

RANCANG BANGUN ANTARMUKA ANTARA *ABSOLUTE ENCODER* DIFRAKTOMETER NEUTRON RESOLUSI TINGGI (HRPD) DENGAN KOMPUTER

Eddy Santoso dan Andika Fajar
Puslitbang Iptek Bahan (P3IB) – BATAN
Kawasan Puspipstek, Serpong, Tangerang 15314

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ANTARMUKA ANTARA *ABSOLUTE ENCODER* DIFRAKTOMETER NEUTRON RESOLUSI TINGGI (HRPD) DENGAN KOMPUTER. Telah dibuat dan dipasang antarmuka *absolute encoder* pada Difraktometer Neutron Resolusi Tinggi (HRPD) sebagai pengganti sistem kendali lama yang rusak. Antarmuka dibuat dengan menggunakan komponen utama *Programmable Pheripheral I/O* (IC PPI 8255). Papan antarmuka *encoder* terdiri atas 2 buah PPI 8255 sehingga dapat dipakai untuk 2 buah *encoder*, yaitu *encoder* untuk sudut θ dan 2θ . Dengan dipasangnya antarmuka ini, pergerakan sudut θ maupun 2θ HRPD dapat digerakkan dengan teliti sampai batas ketelitian $0,01^\circ$. Dari hasil pengetesan dapat disimpulkan bahwa antarmuka ini layak diterapkan pada Difraktometer Neutron Resolusi Tinggi (HRPD) di P3IB-BATAN. Nilai tambah dari rancang bangun antarmuka ini adalah harganya sangat murah dan semua komponen yang dipergunakan ada di pasaran lokal.

Kata kunci: *Absolute encoder*, HRPD, *programmable pheripheral I/O*.

ABSTRACT

ABSOLUTE ENCODER INTERFACE ENGINEERING FOR HIGH RESOLUTION POWDER DIFFRACTOMETER (HRPD). Absolute encoder interface has been made and has been installed on High Resolution Powder Diffractometer. The main component of the interface is Programmable Peripheral I/O (IC PPI 8255). This Interface board has 2 PPI 8255 that are used for θ angle encoder and 2θ angle encoder of HRPD. The additional of this encoder interface on HRPD can improve the precision of the moving angle from either the θ angle and 2θ angle. The precision of the moving angle can reach $0,01$ degree. This interface has been installed at HRPD Machine and has been tested, the result is good. The advanced of this interface engineering is low price and use a local component.

Key words: Absolute encoder, HRPD, *programmable pheripheral I/O*.

PENDAHULUAN

Difraktometer neutron resolusi tinggi (HRPD) telah dipasang di Balai Spektrometri P3IB – BATAN sejak tahun 1991 melalui proyek Fase III BATAN. Sebagaimana peralatan terkomputerisasi yang ada saat itu sistem kendalinya sangat canggih untuk ukuran pada masa itu [1,2]. Kecanggihan yang disediakan memungkinkan operator hanya dapat mengoperasikan tanpa perlu mengetahui cara kerja peralatan. Dalam perjalanan waktu gangguan-gangguan pada sistem kendali mulai muncul. Upaya pembenahan peralatan ini seringkali menghadapi kesulitan menyangkut beberapa hal yaitu :

1. Sistem operasi yang digunakan adalah AIX, dimana sistem operasi ini tidak umum digunakan.
2. Setiap kerusakan komponen kendali, penggantian komponen harus dari merek, jenis, tipe, dan keluaran pada tahun yang sama persis. Hal ini menyebabkan biaya dan ketergantungan yang tinggi, karena tingkat kesulitan pengadaannya dan selalu harus diimpor serta mahal harganya.

3. Langkah perbaikan selalu harus menyesuaikan dengan kondisi ketika peralatan itu dibuat.

Dengan kesulitan-kesulitan di atas dan perkembangan sistem kendali berbasis komputer saat ini maka perlu dilakukan pembuatan sistem antarmuka yang dikembangkan dari komponen-komponen yang mudah didapat di pasaran, komputer versi baru, sistem operasi yang lebih umum (*windows*), dan harga yang murah.

Pembuatan antarmuka antara Difraktometer Neutron Resolusi Tinggi (HRPD) dan komputer pribadi telah selesai 2 tahun yang lalu, akan tetapi hasilnya belum memuaskan. Hal ini disebabkan karena dalam pembuatan antarmuka tersebut belum menggunakan *encoder* pembaca posisi sudut, sehingga pembacaan sudut tidak teliti. Untuk mengatasi hal itu maka dilakukanlah rancang bangun antarmuka *absolute encoder* pada HRPD. Dengan penambahan antarmuka ini maka hasil pembacaan sudut θ dan 2θ pada HRPD dapat menjadi lebih teliti, diharapkan mencapai $0,01^\circ$.

Dengan antarmuka buatan sendiri maka jika terjadi gangguan pada sistem antarmuka maupun sistem operasi dapat dengan mudah diatasi dan mengurangi ketergantungan pada luar negeri.

TEORI

Absolute Rotary Encoder

Keluaran dari *absolute encoder* yang digunakan sebagai pembaca sudut dapat dilihat seperti Tabel 1 dibawah ini. Untuk membacanya dibutuhkan suatu rangkaian antarmuka yang mempunyai I/O minimum sebanyak jumlah digit *display* dikalikan 4 dan masing-masing I/O dapat diprogram dengan komputer.

Tabel 1. Tabel keluaran *absolute encoder*.

PIN NO	CORD COLOR	SIGNAL	PIN NO	CORD COLOR	SIGNAL
1	BLUE	1	13	ORANGE/WHITE	1000
2	ORANGE	2	14	GREEN/WHITE	2000
3	GREEN	4	15	BROWN/WHITE	4000
4	BROWN	8	16	GREY/WHITE	8000
5	GREY	10	17	RED/WHITE	10000
6	RED	20	18	BLACK/WHITE	20000
7	BLACK	40	19	YELLOW/BLAC	-
8	YELLOW	80	20	PINK/BLACK	-
9	PINK	100	21	PURPLE/WHITE	-
10	PURPLE	200	22	WHITE/BLUE	+15 V
11	WHITE	400	23	BLUE/RED	-
12	BLUE/RED	800	24	ORENGE/BLACK	0V

Absolute encoder yang digunakan mempunyai nilai maksimum 36000 (5 digit) = 360.00° jadi diperlukan $5 \times 4 = 20$ buah I/O, untuk tepatnya hanya 18 buah I/O yang dipergunakan karena nilai digit puluhan ribu maksimumnya adalah 3 (0011) berarti nilai puluhanribu hanya menggunakan 2 bit saja. Oleh sebab itu pembuatan antarmuka *encoder* ini menggunakan IC PPI 8255 (*Programmable Peripheral I/O*) sebagai komponen utama, karena 1 buah PPI 8255 mempunyai I/O sebanyak $3 \times 8 = 24$ buah dan alasan lainnya : IC tersebut mudah di program, kestabilan yang cukup baik, banyak di pasaran dan harganya murah .

IC Programmable Peripheral Interface (PPI) 8255

IC *Programmable Peripheral Interface (PPI)* 8255 mempunyai 3 port yaitu: port A, port B dan port C, masing-masing port mempunyai 8 jalur (kaki) dan dapat diprogram baik sebagai masukan atau keluaran [3,4]. Pengaturan masing-masing fungsi port dilakukan melalui *control register*. *Control register* mempunyai 8 bit yang dibagi menjadi grup A (bit 0-2) dan B (bit 3-6) serta satu mode *set flag* (bit 7).

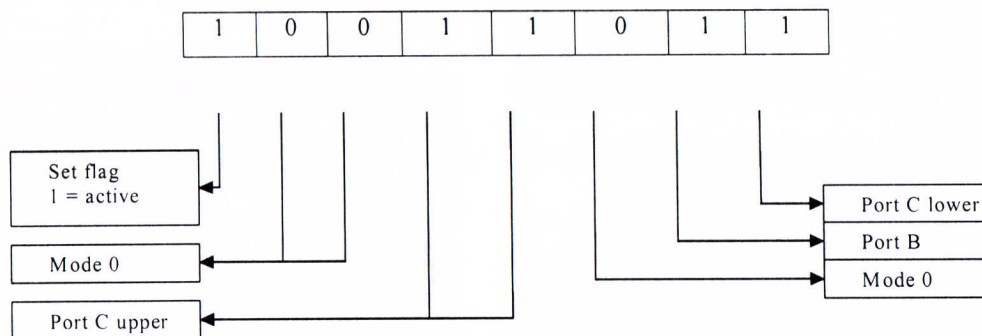
Pada pembuatan antarmuka ini semua port (A,B,C) diprogram sebagai masukan untuk membaca posisi dari *absolute encoder*. Oleh sebab itu *control register* harus diisi dengan 9B dalam heksadesimal atau 1001 1011 dalam biner, ini didapat dari Gambar 1.

METODE PERCOBAAN

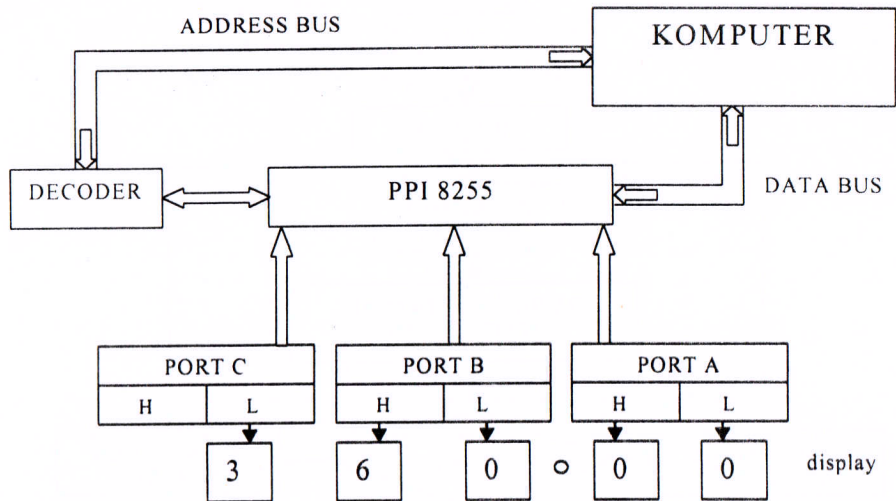
Rangkaian antarmuka *absolute encoder* HRPD dengan komputer pribadi dibuat di atas papan cetak (PCB) dua muka dan dirancang dapat langsung dipasang pada slot ISA komputer. Sistem pengalamatan antarmuka ini dibuat dengan menggunakan 10 bit alamat $A_0 - A_9$ yang ada pada komputer. Alamat dipilih supaya tidak bentrok dengan alamat yang sudah dipakai pada operasi sistem komputer itu sendiri. Alamat dapat dipilih dari 100-1FF dan 300-31F dalam heksadesimal. Alamat yang dipakai pada antarmuka ini adalah 1B0-1B3 yaitu 1B0 alamat Port A, 1B1 alamat Port B, 1B2 alamat Port C dan 1B3 alamat register kontrol IC PPI 8255. Rangkaian pengalamatan pada antarmuka ini menggunakan sebuah IC gerbang NAND 7410 dan sebuah IC 7400.

Antarmuka ini menggunakan sistem paralel dengan 8 bit bus data (D0-D7) dua arah. IC 74245 dipakai untuk menentukan arah data, yaitu dengan memberikan logika 0/1 pada pena DIR IC 74245 maka dapat mengubah data masuk atau keluar.

Setelah rancang bangun antarmuka selesai dibuat kemudian coba dipasang pada slot komputer. Komputer dihidupkan dan diperiksa dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Bila komputer tidak berfungsi cepat matikan komputer dan periksa semua sambungan



Gambar 1. Cara pengisian bit pada control register IC 8255



Gambar 2. Diagram blok antarmuka absolute encoder.

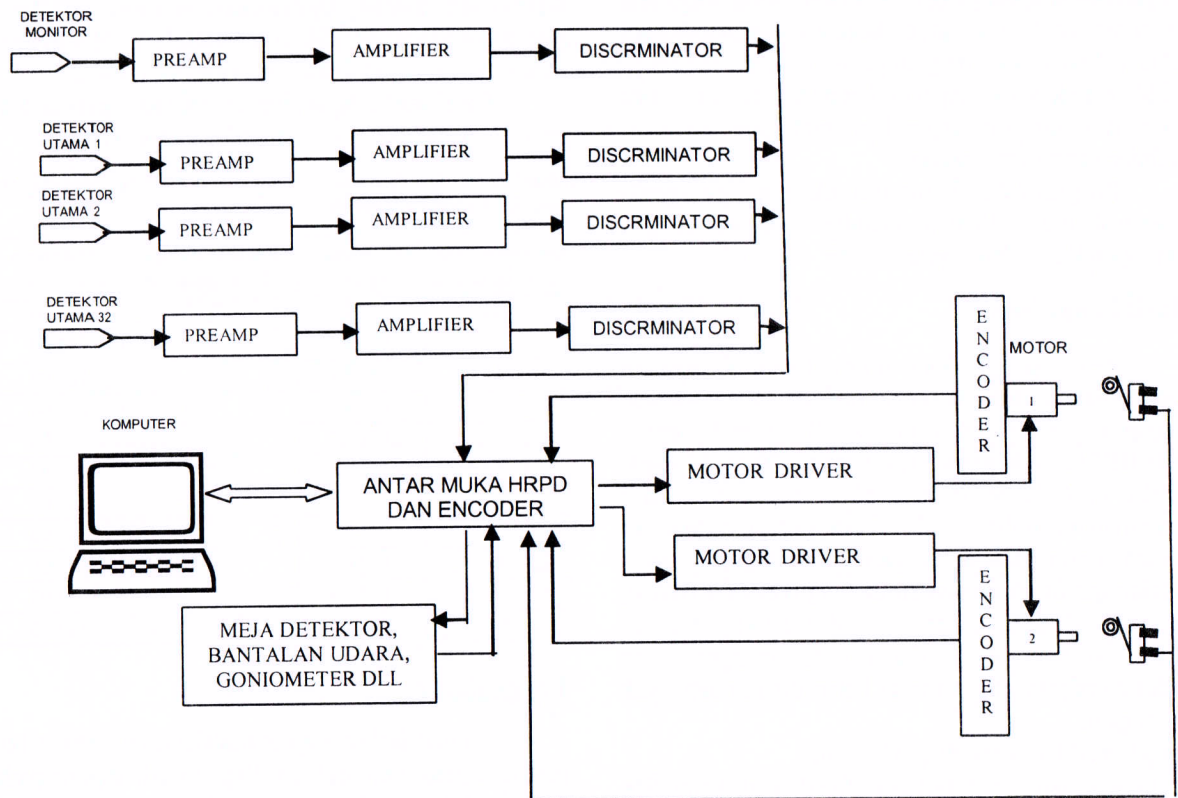
pada rangkaian antarmuka, biasanya ada yang salah pada rangkaian antar muka. Setelah komputer berfungsi dengan normal, buat program sederhana sekedar untuk mengetahui rangkaian antarmuka dapat bekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

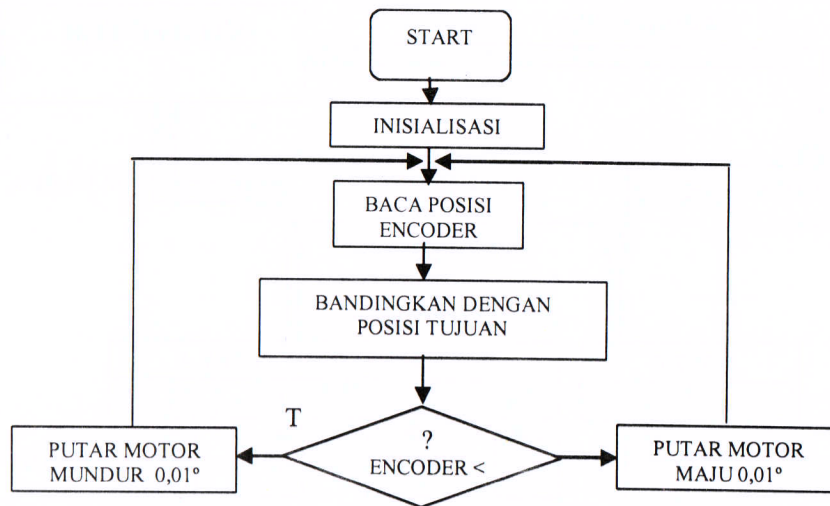
Diagram blok dari antarmuka antara absolute encoder dengan komputer dapat dilihat pada Gambar 2. Komputer dapat menuju alamat IC 8255 melalui rangkaian decoder sedangkan komunikasi dari komputer ke IC 8255 dan sebaliknya menggunakan data bus.

Port A, Port B dan Port C (IC 8255) terdiri atas 8 bit, yaitu masing-masing 4 bit low dan 4 bit high. 4 bit low pada port A digunakan untuk membaca angka derajat seperseratusan (0,0X) dan 4 bit high untuk membaca angka sepersepuluh (0,X) dari encoder. Sedangkan angka derajat satuan, puluhan dan ratusan masing-masing dibaca oleh port B 4 bit low, 4 bit high dan port C 4 bit low.

Karena nilai maksimum dari angka derajat ratusan adalah 3 (11 biner), maka pada port C hanya menggunakan 2 bit saja. Maka jumlah bit yang digunakan untuk membaca encoder adalah 18 bit (8 bit



Gambar 3. Diagram blok peralatan Difraktometer Neutron Resolusi Tinggi (HRPD)



Gambar 4. Diagram alir memutar motor sesuai dengan posisi tujuan.

pada port A, 8 bit pada port B dan 2 bit pada port C). Sisa 6 bit pada port C sebaiknya pull down dengan tahanan 220 Ω.

Diagram blok sistem peralatan Difraktometer Neutron Resolusi Tinggi (HRPD) dapat dilihat pada Gambar 3 [5]. Menggerakkan motor untuk memindahkan sudut θ atau 2θ sesuai dengan posisi *encoder*, dilakukan dengan cara sebagai berikut: Baca posisi sudut pada *encoder*, lalu bandingkan dengan posisi yang dikehendaki. Bila posisi *encoder* lebih kecil, maka jalankan motor maju sampai posisi sudut *encoder* sama dengan posisi sudut yang dikehendaki. Sebaliknya bila posisi *encoder* lebih besar, maka jalankan motor sampai posisi *encoder* sama dengan posisi yang dikehendaki. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 yaitu diagram alir untuk menggerakkan motor menuju posisi *encoder* yang dikehendaki

Program untuk menjalankan motor sesuai dengan diagram alir pada Gambar 4, dibuat dengan menggunakan bahasa *quick basic*.

Hasil Pengujian

Pengujian gerakan motor dilakukan dengan menggunakan motor langkah Vexta UPH 599-A dan penggeraknya (*driver*) Vexta UDX 5114 yang terpasang pada HRPD. Pada penggerak Vexta UDX 5114 dapat dipilih 0,36°/langkah atau 0,72°/langkah. Dalam pengujian ini dipilih 0,36°/langkah, sehingga 1 putaran sumbu motor dicapai dengan 1000 langkah (*step*). Setelah motor digabungkan dengan mekanik HRPD, maka untuk menggerakkan sudut 2θ cuplikan 1° diperlukan 5000 langkah. Jadi untuk menggerakkan sudut 2θ sebesar 0,01° motor harus diputar sebanyak 50 langkah.

Pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Pembacaan awal dari *encoder* dicatat, kemudian motor diputar 10 kali masing-masing 25 langkah dan masing-masing penampilan *encoder* dicatat.

2. Sudut 2θ diputar secara manual sampai pembacaan *encoder* = 125.00 kemudian motor 2θ diputar maju 1° sebanyak 5 kali dan arah mundur 1° sebanyak 5 kali.

Pengujian 1

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pembacaan *encoder* linier atau tidak. Mula-mula pembacaan *encoder* dicatat, lalu motor digerakkan maju 10 kali masing-masing gerakkan sebanyak 25 langkah dan pembacaan *encoder* dibaca. Kemudian motor digerakkan mundur 10 kali masing-masing gerakkan 25 langkah. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat seperti pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil pembacaan *encoder* pada masing-masing posisi adalah linier.

Tabel 2. Pembacaan *encoder* pada saat monitor digerakkan masing-masing 25 langkah.

Gerakkan maju (25 langkah) ke	Pembacaan <i>encoder</i>	Gerakkan mundur (25 langkah) ke	Pembacaan <i>encoder</i>
Awal	127.05	Awal	127.10
1	127.05	1	127.09
2	127.06	2	127.09
3	127.06	3	127.08
4	127.07	4	127.08
5	127.07	5	127.07
6	127.08	6	127.07
7	127.08	7	127.06
8	127.09	8	127.06
9	127.09	9	127.05
10	127.10	10	127.05

Pengujian 2

Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui program yang berdasarkan diagram alir seperti pada Gambar 4 dan rangkaian antarmuka yang telah dibuat sudah berfungsi dengan baik atau belum.

Pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut: Sudut 2θ cuplikan diset secara manual sehingga tampilan *encoder* menampilkan 125.00° . Dengan menggunakan program dari komputer, motor 2θ diputar arah maju 5000 langkah dan diulang 5 kali. Kemudian motor 2θ diputar arah mundur 5000 langkah dan diulang 5 kali. Dari hasil pengujian ini didapatkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian *encoder* dengan menggunakan program dari komputer.

Posisi ke	Gerakan motor 2θ	Penampilan <i>encoder</i>	Keterangan
Awal	-	125.00	Posisi awal
1	Maju 5000 langkah	126.00	-
2	Maju 5000 langkah	127.00	-
3	Maju 5000 langkah	128.00	-
4	Maju 5000 langkah	129.00	-
5	Maju 5000 langkah	130.00	-
6	Mundur 5000 langkah	129.00	-
7	Mundur 5000 langkah	128.00	-
8	Mundur 5000 langkah	127.00	-
9	Mundur 5000 langkah	126.00	-
10	Mundur 5000 langkah	125.00	Posisi akhir

Dari hasil pengujian Tabel 3 dapat dilihat, penampilan *encoder* pada posisi awal dan akhir adalah sama. Ini menunjukkan bahwa kerja sistem antarmuka *encoder* maupun program yang dibuat sudah dapat berfungsi dengan baik.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem antarmuka yang dibuat sudah dapat digunakan untuk mengendalikan sudut 2θ cuplikan pada HRPD dan dengan hasil yang lebih tepat dengan ketelitian $0,01^\circ$.
2. Pembacaan posisi *encoder* adalah linier untuk setiap posisinya.
3. Lebih ekonomis bila dibandingkan dengan sistem yang lama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Balai Spektrometri dan teknisi serta staf Balai Spektrometri yang telah bersedia membantu pekerjaan ini sehingga pekerjaan ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ANONYMOUS, HRPD (PM-106) Operation Manual (Hardware), Rigaku Co., Tokyo, (1991).
- [2]. ANONYMOUS, *Equipment Specification of HRPD for MPR-30*, NKK Co., Tokyo, (1992).

- [3]. EDDY SANTOSO, TRIHARDIP. dan BHAROTO, Pengujian I/O 8255 *Card* untuk Peralatan Spektrometer, Difraktometer Neutron dan Sinar X. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Iptek Bahan* (2002), 297-301
- [4]. AFTAR SINGH, WALTER A TRIEBEL, *16-Bit and 32 Bit Microprocessors*, Prentice-Hall, International Editions, Inc, (1985).
- [5]. EDDY SANTOSO, Pengembangan Sistem Kendali Alternatif Untuk Difraktometer Neutron Resolusi Tinggi (HRPD), Laporan Teknis P3IB-501002/2003.

TANYAJAWAB

Tumpal Pandiangan, P2SRM - BATAN

Pertanyaan

1. Sejauhmana pengembangan peralatan program aplikasi antarmuka *absolute encoder* HRPD

Jawaban

1. Program aplikasi antarmuka dengan bahasa Quic Basic, akan tetapi dapat dikembangkan dengan Visual Basic yang lebih canggih

Sunit H., P2F-LIPI

Pertanyaan

1. Seberapa jauh bahwa I/O 8255 lebih handal dari PIC.

Jawaban

1. I/O 8255 memanfaatkan motor *driver Vexta*