

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT UKUR TEGANGAN, ARUS DAN FREKUENSI LISTRIK ARUS BOLAK-BALIK SATU FASA BERBASIS PERSONAL COMPUTER

*(Design and Implementation of Voltage, Current and Frequency
Measurement for Single Phase Alternating Current Based on Personal
Computer)*

Itmi Hidayat Kurniawan,¹ Latiful Hayat²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. Raya Dukuh Waluh PO BOX 202 Purwokerto 53182
Telp; (0281) 636751 ext 130. Fax. (0281) 637239
¹email: itmi.hidayat.kurniawan@gmail.com
²email: stufi1983@gmail.com

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dilakukan proses perancangan dan implementasi alat ukur tegangan, arus dan frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa. Dalam proses perancangan instrumen ukur listrik bukanlah hal yang mudah, karena harus memperhatikan faktor kesalahan alat, serta efisiensi penggunaan teknologi instrumentasi elektronika yang digunakan. Pada alat ukur yang dibuat dalam pengukuran tegangan dan arus dilakukan dengan proses transformasi besaran yang di ukur menjadai bentuk besaran tegangan dan arus yang lebih rendah menggunakan tranformator penurun tegangan dan OTTO transformator arus sehingga sinyal keluarannya dapat diproses pada perangkat pemroses data menggunakan analog to Digital Converter (ADC) dengan lebar data 10 bit pada mikrokontroler AVR Atmega8535. Untuk pengukuran frekuensi dilakukan dengan menghitung banyaknya zero crossing per satuan waktu dengan menggunakan fasilitas Interupsi Eksternal pada mikrokontroler. Untuk perangkat penampilan data hasil pengukuran digunakan perangkat Liquid Crystal Display (LCD) dan ditampilkan dalam program Graphic user Interface (GUI) pada personal computer berbasis Microsof Visual C# 2008 Express Edition. Dalam pengujiannya alat pengukur Tegangan, Arus dan Frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa ini terdapat kesalahan rata-rata pengukuran (error pengukuran) pada pengukuran tegangan sebesar 0.45%, pengukuran frekuensi sebesar 0,09%, dan pengukuran arus sebesar 2%.

Kata Kunci: Alat Ukur Tegangan, Arus, Frekuensi, mikrokontroler AVR

ABSTRACT

This research consists of voltage measurement, current measurement, and frequency measurement for single phase Alternating Current, both design and implementation. It was not easy to design because the parallax error and the efficiency of technology that used are critically important in instruments design. This measuring instrument is made to measure voltage and current by converting it into small amount of voltage using Step-Down Transformer and Current OTTO

Transformer. Thereby those output signals can be interfaced into 10 bit Analog to Digital Converter (ADC) that available in AVR ATmega8535. Frequency measured by counting the amount of zero crossing per time interval using External Interrupt, which is available in microcontroller's feature. The results of measurement are displayed by Liquid Crystal Display (LCD) and Graphic User Interface (GUI) application connected to Personal Computer (PC) which is made using Microsoft Visual C# 2008 Express Edition. Average parallax errors are 0.45% in voltage measurements, 0.09% in frequency counting, and 2% in current measurements
Key-word: current, voltage, frequency measurement, microcontroller

PENDAHULUAN

Alat ukur tegangan, arus dan frekuensi adalah alat ukur yang sering digunakan disegala bidang antara lain industri maupun pada bidang elektronika praktis. Alat ukur ini mengalami perkembangan yang sangat luar biasa dalam hal teknologi alat ukurnya maupun secara penggunaannya dalam beberapa tahun ini.

Pada umumnya implementasi pengukuran tegangan, arus dan frekuensi listrik banyak dipakai oleh penggunaannya, menggunakan alat ukur standar dengan jenis alat ukur analog maupun digital yang bersifat portable sehingga hasil data hasil pengukuran dapat diketahui secara mudah dan praktis tetapi tidak dapat di monitor secara real-time. Dalam bidang industri, beberapa aplikasi membutuhkan instrumen yang dapat mengukur dan merekam data hasil pengukuran secara *real-time*, misalnya untuk mengetahui kualitas listrik yang digunakan, mengetahui tingkat tegangan hilang (*drop-voltage*) dan daya pada sumber listrik yang digunakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis berupaya untuk merancang-bangun prototipe alat pengukur tegangan, arus dan frekuensi listrik yang dapat memantau besaran yang di ukur secara *real-time* berbasis *personal computer*.

Alat pengukur tegangan, arus dan frekuensi berbasis mikrokontroler ATmega 8535 ini merupakan salah satu bentuk instrumentasi ukur. Kemudahan dalam pemantauan monitoring, keakuratan, dalam pembacaan dan pengambilan data pengukuran diharapkan dapat membantu manusia khususnya untuk mengetahui karakteristik besaran listrik yaitu nilai tegangan, arus dan frekuensi.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. merancang-bangun instrumen pengukuran yang memiliki kemampuan mengukur besaran tegangan, arus dan frekuensi yang akurat dan menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk angka serta dapat menghasilkan pengukuran yang berkualitas dibandingkan dengan alat ukur konvensional.
2. Untuk mempermudah dalam melihat hasil pengukuran besaran listrik pada suatu rangkaian elektronika dengan lebih teliti, karena telah menggunakan komputersasi dengan sistem digital dengan hasil pengukuran yang dapat direkam dan dicetak.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

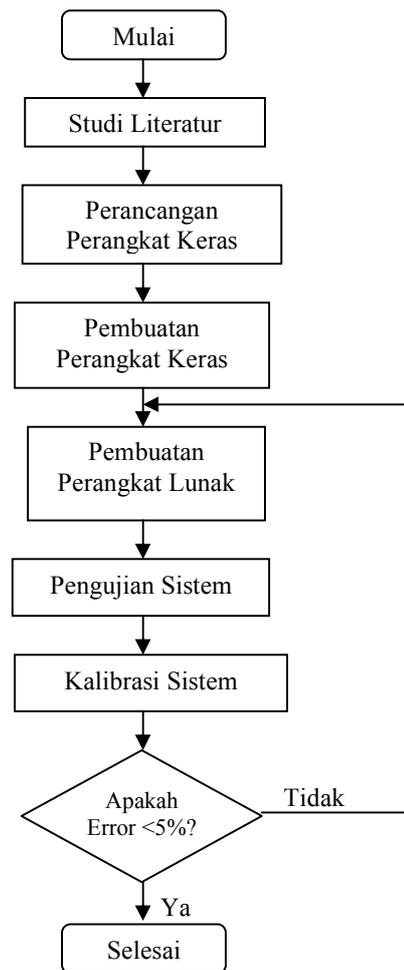
Penelitian sebelumnya yaitu pada tahun 2009, Dali S. Naga dkk

melakukan penelitian tentang perancangan dan pengimplementasian alat ukur daya listrik arus bolak-balik satu fasa berbasis personal computer. Pada penelitian ini pengukuran daya listrik dilakukan berdasarkan pengukuran tegangan dan arus berupa tegangan rms (*root mean square voltage*) menggunakan mikrokontroler Atmega8535. Kemudian hasil perhitungan daya listrik ditampilkan pada perangkat lunak komputer berbasis perangkat lunak Visual Basic .Net yang berfungsi untuk perangkat dokumentasi data hasil pengukuran^[3].

Pada tahun 2012, Husnain Al-Bustam melakukan penelitian tentang perancangan alat ukur tegangan listrik arus bolak-balik yang didesain dapat merekam data pengukuran tegangan selama 24 jam dengan dengan periode pengambilan data setiap 1 menit. Pada penelitian ini menggunakan mikroprosesor Intel 8086 dengan jangkauan pengukuran tegangan sebesar 0 - 250 Volt^[2].

Pada penelitian yang dilakukan Yanuar Rohman tentang perancangan sistem pengukuran arus berbasis mikrokontroler ATmega 8535, dibuat sebuah alat yang dapat mengukur arus dan menampilkan bentuk sinyal arus yang terukur ke dalam personal computer (PC) berbasis mikrokontroler ATmega 8535^[7].

proses perancangan dan implementasi alat ukur tegangan, arus dan frekuensi listrik AC satu fasa diperlihatkan pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan implementasi alat ukur tegangan, arus dan frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa berbasis *personal computer* berguna untuk mengukur besaran listrik arus bolak-balik dengan pengukuran maksimal tegangan AC satu fasa sampai dengan 240 Volt, arus listrik sebesar 50 A dan frekuensi sampai dengan 10 KHz.

Untuk mengukur tegangan digunakan Transformator Tegangan yang berfungsi untuk mengukur dan mentransformasikan tegangan yang mengalir pada jala-jala listrik agar sesuai dengan besaran tegangan yang

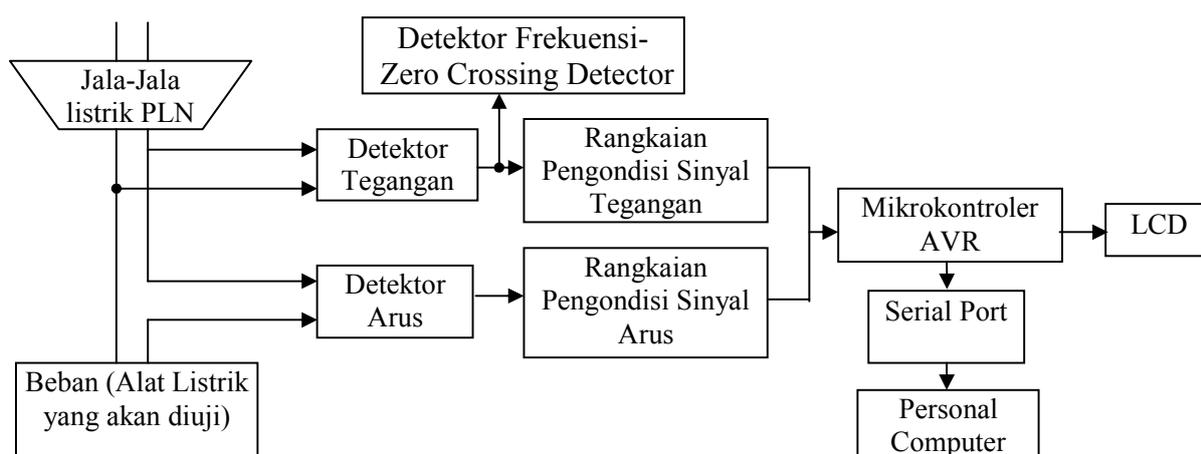
dapat diproses pada rangkaian pengkondisi sinyal dan mikrokontroler, sedangkan untuk mengukur arus digunakan OTTO Transformator Arus (current transformer) yang berfungsi untuk mengukur arus yang mengalir pada beban yang diukur, dan untuk mengukur frekuensi digunakan rangkaian *Zero Crossing Detector* yang berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi sudut fasa nol derajat ($0^{\circ}/180^{\circ}$) tiap satu detik sehingga dapat dihitung besarnya frekuensi listrik yang diukur.

Setelah didapatkan besaran tegangan dan arus, maka arus listrik bolak-balik dari tegangan dan arus harus disearahkan terlebih dahulu menjadi arus searah dengan menggunakan rangkaian opamp penyearah tegangan dan arus. Penyearah tegangan dan arus berfungsi untuk menurunkan tegangan dengan menggunakan prinsip pembagi tegangan (voltage divider) dan mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah agar dapat dibaca oleh *analog to digital converter* (ADC) yang sudah terintegrasi dalam mikrokontroler.

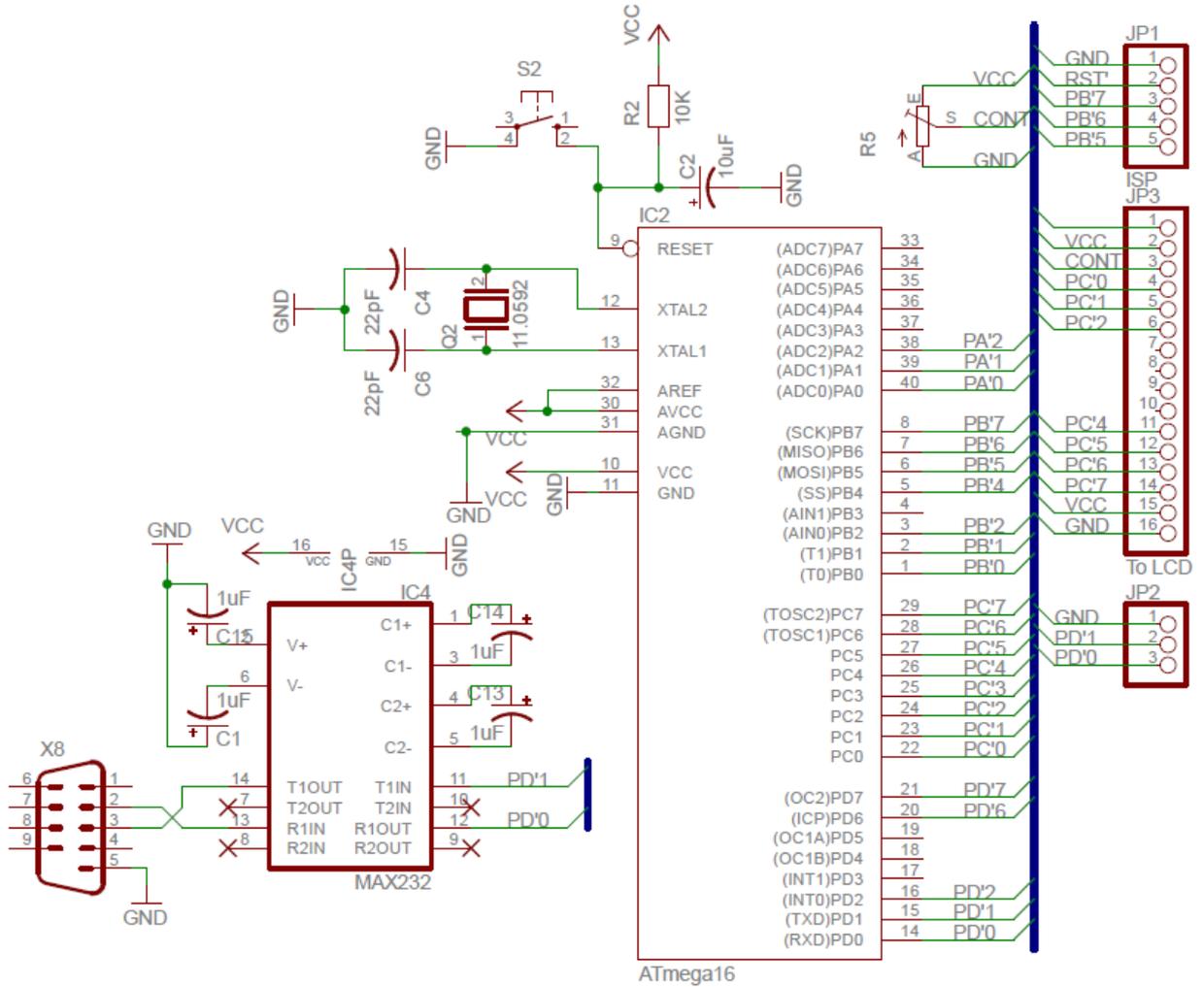
Perangkat *analog to digital converter* (ADC) ini berfungsi untuk mengubah sinyal analog arus searah menjadi data digital 10 bit sebagai data digital masukan yang akan diolah mikrokontroler.

Data hasil pengolahan pengukuran oleh mikrokontroler selanjutnya akan ditampilkan pada perangkat penampil Liquid Crystal Display (LCD) dan juga dikirimkan pada perangkat personal computer (PC) melalui komunikasi serial port.

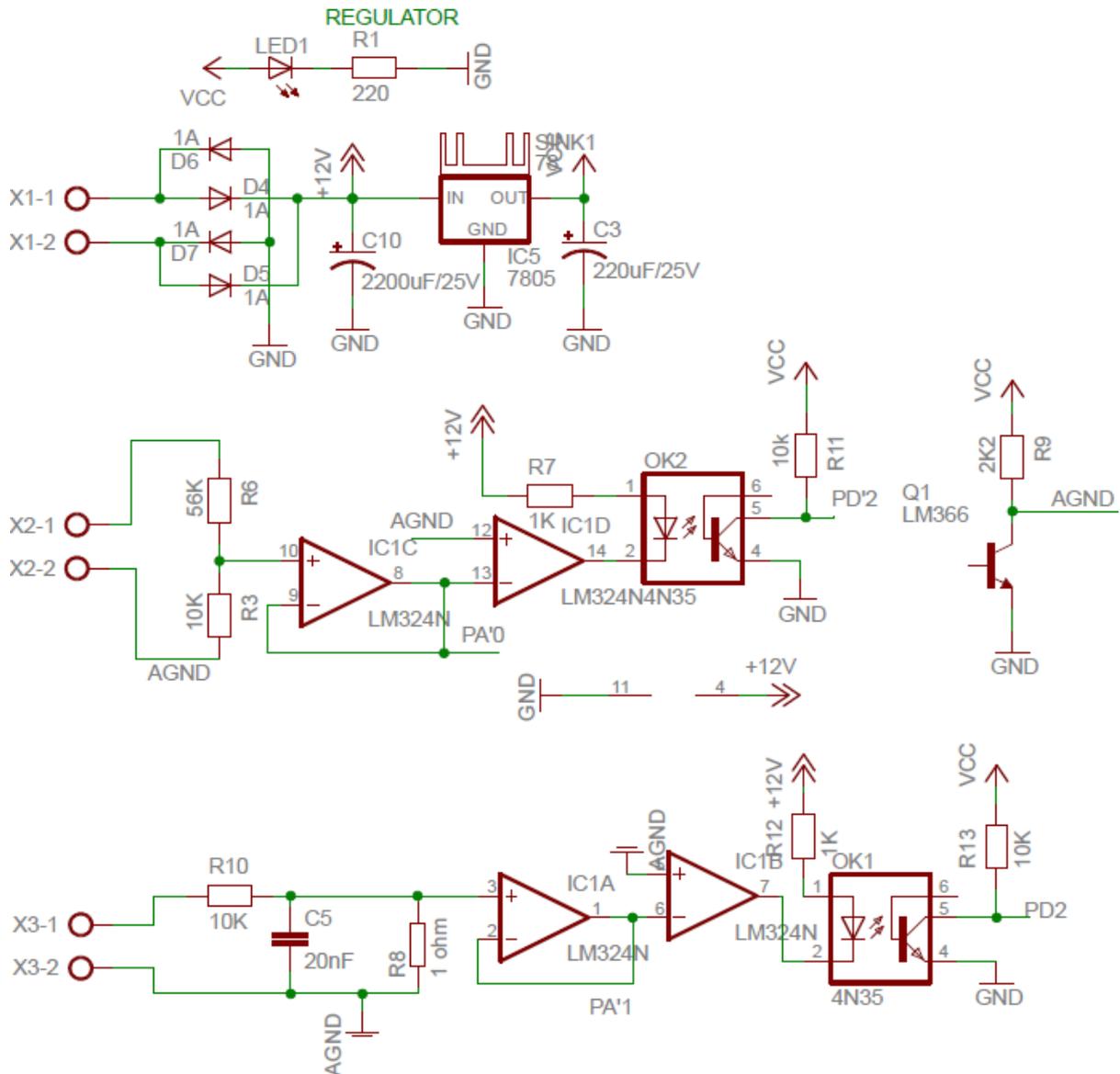
Personal computer (PC) berfungsi sebagai penampil hasil pengukuran dari tegangan, arus dan frekuensi yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka digital agar mudah dibaca oleh pengguna alat ini. Selain itu komputer juga dapat menyimpan data hasil pengukuran apabila pengguna alat ukur menginginkan data disimpan pada database yang ada di komputer. Dengan adanya database ini pengguna mudah untuk mengakses data berupa grafik dan database menggunakan pemrograman Microsoft Visual C# 2008 Edition.



Gambar 2. Diagram blok sistem penyambungan detektor tegangan, arus dan frekuensi ke jala-jala listrik



Gambar 3. Skema rangkaian pengolah data



Gambar 4. Skema rangkaian bagian penyuplai daya dan pengkondisi sinyal

Secara umum perangkat keras sistem pengukur tegangan, arus dan frekuensi listrik arus bolak-balik satu fase dirancang-bangun berdasarkan blok diagram pada gambar 2.

Pada tahap pembuatan dan perakitan perangkat keras instrumen ukur yang dibangun, dilaksanakan berdasarkan skema rangkaian elektro-

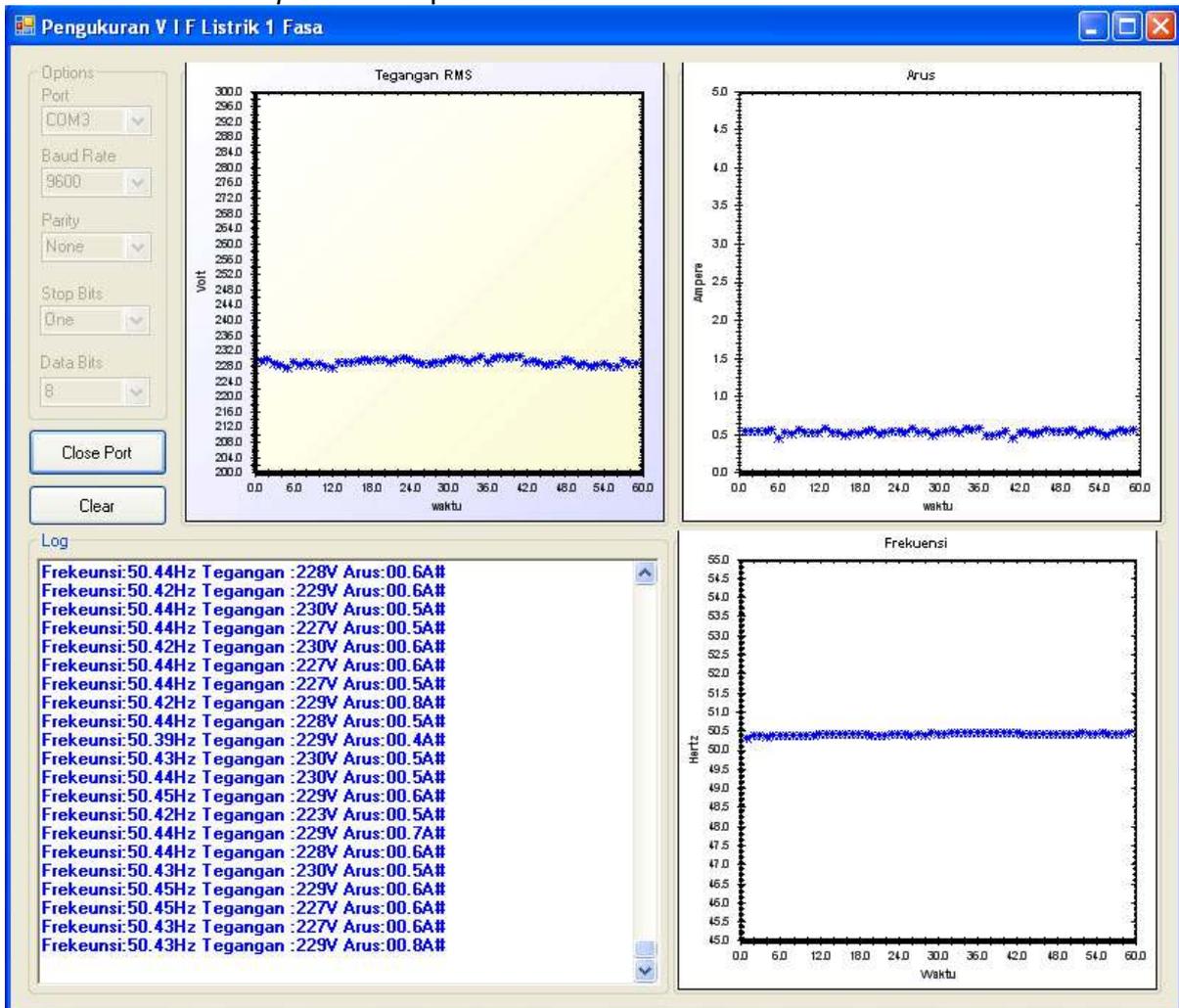
nika yang diperlihatkan pada gambar 3 dan 4.

Pembuatan perangkat lunak yang digunakan pada komputer dengan memperhatikan konektivitas antara perangkat lunak dengan perangkat keras yang dirancang. Pada perangkat lunak komputer yang dibuat, form pada tampilan depan (main program) berisi menu pengaturan komunikasi serial ya-

ng terdiri dari pengaturan protokol komunikasi yang digunakan (*com port*), *baudrate*, *parity bit*, *stop bit*, dan *data bit* yang gunakan oleh pengguna. Menu hasil pengukuran tegangan, arus, dan frekuensi yang didapat dari hasil pengukuran.

Selain itu juga terdapat beberapa menu yang dapat diakses seperti menu file berisi menu *open/close port* dan

menu exit, menu grafik berisi grafik tegangan, grafik arus, grafik frekuensi yang ditampilkan secara bersamaan secara bersamaan. Dan terakhir menu Save yang berfungsi untuk menyimpan data hasil pengukuran dalam format file text (txt.), gambar tampilan depan (main program) dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan perangkat lunak pada personal computer

Pada grafik tegangan, arus, dan frekuensi bersamaan berbanding terhadap waktu, bersaran terukur (tegangan, arus dan frekuensi) berada

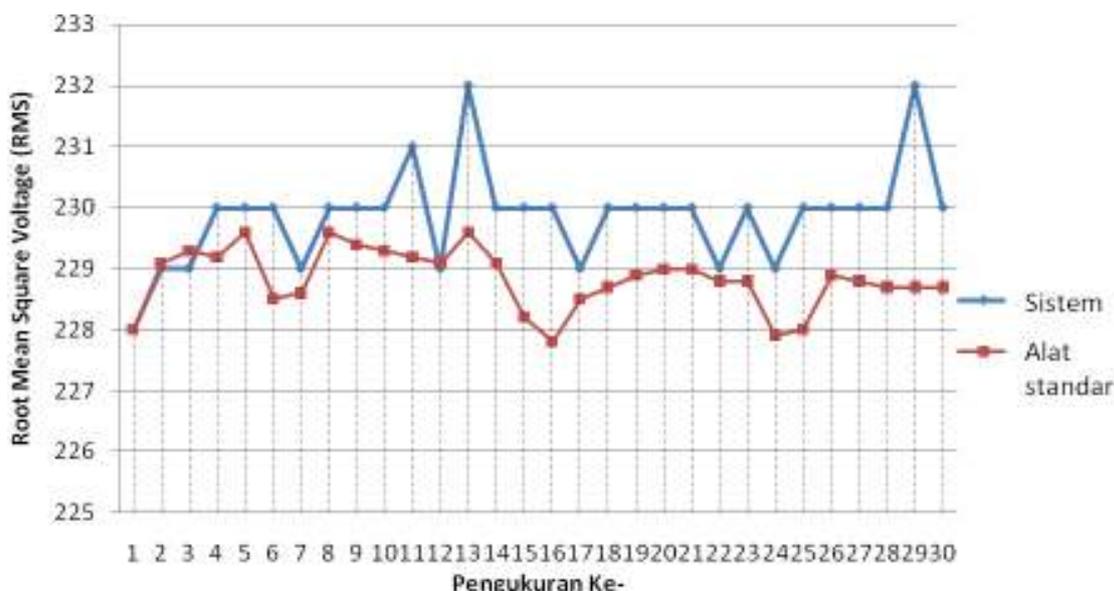
pada sumbu Y sedangkan waktu berada pada sumbu X dan dibawah grafik terdapat angka hasil pengukuran agar mudah untuk dibaca. Grafik pengukuran

tegangan, arus dan frekuensi berubah setiap tiga detik.

Analisa Data Hasil Kalibrasi

Setelah dilakukan proses pembuatan sistem dan perakitan

komponen elektronika pada sistem, selanjutnya dilakukan proses kalibrasi sistem dibandingkan dengan alat ukur tegangan, arus dan frekuensi menggunakan multimeter digital dan AC Clampmeter.



Gambar 6. Grafik data pengamatan pengukuran tegangan Listrik AC

Berdasarkan analisa data hasil pengamatan proses kalibrasi pengukuran tegangan listrik AC menunjukkan bahwa hasil pengukuran pada sistem yang dibuat memiliki tingkat kesalahan sebesar 0,45% dibandingkan

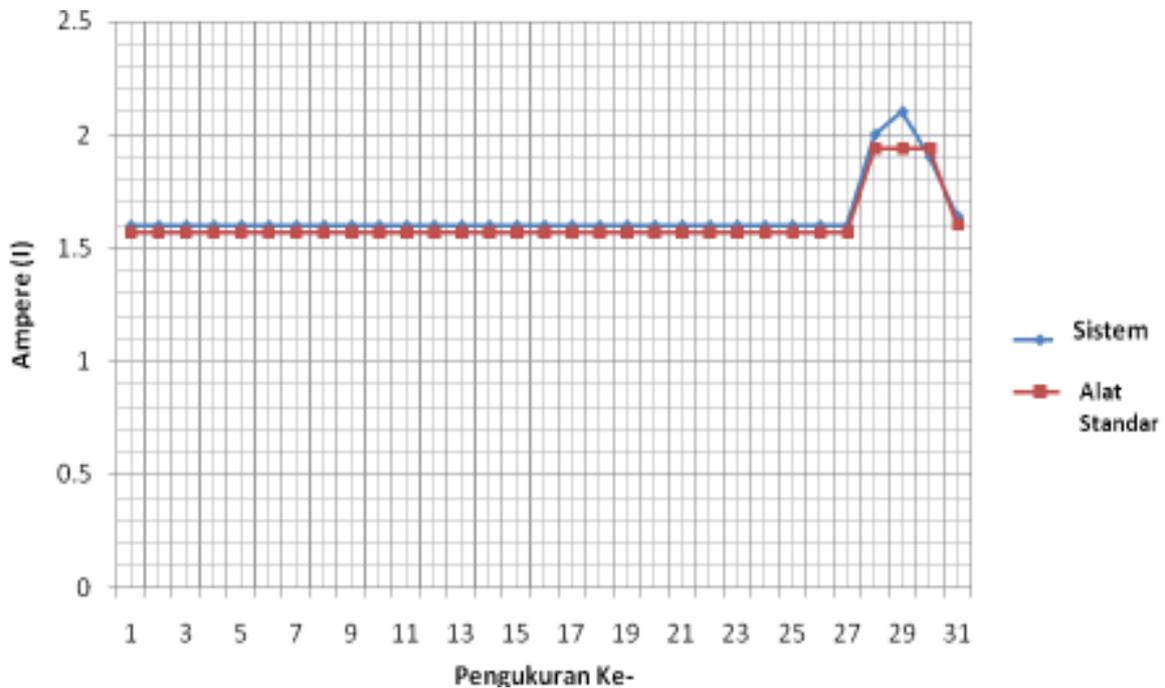
alat ukur tegangan standar (multimeter digital merk SANWA CD-800a) dengan nilai kesalahan absolut sebesar 1,03 volt.



Gambar 7. Grafik data pengamatan pengukuran frekuensi Listrik AC

Selanjutnya untuk analisa data hasil pengamatan proses kalibrasi pengukuran frekuensi listrik AC menunjukkan bahwa hasil pengukuran pada sistem yang dibuat memiliki tingkat

kesalahan sebesar 0,09% dibandingkan dengan alat ukur frekuensi standar (multimeter digital merk SANWA CD-800a) dengan nilai kesalahan absolut sebesar 0,09 Hz.



Gambar 8. Grafik data pengamatan pengukuran arus Listrik AC

Sedangkan untuk analisa data hasil pengamatan proses kalibrasi pengukuran Arus listrik AC dengan beban listrik lampu TL dengan daya 200 watt menunjukkan bahwa hasil pengukuran pada sistem yang dibuat memiliki tingkat kesalahan sebesar 2% dibandingkan alat ukur arus standar (AC Clampmeter digital merk VIA 3808) dengan nilai kesalahan absolut sebesar 0,033 Ampere.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari selama proses Perancangan dan Implementasi Alat Ukur Tegangan, Arus dan Frekuensi Listrik Arus Bolak-Balik Satu Fasa Berbasis Personal computer adalah sebagai berikut:

Dalam pengujian alat pengukur Tegangan, Arus dan Frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa ini terjadi kesalahan rata-rata pengukuran (error pengukuran) pada pengukuran tegangan sebesar 0,45%, pengukuran frekuensi sebesar 0,09%, dan pengukuran arus sebesar 2%.

Kecepatan penampilan grafik hasil pengukuran alat pengukur Tegangan, Arus dan Frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa berbasis *personal computer* berkisar antara dua sampai tiga detik.

Perbandingan antara input dan output dari *current transformer* adalah satu berbanding lima, dimana jika input menghasilkan arus 1 ampere maka output menghasilkan tegangan arus bolak-balik sebesar 5 volt.

Alat pengukur Tegangan, Arus dan Frekuensi listrik arus bolak-balik satu fasa ini mengukur tegangan dan arus berupa tegangan *root mean square* (Vrms).

SARAN

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

Untuk meningkatkan performansi dari hasil pengukuran, komponen elektronis yang digunakan memiliki toleransi kesalahan kurang dari 1 %. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja alat ukur secara keseluruhan.

Perangkat lunak penampil data pengukuran pada personal computer menggunakan sistem pendistribusian data yang tersusun dalam suatu data-base, sehingga dapat mempermudah dalam dokumentasi perekaman data hasil pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto E.P. 2004. *Belajar Mikrokontroler AT89C51 / 52 / 55 Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta : Penerbit Gava Media.
- Bustam, Husnain. 2012. Design and Implementation of a 16-Bit Microprocessor Based Power Recorder. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 3.
- Naga, S. Dali. 2006. Perancangan Dan Implementasi Alat Ukur Daya Listrik Arus Bolak-Balik Satu Fasa Berbasis Personal computer. Jurnal Tesla Vol 8.
- Pakpahan, Sahat. 1985. Instrumentasi Elektronik Dan Teknik Pengukuran. Jakarta: Erlangga
- Robert Boylestad, Louis Nashelsky. 1992. Electronic Devices and Circuit Theory, Prentice-Hall International.Inc.

- Robert F Coughlin, Frederick F. Driscoll. 1982. Operational Amplifier and Linear Integrated Circuits, Prentice Hall.Inc.
- Rohman, Yanuar. Paper Rancang Bangun Sistem Pengukuran Arus Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
- Sapiie, Sujana. 2000. Pengukuran Dan Alat-alat Ukur Listrik. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Wahana, Komputer. 2004. Pengolahan Data Statistik Dengan SPSS 12. Yogyakarta: Andi Publisher
- Winoto, Ardi. 2008. Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR. Bandung: Informatika.