

**PENGGONVERSIAN  
DATA ANALOG MENJADI DATA DIGITAL  
DAN DATA DIGITAL MENJADI DATA ANALOG  
MENGUNAKAN *INTERFACE PPI 8255*  
DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN BORLAND DELPHI 5.0**

**SRI MELATI SAGITA  
SITI KHOTIJAH  
RINI AMALIA**

[melati\\_sms@yahoo.com](mailto:melati_sms@yahoo.com)

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Matematika dan IPA  
Universitas Indraprasta PGRI

**Abstrak.** Perkembangan teknologi secara modern sangat diperlukan pada kondisi saat ini untuk menyempurnakan teknologi F. Sistem kontrol dengan berbasiskan PC (*Personal Computer*) merupakan salah satu penerapan dari teknologi modern dimana banyak dari aplikasi komputer ini dapat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya. Salah satu aplikasi penggunaan sistem kontrol berbasiskudian PC adalah mengontrol proses konversi analog ke digital dan konversi digital ke analog yang ditujukan untuk menggantikan pengontrolan secara manual sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga.

**Kata Kunci:** konversi, analog, digital

**Abstrac.** The improvement of modern technology now days is really needed to make perfect conventional technology. Control system based on PC (personal Computer) is one of application of modern technology whereas many of this computer application can help human beings for complete their tasks. One of the using control system based on PC is to control conversion system from analog to digital and also the digital to analog that is made for substitute the controlling in manually so it can increase time and source efficiency.

**Key Words:** conversion system, analog, digital

## **PENDAHULUAN**

Komputer untuk dapat berhubungan dengan perangkat luar membutuhkan penghubung atau perantara, sehingga dapat dimengerti oleh komputer. Perangkat luar tersebut dapat berupa pengendalian, penerimaan atau pengiriman data.

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah besaran analog menjadi besaran digital. Pada setiap sensor yang berbasis mikrokontroler (sebagai pusat pengolah data) diperlukan adanya rangkaian ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk mengubah sinyal yang diterima oleh sensor untuk menjadi besaran digital supaya sinyal tersebut bisa diterjemahkan atau dibaca mikrokontroler. Sensor- sensor disini dapat berupa sensor suhu, sensor level, sensor tekanan, dan lain-lain. DAC (*Digital to Analog Converter*) adalah perangkat atau rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah suatu isyarat digital (kode-kode biner) menjadi isyarat analog (tegangan analog) sesuai harga dari isyarat digital tersebut. DAC (*digital to Analog Converter*) dapat dibangun menggunakan penguat penjumlah inverting dari

sebuah operasional amplifier (Op-Amp) yang diberikan sinyal input berupa data logika digital (0 dan 1).

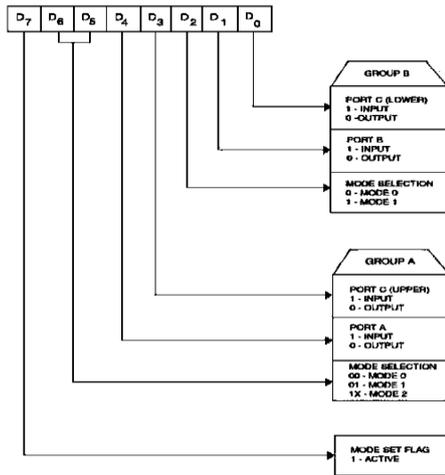
Dengan adanya perkembangan teknologi memungkinkan manusia untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaannya. Berdasarkan dengan landasan ini maka penerapan teknologi adalah dengan penggunaan komputer. Karena kondisi ini memberikan inspirasi kepada peneliti untuk melakukan pengambilan data dengan menggunakan alat tersebut. Selama proses pengambilan data diperlukan peripheral sebagai mediator atau penghubung antara komputer dengan alat yang dikendalikan, peripheral tersebut antara lain PPI 8255, ADC 0809, DAC MC 1408 / 0808 dan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0.

Programable Periperhal Interface (PPI) 8255 merupakan suatu *chip I/O port* yang dapat diprogram dan dikemas dalam 40 pin. PPI 8255 memiliki 3 buah port yang masing-masing dinamakan *port A*, *port B* dan *port C*. Masing-masing port mempunyai 8 bit perantara (PA0 sampai PA7, PB0 sampai PB7, PC0 sampai PC7) yang berfungsi sebagai *port* masukan ataupun *port* keluaran.

Proses pembacaan dan penulisan data dari PPI 8255 dapat dilakukan melalui program. Untuk memilih salah satu register dari ketiga *port I/O* dan register kontrol yang dituju dapat dilakukan dengan cara menentukan kombinasi pada jalur alamat A0 dan A1, seluruh operasi ini dapat dilihat pada tabel berikut :

CS	RD	WR	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	Operasi	Tujuan
0	0	1	0	0	Baca data	Port A
0	0	1	0	0		Port B
0	0	1	1	0		Port C
0	1	0	0	1	Tulis data	Port A
0	1	0	0	0		Port B
0	1	0	1	0		Port C
0	1	0	1	1		Control Word Register
1	x	x	x	x	8255 tidak aktif	3 state
0	1	1	x	x		3 state
0	0	1	1	1		Kondisi ilegal

Pengoperasian PPI 8255 terlebih dahulu harus dilakukan inisialisasi melalui perangkat lunak yang akan menentukan konfigurasi dari pengoperasian PPI 8255. Susunan dari *control word* ini mempunyai bentuk seperti gambar dibawah ini :



Konverter analog ke digital (ADC 0809) berisi pengubah analog ke digital 8 bit dan 8 saluran masukan analog *multiplexer* dengan masukan *latch*. Piranti ini banyak digunakan interface pada banyak mikroprosesor dengan penambahan komponen eksternal yang sedikit. Setiap konversi dibutuhkan 8 periode clock sehingga untuk 8 analog input tersebut dibutuhkan 64 periode clock.

Konverter digital ke analog (DAC MC 1408 / 0808) input digital dikonversi menjadi arus listrik, dan dengan menghubungkan sebuah resistor pada pin Iout, kita akan mendapatkan hasil berupa tegangan. Total arus yang diberikan oleh pin Iout adalah tergantung status dari nilai input D0-D7 pada DAC MC 1408 / 0808 tersebut dan juga tergantung pada arus referensi (Iref).

Bahasa Pemrograman Borland Delphi 7.0 adalah suatu perangkat pengembangan aplikasi yang sudah sangat terkenal di lingkungan Windows dengan bahasa object Pascal sebagai bahasa dasar. Bagian dari Delphi yang digunakan untuk menciptakan aplikasi adalah melalui *IDE (Integrated Development Environment)*.

### Tujuan Penelitian

Mampu memahami dasar-dasar sistem kontrol input dan output dari ADC0809 jenis *Successive Approximation*. Dan mampu memahami dasar-dasar sistem kontrol output menggunakan DAC MC1408 / 0808.

Mampu memahami bagaimana cara kerja dari proses konversi data analog ke data digital dan Mampu memahami fungsi dari rangkaian Sample & Hold dengan mengamati kondisi sinyal EOC. Dan mampu membuat aplikasi sinyal analog dari DAC MC1408 / 0808 untuk membangkitkan bentuk gelombang dengan Amplitudo, Siklus tugas dan frekuensi yang dispesifikasikan.

Dapat membuat program sederhana berbasis Windows (GUI) dari masukan data analog menjadi data digital yang nantinya akan diolah pada PC. Dan dapat membuat program sederhana berbasis windows (GUI) dari sinyal digital yang akan menghasilkan sinyal analog melalui DAC MC1408 / 0808 dengan pengendalian PC menggunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0.

### METODE PENELITIAN

#### 1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan berdasarkan proses konversi yaitu Konversi data analog ke digital dan Konversi data digital ke analog.

## 2. Teknik Pengamatan Data

Data dalam penelitian ini diamati dengan menggunakan alat-alat yaitu: 1 unit PC compatible, 1 buah Oscilloscope, 1 buah Potensiometer 100K, 1 buah Interface Card ISA to PPI 8255, 1 buah Modul A/D CONVERTER, 1 buah Modul D/A CONVERTER, 1 buah Power Supply eksternal/Bread Board.

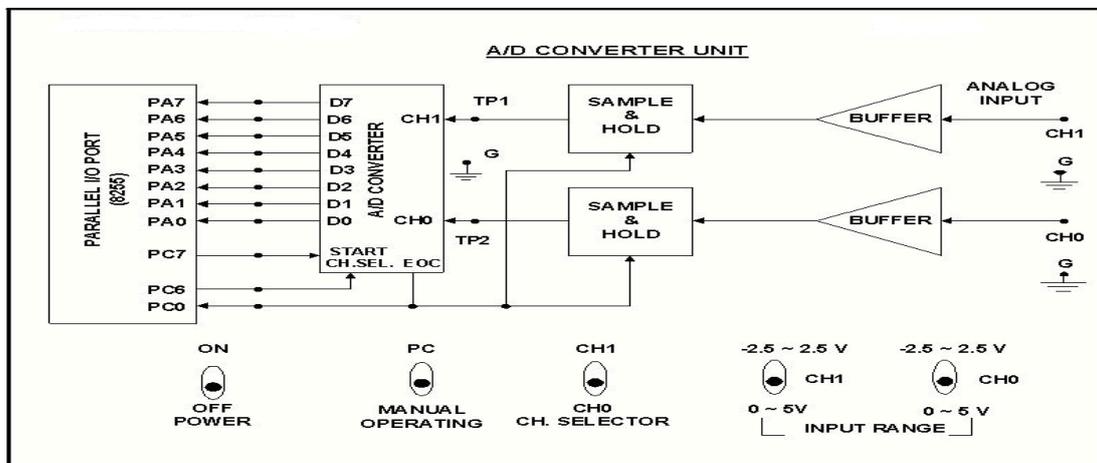
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengkonversian Data Analog Menjadi Data Digital Menggunakan *Interface PPI 8255*.

Tujuan dari rangkaian ADC ini adalah untuk mengubah tegangan analog (0 volt sampai 5,12 volt) ke dalam bilangan biner, antara 0000 0000 Biner (0 Desimal atau 0 Hex) sampai 1111 1111 Biner (255 Desimal atau FF Hex). Bilangan biner tersebut kemudian dihubungkan ke interface PPI 8255 agar dapat dibaca oleh PC untuk selanjutnya dikendalikan oleh program pada PC <sup>[12]</sup>.

### 2. Pemahaman Modul ADC

POWER SW. : Saklar daya. On LED : Ketika saklar daya ON, LED menyala.  
OPERATING SW. : Ketika PC dipilih, konversi A/D dikendalikan oleh PC. Ketika MANUAL dipilih, konversi A/D hanya pada unit konversi A/D tanpa PC.  
CH. SELECTOR SW. : Ketika a MANUAL dipilih pada no:3, berarti memilih satu sinyal input analog dari (CH1, CH2).  
INPUT RANGE SW. : Jika range dari sinyal input analog adalah 0V sampai 5V pilih "0-5V" dan jika range sinyal input analog dari +2,5V sampai -2,5V, maka pilih "2,5V" dari masing-masing channel.  
G : Terminal ground untuk input analog.  
CH1(CH2) : Terminal masukan untuk sinyal analog. TP1(TP2) : Titik pengujian untuk memeriksa bentuk gelombang sinyal ketika sinyal masukan dari CH1(CH2) adalah Sample & Hold.  
LED(PC0) : LED ini dihubungkan ke EOC (end of conversion) yang keluar dari konverter A/D, setelah konversi lengkap, LED ini menyala dan rangkaian Sample & Hold mengambil (Sample) sinyal input.  
LED(PC6) : LED ini menunjukkan masukan channel yang mana yang dipilih dibawah kendali PC, keluaran CH1 dipilih LED ini akan menyala.  
LED(PC7) : LED ini menunjukkan mulai (Start) dari konversi A/D. Ketika LED menyala kemudian mati, konversi A/D memulai konversi, tetapi pada umumnya lebar pulsanya sangat kecil sehingga cahaya LED mungkin tidak terlihat.  
LED(PA0-PA7) : LED ini menunjukkan nilai dari keluaran digital 8 bit.



Gambar 1.1  
Rangkaian Modul ADC

### 3. Prosedur Percobaan & Data Pengamatan

Pengoperasian secara manual dan melalui PC diantaranya yaitu : Memilih CH. SELECTOR SWITCH (modul) pada posisi CH1 dan menghubungkan potensiometer ke CH1. Memilih INPUT RANGE pada CH1 pada posisi 0-5V. Pada percobaan ini, kita akan mengukur tegangan input 2 kali yaitu secara PC dan secara MANUAL. Memberikan input sesuai dengan tabel dan memposisikan operating switch pada MANUAL, catat data PA0 – PA7 pada tabel Operasi Manual (D7...D0). Catatan : D7...D0 merupakan data 8 bit (biner) untuk tiap tegangan input. Kemudian tanpa merubah tegangan input, merubah posisi operating switch ke operasi PC. Menjalankan program ADC01 (yang sudah tersedia) dan mengisikan 1 pada pertanyaan chanel dan delay SOC diisi dengan 10, setelah itu menekan START KONVERSI. Setelah konversi selesai, membaca nilai digital yang tertera pada layar monitor dan dikonversikan ke dalam bilangan biner 8 bit untuk mengisi kolom D7...D0 untuk operasi PC. Mencatat juga tegangan analog yang terukur yang tampil dilayar monitor pada kolom paling kanan pada tabel 5.1. Memutar potensio untuk merubah tegangan input sesuai dengan tabel, dan mengulang kembali langkah d s/d h. Setelah seluruh data selesai diukur dengan menekan BACK TO MENU.

**Tabel 1.1**  
**Pengoperasian secara manual dan melalui PC**

CHANNEL 1																	
Tegangan Input (Volt)	Data Konverter															Nilai Digital Pada Monitor (Volt)	
	Operasi Manual								Operasi PC								
	D 7	D 6	D 5	D 4	D 3	D 2	D 1	D 0	D 7	D 6	D 5	D 4	D 3	D 2	D 1		D 0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	50
2	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	106
3	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	152
4	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	202
5	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	249

Melaksanakan konversi lebih dari satu masukan data analog menjadi data digital 8 bit, secara kontinyu yaitu: Mengatur posisi OPERATING SWITCH pada posisi PC ( modul ). Memilih CH. SELECT OR SWITCH pada posisi CH1 (modul). Memilih INPUT RANGE pada CH1 pada posisi 0-5V ( modul ). Membuka program ADC02 dan mengisikan 1 pada pertanyaan Chanel. Untuk jumlah data, diisikan sesuai tabel yang ada (tabel 2.1) yaitu 10 data. (isi 10 tanpa diikuti START KONVERSI) Pelaksanaan : Setelah jumlah data diisi, maka bersamaan dengan penekan START KONVERSI maka potensi input nilainya dirubah-ubah. Sehingga pada saat program selesai maka akan didapat 10 data dengan nilai yang berbeda. Mencatat data yang didapat pada tabel 5.2 baik nilai Digital (desimal) dan Nilai analognya yang ditampilkan dilayar monitor.

**Tabel 1.2**  
**Konversi lebih dari satu masukan data**  
**Analog menjadi data digital 8 bit**

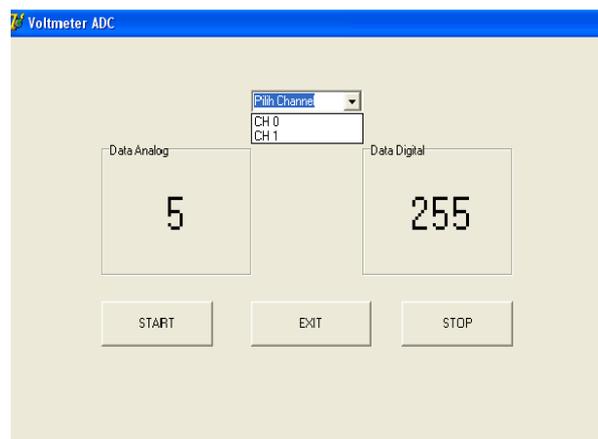
CHANNEL 1		
No Data	Nilai Digital (Desimal)	Nilai Analog pada computer (Volt)
1	12	0.24
2	27	0.54
3	45	0.90
4	68	1.37
5	89	1.79
6	137	2.75
7	181	3.63
8	229	4.60
9	249	5.00
10	249	5.00

#### 4. Percobaan Mandiri Dengan Menggunakan Delphi 5.0

Code Editor

```
var
  digital : integer ; // Tipe data integer //
  analog : real ; // Tipe data real //timer
  if combobox1.itemindex = 0 // Jika memilih
chanel 0 //
  then
  begin
    sp.port [$283] := $91; // Inisialisasi //
    sp.port [$283] := $0D; // Chanel 0 //
    sp.port [$283] := $0F; // SOC //
    sp.delay (5); // Delay SOC //
    sp.port [$283] := $0E; // SOC //
  digital := sp.port [$280]; // Data digital diterima ari ke
  Port A //
    analog := digital*0.02; // Rumus //
  label2.caption := inttostr(digital); // Data digital
  ditampilkan ke label2 //
  label1.caption := floattostr(analog); // Data analog
  ditampilkan ke label1 //
  end;
  else
  if combobox1.itemindex = 1 // Jika memilih
chanel
  1 //
  then
  begin
    sp.port [$283] := $91; // Inisialisasi //
    sp.port [$283] := $0D; // Chanel 1 //
    sp.port [$283] := $0F; // SOC //
    sp.delay (5); // Delay SOC //
```

```
        sp.port [$283] := $0F; // SOC //  
digital := sp.port [$280]; // Data digital diterima dari  
ke Port A //  
        analog := digital*0.02; // Rumus //  
label2.caption := inttostr(digital); // Data digital  
ditampilkan ke label2 //  
label1.caption := floattostr(analog); // Data analog  
ditampilkan ke label1 //  
    end;  
end;  
button1  
begin  
    timer1.enabled := true; // Start //  
end;  
button2  
begin  
    close; // Exit //  
end;  
button3  
begin  
    timer.enabled:= false; // Stop //  
end;  
end.
```



**Gambar 1.2**  
**Tampilan Percobaan Mandiri ADC**

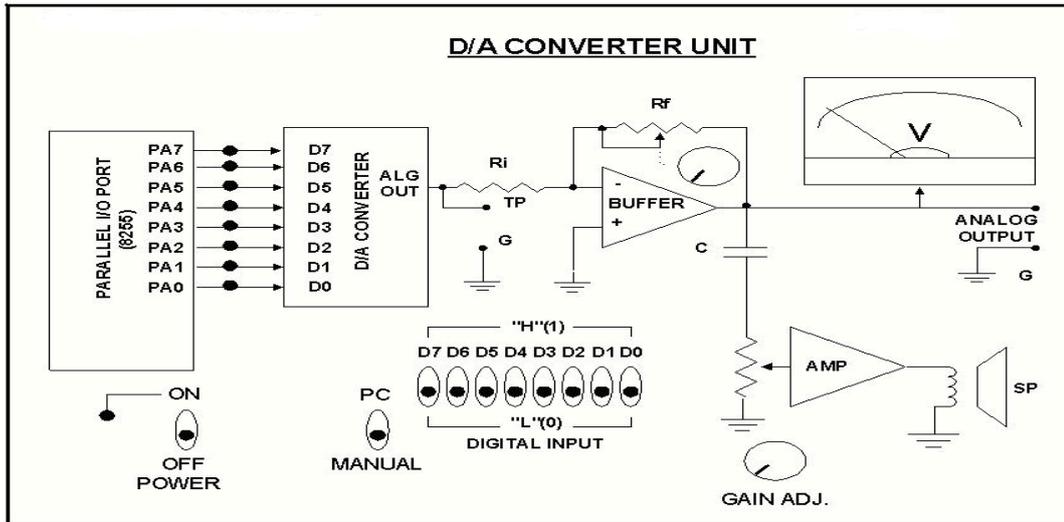
**Tabel 1.3**  
**Komponen dan Setting Properties**

KOMPONE N	PROPE RTIES	INPUT VALUE
Form1	Caption	Voltmeter
GroupBox1	Caption	Data Analog
GroupBox2	Caption	Data Digital
Button1	Caption	Start
Button2	Caption	Exit
Button3	Caption	Stop
Timer1	Enable Interval	False 5
Small port1	Opened Name	True SP
ComboBox1	Text Items.line 1 Items.line 2	Pilih Channel CH0 CH1
Label1	Caption Font.size	5 14 pt
Label2	Caption Font size	5 14pt

### 5. Pengkonversian Data Digital Menjadi Data Analog Menggunakan *Interface PPI 8255*.

Tujuan dari rangkaian DAC adalah untuk mengubah nilai digital (biner 8 bit, 0 s/d 255 desimal) ke nilai analog berupa tegangan (0 s/d 5,12 Volt). Input merupakan nilai digital berasal dari PC menggunakan interface PPI 8255 dan outputnya adalah tegangan hasil konversi dari DAC <sup>[12]</sup>.

Pemahaman Modul DAC diantaranya POWER SW. : Saklar daya. On LED : Ketika saklar daya On, LED menyala. OPERATING SW. : Ketika “PC” dipilih, konversi D/A dikendalikan oleh PC. Ketika “MANUAL” dipilih, konversi D/A hanya berada pada unit konversi D/A tanpa PC. DIGITAL INPUT SWITCH : Ketika “MANUAL” dipilih pada no: 3, nilai digital 8 bit yang dikirim ke konverter D/A dapat dipilih dari saklar ini. ANALOG OUTPUT : Terminal keluaran analog dari konverter D/A. VOLTMETER : Mewakili tegangan keluaran analog yang terukur.



**Gambar 2.1**  
**Rangkaian Modul DAC**

Prosedur Percobaan & Data Pengamatan dilakukan dengan cara Pengoperasian Konversi Secara Manual yaitu Menyalakan PC, Oscilloscope ( langsung di setting ) dan Modul. Mengatur posisi OPERATING SW. ( modul ) pada posisi manual. Mengatur posisi switch D7...D0sesuai dengan tabel DAC, kemudian mencatat tegangan analog yang terukur pada titik ANALOG OUTPUT dengan menggunakan Multimeter dan dicatat pada tabel DAC.

**Tabel 2.1**  
**Konversi Secara Manual**

No	Data Konverter								Tegangan Analog Terukur Pada Voltmeter (Volt)
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0.15
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0.31
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0.63
4	0	1	0	0	0	0	0	0	1.27
5	1	0	0	0	0	0	0	0	2.55

Prosedur Percobaan & Data Pengamatan dilakukan dengan cara Pengoperasian Konversi Melalui PC yaitu : Mengatur posisi OPERATING SW. ( modul ) pada posisi PC. Menjalankan program DAC01 (yang sudah tersedia). Mengisi data sesuai dengan data yang terdapat pada tabel DAC. Dan mengukur tegangan pada ANALOG OUTPUT dengan menggunakan Multimeter, lalu mencatat hasilnya untuk melengkapi tabel DAC.

**Tabel 2.2**  
**Konversi Melalui PC**

No	Data Konverter (Desimal)	Tegangan Analog dari PC (Volt)
1	0	0
2	1	0.02
3	2	0.04
4	4	0.08
5	8	0.16
6	16	0.32
7	32	0.64
8	64	1.29
9	128	2.57
10	255	5.12

Prosedur Percobaan & Data Pengamatan dilakukan dengan cara Percobaan Mandiri Dengan Menggunakan Delphi 5.0

*Code Editor*

```
begin
if(strtoint (edit1.text)) < 3 Then // batas minimum atas //
begin
timer1.enabled := false; // tidak melakukan apa-apa //
end
else
if(strtoint (edit1.text)) > 5 Then // batas maksimum atas //
begin
timer1.enabled := false; // tidak melakukan apa-apa //
end
else
begin
if(strtoint (edit2.text)) < 0 Then // batas minimum bawah //
begin
timer1.enabled := false; // tidak melakukan apa-apa //
end
else
if(strtoint (edit2.text)) > 2 Then // batas
maksimum bawah //
begin
timer1.enabled := false; // tidak melakukan apa-apa //
end
else
begin
sp.port [$283] := $80; // inisialisasi //
sp.port [$280] := (strtoint(edit1.text)) * 50; // port A //
```

```

sp.delay(50);
sp.port [$280] := (strtoint(edit2.text)) * 50; // Port A //
sp.delay(50);
end;
end;
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
timer1.enabled := true; // start //
end;
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
close; // exit //
end;
procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
timer1.enabled := false; // stop //
end;
    
```



**Gambar 2.2**  
**Tampilan Percobaan Mandiri DAC**

**Tabel 2.3**  
**Komponen dan Setting Properties**

KOMPONEN	PROPERTIES	INPUT VALUE
Form1	Caption	Penghasil Gelombang Kotak
Label1	Caption	Batas atas (3V – 5V)
Label2	Caption	Batas bawah (0V – 2V)
Edit1	Text	
Edit2	Text	
Button1	Caption	Start
Button2	Caption	Exit
Button3	Caption	Stop
Timer1	Enable Interval	False 100
Small Port1	Opened Name	True SP

## PENUTUP

### Kesimpulan

Komputer untuk dapat berhubungan dengan perangkat luar membutuhkan penghubung atau perantara, sehingga dapat dimengerti oleh komputer. Perangkat luar tersebut dapat berupa pengendalian, penerimaan atau pengiriman data. Dalam melakukan penelitian ini, menggunakan Bahasa Pemrograman Delphi Versi 5.0. Hal ini disebabkan pada modul interface masih menggunakan slot ISA yang ada hanya pada PC dengan spesifikasi processor Pentium 2. Salah satu perbedaan yang terdapat antara Bahasa Pemrograman Delphi 5.0 dan Bahasa Pemrograman Delphi 7.0 adalah pada komunikasi paralel, yaitu pada Delphi 5.0 memiliki komponen *Smallport* yang digunakan untuk komunikasi paralel, sedangkan pada Delphi 7.0 harus memiliki komponen tambahan untuk komunikasi tersebut.

Pada saat proses pengamatan data konversi analog ke digital dan digital ke analog yang dilakukan dengan cara manual, tingkat ketelitiannya kurang. Hal ini disebabkan oleh nilai analog yang bisa berubah-ubah dengan adanya gangguan dari luar. Port yang digunakan sebagai input dari ADC ke PPI pada penelitian ini adalah Port A, dengan nilai inisialisasi Port A = \$280. Selain Port A yang bisa digunakan sebagai input adalah Port B, dengan nilai inisialisasi Port B = \$281.

### Saran

Selama proses penelitian, data yang diperoleh dari hasil pengamatan masih kurang akurat karena komponen input yang dimasukkan jumlahnya sedikit. Sehingga untuk menghasilkan data yang lebih akurat dapat dilakukan dengan memperbanyak jumlah komponen input. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan proses konversi dapat dilakukan juga dengan *online* dengan sensor input yang digunakan tidak terbatas jenisnya. Untuk pengembangan lebih lanjut, bahasa pemrograman yang digunakan dapat disesuaikan dengan jenis processor yang berkembang pada saat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Kadir. 2009. **Dasar Pemrograman Delphi 5.0 jilid 1 & 2**. Yogyakarta : Andi.
- B.L. Theraja. 2005. **Electrical Technology**. New Delhi : Nirja Contruction & Development Co. (P) Ltd.
- Harry Garland. 2007. Pengantar **Desain Sistem Microprocessor**. Jakarta :Erlangga.
- JM Gregory, RQ Hackett, C Vincent-Smith. 2010. Cara Praktis Belajar Elektronika. Jakarta : PT.Gramedia.
- \_\_\_\_\_, **ADC 0808/0809**, Data Sheet National Semicondutor.
- \_\_\_\_\_, **8255** , Data Sheet National Semicondutor.
- JPM Steeman, **Data Sheet Book 2**, PT Elek Media Komputindo, Gramedia Jakarta.
- Muslimin.M. 2010. **Teknik Tenaga Listrik**. Bandung : Armico.
- Muhammad H. Rashid, **Elektronika daya Rangkaian, Devais dan Aplikasinya jilid 1**. Jakarta : PT. Prenhalindo.
- Mochtar Wijaya. 2007. **Dasar-dasar Mesin Listrik**. Jakarta: Djambatan.
- Tim Asisten Laboratorium Interface. 2004. Jakarta: **Modul Percobaan**.
- Wasito S. 2006. **Data sheet Book 1 Data IC Linier, TTL dan CMOS**. Jakarta: PT. Elek Media Komputindo.