
AMPERE METER DC MENGGUNAKAN ADC 0804 SEBAGAI INTERFACE PADA CENTRAL PROCESSING UNIT (CPU) KOMPUTER

Oleh : Budi Prijo Sembodo *)

Abstract

World Science and Technology especially at for computer have giving many amenity all area because it's operation very practical, efficient and easily. In this research of the peripheral of computer used as by media depicting the level of value measurement of direct current from an external electronics network which interfaced to computer pass to port of parallel. Expected with ampere meter of dc use ADC 0804 as interface at central processing unit (CPU) can assist process read of measurement value and can be used also by other consumer in the world of education.

The method which is used in this research is descriptive research have the character of developmental, where examination of its data is compared to a standard or criterion which have been specified before when compilation of research design.

The result of this research indicate that a software of Delphi version 7.0 from Borland can be used to connect between hardware and software by using components are staying in its environment. The level of comparison between ampere meter of dc use ADC 0804 as interface at central processing unit (CPU) by conventional analog ampere meter equals to 1:1. Ampere meter of dc use ADC 0804 as interface at central processing unit (CPU) have comparison which is equal to conventional analog ampere meter so that ampere meter of dc use ADC 0804 as interface at central processing unit (CPU) have reliable.

Keywords : Amperemeter DC, ADC 0804, interface, central processing unit (CPU)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) pada saat ini sudah semakin bertambah pesat, demikian juga pada perkembangan teknologi di bidang elektronika. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) tersebut sudah sampai pada saat yang memungkinkan seseorang dapat membuat suatu peralatan hanya dengan menghubungkan-hubungkan blok-blok rangkaian tanpa mengetahui suatu sistem pengoperasian yang bekerja pada blok-blok rangkaian tersebut. Hal ini disebabkan oleh semakin majunya industri elektronika, terutama dalam hal pengembangan prinsip-prinsip bahan semi konduktor sehingga kemajuan teknologi tersebut sangat berguna dalam banyak hal terutama di bidang elektronika.

Rangkaian elektronika pada penelitian ini menggunakan *interface* ADC (*analog to digital converter*) 0804 yang akan dihubungkan pada sebuah komputer. Pemilihan *interface* ADC 0804 pada rangkaian ini hanyalah pada daerah kerja dan toleransinya terhadap kondisi ruang serta dapat mengirimkan data sekitar 8 bit dalam satu waktu.

Semua hasil pengukuran akan dapat disimpan didalam *database* sehingga pengguna dapat dengan mudah memeriksa kesalahan dalam penggunaan alat ini. Diharapkan dengan alat peraga ini dapat

membantu pengguna dalam melakukan pengukuran arus listrik searah dengan mudah.

Batasan Penelitian

1. Arus yang diukur adalah arus searah.
2. Batas ukur yang digunakan 50 μ A, 2,5 mA, 25 mA dan 0,25 A.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Borland Delphi versi 7.0.
4. Alat ukur arus konvensional yang digunakan sebagai pembanding adalah multitester SANWA seri GE 15D dengan sensitivitas 4 k Ω /V pada kelas 0,5.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Mempermudah pengukuran arus listrik searah.
2. Menghasilkan ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*.
3. Mengetahui perbandingan faktor kesalahan antara ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)* dengan alat pengukur arus analog konvensional.

*) Dosen Teknik Elektro
Universitas PGRI Adi Buana – Surabaya

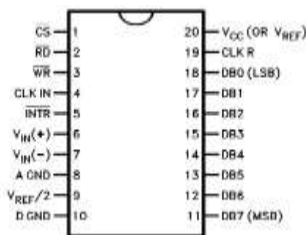
TINJAUAN PUSTAKA

A. Komputer

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia komputer didefinisikan sebagai mesin yang mampu melakukan proses data yang dilaksanakan dengan jalan mengikuti perintah-perintah yang dibuat dalam suatu program. Selain itu ada yang menerjemahkan komputer (Long, 1991) sebagai sekumpulan alat elektronik yang saling bekerja sama, dapat menerima data, mengolah data dan memberikan informasi serta terkoordinasi dibawah kontrol program yang tersimpan di memorinya.

B. Pengubah Analog ke Digital

Pengubah analog ke digital atau digital ke analog merupakan salah satu unsur yang penting dalam suatu teknik *interface*. Komputer yang digunakan dalam penelitian ini hanya sebagai sarana pengolah data dan penampil data yang berupa gerakan jarum pada layar monitor komputer. Pada penelitian yang menggunakan komputer, data yang diolah atau diberikan ke komputer masih berupa sinyal analog yang berupa tegangan sedangkan komputer memerlukan sinyal digital untuk dapat diolah datanya. Sehingga diperlukan pengubah dari sinyal analog ke sinyal digital oleh karena itu, digunakanlah *Analog to Digital Converter (ADC)*. Proses konversi dapat terlaksana dengan beberapa cara. Perlu diperhatikan parameter yang akan menentukan mutu sebuah ADC yaitu kesalahan kuantisasi, ketidaklinearan, kode tidak lengkap (hilang) dan waktu konversi.



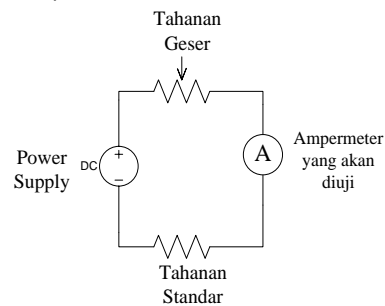
Gambar 1 : ADC 0804

Sumber: Datasheet ADC 0804, 1999.

ADC memiliki beberapa tipe yaitu ADC 0801, 0802, 0803, 0804, 0805. Pada penelitian ini digunakan tipe ADC 0804, yang membedakan dari kelima ADC tersebut hanyalah pada daerah kerja dan toleransinya terhadap kondisi ruang. ADC 0804 bekerja berdasarkan perbedaan tegangan yang masuk ke dalam ADC antara V_{ref} dan V_{in} .

C. Amperemeter

Arus listrik adalah aliran listrik yang melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Satuan *Standart International* untuk arus listrik adalah *ampere* (A). Alat yang digunakan untuk mengukur arus listrik ini disebut amperemeter. Pada rangkaian luar, amperemeter harus dipasang secara seri dengan beban. Arus yang diukur pada alat ini merupakan arus yang mengalir pada rangkaian nyata yang dapat dirangkai sendiri oleh pengguna. Arus keluar dari kutub positif kemudian keluar dan masuk kembali ke kutub negatif sumber. Arus yang mengalir ke satu arah saja dengan harga konstan dinamai arus searah atau arus dc (*direct current*).



Gambar 2: Metode untuk mengkalibrasi sebuah amperemeter dc.

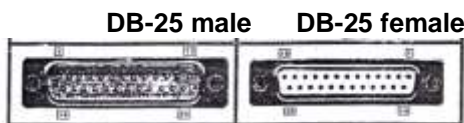
D. Port Paralel

Port parallel ialah *port* data komputer yang digunakan untuk mentransmisi 8 bit data dalam satu *clock*. Standar *port parallel* yang terbaru ialah IEEE 1284 yang dikeluarkan tahun 1994. Standar ini mendefinisikan lima operasi sebagai berikut: mode kompatibilitas, mode nibble, mode byte, mode EPP (*Enhanced Parallel Port*), dan mode ECP (*Extended Capability Port*).

Tujuan standar yang baru tersebut ialah untuk mendesain driver dan peralatan yang baru dan kompatibel dengan peralatan lain serta standar *port parallel* sebelumnya (SPP) yang diluncurkan tahun 1981. Mode kompatibilitas, nibble, dan byte digunakan sebagai standar perangkat keras dan dapat berjalan dengan kecepatan yang lebih tinggi, sedangkan mode ECP dan EPP membutuhkan perangkat keras tambahan yang mampu bekerja secara cepat, namun masih kompatibel dengan SPP. Mode kompatibilitas atau centronics hanya dapat mengirimkan data pada arah maju pada kecepatan 50 KB / detik hingga 150 KB / detik. Mode nibble dapat

menerima 4 bit (nibble) pada arah mundur, misalnya dari alat komputer. Sedangkan mode byte menggunakan sifat dwi arah dari *port parallel* untuk memasukkan data byte (8 bit).

Seperti komponen dalam rangkaian elektronika, *port parallel* dipasang dengan konektor male dan female. Di komputer, konektor *port parallel* yang terpasang adalah DB-25 female, sehingga kabel penghubung keluar adalah DB-25 male. Susunan atau bentuk DB-25 male dan female tersebut tampak seperti gambar dalam Gambar 2.7 berikut ini.

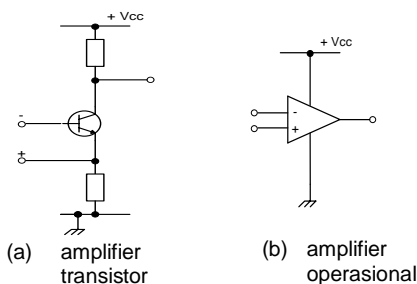


Gambar 3 : Diagram pin konektor DB25
 Sumber : *IO Bus & Motherboard, 2004 : 2*

Dari 25 pin konektor DB-25 tersebut, hanya 17 pin yang digunakan untuk saluran pembawa informasi dan yang berfungsi sebagai ground 8 pin. Ketujuh belas saluran informasi itu terdiri atas tiga bagian, yakni data 8 bit, status 5 bit, dan kontrol 4 bit. Bit kontrol dan status berfungsi dalam jabat tangan dalam proses penulisan data ke port parallel. Tabel 2.2 berikut menggambarkan fungsi dari pin konektor DB-25 maupun *Centronics*.

E. Amplifier Operasional

Amplifier operasional sebenarnya dikembangkan dari amplifier differensial yang digunakan untuk membandingkan dua buah sinyal *input*. Susunan sircuit amplifier operasional atau *operational amplifiers (op-amp)* yang ditransistorisasi menjadikannya sangat cocok untuk integrasi, sehingga tersedia berbagai jenis *op-amp* dalam paket IC.



Gambar 4 : Perbandingan antara amplifier transistor dan op-amp

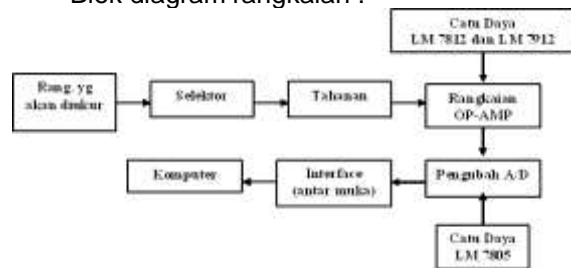
Sumber : *Elektronika Praktis, 1993 : 129*

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif yang merupakan penelitian non hipotesis sehingga dalam langkah penelitiannya tidak perlu merumuskan hipotesis. Penelitian deskriptif ini bersifat *developmental*, dimana pengujian datanya dibandingkan dengan suatu kriteria atau standar yang sudah ditetapkan terlebih dahulu pada waktu penyusunan desain penelitian. (Suharsimi, 1998:245).

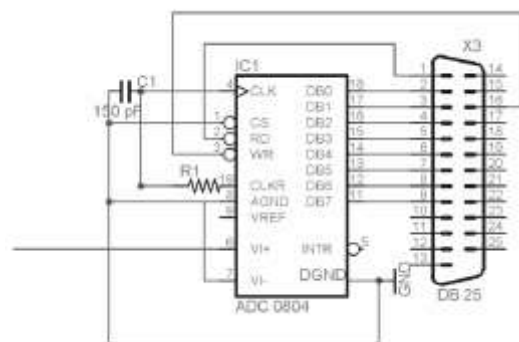
A. Rancangan Penelitian

Blok diagram rangkaian :

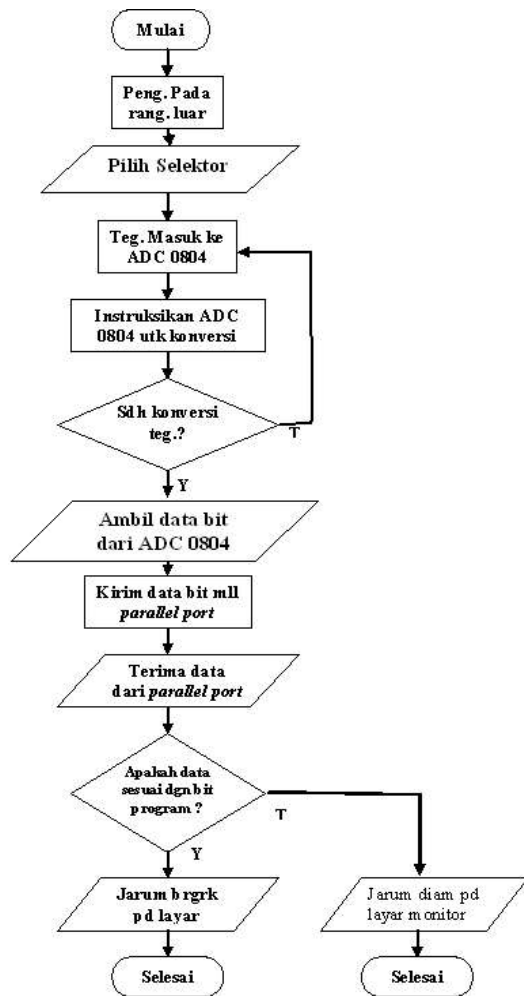


Gambar 5 : Blok Diagram Rangkaian

Pada penelitian ini digunakan *port parallel* DB-25 yang mempunyai 25 pin. Digunakan *port parallel* karena *port* ini memiliki *input* hingga 8 bit, ini sesuai dengan *output* ADC 0804 dan *output port parallel* mencapai 12 bit pada saat yang bersamaan, dengan hanya membutuhkan rangkaian eksternal sederhana untuk melakukan suatu tugas tertentu. *Port parallel* ini kemudian akan disambungkan dengan DB0 (pin 18) –DB7 (pin 11) pada ADC 0804 dan pin yang digunakan pada *port parallel* adalah pin 1 sampai dengan pin 9 dan pin 16.



Gambar 6 : Penyambungan Port Parellel dengan ADC 0804.

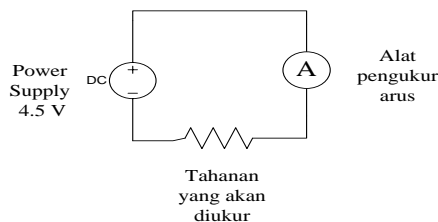


Gambar 7 : Flowchart pada ADC 0804

B. Pengujian Program

Program diuji dengan menghubungkan colok yang telah terhubung pada komputer dengan rangkaian luar yang telah disiapkan. Keberhasilan program diuji dengan adanya penunjukkan jarum pada layar monitor komputer, jika kedua colok dihubungkan kerangkaian luar yang akan diukur nilai arusnya. Langkah-langkah dalam pengujian program adalah :

- 1) Menyiapkan rangkaian yang akan diukur. Alat peraga dirangkai secara seri pada rangkaian yang diukur. Rangkaian yang digunakan :



Gambar 8 : Rangkaian Pengukuran

- 2) Menghubungkan colok pada rangkaian. Pengujian dilakukan 2 kali, pertama dilakukan dengan menggunakan SANWA YX 360 TRF dan kedua dengan menggunakan alat peraga pengukur arus berbasis komputer.
- 3) Arus terukur dengan penunjukkan jarum yang bergerak pada layar monitor komputer dengan menggunakan alat peraga pengukur arus berbasis komputer.

C. Analisis Data

Dalam suatu pengukuran pasti akan terjadi kesalahan yang mungkin. Kesalahan yang mungkin terjadi ini mengenai ketepatan dan ketelitian alat amperemeter DC menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit* (CPU) untuk mengukur arus pada rangkaian. Ketepatan diartikan suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang serupa.

Sebagai tolok ukur pengukuran arus DC maka digunakan multitester konvensional yaitu multitester tipe SANWA GE-15D. Tipe ini sering digunakan oleh sebagian orang karena pembacaan skala ukur yang mudah dan terdapat banyak di pasaran. Hasil pengukuran arus DC menggunakan multitester SANWA GE-15D akan dibandingkan dengan alat amperemeter DC menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit* (CPU).

Dengan memberikan suatu harga tertentu bagi sebuah variabel, ketepatan (presisi) merupakan suatu ukuran tingkatan yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara berturutan. Sedangkan ketelitian merupakan harga terdekat dengan mana suatu pembacaan instrumen mendekati harga sebenarnya dari variabel yang diukur. (Cooper,1999:1). Sehingga analisa yang dipakai dalam penelitian adalah analisis faktor kesalahan rumus yang digunakan:

$$r = 0,6745 \sigma$$

(Cooper, 1999:15)

dimana: r = kesalahan yang mungkin, 0,6745 merupakan konstanta yang digunakan karena analisa yang digunakan dalam wilayah +σ dan -σ dari nilai rata-rata.

σ = standar deviasi diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{d^2}{n-1}}$$

(Cooper,1999:15)

Untuk menganalisis data tersebut, di- gunakan langkah-langkah perhitungan :

- 1) Menyusun data hasil pengukuran arus yang ditampilkan oleh komputer sebanyak

- 10 kali pengukuran untuk setiap batas ukur dengan menggunakan SANWA GE-15D dan ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*.
- 2) Menghitung nilai rata-rata pada hasil pengukuran arus.
 - 3) Menghitung deviasi standar pada hasil pengukuran arus.
 - 4) Selanjutnya menentukan besar faktor kesalahan yang mungkin (r) dengan menggunakan rumus diatas.
 - 5) Membandingkan faktor kesalahan antara multimeter SANWA GE-15D dengan ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*.

Analisis ini digunakan untuk menentukan validitas variabel. Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan sesuatu variabel. Sebuah variabel dikatakan valid apabila dapat mengungkap data dan variabel yang diteliti secara tepat. Apabila data yang didapat dari pengukuran ini sudah seharusnya, maka berarti bahwa instrumennya sudah baik, sudah valid. (Suharsimi, 1998: 160).

HASIL PENELITIAN

Menggunakan batas ukur 50 μ A

- 1) Menggunakan SANWA GE 15D
 Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,20276$,
 jadi $\sigma = \sqrt{\frac{0,20276}{9}} = 0,15$. Sehingga r :
 $0,6745 \cdot 0,15 = 0,1012$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 50 μ A, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 2,2 Mohm sebesar 0,1012.
- 2) Amperemeter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*. Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,0818$, jadi
 $\sigma = \sqrt{\frac{0,0818}{9}} = 0,095$. Sehingga r :
 $0,6745 \cdot 0,095 = 0,064$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 50 μ A, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 2,2 Mohm sebesar 0,064.

Menggunakan batas ukur 2,5 mA

- 3) Menggunakan SANWA GE 15D
 Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,00109$,
 jadi $\sigma = \sqrt{\frac{0,00109}{9}} = 0,011$. Sehingga r :

$0,6745 \cdot 0,011 = 0,00742$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 2,5 mA, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 10 Kohm sebesar 0,00742.

- 4) Ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*.

Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,00081$,
 jadi $\sigma = \sqrt{\frac{0,00081}{9}} = 0,00949$. Sehingga r :

$0,6745 \cdot 0,00949 = 0,0064$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 50 μ A, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 10 Kohm sebesar 0,0064.

Menggunakan batas ukur 25 mA

- 5) Menggunakan SANWA GE 15D
 Dari perhitungan di dapat $d^2 = 8,801$,

jadi $\sigma = \sqrt{\frac{8,801}{9}} = 0,9889$. Sehingga r :

$0,6745 \cdot 0,9889 = 0,667$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 25 mA, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 470 ohm sebesar 0,667

- 6) Ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*.

Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,061$,

jadi $\sigma = \sqrt{\frac{0,061}{9}} = 0,0823$. Sehingga r :

$0,6745 \cdot 0,0823 = 0,0555$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 50 μ A, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 470 ohm sebesar 0,0555.

Menggunakan batas ukur 0.25 A

- 7) Menggunakan SANWA GE 15D
 Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,0011$,

jadi $\sigma = \sqrt{\frac{0,0011}{9}} = 0,0011$. Sehingga r :

$0,6745 \cdot 0,0011 = 0,00746$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 0,25 A, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 470 ohm sebesar 0,00746

- 8) Ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)*.

Dari perhitungan di dapat $d^2 = 0,0002910$,jadi

$$\sigma = \sqrt{\frac{0,002910}{9}} = 0,005686. \text{ Sehingga } r :$$

$0,6745 \cdot 0,005686 = 0,003835$, dalam hal ini berarti faktor kesalahan yang terjadi pada pengukuran dengan batas ukur 0,25 A, tegangan 4,5 V DC dan hambatan 470 ohm sebesar 0,003835

PEMBAHASAN

Perbandingan faktor kesalahan antara SANWA GE-15D dengan Ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Perbandingan

No	Batas Ukur	Nilai Pengukuran (pembulatan satu angka dibelakang koma)		Perbandingan	
		SANWA GE 15D	Ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai <i>interface</i> pada <i>central processing unit (CPU)</i>	SANWA GE 15D	Ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai <i>interface</i> pada <i>central processing unit (CPU)</i>
1.	50 μ A	0,1	0,1	1	1
2.	2,5 mA	0,01	0,01	1	1
3.	25 mA	0,7	0,1	7	1
4.	0,25 A	0,08	0,04	2	1

Perbedaan penunjukkan nilai arus antara ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)* dengan alat pengukur arus konvensional disebabkan karena cara kerja yang berbeda. Pada alat pengukur arus konvensional menggunakan prinsip kerja kumparan putar. Dimana bila arus mengalir pada kumparan, kumparan pun menjadi magnet. Terjadilah gaya tolak-menolak antara medan magnetnya besi magnet dan medan magnet kumparan. Kumparan pun bergerak berputar. Kumparan yang berputar membawa jarum penunjuk turut berputar. Semakin besar arus yang mengalir, semakin jauhlah putaran kumparan.

Pada ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)* yang ditunjukkan pada layar monitor komputer tidak bekerja secara langsung tetapi melalui rangkaian antarmuka dahulu. Dimana arus yang diperoleh dari rangkaian luar masuk kedalam selektor lalu masuk kedalam tahanan-tahanan yang telah ditentukan. Dari tahanan masuk kedalam IC op-amp 741, op-amp 741 digunakan dalam rangkaian ini untuk menghasilkan masukan dan keluaran yang sama atau sebagai buffer atau penyangga.

Setelah op-amp 741 masuk ke ADC 0804, ADC 0804 digunakan sebagai pengubah sinyal analog ke digital. Kemudian masuk ke

port parallel, *port parallel* digunakan karena *port parallel* memiliki input hingga 8 bit yang sesuai dengan output ADC 0804. Dari *port parallel* masuk kedalam komputer berada dalam alamat *port parallel* 378H dan sudah berupa sinyal digital.

Alamat dari *port parallel* di inialisasi oleh program dan bit data diambil kemudian diolah dengan menggunakan program yang telah dibuat sehingga jarum pada layar monitor komputer dapat bergerak sesuai dengan arus yang masuk ke dalamnya.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan beberapa kali percobaan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahasa pemrograman Borland Delphi versi 7.0 mampu menunjukkan besarnya nilai arus searah yang mengalir dari rangkaian.
2. Besarnya nilai pengukuran arus searah antara ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)* dengan alat pengukur arus konvensional mempunyai nilai yang relatif sama sehingga diperoleh perbandingan faktor kesalahan relatif kecil yaitu sebesar 1:1. Sehingga ampere meter dc menggunakan ADC 0804 sebagai *interface* pada *central processing unit (CPU)* merupakan alat yang reliabel.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo. 2004. *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Cooper, William D. 1999. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran* Diterjemahkan oleh Sahat Pakpahan. Jakarta: Erlangga.
- Jaja, Jamaludin Malik. 2005. *Tip dan Trik Unik Delphi*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Long, Larry. 1991. *Introduction to Computers and Information Processing*. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.
- Magistra Utama. _____. *Modul Praktikum Keteknisian Komputer*. Malang : GBEC.
- Martina, Inge. 2004. *36 Jam Belajar Komputer Pemrograman Visual Borland Delphi 7*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Pranata, Antony. 2003. *Pemrograman Borland Delphi 6 (Edisi 4)*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Pena. _____. *Kamus Lengkap Bahasa Indonesia*. Jakarta: Gitamedia Press.
- Putra, Agfianto Eko. 2002. *Teknik Antarmuka Komputer: Konsep dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Robi'in, Bambang. 2004. *Pemrograman Grafis Multimedia Menggunakan Delphi*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Sudjana. 2002. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito
- Suharsimi, Arikunto. 1998. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek (Edisi Revisi IV)*. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Sunarto, Rumono B. 2004. *Membangun Sistem Akuisisi Data Berbasis Database dengan Delphi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sutadi, Dwi. 2004. *I/O Bus dan Motherboard*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Wasito S.1987. *Teknik Arus Searah Jilid 1*. Jakarta: Karya Utama.
- Wasito S. 2001. *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wolfgang Link. 1995. *Pengukuran, Pengendalian dan Pengaturan Dengan PC*. Jakarta: PT ELEX Media Komputindo.
- Wollard, Barry. 1993. *Elektronika Praktis*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- DatasheetADC 0804. 1994. *ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters*. National Semiconductor. Diambil tanggal 4 Juni 2007, dari <http://www.national.com>
- _____. 2003. *Pemrograman Borland Delphi 7.0*. Jakarta: ANDI dan Wahana Komputer.
- _____. 2000. *TIP31 Series (TIP31/31A/31B/31C)*. Fairchild Semiconductor. Diakses tanggal 4 Juni 2004, dari <http://www.datasheetcatalog.com>.
- _____. 1994. *LM741 Operational Amplifier*. National Semiconductor. Diakses tanggal 4 Juni 2007, dari <http://www.national.com>.
- _____. 2000. *LM78XX Series Voltage Regulators*. National Semiconductor Diakses tanggal 4 Juni 2007, dari <http://www.national.com>.