

## PERANCANGAN MATRIKS LED YANG DIKENDALIKAN OLEH KOMPUTER BERBASIS IC 8255

Indrianto <sup>1</sup>  
Asep Saefullah <sup>2</sup>

Email : [asep7567@yahoo.com](mailto:asep7567@yahoo.com), [anto@yahoo.com](mailto:anto@yahoo.com).

### ABSTRAKSI

Penggunaan komputer yang diketahui selama ini kebanyakan digunakan untuk pengetikan saja ataupun untuk menjalankan aplikasi yang telah ada ataupun untuk melakukan pencetakan saja. Komputer dapat dimanfaatkan untuk pengendalian lampu lalu lintas, robot, gambar-gambar bergerak di jalanan dan lain sebagainya. Pengendalian gambar bergerak di jalanan dapat memanfaatkan komputer untuk pergerakan gambar maupun untuk pergantian gambar. Permasalahannya, apakah gambar bergerak dengan menggunakan matriks LED (Light Emitting Diode) tersebut dapat dikendalikan oleh komputer. Untuk memecahkan permasalahan tersebut maka metode yang digunakan yaitu merancang suatu rangkaian interface yang terkoneksi ke komputer serta dibantu oleh program pengendali gambar bergerak. IC 8255 PPI (Programmable Peripheral Interface) merupakan suatu Integrated Circuit (IC) yang dipakai sebagai interface antara bus data mikrokomputer dan peralatan input output. Interface memerlukan suatu rangkaian yang dapat menerjemahkan sinyal-sinyal logika menjadi sebuah sinyal yang dapat mengaktifkan interface tersebut. Rangkaian ini bisa disebut dengan rangkaian address decoder. Pada rancangan ini rangkaian address decoder adalah IC7485 (COMPARATOR) dan IC74LS138 (DECODER). Untuk komunikasi antara PC (Personal Computer) dengan interface maka dibuat sebuah program yang dapat bekerja sesuai rencana. Hasil komunikasi antara PC dengan interface melalui suatu program dapat mengendalikan proses pen-scan-an. Pen-scan-an dilakukan dengan mematikan dan menghidupkan lampu-lampu (LED) secara bergantian baris demi baris, karena tingginya kecepatan yang dilakukan maka terlihat secara nyata gambar-gambar yang ada. Pen-scan-an ini bisa dilakukan secara horisontal maupun vertikal. Kumpulan dari lampu-lampu ini dinamakan matriks LED 5X7.

Kata Kunci: Matriks LED, PPI8255, Interface

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang demikian cepat baik dibidang komputer maupun dibidang lainnya, mau tidak mau mengharuskan kita agar menguasai teknologi tersebut. Perkembangan komputer yang demikian pesat dari tahun ketahun juga mengharuskan

1. **Dosen Jurusan Sistem Komputer, STMIK Jakarta**  
Jl. BRI Radio Dalam No. 2 Jakarta Selatan
2. **Dosen Jurusan Sistem Komputer, STMIK Raharja**  
Jl. Jend Sudirman No.40 Modern Cikokol-Tangerang Telp 5529692

kita agar memahami teknologi tersebut, minimal mengetahui dasarnya dan cara penggunaannya. Perkembangan komputer tersebut tidak hanya terjadi dibidang perangkat lunak (Software) tetapi juga dibidang perangkat keras(Hardware).

Komputer pribadi (PC) yang dikenal, diketahui dan digunakan saat ini yang umumnya hanya dipakai untuk menjalankan program aplikasi yang bersifat umum saja seperti: word, excel dan yang lainya atau hanya digunakan menjalankan alat yang sudah umum saja seperti: printer, scanner. Sebenarnya PC dapat digunakan PC secara luas sebagai pengendali atau pengatur external, seperti: pengaturan lalu lintas, pengukuran suhu, pengukuran untuk instrumentasi yang rusak baik pada bidang fisika, elektro, komputer, penampilan gambar ataupun tulisan pada papan iklan dan lain sebagainya.

Bila seseorang ingin melakukan promosi suatu produk yang diproduksinya biasanya melalui papan iklan dijalan, ataupun melalui suatu media. Penampilan gambar ataupun tulisan pada papan iklan dijalan biasanya terdiri dari beberapa matrik led yang berukuran kecil dan digabung sehingga menjadi papan iklan yang sangat besar. Papan iklan ini biasanya di kontrol oleh suatu komputer sehingga dapat menghasilkan gambar maupun tulisan yang sesuai dengan keinginan seseorang pemesan papan iklan tersebut.

Papan iklan yang menggunakan matrik tersebut biasanya lebih irit dan menarik dibandingkan dengan papan iklan jalan yang hanya menggunakan gambar diam ataupun poster - poster. Dengan menggunakan papan matrik ini seorang pemesan dapat memuat lebih dari satu iklan di dalam papan iklan yang disediakan. Dengan menggunakan papan matrik ini seseorang dapat mengganti gambar sesuai dengan keinginannya hanya dengan menggantikan file yang terdapat di dalam komputer.

Berangkat dari sinilah penulis mencoba untuk membuat penulisan tentang rangkaian untuk mengendalikan matrik menggunakan komputer, sehingga akan menampilkan gambar huruf sesuai dengan yang diinginkan seseorang.

## **PEMBAHASAN**

### **1. INTERFACING**

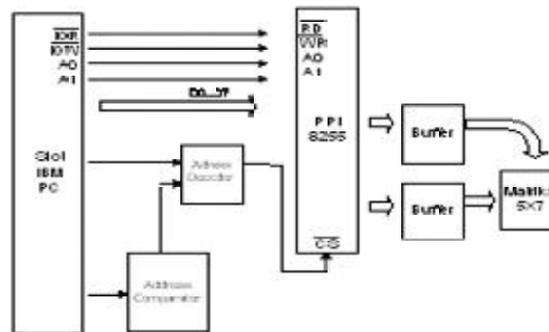
Sebelum membahas tentang rancangan alat ada baiknya diketahui fungsi dari suatu interface. Karena interface ini yang menghubungkan antara komputer dan dunia luar komputer. Fungsi interface dalam suatu sistem komputer identik dengan fungsi suatu penerjemah antara dua orang yang berkomunikasi dengan bahasa yang berbeda. Dengan suatu interface, suatu komputer akan mampu berkomunikasi dengan perangkat lain. Jadi suatu interface dapat diartikan sebagai suatu acuan yang akan menjembatani dua set perangkat, sehingga mampu untuk saling mengirim informasi atau dengan kata lain interface adalah suatu sarana yang digunakan untuk melewatkan data dari suatu mikrokomputer ke peripheral dan sebaliknya.



Gambar 1. Blok Diagram Interface

## 2. Blok Diagram Rancangan Alat

Di bawah ini merupakan rancangan secara blok diagram dari rangkaian LED Matriks yang terdiri dari rangkaian interfacing dan rangkaian matriks 5X7.



Gambar 2. Blok Diagram Scanning LED Matriks

Input berasal dari data yang telah diprogram pada komputer. Data yang berupa nilai biner akan diubah oleh rangkaian interface menjadi tegangan yang akan ditampilkan pada matriks 5X7.

## 3. IC 8255 PPI (Programmable Peripheral Interface)

IC 8255 PPI (Programmable Peripheral Interface) merupakan suatu Integrated Circuit (IC) yang dipakai sebagai interface antara Bus data mikrokomputer dan peralatan input output. IC ini didesain untuk digunakan pada mikroprosesor 80xx yang diproduksi oleh INTEL. Pada IC 8255 terdapat 3 buah port I/O yang setiap portnya terdiri dari 8 bit. Fungsi dari 3 port I/O tersebut adalah sebagai berikut:

### PORT A:

Port ini berisi 8 bit unit untuk input dan output, pada port ini juga dilengkapi dengan fungsi untuk mengunci dan menyimpan data untuk sementara.

### PORT B:

Port ini terdiri dari 8 bit unit untuk input/output dan pada port ini dilengkapi dengan fungsi untuk mengunci dan menyangga data.

**PORT C:**

Port ini hampir sama dengan port A maupun B yaitu berisi 8 bit unit untuk input dan output yang dilengkapi dengan fungsi untuk mengunci dan menyangga data, hanya pada port C ini bila diset dalam mode 1 dan 2, Port C membagi ke dalam 4 bit unit untuk mengoperasikan Port A atau port B yang masing-masing memiliki signal control output atau signal input status.

Ketiga I/O port tersebut diklasifikasikan dalam dua control group A dan B sesuai dengan mode operasi.

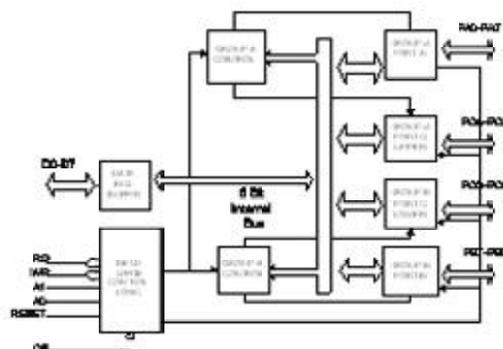
Kontrol group A — port A dan 4-7 bit pada port C

Kontrol group B — port B dan 0-3 bit pada port C

Selain ketiga port tadi, ada beberapa pin yang perlu diketahui pada IC 8255, yaitu :

- CS (Chip Select) Bila input pin CS dalam keadaan low maka 8255 dapat berkomunikasi dengan CPU.
- RD (Read) Logika "0" pada pin ini bersama-sama dengan logika "0" pada CS memungkinkan untuk mengirim data ke CPU, jadi CPU melakukan pembacaan data dari 8255.
- WR (Write) Logika "0" pada pin ini bersama-sama dengan logika "0" pada CS memungkinkan untuk mengirim data atau control word ke 8255.
- A0 dan A1 Ada 4 buah alamat yang dapat dibentuk dari kombinasi input A0 dan A1. Jadi A0 dan A1 menentukan pemilihan salah satu dari 3 port dan 1 control word register.
- RESET Logika "1" pada input pin RESET mengakibatkan control word register terhapus.

Untuk lebih jelasnya lihat gambar berikut :

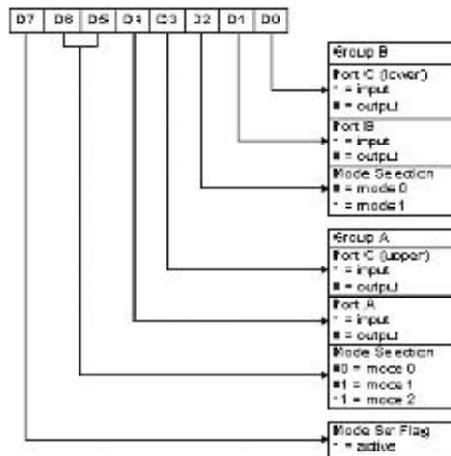


Gambar 3. Blok Diagram IC 8255<sup>1</sup>

Ada 3 mode operasi dalam IC 8255 yang melakukan fungsi ketiga port. Mode itu adalah :

- Mode 0 : Basic I/O (masukan dan keluaran dasar)  
Dalam mode ini 24 jalur I/O dibagi menjadi 2 group 8 jalur (port A dan port B) dan 2 group 4 jalur (port C upper dan port C lower). Masing-masing group ini dapat diprogram sebagai masukan atau keluaran dasar.
- Mode 1 : Strobe I/O (masukan dan keluaran dengan strobe)  
Dalam mode ini PPI menggunakan 2 port 8 bit, port A dan port B sebagai masukan atau keluaran satu arah. Masing-masing port transfer data dengan strobe atau handshaking sinyal pada port C.
- Mode 2 : Bidirectional I/O (masukan/keluaran dua arah dengan strobe)  
Dalam mode ini port A dan port B sebagai port dua arah. Lima bit dari port C dipakai sebagai handshaking sinyal.

Gambar berikut, menerangkan tentang format mode set control word, dan masing-masing bit mempunyai arti sebagai berikut :



Gambar 4. Format Control Word <sup>2</sup>

- D7 : menentukan mode set flag (1= aktif)
- D6&D5: menentukan mode operasi dari kelompok A
- D4: menentukan port A sebagai input atau output
- D3: menentukan port C upper sebagai input atau output
- D2: menentukan mode operasi dari kelompok B
- D1: menentukan port B sebagai input atau output
- D0: menentukan port C lower sebagai input atau output

Pada gambar di atas terlihat ada tiga macam mode operasi di dalam group A dan mode operasi dalam group B. Pada port C terdapat 5 bit control, jadi hanya group A saja yang digunakan pada mode 2. Dalam perancangan ini oleh penulis 8255 PPI yang dipergunakan dioperasikan dalam mode 0 (basic input/output) sehingga pembahasan hanya dibatasi untuk mode 0 saja.

Dalam mode 0, ketiga port 8255 hanya berfungsi sebagai input atau output biasa. Artinya data dapat diambil dan diletakkan dari/ke secara langsung dengan instruksi IN/OUT ke port 8255 tanpa ada sinyal lain yang mengatur proses pengambilan/peletakkan ini.

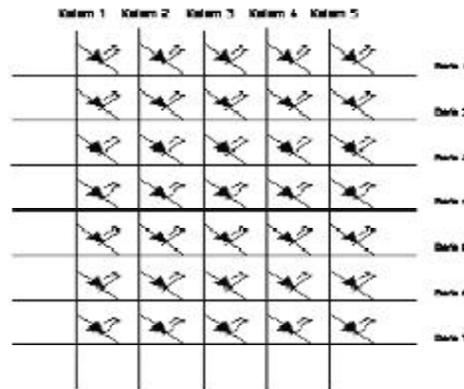
Semua port yang bekerja sebagai output port akan bersifat latch, artinya data yang sudah diletakkan ke output port masih tetap ada selama tidak diubah oleh data lain yang ditulis ke port yang sama. Hal ini memungkinkan bagi peralatan yang berhubungan ke output untuk melakukan pembacaan yang tertunda, artinya tidak pada saat data tersebut ada dioutput port. Tetapi bila port bekerja sebagai input port maka data yang akan dipindahkan dari peralatan input ke port 8255 harus sudah tersedia saat dilakukan pembacaan.

Dalam mode 0 tersebut ada 16 konfigurasi yang mungkin dibentuk yaitu kombinasi dari bit-bit D0, D1, D3 dan D4 control word register. Pada gambar di atas untuk operasi mode 0 pada semua port maka D7= 1 (1= set dan 0= reset) dan bit D6, D5 serta bit D2 sama dengan 0 (karena mode= 0). Keenambelas macam konfigurasi dan control word yang dapat dipakai terlihat pada tabel 1 beserta control word dalam heksadesimal yang harus dipakai untuk tiap-tiap konfigurasi.

D4	D3	D1	D0	Group A		Group B		Control Word (Hex)
				Port A	Port C Lower	Port B	Port C Upper	
0	0	0	0	output	output	output	output	80H
0	0	0	1	output	output	output	input	81H
0	0	1	0	output	output	input	output	82H
0	0	1	1	output	output	input	input	83H
0	1	0	0	output	input	output	output	84H
0	1	0	1	output	input	output	input	85H
0	1	1	0	output	input	input	output	86H
0	1	1	1	output	input	input	input	87H
1	0	0	0	input	output	output	output	90H
1	0	0	1	input	output	output	input	91H
1	0	1	0	input	output	input	output	92H
1	0	1	1	input	output	input	input	93H
1	1	0	0	input	input	output	output	94H
1	1	0	1	input	input	output	input	95H
1	1	1	0	input	input	input	output	96H
1	1	1	1	input	input	input	input	97H

#### 4. Matriks LED

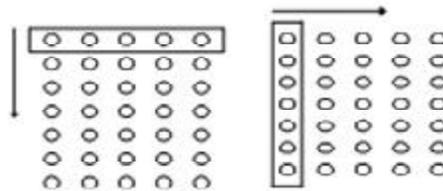
Matriks LED merupakan kumpulan titik sumber cahaya (LED) yang tersusun menjadi sejumlah kolom dan baris. Contohnya adalah matriks LED 5X7 seperti yang ditunjukkan pada gambar. Matriks LED ini terdiri atas 5 kolom kali 7 baris LED. Ke-35 LED ini dapat menghasilkan berbagai macam bentuk karakter.



Gambar 5. Matriks LED 5X7

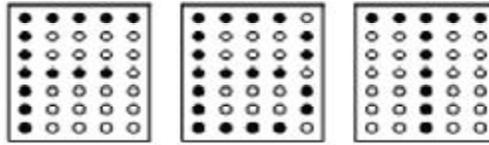
Untuk menghidupkan satu LED dalam matriks ini, kita harus memberikan tegangan ke anoda dan menghubungkan katodanya ke ground. Dengan memberikan tegangan ke beberapa kolom tertentu dan menghubungkan beberapa baris tertentu ke ground, setiap angka desimal, huruf dan berbagai bentuk atau lambang lainnya dapat ditampilkan.

Agar dapat memperagakan karakter dengan tampilan matriks, LED yang diperlukan tidak dinyalakan secara serentak. Biasanya LED-LED ini diaktifkan baris demi baris dengan cepat, proses ini disebut scanning baris. Sebagai contoh, kita mulai menghubungkan baris horizontal pertama dengan ground dan memberikan tegangan pada kolom-kolom yang sesuai. Setelah satu peragaan singkat, baris LED kedua dihubungkan dengan ground dan tegangan diberikan pada kolom-kolom lainnya yang sesuai. Sementara itu hubungan ground pertama diputuskan. Proses ini diulangi untuk baris dan kolom berikutnya



Gambar 6. jenis scanning Pada Matriks Led

Jika matriks discan dari kiri ke kanan, kolom demi kolom, disebut horizontal scanning. Jika dilakukan baris demi baris, disebut vertical scanning. Jadi, sebenarnya hanya kolom-kolom pada satu baris tertentu yang menyala pada satu saat. Tetapi, karena proses dilakukan dengan cepat, mata menganggap bahwa LED-LED yang dimaksud menyala secara serentak tanpa terlihat berkedip. Cara seperti dilakukan untuk menghemat pemakaian daya.



Gambar 7. Tampilan Pada Matriks Led

## 5. Pola Pengalaman

Sistem komputer IBM PC dirancang sebagai sistem yang fleksibel. Artinya, pabrik pembuat memang telah mempersiapkan agar sistem dapat dikembangkan secara fungsional. Hal ini terlihat dari adanya slot ekspansi (expansion slot) pada papan utama yang berfungsi untuk menghubungkan komputer IBM PC dengan antarmuka/peralatan lain.

Terminal-terminal slot pada IBM PC memiliki kode tertentu yang disebut sebagai alamat I/O. Dalam sistem komputer IBM PC, kode alamat tersebut tidak dialokasikan secara unik untuk masing-masing slot. Dengan kata lain, kode tersebut berlaku umum untuk semua terminal slot yang ada.

Dalam perancangan alat ini penulis menggunakan nomor port pada alamat yang tidak terpakai, dimana alamat ini memang dialokasikan untuk prototype card. Untuk menentukan alokasi alamat port, dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Alamat	Pemakaian	Alamat	Pemakaian
0000-000F	DMA Controller 1	0200-020F	Printer Adapter
0010-001F	INT Controller 1	0210-021F	Printer Adapter
0020-002F	INT Controller 1	0220-022F	Printer Adapter
0030-003F	Timer	0230-023F	Printer Adapter
0040-004F	Timer	0240-024F	Printer Adapter
0050-005F	Keyboard	0250-025F	Printer Adapter
0060-006F	Real-Time Clock-NMI	0260-026F	Printer Adapter
0070-007F	DMA Page Registers	0270-027F	Printer Adapter
0080-008F	DMA Page Registers	0280-028F	Printer Adapter
0090-009F	INT Controller 2	0290-029F	Printer Adapter
00A0-00AF	INT Controller 2	02A0-02AF	Printer Adapter
00B0-00BF	DMA Controller 2	02B0-02BF	Printer Adapter
00C0-00CF	DMA Controller 2	02C0-02CF	Printer Adapter
00D0-00DF	Math Coprocessor	02D0-02DF	Printer Adapter
00E0-00EF	Fixed Disk	02E0-02EF	Printer Adapter
00F0-00FF	Game/VC Adapter	02F0-02FF	Printer Adapter
0200-020F	Not Specified	0300-030F	Printer Adapter
0210-021F	Printer Adapter	0310-031F	Printer Adapter
0220-022F	Printer Adapter	0320-032F	Printer Adapter
0230-023F	Printer Adapter	0330-033F	Printer Adapter
0240-024F	Printer Adapter	0340-034F	Printer Adapter
0250-025F	Printer Adapter	0350-035F	Printer Adapter
0260-026F	Printer Adapter	0360-036F	Printer Adapter
0270-027F	Printer Adapter	0370-037F	Printer Adapter
0280-028F	Printer Adapter	0380-038F	Printer Adapter
0290-029F	Printer Adapter	0390-039F	Printer Adapter
02A0-02AF	Printer Adapter	03A0-03AF	Printer Adapter
02B0-02BF	Printer Adapter	03B0-03BF	Printer Adapter
02C0-02CF	Printer Adapter	03C0-03CF	Printer Adapter
02D0-02DF	Printer Adapter	03D0-03DF	Printer Adapter
02E0-02EF	Printer Adapter	03E0-03EF	Printer Adapter
02F0-02FF	Printer Adapter	03F0-03FF	Printer Adapter

Tabel 2. Peta alamat I/O komputer IBM PC

Pemilihan alamat ini bertujuan agar setelah interface dipasang pada slot ekspansi tidak akan mengubah tata kerja komputer secara umum.

Dari tabel di atas tampak keadaan setiap alamat I/O pada sistem komputer IBM PC, misalnya 378H-37FH adalah alamat untuk printer paralel. Pada perancangan alat ini, penulis menggunakan alamat 300H-31FH. Alamat ini telah disediakan oleh sistem komputer IBM PC untuk prototype card.

Sebagai perantara antara mikrokomputer dengan peripheral adalah card interface yang terdiri dari address decoder 74LS138, 7485, IC 8255 dan 74LS244. IC 8255 digunakan sebagai tempat pengeluaran data yang berasal dari mikrokomputer, yang nantinya data ini akan ditampilkan pada matriks 5X7.

Penyusunan alamat logika dari rangkaian ini berdasarkan logik yang terdapat pada pin A0 samapai A9 dengan bantuan sinyal kontrol AEN (Address Enable) yang aktif low. Penyusunan alamat tersebut adalah sebagai berikut :

PIN	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Alamat
Logika	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	300H
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	301H
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	302H
	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	303H

Keterangan :

Alamat 300H diperuntukkan bagi PORT A

Alamat 301H diperuntukkan bagi PORT B

Alamat 302H diperuntukkan bagi PORT C

Alamat 303H diperuntukkan bagi Register kontrol

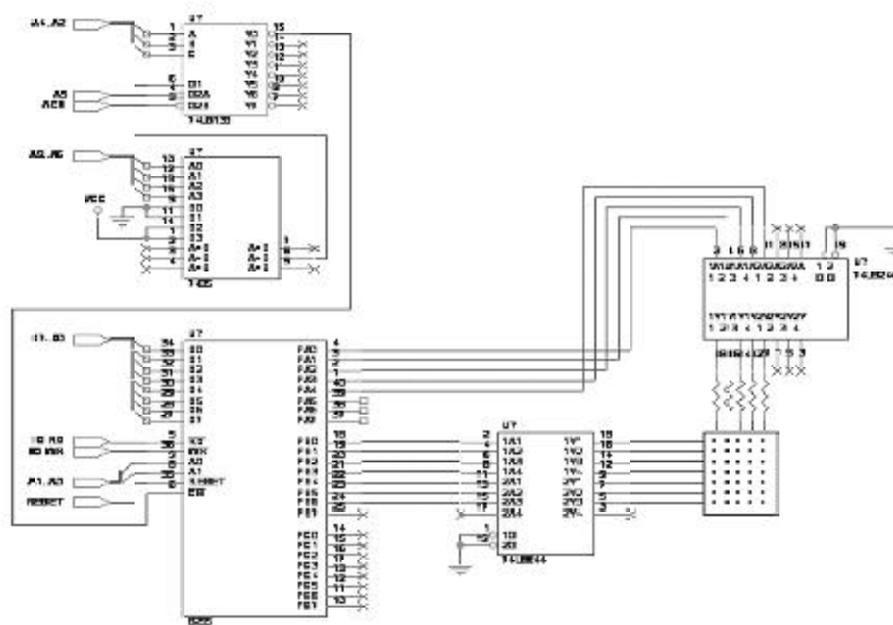
Alamat A9 .. A6 dipakai sebagai nilai input pada comparator 4 bit, yaitu pada input A3..A0. Nilai ini akan dibandingkan dengan dengan suatu nilai yang telah diatur pada input B3..B0. Jika hasil perbandingan menunjukkan nilai yang sama, maka pada output A=B akan menghasilkan logik 1. Output ini nantinya bersama-sama dengan pin A5 (dalam hal ini harus berlogika 0) dan sinyal kontrol AEN (juga berlogika 0) akan mengaktifkan decoder.

Selanjutnya kombinasi alamat A4..A2 digunakan sebagai input untuk decoder yang akan memilih satu dari kedelapan output yang ada. Pada rancangan ini telah ditentukan bahwa output akan diambil pada output Y0, sehingga kombinasi nilai input yang harus diberikan adalah 000.

Output dari decoder akan mengaktifkan sinyal CS yang diperlukan bagi PPI 8255. PPI 8255 juga memiliki konfigurasi alamat tersendiri yaitu :

## 6. Cara Kerja Alat

Chip PPI 8255 memiliki suatu input CS (Chip-Select) untuk menentukan kapan operasi interfacing dimulai lewat bantuan program komputer. Maka untuk membuat input CS ini mendapat logik yang wajar dengan perintah tertentu dan alamat memori tertentu, harus dipasang sebuah rangkaian yang dapat menerjemahkannya menjadi sebuah sinyal. Rangkaian tersebut dikenal sebagai address decoder yang berfungsi sebagai dekoder dari alamat yang disediakan untuk keperluan PPI 8255 agar menjadi pertanda adanya sinyal CS. Dalam rangkaian ini yang berfungsi sebagai address decoder adalah IC 7485 (4 bit comparator) dan IC 74LS138 (decoder).



Gambar 8. Rancangan Alat

## 7. Program Penguji

Untuk dapat memberi jalur hubungan antara PC dengan dunia luar diperlukan sebuah interface, di mana interface tersebut dijalankan dengan bantuan program, sehingga hanya dengan program tertentu interface dapat bekerja sesuai rencana.

### PROGRAM :

```
MOV DX,FF13
MOV AL,80
```

```
OUT DX,AL
# MOV CX,FFFF
MOV DX,FF11
MOV AL,FF
OUT DX,AL
MOV DX,FF10
MOV AL,EF
OUT DX,AL
MOV DX,FF11
MOV AL,41
OUT DX,AL
MOV DX,FF10
MOV AL,F7
OUT DX,AL
MOV DX,FF11
MOV AL,41
OUT DX,AL
MOV DX,FF10
MOV AL,FB
OUT DX,AL
MOV DX,FF11
MOV AL,41
OUT DX,AL
MOV DX,FF10
MOV AL,FD
OUT DX,AL
MOV DX,FF11
MOV AL,FF
OUT DX,AL
MOV DX,FF10
MOV AL,FE
OUT DX,AL
LOOP #
INT 85
```

## **PENUTUP**

Untuk dapat menghubungkan sebuah PC dengan dunia luar diperlukan sebuah alat yang disebut interface. Interface dalam hal ini berfungsi sebagai pintu keluar

masuknya informasi secara digital dengan tata cara dan kemampuan yang disesuaikan dengan program. Sehingga untuk memanfaatkannya memerlukan program yang khusus.

Pada rancangan ini yang berfungsi sebagai rangkaian address decoder adalah IC7485 (COMPARATOR) dan IC74LS138 (DECODER). Rangkaian inilah nantinya yang akan mengaktifkan PPI 8255 yang nantinya akan menyalakan matriks LED. Sebelumnya untuk menjaga agar level tegangan yang keluar dari PPI 8255 dapat menyalakan matriks LED sesuai dengan program yang terdapat pada program pengujian dipasang suatu buffer diantara PPI 8255 dan matriks LED. Dengan system ini maka matriks LED dapat dikendalikan dengan baik dari computer melalui interface PPI 8255.

Hasil komunikasi antara PC dengan interface melalui suatu program dapat mengendalikan proses pen-scan-an. Pen-scan-an dilakukan dengan mematikan dan menghidupkan lampu-lampu (LED) secara bergantian baris demi baris, karena tingginya kecepatan yang dilakukan maka terlihat secara nyata gambar-gambar yang ada. Pen-scan-an ini bisa dilakukan secara horisontal maupun vertikal. Kumpulan dari lampu-lampu ini dinamakan matriks, matriks LED yang digunakan dalam perancangan ini adalah matriks 5X7.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Arianto Widyatmo, Haryono Eduard dan Effendy (1994). *Belajar Mikroprosesor Mikrokontroler Melalui PC*. Edisi Pertama Jakarta: Penerbit PT. Elex Media Komputindo.
2. Rizal Rizkiawan (1996). *Tutorial Perancangan Hardware 1*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
3. Rizal Rizkiawan (1996). *Tutorial Perancangan Hardware 2*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
4. Rizal Rizkiawan (1996). *Tutorial Perancangan Hardware 3*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
5. Anoname. *Introduction To BGC-8808 Microengineer V3.0*. Penerbit Biau-Gio Computer R&D CO., LTD.
5. Anoname. *Thomson CSF*, Munchen.

#### (Footnotes).

<sup>1</sup> Daftar Pustaka No7

<sup>2</sup> Daftar Pustaka No.7