

# KARTU ANTARMUKA (*INTERFACE CARD*) SEBAGAI MASUKAN-KELUARAN (*INPUT-OUTPUT*) MENGGUNAKAN PPI-8255 DAN PIT-8253 BERBASIS KOMPUTER

**Purnawarman Musa**

*Laboratorium Teknik Lanjut, Jurusan Sistem Komputer  
Universitas Gunadarma*

## **ABSTRAK**

*Kartu antarmuka (Interface Card) ini menggunakan komponen IC Programmable Peripheral Interface (PPI) 8255 yang dirancang untuk membuat port masukan dan keluaran secara paralel. Pada IC tersebut mempunyai 24 bit Input/Output yang terorganisasi menjadi 3 port 8 bit dengan PORT A, PORT B, dan PORT C.*

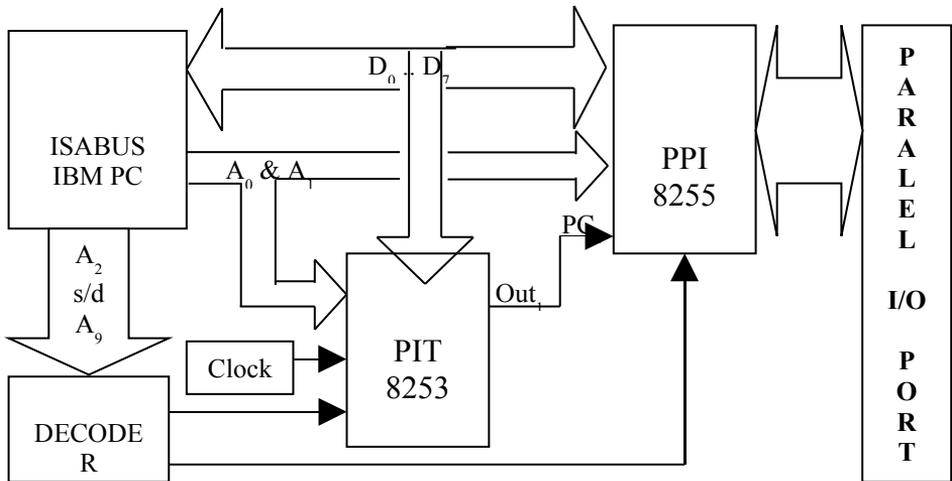
*Selain itu Komponen lain pada kartu antarmuka tersebut adalah Programmable Interval Timer (PIT) 8253, yang digunakan sebagai sarana untuk menyamakan sistem clock frekuensi. Hal ini dikarenakan sistem clock frekuensi secara umum tidak sama pada Personal Computer. PIT 8253 memiliki 3 Counter yang diberi nama COUNTER 0, COUNTER 1, dan COUNTER 2. Pada kartu antarmuka ini counter yang digunakan hanya 2 counter, yaitu counter 0 yang berfungsi sebagai penghasil gelombang kotak, dan Counter 1 merupakan hasil pulsa pemicu (triggered counter).*

**Kata Kunci :**

## **PENDAHULUAN**

Salah satu pendukung perkembangan antara perpaduan *Personal Computer* (PC) dengan alat pendukung luar membutuhkan suatu kartu antarmuka yang dapat menjembatani keduanya. Pemanfaatan kartu antarmuka (*Interface Card*) se-

bagai alat bantu dalam menghubungkan lalu lintas data baik dari komputer pribadi (PC) menuju sebuah peralatan, atau sebaliknya dari peralatan menuju komputer pribadi. Gambar 1 menunjukkan bagan proses kartu antarmuka (*Interface Card*) melalui ISA Bus IBM PC.



Gambar 1. Blok Diagram Interface Card

Pada gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa kartu antarmuka tersebut terdiri dari 4 bagian penting yang penulis akan bahas lebih detil pada sub pokok pembahasan, diantaranya: *Programmable Peripheral Interface (PPI)*, *Programmable Interval Timer (PIT)*.

### PEMBAHASAN

Mikroprosesor dan perangkat fungsional eksternal berkomunikasi, mengirim dan menerima data melalui suatu subsistem yang dikenal dengan nama slot ekspansi. Kartu antarmuka ini menggunakan slot ekspansi ISA yang lebih umum disebut Slot ISA.

Dalam kartu antarmuka terdapat PPI-8255 yang dirancang untuk menerima dan mengeluarkan data secara paralel. Untuk mentransfer data digunakan sinyal kontrol baca (RD) dan tulis (RW) yang akan aktif jika berlogika "0". *Chip Selector (CS)*

pada saat pembacaan dan penulisan pada PPI harus berlogika "0". Untuk alamat PPI dapat dilihat pada tabel 1.

Seperti dijelaskan diawal, selain PPI juga terdapat PIT pada antarmuka ini. PIT digunakan untuk menghasilkan gelombang kotak dengan frekuensi sebesar 1 KHz pada *counter 0* yang berasal dari *clock generator* sebagai sumbernya sebesar 2 MHz. Kemudian diteruskan ke *counter 1* hasil tersebut, yang menghasilkan pulsa *triggered counter* sebesar 5Hz atau pada 0.2 detik. Untuk alamat PIT dapat dilihat pada tabel 1.

Pada *Decoder Block* untuk membatasi alamat yang digunakan oleh kartu antarmuka tersebut. Pengaktifan alamatnya diatur berdasarkan kondisi *dip switch* yang salah satunya *chanel* diberi logika "1" dari 8 *chanel*. Untuk lengkapnya tabel 1 menjelaskan pengalamatan PPI-8255 dan PIT-8253 pada kartu antarmuka.

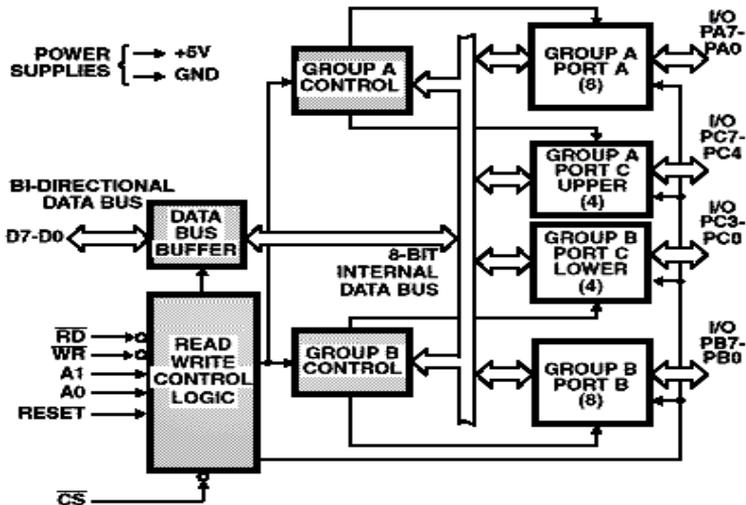
Tabel 1. Alamat PPI dan PIT

Dip Switch (On)	Alamat	
	PPI (Hex)	PIT (Hex)
1	0200 – 0203	0204 – 0207
2	0220 – 0223	0224 – 0227
3	0240 – 0243	0244 – 0247
4	0260 – 0263	0264 – 0267
5	0280 – 0283	0284 – 0287
6	02A0 – 02A3	02A4 – 02A7
7	02C0 – 02C3	02C4 – 02C7
8	02E0 – 02E3	02E4 – 02E7

Secara umum, pada antarmuka ini mempunyai 2 buah *device* yang menjadi masukan dan keluaran. Untuk memahami proses kerja kartu antarmuka, selanjutnya dibahas secara jelas PPI dan PIT berdasarkan arsitekturnya pada kedua *device* tersebut.

### Programmable Peripheral Interface

*Programmable Peripheral Interface* 8255 adalah keluarga IC Intel yang digunakan pada banyak aplikasi industri.



Gambar 2. Diagram PPI 8255

Komponen tersebut dapat diprogram prosesor dengan perangkat luar untuk komunikasi antara mikro-

(*peripheral*). Contoh aplikasi yang dapat dibuat dengan PPI 8255 di antaranya :

- Aplikasi Led berjalan (*Running Led*)
- Aplikasi pengendali Lampu Lalu Lintas
- Aplikasi detektor gerak, suhu, cahaya dan lain-lain

### **Data Bus Buffer**

Data yang keluar masuk pada PPI 8255 melalui *Data Bus Buffer* yang merupakan *Bi-directional Data Bus*, dimana 8 bit data bus *buffer* ( $D_0$  sampai dengan  $D_7$ ) berhubungan dengan 3 *state port* (*Port A*, *Port B* dan *Port C*). Data yang diterima pada data bus *buffer* akan disimpan pada tempat penyimpanan sementara (*buffer*) sebelum dieksekusi oleh mikroprosesor. Selain itu *Control Word* dan status informasi yang di transfer melalui data bus *buffer* tersebut.

### **Read/Write Control Logic**

Proses untuk menolkan (*reset*) semua register PPI diawali oleh masukan logika 1 pada pin *Reset*, kemudian diset ke modus input. Untuk proses pembacaan data masukan pada *port-port* PPI 8255, maka pin  $\overline{RD}$  berlogika "0". Sedangkan penulisan data melalui *port-port* PPI 8255, maka pin  $\overline{WR}$  juga akan ditandai dengan logika "0" pada pin tersebut. Untuk mengaktifkan PPI (*Chip Selector*), maka pin  $\overline{CS}$  diberikan logika "0" setiap penggunaan PPI 8255. Selain itu blok *Read/Write Control Logic* menyediakan Alamat  $A_0$

### **Blok Diagram**

Arsitektur internal komponen PPI 8255 terdapat 24 pin Input/Output yang digunakan dalam 3 (tiga) mode operasi yang terpisah. Selain itu terdapat pula 3 (tiga) port yang di-sediakan dan dapat diprogram untuk dapat dioperasikan seperti yang terlihat pada gambar 2

dan  $A_1$  yang berfungsi menentukan port yang akan di gunakan (*enable*). Untuk menentukan hubungan data bus dan port yang menggunakan  $A_0$  dan  $A_1$ , yaitu :

Tabel 2. Penentuan Port PPI

$A_1$	$A_0$	Port Akses
0	0	Port A
0	1	Port B
1	0	Port C
1	1	Control Port

Dengan memahami penjelasan diatas, disimpulkan bahwa pada blok *Read/Write Control Logic* mendapat logika "0" atau "1" dari mikroprosesor.

### **Group Control**

*Programmable Peripheral Interface* dibagi menjadi 2 (dua) kelompok (*group*) kontrol yang berfungsi sebagai pembacaan (*read*) dan penulisan (*write*) control.

Seperti terlihat pada gambar 2, pembagian *Group Control A* terdiri dari *Port A*, *Port B Upper*. Sedangkan *Group Control B* terdiri dari *Port C* dan *Port B Lower*. Dari pembagian kelompok tersebut, maka ditentukan fungsi dari masing-masing kelompok sebagai berikut :

#### Group Control A

- a) Mengatur Port A yang bisa diseting sebagai *input/output latch/buffer*
- b) Mengatur 4 *upper bit* (C4..C7) Port C sebagai *input buffer* atau *output latch/buffer* jika bekerja pada mode 0
- c) Mengatur 4 *upper bit* (C4..C7) Port C sebagai *Control Group A* jika bekerja pada mode 1 atau 2.

#### Group Control B

- a) Mengatur Port B yang bisa diseting sebagai *input/output latch/buffer*
- b) Mengatur 4 *lower bit* (C0..C3) Port C sebagai *input buffer* atau *output latch/buffer* jika bekerja pada mode 0
- c) Mengatur 4 *upper bit* (C0..C3) Port C sebagai *Control Group B* jika bekerja pada mode 1 atau 2.

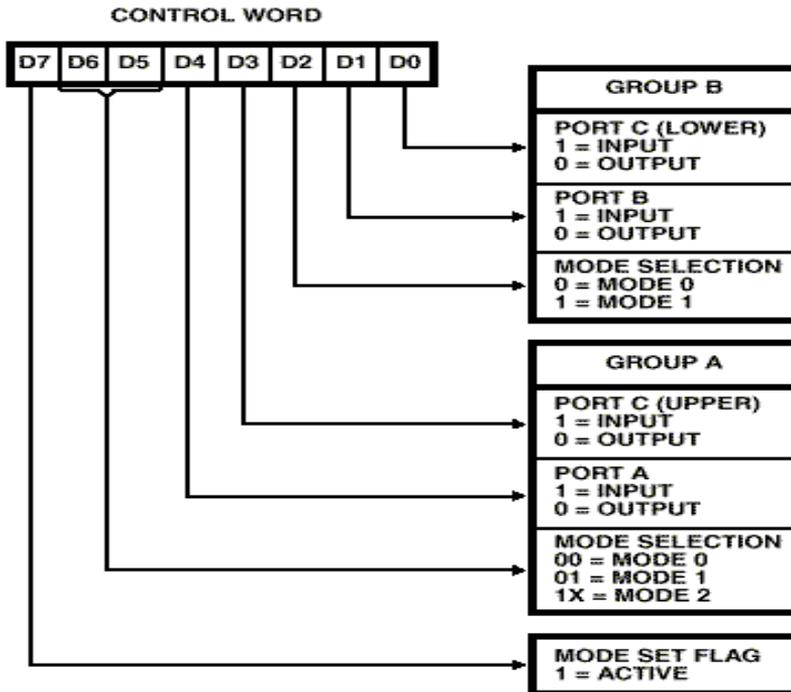
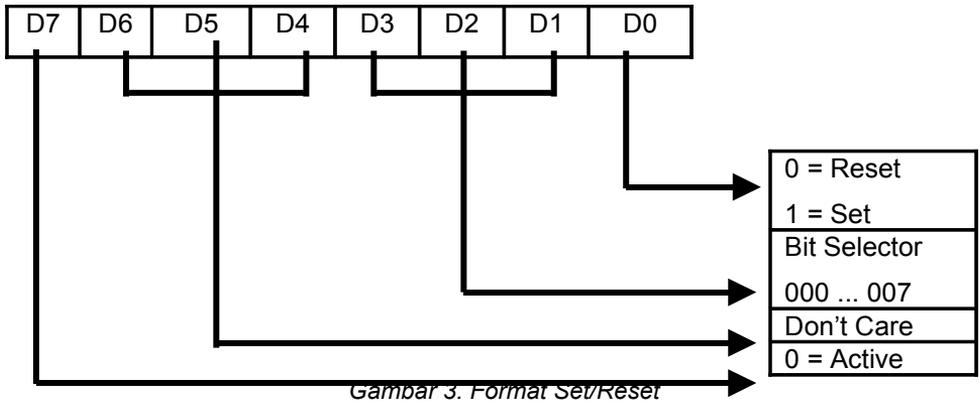
#### Mode Pada PPI 8255

1. *Mode 0* (Simple protokol) / Basic Input - Output  
Transfer data yang tidak memerlukan sinyal khusus yang menandakan apakah telah terjadi transfer data atau belum.
2. *Mode 1* (*Single handshaking protokol*) / *Strobed Input - Output*  
Metode pentransferan data paralel dimana data tidak siap

setiap saat. Untuk memberi tanda dari/ke mikroprosesor, maka PPI akan memberi sinyal "*strobe*" yang menyatakan data telah siap dikirim/diterima.

1. **Mode 2** (Double handshaking protokol) / Bi-directional Bus metode pentransferan data paralel yang menggunakan metode "handshaking", dimana mikroprosesor dan PPI akan saling berkomunikasi dengan memberi sinyal yang menyatakan bahwa data telah siap dikirim dan data telah diterima.

Terdapat 2 format *control word register*, yaitu format definisi mode (mode definition format) dan format set/reset bit (bit set/reset format). Perbedaan kedua format adalah pada MSB *control word register* (D7). Format definisi mode apabila D7 bernilai 1, dan format set/reset bit apabila D7 bernilai 0. Format definisi mode digunakan untuk mendefinisikan mode pengoperasian port PPI (Format mode operasi tersebut dapat dilihat pada gambar 4). Sedangkan Format set/reset bit digunakan untuk memberikan nilai *low* atau *high* pada bit-bit pada port C (Format Set / Reset dapat dilihat pada gambar 3).



### **Port Pada Programmable Peripheral Interface 8255**

PPI –8255 terdiri dari 4 port yaitu: Port A, Port B, Port C, Control Port.

- Mode 0
- Port A, B, C adalah port yang digunakan sebagai I/O data
- Mode 1
- Port A, C adalah port yang digunakan sebagai I/O data sedangkan port B bisa digunakan sebagai sinyal control (*Strobe* dan *Acknowledge*) atau sebagai I/O data.
- Mode 2
- Port A, C adalah port yang digunakan sebagai I/O data sedangkan pada Port B, 5 bit pada MSB digunakan sebagai sinyal control dan 3 bit pada LSB digunakan sebagai I/O data.
- Control Port
- digunakan untuk inisialisasi awal yang menentukan PPI 8255 bekerja pada mode 0, 1 atau 2 dan menentukan port-port mana saja yang digunakan sebagai input dan output serta sebagai sinyal control.

### **Programmable Interval Timer**

Merupakan komponen yang berfungsi sebagai *down counter* yang dapat diprogram, dimana terdapat sinyal perantara mikroprosesor yang memungkinkan mikroprosesor mengatur konfigurasi mode operasi timer, seperti :

- Mengisi nilai counter
- Membaca nilai counter

- Memprogram mode yang diinginkan

Beberapa fungsi dari PIT atau biasanya disebut juga dengan counter/timer pada mikrokomputer yang dapat diimplementasikan oleh 8253 sebagai berikut :

- Real time clock
- Even counter
- Digital one-shot
- Programmable rate generator
- Square wave generator
- Binary rate multiplier
- Complex waveform generator
- Complex motor controller

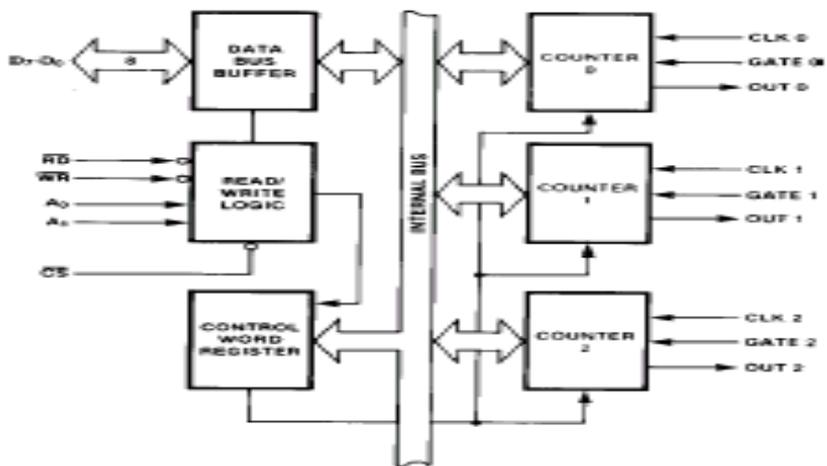
### **Diagram Blok**

#### *Data Bus Buffer*

- 3-state, bi-directional, 8-bit buffer.
- Interfaces the 8253 to the system bus.

#### *Read/Write Logic Block:*

- *Read/Write Logic Block* menerima masukan dari sistem bus dan pembangkit sinyal kontrol pada beberapa fungsi blok dari 8253.
- A1 dan A0 memilih salah satu dari tiga counter atau *control word* register baik pada saat membaca atau penulisan.
- Pin RD=0 memberitahukan 8253 bahwa CPU melakukan proses pembacaan sebuah counter.
- Pin WR=0 memberitahukan 8253 bahwa CPU melakukan proses penulisan salah satu dari Control Word atau Inisialisasi counter
- Kedua RD dan WR sebagai syarat dari CS.



Gambar 5. Diagram Block PIT

- penggunaan *control word* yang didefinisikan sebagai operasi dari counter
- *Register Control Word* hanya dapat melakukan penulisan. Informasi status yang tersedia saat *Read-Back command*.
- Counter yang tidak dipakai tidak dapat diprogram.
- Counter yang terprogram saat penulisan *control word* dan inialisasi counter
- GATE=1 mengaktifkan counter, GATE=0 non-aktifkan counter.

#### *Counters:*

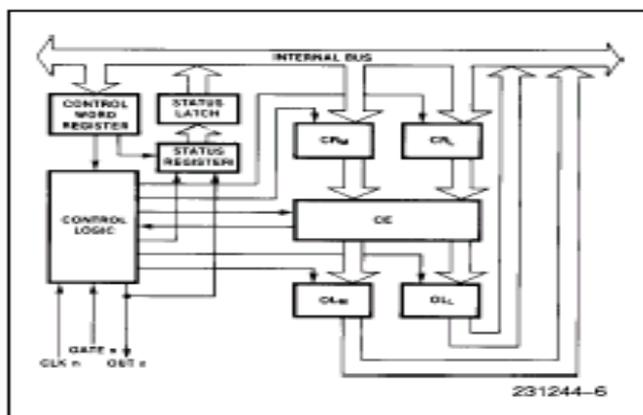
- Terdapat 3 buah Counter. Secara penuh bebas dari yang lain. Setiap counter dapat beroperasi mode yang berbeda.
- Setiap counter mempunyai 16 bit down counter sinkronus.
- Setelah power aktif, nilai counter dan keluaran pada semua counter tidak didefinisikan.
- Setiap counter dapat diprogram sebelum digunakan.

#### **Sistem Antarmuka**

Komponen IC 8253 merupakan suatu software sistem yang terdapat beberapa device I/O port; diantaranya 3 counter dan sebuah register kontrol untuk program mode. Umumnya masukan pilihan A0, A1 terhubung pada A0, A1 sinyal bus address dari CPU. Pin CS dapat masukan langsung dari bus address yang menggunakan metode pilihan linear. Atau dapat dihubungkan pada keluaran dari decoder.

#### **Pemograman pada PIT 8253**

1. Merupakan program counter dari penulisan control word dan kemudian akan diinisialisasi counternya.
2. Control Words untuk menulis pada register control word, dimana ketika A0, A1 masing-masing berlogika 1. Control word tersebut merupakan spesifikasi sebuah counter yang di program.
3. Inialisasi counter pada penulisan terhadap counter, namun tidak dilakukan penulisan pada Control word. Masukan A0, A1 sebagai pemilih counter yang akan ditulis
4. Format dari inialisasi counter yang ditentukan dari penggunaan control word.



Gambar 6. Diagram block internal dari Counter

**Control Word Format**  
 $A_1, A_0 - 11 \quad \overline{CS} - 0 \quad \overline{RD} - 1 \quad \overline{WR} - 0$

D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>
SC1	SC0	RW1	RW0	M2	M1	M0	BCD

**SC — Select Counter:**

SC1	SC0	
0	0	Select Counter 0
0	1	Select Counter 1
1	0	Select Counter 2
1	1	Read-Back Command (See Read Operations)

**M — MODE:**

M2	M1	M0	
0	0	0	Mode 0
0	0	1	Mode 1
X	1	0	Mode 2
X	1	1	Mode 3
1	0	0	Mode 4
1	0	1	Mode 5

**RW — Read/Write:**

RW1	RW0	
0	0	Counter Latch Command (see Read Operations)
0	1	Read/Write least significant byte only.
1	0	Read/Write most significant byte only.
1	1	Read/Write least significant byte first, then most significant byte.

**BCD:**

0	Binary Counter 16-bits
1	Binary Coded Decimal (BCD) Counter (4 Decades)

**NOTE:** Don't care bits (X) should be 0 to insure compatibility with future Intel products.

Gambar 8. Format Control Word

### Operasi Penulisan

1. Setiap Counter, Control Word, harus dituliskan sebelum

- inisialisasi *counter* ditulis.
2. Pada inisialisasi counter harus me-ngikuti format pada Control (lsb only, msb only, or lsb then msb). Inisialisasi counter baru dapat ditulis ke counter pada kapan saja tanpa mempengaruhi counter yang sedang berlangsung. Bagaimanapun, proses counter akan berpengaruh pada beberapa mode yang didefinisikan.

### Operasi Pembacaan

A simple READ operation:

- Pilih Counter pada masukan A1, A0.
- Mencegah CLK dari pilihan counter oleh penggunaan lain pada masukan Gate atau logika eksternal.

- Dapat menghentikan CLK pada saat melakukan counter.
- *Counter Latch Command (does not disturb the count in progress):*
- Menuliskan ke register control word mana digunakan, tapi 2 bit (D5 & D4) yang akan membedakan perintah tersebut dari control word.
- Memilih counter sebagai Counter's OL latches saat Counter Latch Command diterima.
- Counter akan tetap pada latch selama pembacaan dari CPU.
- Counter akan unlatched dengan sendirinya dan OL kembali ke "following" pada CE.

Control Word — Counter 0	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	Control Word — Counter 2	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>
LSB of count — Counter 0	1	1	Control Word — Counter 1	1	1
MSB of count — Counter 0	0	0	Control Word — Counter 0	1	1
Control Word — Counter 1	1	1	LSB of count — Counter 2	1	0
LSB of count — Counter 1	0	1	MSB of count — Counter 2	1	0
MSB of count — Counter 1	0	1	LSB of count — Counter 1	0	1
Control Word — Counter 2	1	1	MSB of count — Counter 1	0	1
LSB of count — Counter 2	1	0	LSB of count — Counter 0	0	0
MSB of count — Counter 2	1	0	MSB of count — Counter 0	0	0
	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>		A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>
Control Word — Counter 0	1	1	Control Word — Counter 1	1	1
Control Word — Counter 1	1	1	Control Word — Counter 0	1	1
Control Word — Counter 2	1	1	LSB of count — Counter 1	0	1
LSB of count — Counter 2	1	0	Control Word — Counter 2	1	1
LSB of count — Counter 1	0	1	LSB of count — Counter 0	0	0
LSB of count — Counter 0	0	0	MSB of count — Counter 1	0	1
MSB of count — Counter 0	0	0	LSB of count — Counter 2	1	0
MSB of count — Counter 1	0	1	MSB of count — Counter 0	0	0
MSB of count — Counter 2	1	0	MSB of count — Counter 2	1	0

**NOTE:**  
In all four examples, all counters are programmed to read/write two-byte counts. These are only four of many possible programming sequences.

Gambar 9. Beberapa contoh Programming Sequences

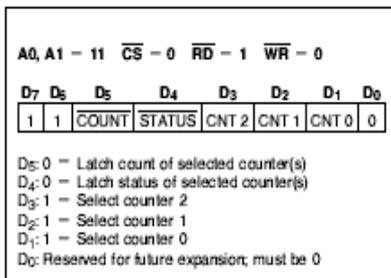
D5, D4 - 00 designates Counter Latch Command
X - don't care
<b>NOTE:</b> Don't care bits (X) should be 0 to insure compatibility with future Intel products.

Figure 9. Counter Latching Command Format

Gambar 10. Format Latching Command Counter

**Read-Back Command:**

- Perintah ini memperbolehkan kita untuk mengecek nilai counter, mode program, dan bagian arus dari pin OUT dan Null Count flag dari counter yang terpilih.
- Perintah ini serupa pada beberapa Counter Latch Commands, dari 1 untuk setiap counter latched.



(a)

CS	RD	WR	A1	A0	
0	1	0	0	0	Write into Counter 0
0	1	0	0	1	Write into Counter 1
0	1	0	1	0	Write into Counter 2
0	1	0	1	1	Write Control Word
0	0	1	0	0	Read from Counter 0
0	0	1	0	1	Read from Counter 1
0	0	1	1	0	Read from Counter 2
0	0	1	1	1	No-Operation (3-State)
1	X	X	X	X	No-Operation (3-State)
0	1	1	X	X	No-Operation (3-State)

it L

(b)

Gambar 11. (a) Format Read-Back Command  
(b) Operasi Read/Write

**Definisi Mode**

**Clock Pulse** adalah naik, kemudian turun, pada saat perintah dari sebuah counter masukan CLK.

**Trigger** adalah naik dari counter masukan GATE.

**Counter loading** adalah perubahan counter dari CR ke CE.

**MODE 0: INTERRUPT ON TERMINAL COUNT**

- Proses terjadinya counter.
- Setelah Control Word di tulis, Out akan 0 dan akan selalu 0.
- Ketika counter mencapai 0. Out akan 1 dan akan selalu 1 selama

counter baru/control word mode 0 baru menulis counter tersebut.

**MODE 1: HARDWARE RETRIGGERABLE ONE-SHOT**

- Out akan 1. Out akan 0 pada pulsa CLK mengikuti trigger yang di tandai dengan one-shot pulse, dan akan selalu 0 selama counter mencapai 0.
- Out akan 1 dan selalu 1 selama CLK setelah trigger berikutnya.

**MODE 2: RATE GENERATOR**

- Berfungsi divide-by-N counter dan menggunakan pembangkit Real Time Clock Interrupt.
- Out didefinisikan 1.

- Ketika inialisasi counter diturunkan satu, Out akan 0 selama 1 pulsa CLK.
- Out akan 1 kembali, jika akan mengcounter kembali pada inialisasi counter dan proses di ulang kembali.
- MODE 2 merupakan periode. Urutannya akan sama saat diulang sampai tak hingga.

#### MODE 3: SQUARE WAVE MODE

- Identik digunakan untuk baud rate generation.
- Out akan didefinisikan 1.
- Ketika separuh inialisasi count berakhir, Out akan 0 beberapa saat pada counter.
- MODE 3 merupakan periode. Urutannya akan sama saat diulang sampai tak hingga.

#### MODE 4: SOFTWARE TRIGGERED STROBE

- Out akan didefinisikan 1.
- Ketika inialisasi counter berakhir, Out akan 0 untuk 1 Pulsa CLK dan kembali 1.
- Urutan Counter merupakan "triggered" pada penulisan inialisasi counter.
- Counter akan membaca CLK berikutnya diikuti penulisan Control Word dan inialisasi Counter.

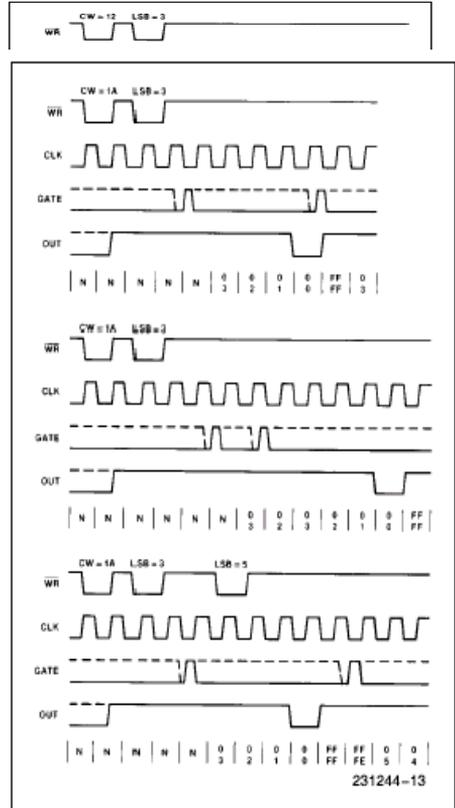
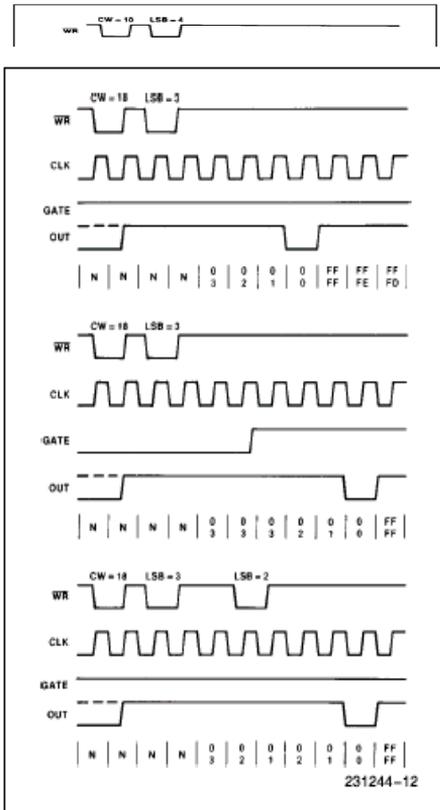
#### MODE 5: HARDWARE TRIGGERED STROBE (RETRIGGERABLE)

- Out akan didefinisikan 1.
- Counter merupakan pemicu oleh tepi naik pada Gate.
- Ketika inialisasi berakhir, Out akan 0 untuk 1 pulsa CLK dan kembali 1 lagi.

- Perbedaan antara Mode 4 dan Mode 5 adalah Mode 5 tidak dapat membaca kembali selama pulsa CLK setelah di picu.

#### Operasi Common Pada Semua Mode

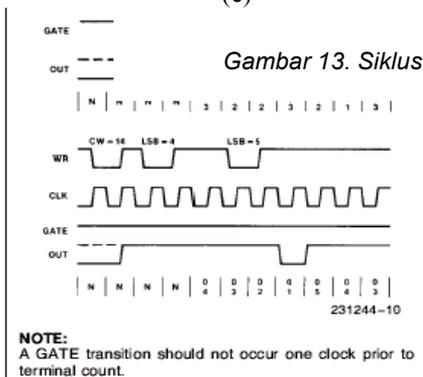
- Ketika control word menulis ke counter, semua logika kontrol akan segera di reset dan Out akan ke bagian inialisasi.
- Ketika Control Word menulis ke counter, semua Logika Kontrol akan Saat itu tidak dapat mengambil CLK yang di kirimkan.
- Masukan Gate selalu mengalami rising edge dari CLK
- Pada salah satu Mode masukan Gate berada pada level sensitive dan juga pada salah satu rising edge. Pada salah satu Mode masukan gate dari kedua edge dan level sensitive.
- Counter baru akan membaca dan mengcounter secara menurun pada edge turun pada CLK.
- Bagian yang mungkin inialisasi counter adalah 0, dan sama dengan  $2^{16}$  binar dan  $10^4$  BCD.
- Counter tidak dapat dihentikan ketika mencapai 0. Pada Mode 0, 1, 4, dan 5 counter di mulai dari counter tertinggi ( $FFFF_H$  atau  $9999_{BCD}$ ). Pada Mode 2 dan 3 counter akan di ulang dengan sendirinya dan akan melanjutkan counter kembali.



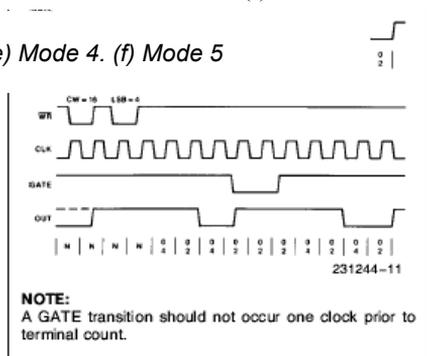
(e)

(f)

Gambar 13. Siklus ((e) Mode 4. (f) Mode 5



(c)



(d)

Kartu antarmuka ini hanya dapat digunakan pada slot ISA yang terdapat pada komputer, hal ini juga dapat dimodifikasi pada sistem berbasis mikrokontroler. Cukup dengan merubah jalur pin yang terdapat pada kartu di samakan ke sistem minimum yang berbasis mikrokontroler.

PPI sering digunakan sebagai media masukan antara komputer / mikrokontroler dengan device yang diluarnya. Selain mudah dalam pengoperasian dan friendly terhadap perangkat elektronick lain, juga banyak dipasarkan dan sangat murah.

Sejauh ini kartu Antarmuka banyak berbagai model dan cara kerjanya, namun untuk kartu antarmuka yang kami bahas lebih ditekankan pada pendukung percobaan praktikum di laboratorium teknik kendali.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 1996. **Manual Book : Computer Application Trainer Ed-1009**. ED Co., LTD. Seong-Nam City, GyeongGiDo, Korea.
- Anonim. 1994. **Introduction To BGC-8088 Microengineer V3.0 : Users Guide and Experiments**. Microport Computer Research Co., LTD. Taiwan.
- Avtar Singh, Walter A Triebel. 1989. **The 8088 Microprocessor : Programming, Interfacing, Software, Hardware dan Applications**. Prentice-Hall International, Inc. London.
- Soepono Soeparlan. 1995. **Pengantar Mikroprosesor 8086/8088, 80186, 80286, 80386, dan 80486 : Arsitektur, Pemrograman dan Interfacing**. Gunadarma. Jakarta.