menggunakan cos phi meter. Cos phi meter ada yang tipe analog dan sudah ada yang tipe digital. Akibat keterbatasan dana pada perguruan tinggi swasta peralatan cos phi meter yang digunakan di laboratorium umumnya adalah yang tipe analog. Banyak keterbatasan kemampuan cos phi meter analog, diantaranya keakuratan pengukuran yang rendah, persentasi kesalahan pembacaan yang besar, hingga kualitas cos phi meter itu sendiri yang rata-rata kurang baik.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan cara membangun modul sensor tegangan dan arus yang selanjutnya disambungkan ke komputer menggunakan rangkaian *interface* untuk kemudian dikendalikan dengan program *driver* yang dirancang sedemikian rupa menggunakan *Compiler Turbo Pascal* sehingga komputer yang pada awalnya hanya digunakan sebagai aplikasi perkantoran dapat difungsikan sebagai cos phi meter digital.

Dengan hasil penelitian ini dapat menciptakan cos phi meter digital menggunakan komputer yang bermanfaat melengkapi alat ukur praktek mahasiswa sekaligus meningkatkan minat belajar mahasiswa juga minat meneliti demi pengembangan aplikasi yang lebih lengkap.

Keyword : *Faktor daya, cos phi meter, digital, turbo pascal*

PENDAHULUAN

1. PENDAHULUAN

Faktor daya merupakan salah satu permasalahan di dalam peningkatan kualitas daya listrik. Nilai faktor daya yang terlalu rendah dapat mengakibatkan beberapa peralatan listrik tidak dapat beroperasi dengan baik. Dalam banyak hal, faktor daya yang rendah membutuhkan biaya yang tidak murah.

Sistem kelistrikan memperkenalkan tiga jenis daya, khususnya untuk beban impedansi (Z) yaitu Daya semu (S, VA, Volt Ampere), Daya aktif (P, W, Watt), dan Daya reaktif (Q, VAR, Volt Ampere Reaktif). Untuk rangkaian listrik, bentuk gelombang tegangan dan arus adalah sinusoida sehingga besarnya daya setiap saat tidak sama, maka daya yang merupakan daya rata-rata diukur dengan satuan watt, daya ini membentuk energi aktif persatuan waktu dan dapat diukur dengan kwh meter dan juga merupakan daya nyata atau daya aktif yang digunakan oleh beban untuk melakukan fungsi tertentu.

Pengukuran faktor daya dilakukan menggunakan cos phi meter. Tipe analog masih mendominasi dibanding tipe digital, hal ini diakibatkan harga tipe digital yang jauh lebih tinggi dibanding tipe analog. Cos phi meter analog bekerja berdasarkan pada gerak listrik yang diperoleh dari kumparan silang. Kumparan didalamnya terdiri dari kumparan arus dan kumparan tegangan. Jarum penunjuk dihubungkan dengan kumparan-kumparan tersebut yang dapat bergerak ke posisi selalu sesuai dengan kumparan kondisi selisih gaya kedua kumparan.

Dari hasil pengalaman menggunakan alat ukur faktor daya, cos phi meter analog memiliki tingkat akurasi yang rendah. Dengan menggunakan dua cos phi meter dengan merek yang sama belum tentu menunjukkan hasil pengukuran yang benar-benar sama, hal ini membuktikan rendahnya ketelitian cos phi meter tersebut.

Pemrograman komputer terapan menawarkan aplikasi yang hampir tidak terbatas, dengan memanfaatkan perangkat elektronik tambahan yang difungsikan sebagai sensor, interface dan driver, software yang tepat dapat dirancang agar komputer dapat dimanfaatkan sebagai cos phi meter digital. Akurasi cos phi meter dengan komputer ini ditentukan oleh ketepatan pemilihan komponen sensor dan interfacenya sehingga waktu tunda yang dihasilkan sesingkat mungkin, dengan demikian sudut fasa hasil pengukuran semakin mendekati nilai yang sebenarnya.

Dengan cos phi meter digital komputer, yang dilengkapi dengan buku modul praktek penggunaannya akan sangat bermanfaat bagi mahasiswa khususnya pada saat melakukan praktikum pengukuran menyangkut kualitas daya listrik.

Daya listrik adalah kemampuan untuk melakukan usaha kerja. Daya satu beban atau peralatan dipengaruhi oleh komponen pembentuk peralatan tersebut. 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 :

$$P = V.I . \cos \phi \text{ (Watt)} \quad (1)$$

2) Daya reaktif (Q)

Daya reaktif (reactive power) adalah daya yang di suply 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 dirumuskan sebagai:

$$Q = V.I . \sin \phi \text{ (VAR)} \quad (2)$$

Dimana ϕ merupakan sudut faktor daya yaitu beda fasa antara komponen arus terhadap komponen tegangan.

3) Daya semu (S)

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

$$S = V.I \quad (3)$$

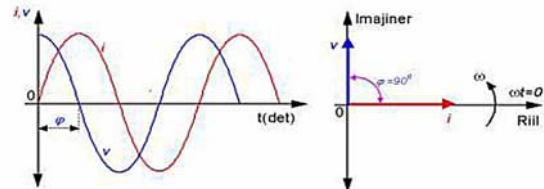
dimana V adalah tegangan,
 I adalah arus.

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (watt) dengan daya semu (VA), atau cosinus sudut antara daya P dan daya semu S.

Daya reaktif yang baik akan memperkecil sudut cosinus dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Faktor daya selalu lebih kecil atau sama dengan satu. Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis faktor daya yaitu:

1) Faktor Daya Terbelakang (*Lagging*)

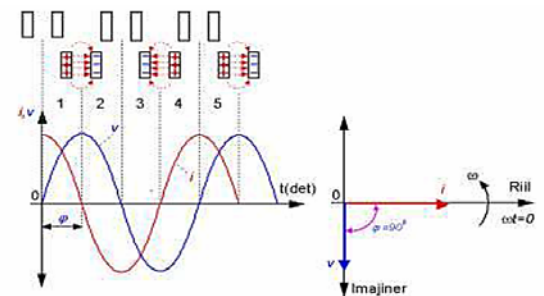
Faktor daya terbelakang yaitu apabila tegangan mendahului arus, ini terjadi apabila bebannya induktif, seperti motor induksi, AC dan transformator.



Gambar 1. Faktor Daya *Lagging*

2) Faktor Daya Mendahului (*Leading*)

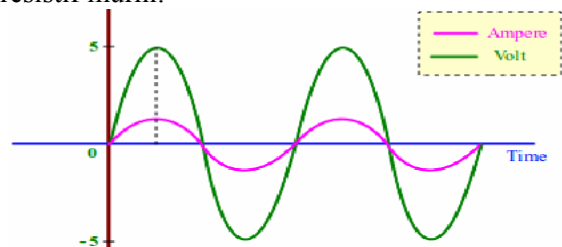
Faktor Daya Mendahului yaitu arus mendahului tegangan sebesar sudut ϕ , ini terjadi apabila bebannya kapasitif, seperti kapacitor, *synchronocus generators*, *synchronocus motors* dan *synchronocus condensor*.



Gambar 2. Faktor Daya *Leading*

3) Faktor Daya *Unity*

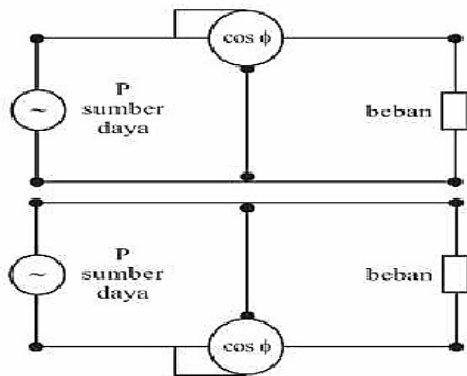
Faktor daya *unity* adalah nilai $\cos \phi$ adalah satu, yaitu antara tegangan dan arus menjadi sefasa atau berimpit, ini terjadi pada beban resistif murni.



Gambar 3. Faktor Daya *Unity*

Pengukuran cos phi dilakukan untuk mengetahui pergeseran fasa antara arus dan tegangan. Pergeseran sudut fasa ini sering dikenal dengan faktor kerja, karena akibat dari pergeseran sudut fasa akan mempengaruhi

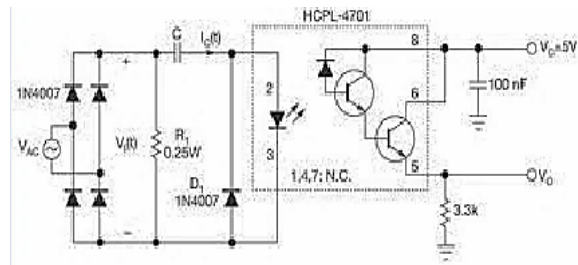
besaran daya P, Q dan S. Alat ukur cos phi yang umum adalah peralatan ukur analog yang bekerja berdasarkan gaya magnet yang ditimbulkan oleh kumparan tegangan dan kumparan arus di dalamnya. Kedua gaya ini diatur sedemikian rupa untuk menghasilkan penyimpangan jarum penunjuk sebagai hasil pengukuran yang di tera dalam batasan skala ukur yang beragam. Penyambungan cos phi meter ditunjukkan Gambar 4.



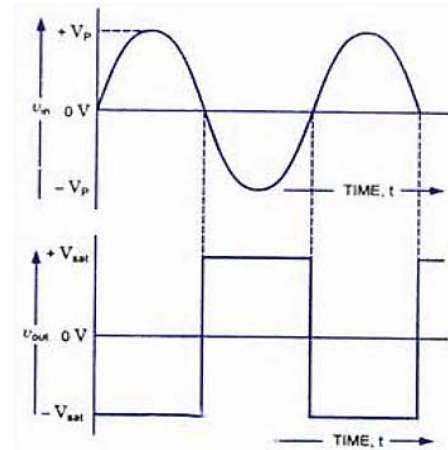
Gambar 4. Penyambungan Cos Phi meter

Pembacaan harga pada alat ukur cos phi meter analog secara cermat harus dilakukan dengan melihat tepat diatas jarum penunjuk. Dengan demikian dibaca harga pada garis skala yang tertulis tepat dibawah runcing jarum. Bila tidak melihat tepat di atas penunjuk akan terbaca harga sebelah kiri atau di sebelah kanan dari garis sebenarnya, kesalahan ini disebut paralaks. Dalam posisi baca yang benar, maka jarum runcing dan bayangannya pada cermin harus tepat satu garis tipis. Cos phi meter yang terbaru adalah cos phi meter digital, jenis ini yang paling akurat. Karena pembacaannya langsung dalam bentuk angka dan prinsip pengukurannya juga tidak dipengaruhi medan magnit yang mudah dipengaruhi gelombang liar yang terdapat di saluran.

Pengukuran beda fasa dilakukan dengan menghitung selisih waktu gelombang tegangan dengan gelombang arus. Untuk itu diperlukan pendeteksi saat gelombang tegangan atau gelombang arus melintasi titik nol yang lebih sering dikenal dengan istilah "zero crossing". Pendeteksi lintasan nol ini dapat dibangun dari komponen elektronika sederhana hingga komponen terintegrasi disesuaikan dengan kebutuhan rancangan. Berikut contoh bentuk rangkaian zero crossing



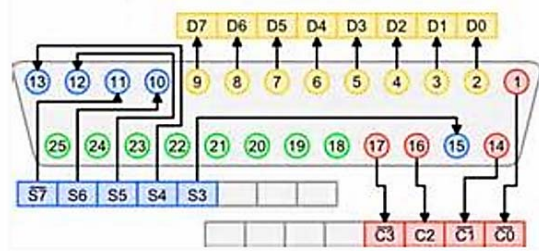
Gambar 5. Skema Zero Crossing



Gambar 6. Bentuk gelombang tegangan keluaran zero crossing

Pascal adalah bahasa tingkat tinggi (high level language) yang orientasinya pada segala tujuan, yang dirancang oleh Prof. Niclaus Wirt dari technical University di Zurich Switzerland. Nama pascal diambil sebagai penghargaan terhadap Blaise Pascal, ahli mathematic dan filosofi terkenal di abad 17 dari prancis. Standart pascal adalah bahasa yang didefenisikan oleh K. Jansen dan Niklaus Wirt. Penerapan nyata dari standar pascal banyak yang berbeda. Standar pascal di eropa didefenisikan oleh ISO (*International Standard Organization*) dan di Amerika oleh kerja sama antara ANSI (*American National Standard Institute*) dengan IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*).

Port paralel umumnya dijumpai pada setiap komputer yang biasa disebut juga printer port. Tercermin dari namanya, saat ini paralel port lebih banyak dimanfaatkan untuk urusan pencetakan data. Sebenarnya port ini bisa juga dimanfaatkan untuk hal lain misalnya untuk pengontrolan peralatan elektronika karena port ini memiliki input-output (I/O) data. Tata letak dari ke 25 pin (D Type 25 female) paralel port, diperlihatkan pada Gambar 2.12.



Gambar 7. Konfigurasi Pin-Pin Paralel Port

Tabel 1. Tabel kebenaran fungsi dari pin-pin paralel port

Pin No DB 25	SPP Signal	Direction In/Out	Register
1	Strobe	In/Out	Control
2	Data 0	Out	Data
3	Data 1	Out	Data
4	Data 2	Out	Data
5	Data 3	Out	Data
6	Data 4	Out	Data
7	Data 5	Out	Data
8	Data 6	Out	Data
9	Data 7	Out	Data
10	Nack	In	Status
11	Busy	In	Status
12	Paper Out/End	In	Status
13	Select	In	Status
14	Nauto-linefeed	In/Out	Control
15	Nerror/nfault	In	Status
16	Nitalize	In/Out	Status
17	NSelect-printer	In/Out	Control
18-25	Ground		

Paralel port adalah konektor betina yang berbentuk D yang memiliki 25 buah pin yang berada dibelakang komputer. Tidak semua ke 25 pin tersebut digunakan. Adapun tabel sinyal dan fungsi dari setiap pin pada paralel port, seperti terlihat pada gambar, diketahui pin 2 sampai pin 9 (D0 – D7) berfungsi sebagai data output, yang selanjutnya dapat kita manfaatkan untuk pengendalian peralatan luar. Pin data adalah pin output level TTL, yang berarti meletakkan 0 Volt pada saat nilai Logika low (0) dan +5 volt pada saat logika hight (1). Pin 10 sampai dengan pin 13 dan pin 15 (S3-S7) berfungsi sebagai input, yang dapat dijadikan untuk mendeteksi status peralatan luar.

Istilah paralel port memang belum cukup dikenal oleh masyarakat awam yang tidak begitu tertarik dengan perangkat keras komputer. Paralel port sebenarnya memiliki banyak kegunaan lain, dan umumnya digunakan dalam menghubungkan berbagai percobaan hardware yang menarik. Paralel port sangat berguna menghubungkan sirkuit proyek yang kita buat dengan PC kita.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun dan eksperimen, yaitu melakukan perancangan hardware berupa modul sensor dan interface dan merancang program driver menggunakan turbo pascal untuk menjadikan komputer dapat difungsikan sebagai cos phi meter digital. Hasil rancangan di uji sedemikian rupa dalam bentuk eksperimen pengukuran faktor daya beban resistif, induktif, kapasitip dan gabungan ketiga jenis beban tersebut. Hasil pengujian cos phi meter digital komputer dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan peralatan cos phi meter portabel untuk memperoleh tingkat akurasi alat ukur cos phi meter komputer untuk selanjutnya dibunakan sebagai dasar menarik kesimpulan akhir.

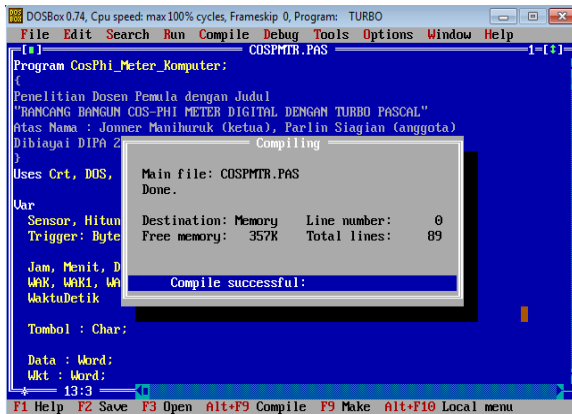
Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam tujuh tahap, yaitu tahap pertama adalah pengumpulan materi pendukung pelaksanaan penelitian mencakup informasi mengenai pembuatan modul sensor dan interface beserta software driver pendukung. Tahap kedua adalah pemilihan dan penetapan komponen untuk rancangan sensor dan interface. Tahap ketiga adalah perakitan sensor dan interface hingga pengujiannya. Tahap keempat adalah perancangan program driver menggunakan turbo pascal hingga pengujiannya. Tahap kelima adalah pengujian rancangan cos phi meter komputer dalam bentuk eksperimen pengukuran faktor daya beban resistif, induktif, kapasitip dan penggabungannya. Tahap keenam adalah melakukan analisa data hasil pengujian dengan perbandingan hasil pengukuran cos phi meter portabel sebagi acuan untuk menentukan kesimpulan terhadap kelayakan rancangan untuk digunakan sebagai alat ukur, dan tahap terakhir adalah melengkapi buku modul praktek penggunaan cos phi meter komputer sebagai alat praktek mahasiswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Software

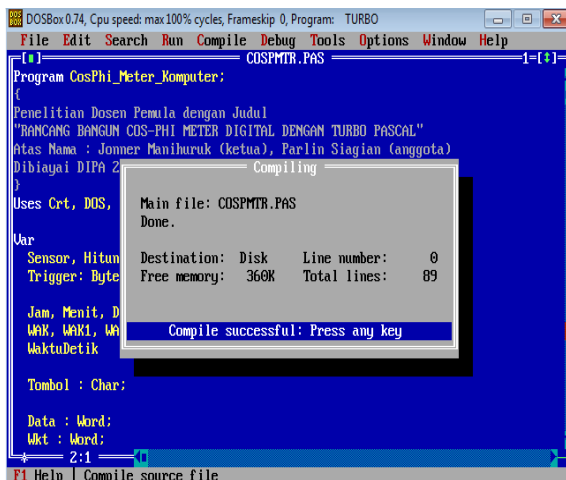
Program driver dibuat menggunakan Turbo Pascal Editor Versi 7,0, setelah listing program diketik dalam jendela editor, pengujian program dilakukan dengan cara menjalankan program dalam memory dengan cara menekan tombol pintas F9. Jika ada kesalahan dalam listing program, pesan Error akan ditampilkan layar dan proses eksekusi berhenti. Untuk melacak posisi kesalahan dapat digunakan

proses Debug dan Trace. Setelah semua kesalahan selesai diperbaiki maka program berjalan dengan sukses tanpa pesan kesalahan. Berarti pengetikan listing program telah benar dan proses pengujian program telah berhasil dijalankan di memory. Hasil tampilan pengujian program di memory diperlihatkan Gambar 8



Gambar 8 Pengujian Listing Program di Memory

Setelah program berhasil dijalankan dalam memory, langkah selanjutnya adalah melakukan kompilasi menggunakan Compiler Turbo Pascal Versi 7,0 untuk menghasilkan file executable sebagai program utama dari cos phi meter digital. Tampilan proses kompilasi diperlihatkan Gambar 9

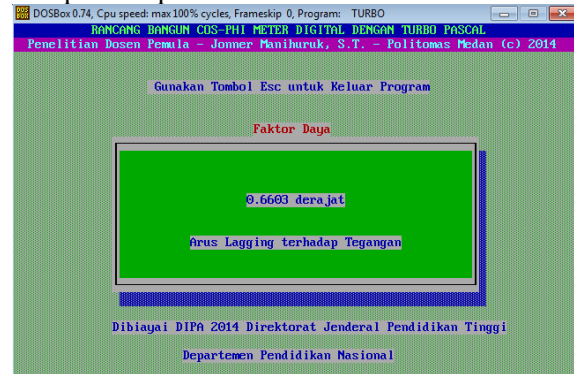


Gambar 9 Kompilasi Program

Langkah berikutnya adalah menguji program hasil kompilasi dengan cara memanggil file program driver dari prompt DOS secara langsung, dalam percobaan ini filenya diberi nama COSPMTR.EXE. Agar eksekusi program dapat dilakukan dalam template windows 7, maka digunakan DOS Box versi 0,74. Dengan bantuan DOS Box ini, program berbasis DOS (8 bit atau 16 bit) dapat dijalankan langsung dari

sistem operasi Windows 7 64 bit dengan cara menekan tombol pintas Ctrl + F9.

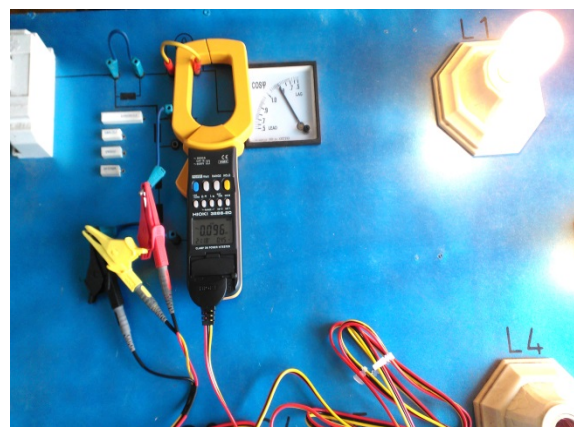
Langkah terakhir adalah pengujian rancangan keseluruhan, setelah hardware disambung ke paralel port komputer melalui modul interface, sistem operasi yang digunakan harus DOS Murni, karena akses paralel port 8 Bit harus dijalankan langsung dari sistem operasi DOS 8 Bit atau 16 Bit. Program dijalankan dengan cara memanggil file dari prompt DOS. Hasil pengujian program kompilasi diperlihatkan Gambar 10.



Gambar 10 Hasil Eksekusi Program COSPMtr.EXE

3.2 Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran beban dilakukan secara berurutan mulai dari beban resistif diikuti beban induktif dan terakhir pengukuran beban kapasitif. Pengukuran dilakukan menggunakan cos phi meter digital hasil rancangan dan menggunakan alat ukur portabel HIOKI Hi Tester 3286-20 Clamp Meter secara bersamaan. Seperti diperlihatkan Gambar 11. Hasil pengukuran kedua alat ukur di susun dalam bentuk tabel untuk diambil nilai rata-ratanya.



Gambar 11. Pengukuran dengan alat portabel

a) Pengukuran Beban Resistif

Hasil pengukuran diperlihatkan Tabel 2

Tabel 2 Hasil pengukuran Cos Phi meter
Beban Resistif

No Pengukuran	Jenis Beban	HIOKI HI-TESTER CLAMP METER 3286-20			Cos Phi Meter Komputer Faktor Daya
		Tegangan	Arus	Fak. Daya	
1	Resistif	213	0,12	0,96	0,94
2	Resistif	214	0,13	0,97	0,94
3	Resistif	213	0,12	0,96	0,94
4	Resistif	215	0,13	0,96	0,94
5	Resistif	214	0,13	0,97	0,94
6	Resistif	213	0,12	0,96	0,94
7	Resistif	214	0,13	0,97	0,94
8	Resistif	213	0,12	0,96	0,94
9	Resistif	214	0,13	0,97	0,94
10	Resistif	214	0,13	0,97	0,94
Nilai Rerata		213,7	0,126	0,965	0,94

b) Pengukuran Beban Induktif

Hasil pengukuran diperlihatkan Tabel 3

Tabel 3 Hasil pengukuran Cos Phi meter
Beban Induktif

No Pengukuran	Jenis Beban	HIOKI HI-TESTER CLAMP METER 3286-20			Cos Phi Meter Komputer Faktor Daya
		Tegangan	Arus	Fak. Daya	
1	Induktif	219	0,36	0,54	0,56
2	Induktif	219	0,36	0,54	0,56
3	Induktif	218	0,35	0,53	0,56
4	Induktif	221	0,37	0,54	0,56
5	Induktif	219	0,36	0,54	0,56
6	Induktif	219	0,36	0,53	0,56
7	Induktif	219	0,36	0,53	0,56
8	Induktif	218	0,36	0,53	0,56
9	Induktif	218	0,35	0,53	0,56
10	Induktif	218	0,35	0,53	0,56
Nilai Rerata		218,8	0,358	0,534	0,56

c) Pengukuran Beban Kapasitif

Hasil pengukuran diperlihatkan Tabel 4

Tabel 4 Hasil pengukuran Cos Phi meter
Beban Kapasitif

No Pengukuran	Jenis Beban	HIOKI HI-TESTER CLAMP METER 3286-20			Cos Phi Meter Komputer Faktor Daya
		Tegangan	Arus	Fak. Daya	
1	Kapasitif	215	0,22	0,65	0,6
2	Kapasitif	215	0,22	0,65	0,6
3	Kapasitif	215	0,22	0,64	0,6
4	Kapasitif	216	0,23	0,65	0,6
5	Kapasitif	216	0,23	0,66	0,6
6	Kapasitif	215	0,23	0,66	0,6
7	Kapasitif	216	0,23	0,66	0,6
8	Kapasitif	215	0,22	0,65	0,6
9	Kapasitif	216	0,23	0,66	0,6
10	Kapasitif	216	0,23	0,66	0,6
Nilai Rerata		215,5	0,226	0,654	0,6

3.3 Pembahasan Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa hasil pengukuran cos phi meter digital memiliki akurasi yang kurang baik dibanding hasil pengukuran clamp meter. Hal ini terlihat bahwa hasil pengukuran ada pembulatan nilai dua desimal dibalik koma.

Dengan membandingkan rata-rata hasil pengukuran kedua alat ukur, dan hasil pengukuran alat ukur cos phi meter portabel HIOKI 3286-20 digunakan sebagai acuan pembandingan, dapat diperoleh persen kesalahan cos phi meter digital hasil rancangan :

Untuk beban Resistif

$$\% \text{ Error} = \frac{0,965 - 0,94}{0,965} \times 100\% = 2,59\%$$

Untuk beban Induktif

$$\% \text{ Error} = \frac{0,534 - 0,56}{0,534} \times 100\% = 4,86\%$$

Untuk beban Kapasitif

$$\% \text{ Error} = \frac{0,654 - 0,6}{0,654} \times 100\% = 8,25\%$$

Untuk beban bervariasi atau beban gabungan dapat diambil rata-rata pengukuran ketiga beban di atas sehingga diperoleh tingkat persentase kesalahan alat ukur cos-phi meter digital hasil rancangan sebesar :

$$\% \text{ Error} = \frac{2,59 + 4,86 + 8,25}{3} = 5,17\%$$

dari persen kesalahan ini, dapat disimpulkan bahwa cos phi meter digital masih dapat dianggap layak digunakan sebagai alat ukur pelengkap karena persen kesalahannya kurang dari 10%. Namun untuk digunakan sebagai alat ukur dengan standar laboratorium masih memerlukan pembenahan rangkaian sensor arus dan sensor tegangannya agar kecepatan ukur serta tingkat akurasi pengukurannya lebih baik.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian pengukuran, dari hasil pengukuran dan analisa hasil pengukuran dapat diambil kesimpulan :

- a. Cos phi meter digital dapat dibuat dengan memanfaatkan komputer
- b. Modul sensor dapat dibangun menggunakan rangkaian pendeteksi lintasan tegangan nol (zero crossing voltage)
- c. Modul interface antara komputer dengan sensor dapat dibangun menggunakan mikrokontroler
- d. Turbo pascal dapat digunakan membuat program penggerak (driver software) cos phi meter digital.
- e. Akurasi cos phi meter digital paling ditentukan oleh sensitifitas sensor dan interface.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Bukhari dkk, "Perbaikan Power Faktor Pada Konsumen Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor Bank", Politeknik Negeri Bengkalis.
- Cyril W. Lander, 1993, "Power Electronics", Third Edition, McGraw-Hill International Edition
- Dwi Sutandi, 2004, "I/O Bus & Motherboard", Andi Yogyakarta
- James Gallagher*, Neil McDonagh and William Phang, "The Effect of Delayed Zero Crossings Following a Short Circuit on System Stability", ESB International
- Jogiyanto H.M., 1998, "Bahasa Pascal" Jilid 1 dan 2, Andi Offset,
- Luqman Assaffat, "Pengukuran dan analisa kualitas daya listrik di paviliun garuda rumah sakit dr. karyadi semarang", Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Muhammad H. Rashid, 2004, "Power Electronics, Circuit, Devices and

Application", Third Edition, Pearson Education International

Wahana Komputer, 2009, "Aplikasi Cerdas menggunakan Delphi", Penerbit Andi,

Yusnan Badruzzaman, "Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang", Politeknik Negeri Semarang.

<http://listrik-electrik.blogspot.com/>.. Dunia Listrik.