

SISTEM MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLER

4 SKS (3 TEORI & 1 PRAKTEK)
RUANGAN B2.2

PERKEMBANGAN MIKROKONTROLLER DAN MIKROPROSESOR

Marcian Hoff memberi saran IC yang bekerja berdasarkan program



dibantu oleh Frederico Faggin

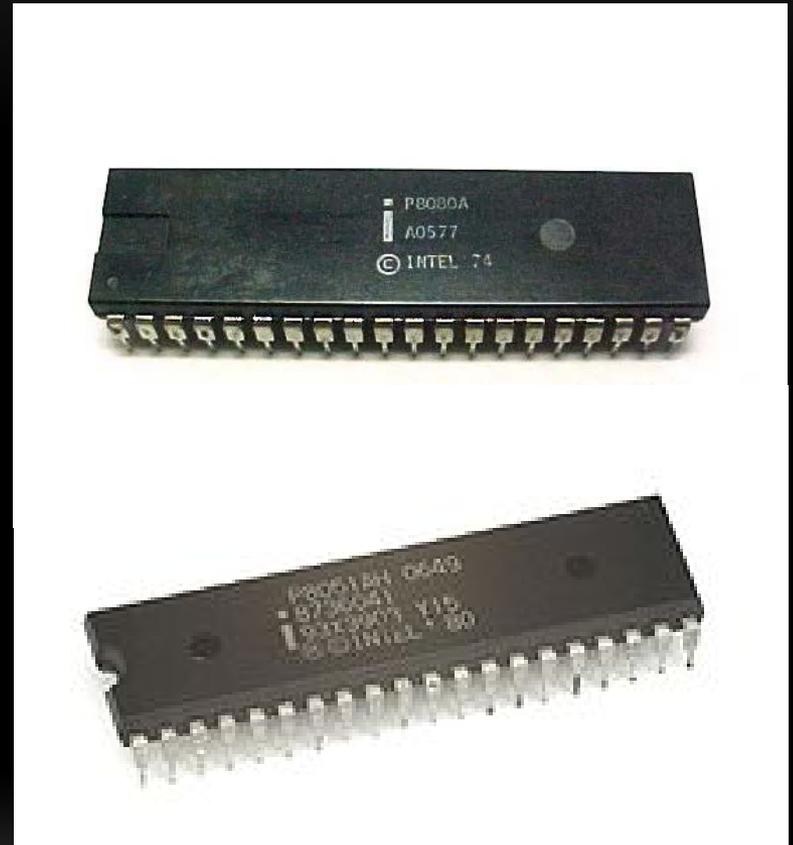
Intel 4004 adalah 4-bit prosesor pertama yang muncul pada tahun 1971.

Intel 4004 memiliki kapasitas 8-bit instruksi dan 4-bit proses data, memori eksternal terpisah untuk program (4K) dan data (1K). Ada 46 instruksi yang tereksekusi dalam satu clock (740 kHz)

Pada tahun 1972 Intel 4040 memiliki 14 instruksi lebih banyak dengan 8K memori program dan juga sudah memiliki kemampuan interupsi

April 1974 menghasilkan mikroprosesor 8080 dengan kemampuan memori 64 Kbyte dan 75 instruksi. Keberhasilan INTEL diikuti oleh MOTOROLA dengan ciptaannya mikroprosesor 8 bit seri 6800, 6820, dan 6850

- Tahun 1976 Federico Faggin meninggalkan INTEL membuat perusahaan sendiri diberi nama ZILOG, mikroprosesor seri Z-80 (mikrprosesor 8080)
- Setelah Intel muncul dengan mikroprosesor 8080 di tahun 1975, Motorola memperkenalkan mikroprosesor 6800, lalu diikuti dengan 6502 dan 6809
- Pada tahun 1975 peripheral interface controller (PIC) terbentuk di Universitas Havard. Keluarga mikrokontroler PIC mulai dikenalkan pada tahun 1985 oleh Microchip.
- Tahun 1976 Intel mengembangkan mikroprosesor 8084 yang merupakan keluarga MCS-48
- Tahun 1980 muncul Intel MCS-51 menggunakan 2-byte instruksi yang lebih fleksibel, tersedia on-chip memori program (RAM/ROM/EPROM) dan memori data yang sama besar, 128 byte



- Di tahun 1982 Motorola memperkenalkan memperkenalkan mikrokontroler 6805.
- Tahun 1982 Intel 286 atau yang lebih dikenal dengan nama 80286 adalah sebuah processor yang pertama kali dapat mengenali dan menggunakan software yang digunakan untuk processor sebelumnya
- Tahun 1985 PIC mulai dikenalkan, mikrokontroler menggunakan arsitektur Havard dan telah memiliki *Reduce Intruction Set*.
- Tahun 1985 muncul Intel 386 adalah sebuah prosesor yang memiliki 275.000 transistor yang tertanam diprosesor tersebut yang jika dibandingkan dengan 4004 memiliki 100 kali lipat lebih banyak dibandingkan dengan 4004.

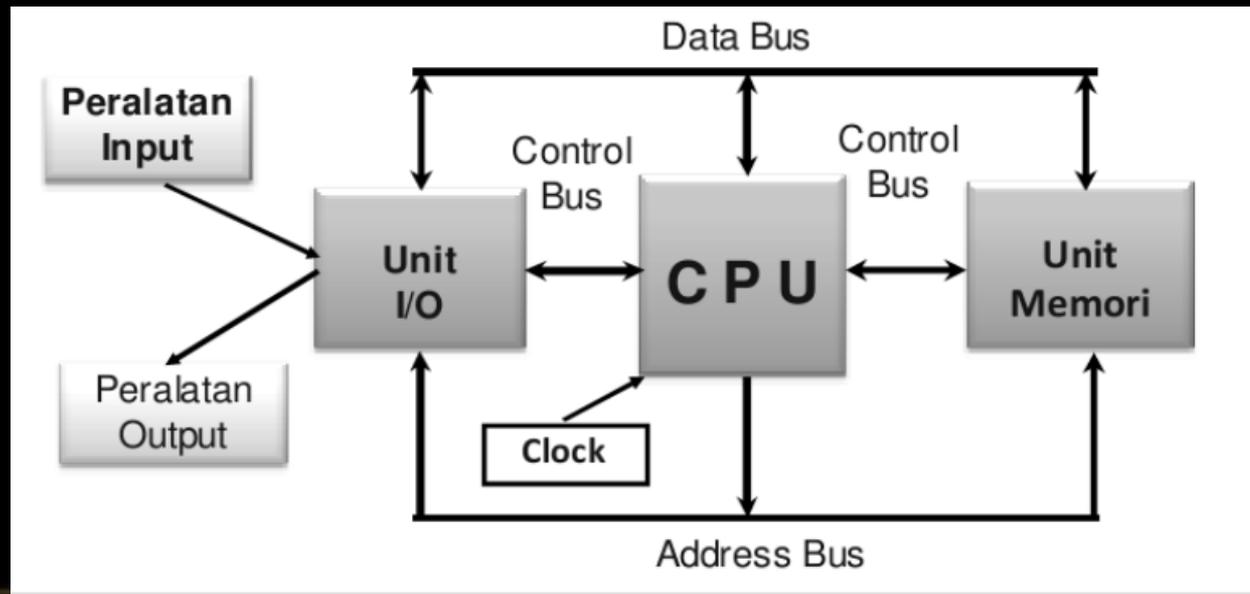


- Tahun 1989 Intel486™ DX CPU Microprocessor Processor yang pertama kali memudahkan berbagai aplikasi yang tadinya harus mengetikkan command-command menjadi hanya sebuah klik saja, dan mempunyai fungsi kompleks matematika sehingga memperkecil beban kerja pada processor.
- Tahun 1993 Intel® Pentium® Processor Processor generasi baru yang mampu menangani berbagai jenis data seperti suara, bunyi, tulisan tangan, dan foto.
- Tahun 1995 Intel® Pentium® Pro Processor
- Tahun1997 Intel® Pentium® II Processor
- Tahun1998 Intel® Pentium II Xeon® Processor
- Tahun 1999 Intel® Celeron® Processor dan Intel® Pentium® III Processo
- Tahun 1999 Intel® Pentium® III Xeon® Processor
- Tahun 2000 Intel® Pentium® 4 Processor
- Tahun 2001 Intel® Xeon® Processor

- Tahun 2002 Intel® Itanium® 2
- Tahun 2003 Intel® Pentium® M Processor
- Tahun 2004 Intel Pentium M 735/745/755 processors dan Intel E7520/E7320 Chipsets
- Tahun 2005 Intel Pentium 4 Extreme Edition 3.73GHz. dan Intel Pentium D 820/830/840
- Tahun 2006 Intel Core 2 Quad Q6600 dan Intel Quad-core Xeon X3210/X3220
- Tahun 2009 Intel Core™ i3
- Tahun 2010 Intel Core™ i5
- Tahun 2010 Intel Core™ i7
- Tahun 2010 Intel Core™ i9

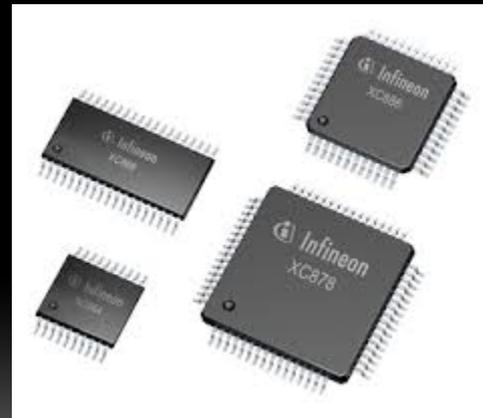
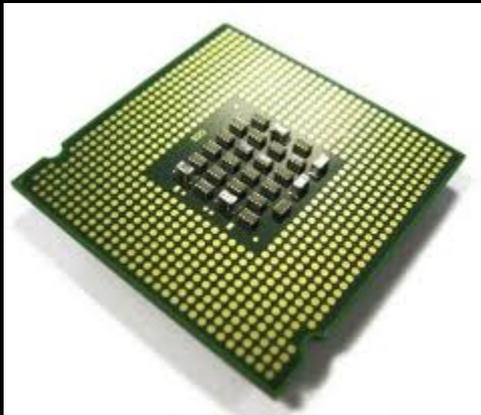
- **Mikroprosesor** adalah suatu komponen LSI (Large Scale Integration) yang melaksanakan hampir semua fungsi sebuah prosesor tradisional (fungsi pemrosesan) pada sebuah serpih, layaknya prosesor atau yang sering disebut dengan istilah CPU (Central Processing Unit) pada komputer-komputer generasi sekarang.
- Lebih dikenal dengan sebutan Central Processing Unit atau CPU. CPU adalah sebuah rangkaian terintegrasi (IC) sebagai unit mesin pengolah yang bekerja melakukan fungsi pokok komputasi aritmatika dan logika
- Biasanya dipabrikasi dalam bentuk sebuah chip tunggal
- Bekerja berdasarkan program yang diberikan

- Adalah sebuah sistem yang dibangun dari komponen utama yaitu Unit Mikroprosesor atau CPU, dan komponen tambahan yaitu Unit Memori, Unit Masukan/Keluaran (I/O), untuk menjalankan atau mengeksekusi program yang diberikan
- Sistem mikroprosesor adalah sistem mikro-elektronika yang menggunakan mikroprosesor sebagai unit pemroses sentralnya.



PERBEDAAN

1. Apakah PERBEDAAN mikrokontroler dan mikroprosesor?
2. Apakah yang dimaksud dengan CPU, piranti memori dan I/O port?



Mikrokontroler adalah merupakan *one chip* microcomputer, dimana dalam satu chip sudah terdapat piranti sebuah komputer secara umum, yaitu RAM, ROM, CPU, dan I/O port

Mikroprosesor adalah piranti pemrosesan sentral/cpu yang merupakan tempat proses-proses sebuah komputer dijalankan. Sebuah mikroprosesor memerlukan peripheral lain seperti RAM, ROM dan I/O untuk dapat melakukan tugas-tugasnya. Mikroprosesor adalah "otak"nya PC (*personal Computer*)

hardware adalah perangkat fisik yang nampak berupa sebuah chip yang langsung berhubungan dengan piranti fisik lain.

Software adalah perangkat lunak berupa software yang mapu menggerakkan perangkat fisik

Antara hardware dan software dalam mikrokontroler tidak bisa dipisahkan satu sama lainnya. Tanpa software mikrokontroler hanyalah sebuah chip kosong yang tidak berarti apa-apa, sedangkan tanpa hardware mikrokontroler tidak bisa berjalan.

Perbedaan Mikrokontroler vs Mikroprosesor

Mikrokontroler

- Controler = Pengendali
- Specific Purpose = Fungsi khusus / terbatas
- Single Program
- Single user
- Penerapan: peralatan RT, telekomunikasi, otomotif, mesin industri, elektronik, dan perangkat lain yang memiliki “otak” (embedded system)
- RAM < ROM

Mikroprosesor

- Prosesor = Pengolah
- General Purpose = Fungsi umum / fleksibel
- Multi Program
- Multi user
- Penerapan: PC, Server
- Butuh piranti lain: RAM, I/O, dan device / periperhal lain
- RAM > ROM

KEUNTUNGAN PIRANTI YANG BISA DIPROGRAM ANTARA LAIN:

- (1) Biaya yang bisa di tekan
- (2) Penghematan ruang dan fleksibilitas tinggi
- (3) Dengan manipulasi software dapat meminimumkan penggunaan piranti fisik dan mengoptimalkan kerja sistem

BAGIAN-BAGIAN MIKROKONTROLER:

- (1) Unit Memori
- (2) CPU (*Central Processing Unit*)
- (3) Bus
- (4) Unit I/O
- (5) Pembangkit Clock-Osilator
- (6) Unit Timer/Counter
- (7) Piranti Tambahan
- (8) Program

(1) Unit Memori

Memori adalah bagian mikrokontroler yang berfungsi untuk menyimpan data.

3 hal yang perlu diperhatikan mengenai memori yaitu:

- (1) Alamat adalah lokasi tempat memori berada.
- (2) Data adalah isi dari memori yang diakses
- (3) jalur kendali (kontrol) adalah jalur yang berisi perintah CPU, apakah suatu lokasi memori akan di baca atau ditulis

Menurut Sifatnya Memori dibagi 2:

- (1) Memori menguap (*Volatile memory*) adalah sifat memori yang akan hilang jika catudaya dimatikan. Memori jenis ini dikenal juga sebagai RAM (*random Access Memory*)
- (2) Memori tidak menguap (*Non Volatile Memory*)
memori jenis ini tidak akan hilang jika catudaya dimatikan, memori jenis ini dinamakan ROM (*Read Only Memory*)

Menurut kinerja RAM dibagi ke dalam 2 bagian:

- 1) RAM statis adalah RAM yang sifatnya tetap tidak perlu di refresh biasanya sudah bawaan dari pabrik
- 2) RAM Dinamis adalah RAM yang memerlukan refresh setiap waktu, biasanya perlu pengontrolan supaya bekerja dengan baik

Jenis-jenis ROM antara lain:

- 1) ROM pabrik-----diisi oleh pabrikpembuat dan isinya tidak bisa diubah
- 2) PROM (Programable ROM)
- 3) UV EPROM (Ultra Violet Erasable Programable ROM)
- 4) EEPROM (Electrisity EPROM)

(2) CPU (*Central Processing Unit*)

CPU merupakan pengendali utama dari seluruh aktivitas mikrokontroler. CPU bertugas melakukan eksekusi program dan melakukan koordinasi dengan bagian lain dari mikrokontroler.

Dalam Mikrokontroler terdapat ALU (*Arithmetic Logic Unit*) yang bertugas melakukan perhitungan aritmatika dan fungsi logic.

Selain itu di dalam CPU terdapat memori sementara yang bisa diakses selama proses eksekusi berlangsung disebut sebagai register

(3) Bus

Bus adalah jalur-jalur fisik yang menghubungkan CPU dengan memori dan unit lain dari mikrokontroler.

Jalur-jalur ini tergabung dalam satu grup, jalur inilah yang disebut sebagai Bus

Ada 2 Bus dalam mikrokontroler:

(1) Bus Data

(2) Bus Alamat

Aliran data yang melalui Bus dikontrol oleh CPU melalui jalur kendali (*Control line*)

ALAMAT

- Berfungsi untuk memberikan penomoran pada peralatan komputer sebab peralatan tersebut lebih dari satu, maka perlu dibedakan antara satu dengan yang lainnya.
- Alamat yang dituju tergantung dari jumlah bit alamat contoh komputer Apple II memiliki alamat 16 bit maka jumlah alamat yang dimungkinkan adalah $2^{16}=65536$ tujuan

DATA

- Umumnya MCU bekerja dengan 8 bit data
- Istilah dalam pemakaian Data (Bit, nibble, byte, word)

(4) I/O (*input-output port*)

- I/O digunakan untuk mengontrol dan menerima data dari lingkungan luar
- 2 macam interface I/O yang biasa digunakan adalah
 - 1) I/O serial standard RS 232/UART digunakan untuk komunikasi dengan PC
 - 2) Interface paralel/PIO (setiap pabrik mengeluarkan nama sendiri [PIA (motorolla), PPI (intel), PDC (rockwell)])

(5) Pembangkit Clock - Oscilator

Rangkaian osilator pada mikrokontroler berfungsi sebagai penyedia clock

Clock digunakan oleh mikrokontroler untuk dapat mengesekusi instruksi program secara serempak (sinkron)

Frekuensi clock yang dibangkitkan oleh osilator akan menentukan waktu yang diperlukan oleh mikrokontroler untuk mengeksekusi suatu instruksi

(6) Unit Timer/Counter

Timer digunakan untuk keperluan menghasilkan:

- Delay (waktu tunda) yang berfungsi untuk keperluan operasi pewaktuan dan kontrol.
- Mencacah pulsa.
- Mengetahui keberadaan proses yang sedang berlangsung dan sebagainya.

(7) Komponen Tambahan

Pada mikrokontroler selain komponen standar ada juga komponen tambahan dengan fungsi tambahan pula.

Contoh komponen tambahan adalah: ADC (analog to digital converter) yang berfungsi untuk pengubah analog ke digital. ADC dan komparator sebagai penghubung ke sistem analog

PWM (Pulse Width Modulation) adalah format sinyal output mikrokontroler yang nilainya dinyatakan dalam bentuk lebar pulsa, PWM digunakan untuk pengendali kecepatan motor.

(8) Program (Perangkat Lunak)

Mikrokontroler adalah piranti yang harus di program supaya dapat bekerja, program mikrokontroler ditulis dalam berbagai bahasa.

Program untuk mikrokontroler harus dikompilasi agar mendapatkan hasil file eksekusi dengan ekstensi ".HEX", ".File" kemudian di download ke memori program dengan perantaraan sebuah programmer.

Dari segi arsitektur program, MCU (microcontroller unit) digolongkan menjadi 2, yaitu:

(1) Arsitektur Harvard

(2) Arsitektur von-Neumann's

Arsitektur Harvard merupakan konsep baru dibandingkan dengan von Neumann's. Pada arsitektur Harvard bus data dan bus alamat dipisahkan sehingga aliran data dari dan ke CPU menjadi lebih lancar dan kecepatan kerja mikrokontroler menjadi lebih tinggi

TERIMA KASIH



ARSITEKTUR MIKROPROSESOR

4 SKS (3 TEORI & 1 PRAKTEK)
RUANGAN B2.2

ARCHITECTURE

- Berkaitan dengan bangunan, rancangan atau desain sebuah mikroprosesor
- Pemahaman dan pengkajian mendalam terhadap rancangan software dan hardware

MICROPROCESSOR ARCHITECTURE

- menunjukkan rancangan tentang perangkat lunak dan perangkat keras yang terpadu menjadi satu
- dikembangkan secara simultan sebelum sebuah mikroprosesor diproduksi

MICROPROCESSOR ARCHITECTURE

- Arsitektur perangkat lunak mikroprosesor disebut juga dengan set instruksi
 - Setiap mikroprosesor memiliki set instruksi tersendiri yang terdiri dari sejumlah instruksi yang dapat bekerja di dalam perangkat keras mikroprosesor
 - Internal software design berkaitan dengan bentuk atau rancangan set instruksi (instruction set) yang digunakan.
 - Set instruksi sebuah mikroprosesor dibangun dan dikembangkan bersamaan dengan pengembangan rancangan perangkat keras mikroprosesornya
- ✓ *Disebut internal software karena set instruksi berkaitan langsung dengan perangkat keras yang ada di dalam mikroprosesor.*
- ✓ *Setiap perintah dalam set instruksi dikodekan dalam heksa desimal.*

ADA TIGA MODEL:

1. Complex Instruction Set Computer (CISC),
2. Reduce Instruction Set Computer (RISC),
3. Mikroprosesor Superskalar.

COMPLEX INSTRUCTION SET COMPUTER (CISC),

- menggunakan banyak jenis dan ragam instruksi.
- CISC menyediakan kemampuan setiap instruksi dapat mengeksekusi operasi low-level, seperti men-load data dari memori, operasi aritmetika, dan melakukan prosedur penyimpanan ke memori.

Mikroprosesor jenis ini memiliki kemampuan eksekusi cepat. Contoh mikroprosesor dengan arsitektur CISC adalah Intel 8088, 8085, 8086, Zilog Z-80 CPU, NS 32016, MC6800.

Karena jumlah instruksi lebih banyak jenis dan ragamnya maka kelemahan CISC terletak pada sulitnya mengembangkan interpreter dan kompiler

REDUCE INSTRUCTION SET COMPUTER (RISC)

- Arsitektur instruction set yang menekankan kepada kesederhanaan instruksi “bekerja sedikit” tetapi tetap memberikan hasil performansi yang tinggi.
- proses eksekusi instruksinya sangat cepat.
- lebih baru dibandingkan dengan arsitektur CISC.
- Arsitektur RISC memiliki sedikit instruksi banyak register.

CIRI-CIRI RISC

1. Instruksi bersifat tunggal
 2. Ukuran instruksi umumnya 4 byte
 3. Jumlah mode pengalamatan (Addressing mode) lebih sedikit dibawah lima,
 4. Tidak ada mode pengalamatan tidak langsung (indirect addressing mode),
 5. Tidak ada operasi yang menggabungkan operasi Load/Store dengan operasi aritmetika,
 6. Setiap instruksi dalam satu lokasi memori memiliki lebih dari satu operand.
 7. Tidak mendukung sembarang peralatan
 8. Satu instruksi satu alamat data,
 9. Minimal 32 register interger dapat dirujuk secara eksplisit,
 10. Minimal 16 register floating point direferensikan secara eksplisit
- ✓ Contoh mikroprosesor dengan arsitektur RISC adalah AMD 2900, MIPS R2000, SUN SPARC, MC 8800, ATMET 90S1200, 90S2313, 90S2323, 90S2343, 90S4434, 90S8515

MIKROPROSESOR SUPERSKALAR.

- mikroprosesor yang menggunakan instruksi- instruksi biasa (aritmetika, floating point, store, branch) tetapi bisa diinisialisasi secara simultan dan dapat dieksekusi secara independen.

Contoh mikroprosesor dengan arsitektur superskalar antara lain: IBM RS 6000, Pentium (CISC dengan konsep superskalar)

INTERNAL HARDWARE DESIGN

berkaitan dengan masalah- masalah jenis, jumlah, dan ukuran register serta komponen lainnya (RWM, ROM, dan I/O)

Tiga jenis arsitektur

1. Arsitektur I/O terisolasi.
2. Arsitektur I/O terpetakan dalam memori.
3. Arsitektur Harvard.

ARSITEKTUR I/O TERISOLASI

menggunakan disain pengalamatan atau pemetaan I/O terpisah atau terisolasi dengan pengalamatan atau pemetaan memori

- Pengalamatan I/O menggunakan sebagian dari jumlah saluran alamat (address bus)
- sedangkan pengalamatan memori menggunakan semua saluran alamat (address bus).
- Ada pengendalian yang terpisah dan bergantian.
- Pada saat mikroprosesor mengakses memori maka I/O harus off. Sebaliknya pada saat mikroprosesor mengakses I/O memori harus off.

MIKROPROSESOR DENGAN SALURAN ALAMAT 16 BIT

- Jumlah lokasi memori maksimum yang dapat dialamati oleh mikroprosesor ini adalah 216 atau 64 Kilo byte
- jumlah lokasi I/O yang dapat dialamati adalah 28 yaitu sama dengan 256 byte.
- pengalamatan memori menggunakan seluruh saluran alamat dalam hal ini 16 bit sedangkan pengalaman I/O menggunakan sebagian saluran alamat dalam hal ini 8 bit
- menyediakan akses memori dan I/O secara terpisah. Artinya pada saat mengakses memori, perangkat I/O harus off.
- Sebaliknya pada saat mengakses I/O bagian memori harus off.

FFFF

1111 1111 1111 1111

Sel-Sel memori

Alamat 0000 - FFFF

0000 0000 0000 0000

0000

1111 1111

FF

Sel-Sel I/O

Alamat 00- FF

0000 0000

00

- sel-sel memori terpisah atau terisolasi dengan peta sel-sel I/O.
- Untuk mikroprosesor dengan bus alamat 16 bit sel memori berada pada alamat 0000H sampai dengan FFFFH.
- Sedangkan sel I/O berada pada alamat terpisah diantara 00H sampai dengan FFH.
- menggunakan akumulator pada CPU untuk menerima data dari I/O atau mengeluarkan data ke bus I/O selama operasi input output.
- Tidak ada register lain selain akumulator yang terpakai untuk akses I/O.

I/O terisolasi disebut
juga dengan I/O
akumulator

I/O TERISOLASI

pengaruh penting pada program komputer Teknologi dan Rekayasa

- Instruksi yang digunakan untuk mengakses I/O hanya dua kode operasi yaitu IN dan OUT.
- Informasi/data yang ada pada akumulator harus dialihkan pada suatu lokasi penyimpanan sementara sebelum ada operasi I/O berikutnya.
- Perlu ada tambahan instruksi pada program pengalihan data/informasi pada akumulator

KEUNTUNGAN METODA I/O TERISOLASI

- ❖ Komputer dapat mengalihkan informasi/
- ❖ data ke atau dari CPU tanpa menggunakan memori.
- ❖ Alamat atau lokasi memori sepenuhnya
- ❖ digunakan untuk operasi memori bukan untuk operasi I/O.
- ❖ Lokasi memori tidak berkurang oleh sel-sel I/O
- ❖ Instruksi I/O lebih pendek sehingga dapat dengan mudah dibedakan dari instruksi memori.
- ❖ Pengalamatan I/O menjadi lebih pendek dan perangkat keras untuk pengkodean alamat lebih sederhana.

KERUGIAN METODA I/O TERISOLASI

- lebih banyak menggunakan saluran pin pengendalian pada bus kendali dari mikroprosesornya.
- ✓ *mikroprosesor buatan Zilog menggunakan arsitektur I/O terisolasi*

ARSITEKTUR I/O TERPETAKAN DALAM MEMORI

- menyatukan sel-sel I/O dalam pengalamatan bersama dengan sel-sel memori.
- sel-sel I/O menjadi satu dengan sel-sel memori.
- menunjukkan penggunaan instruksi tipe memori untuk mengakses alat-alat I/O.
- I/O yang dipetakan dalam memori memungkinkan CPU menggunakan instruksi yang sama untuk alih data ke memori seperti yang digunakan untuk alih data ke I/O.

Sebuah pintu I/O diperlakukan seperti sebuah lokasi memori

ARSITEKTUR I/O TERPETAKAN DALAM MEMORI

Keuntungan:

- ✓ instruksi yang dipakai untuk pembacaan dan penulisan memori dapat digunakan untuk memasukkan dan mengeluarkan data pada I/O.

Kerugian:

- ✓ Pertama tiap satu pintu I/O mengurangi satu lokasi memori yang tersedia.
- ✓ Kedua alamat lokasi I/O memerlukan 16 bit saluran.
- ✓ Ketiga instruksi I/O yang dipetakan dalam memori lebih lama dari instruksi I/O terisolasi.

ARSITEKTUR HARVARD

Menggunakan disain yang hampir sama dengan arsitektur I/O terisolasi.

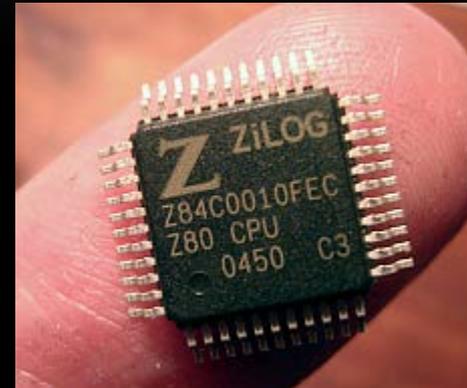
Perbedaannya:

- antara memori program dan memori data dipisahkan atau diisolasi.
- Pemisahan antara memori program dan memori data menggunakan perintah akses memori yang berbeda
- kemampuan jumlah memori lebih menguntungkan.
- berkemampuan memori dua kali lipat kemampuan memori arsitektur I/O terisolasi.

MIKROPROSESOR ZILOG Z-80 CPU

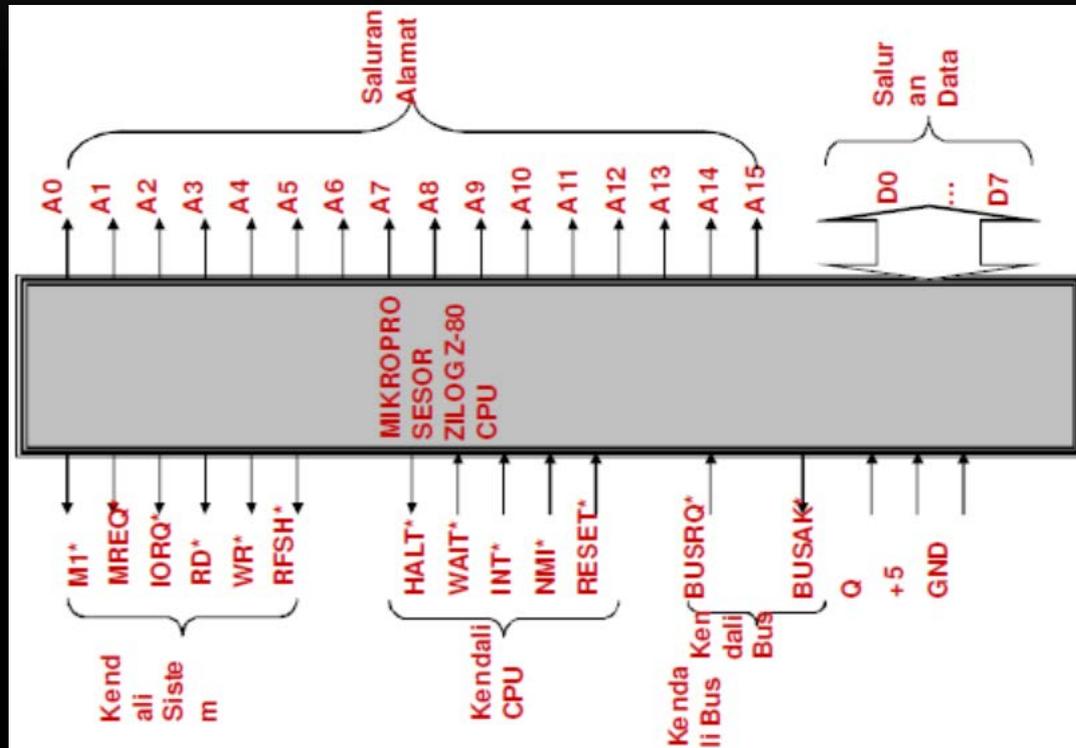
CISC dengan 148 instruksi.

- 8 buah register 8 bit sebagai register utama.
- 8 buah register 8 bit sebagai register alternatif.
- 4 buah register 16 bit.
- 2 buah register 8 bit fungsi khusus
- Frekuensi Clock 2,5 MHz - 4 Mhz
- Komsumsi daya: Aktif 150 mA
- Kemasan *plastic dual inline package* (PDIP)



mikroprosesor 8 bit yang sangat andal dan populer digunakan pada zaman Komputer Apple II dan IBM

MIKROPROSESOR ZILOG Z-80 CPU



FUNGSI-FUNGSI KENDALI CPU:

M1* (*Machine Cycle One*= satu siklus mesin): merupakan pin keluaran aktif rendah jika CPU sedang mengambil sandi operasi instruksi dari memori. Pada saat ini bus alamat berisi alamat memori seperti data yang ada pada register PC, dan data bus mengarah masuk.

MREQ* (*Memory Request* =permintaan memori): merupakan pin keluaran aktif rendah pada waktu saluran alamat A0 s/d A15 berisi alamat memori.

IORQ* (*Input Output Request*= permintaan Input Output): pin keluaran aktif rendah pada waktu saluran alamat A0 s/d A7 berisi alamat I/O.

RD* (*Read*= Baca): pin keluaran aktif rendah pada waktu CPU melakukan operasi baca/memasukkan data

WR* (*Write* = Tulis) Keluaran aktif rendah pada waktu CPU melakukan operasi tulis/mengeluarkan data.

RFSH* (*Refresh* = penyegaran): pin keluaran aktif rendah jika CPU mengeluarkan alamat memori untuk menyegarkan memori dinamik.

HALT*: pin keluaran aktif rendah pada saat CPU melaksanakan instruksi halt/berhenti.

WAIT*: adalah pin masukan dibuat aktif rendah oleh alat luar yang menyela kerja CPU.

INT* (*Interrupt* = interupsi): pin masukan aktif rendah jika ada luar yang meminta layanan interupsi.

NMI* (*Non Mascable Interrupt*): interupsi yang tidak bisa dihalangi): masukan aktif rendah
jika ada selaan yang yang tak dapat dihalangi.

RESET*: masukan dibuat aktif rendah oleh alat luar untuk membuat CPU ada dalam keadaan awal.

BUSRQ* (*Buss Request* = permintaan bus): sinyal masukan yang dibuat aktif rendah jika ada alat luar yang meminjam bus sistem.

BUSAK* (*Bus Aknowledge*): keluaran aktif rendah yang menandakan CPU mengijinkan peminjaman bus sistem.

*Catatan : tanda * berarti aktif Low= 0*

OPERASI KOMUNIKASI BACA DAN TULIS MEMORI ATAU I/O

Pin Kendali				Operasi
MREQ*	IORQ*	RD*	WR*	
0	1	0	1	Baca Data dari Memori
0	1	1	0	Tulis Data ke Memori
1	0	0	1	Baca Data dari I/O
1	0	1	0	Tulis Data ke I/O

FUNGSI-FUNGSI KENDALI CPU:

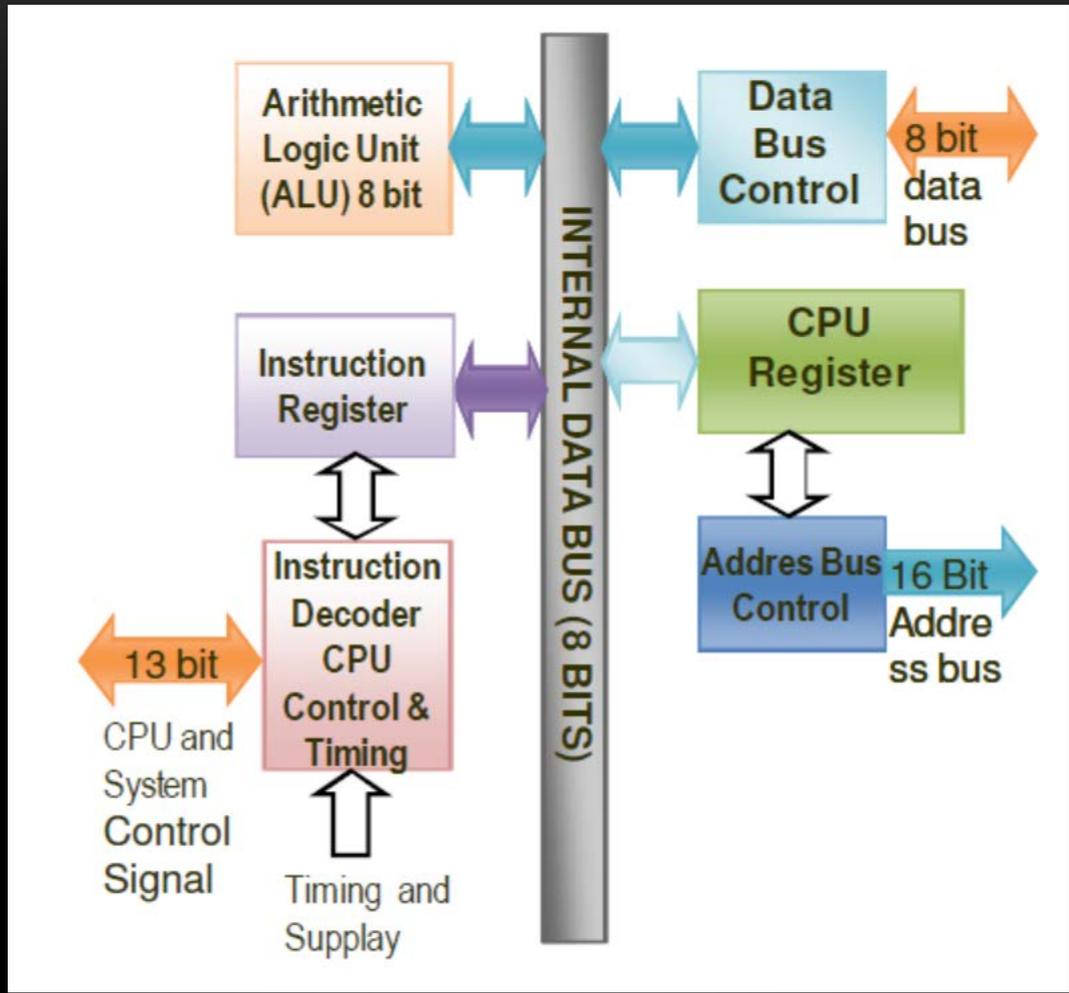
Pada operasi pembacaan (*READ*) data mengalir masuk ke CPU melalui delapan bit saluran data bus. Pada operasi penulisan (*WRITE*) data mengalir keluar dari CPU.

Ada dua sasaran terpisah dalam pengalihan data yaitu:

1. memori
2. I/O.

Pengendalian ini dilakukan oleh dua bit kontrol yaitu IORQ* dan MREQ*.

Pin Kendali		Operasi
IORQ*	MREQ*	
0	1	Akses I/O
1	0	Akses Memori
1	1	Stand by



ARITHMETIC LOGIC UNIT (ALU)

- 8 bit adalah untai gerbang-gerbang logika yang membentuk suatu fungsi operasi aritmetika (ADD, SUB, dan turunannya) dan operasi Logika (AND, OR, XOR, INC, DEC dan turunannya).
- Dapat membentuk operasi aritmetika 16 bit penjumlahan dan pengurangan dengan cara operand ditempatkan pada dua buah register 8 bit (Register HL, IX, dan IY).

FUNGSI ARITMETIKA PADA ALU

1. Penjumlahan (ADD = add, ADC= *Add With Carry*)
2. Pengurangan (SUB= *subtract*, SBC= *Subtract With Carry*)
3. Penambahan dengan satu (+1) (INC= *Increment*)
4. Pengurangan dengan satu (-1) DEC= *Decrement*)
5. Perbandingan (CP= *Compare*)
6. Koreksi aritmetika desimal (DAA= *Decimal Adjust Accumulator*)
7. Fungsi AND Fungsi OR
8. Fungsi XOR (Exclusive OR)
9. Putar Kanan (RRA= *Rotate Right*
10. *Accumulator*, RRCA= *Rotate Right Circular Accumulator*)
11. Putar Kiri (RLA= *Rotate Left Accumulator*, RRCA= *Rotate Left Circular Accumulator*)
12. Geser Kiri (SLA= *Shift Left Arithmetic*) Geser Kanan (SRA= *Shift Right Arithmetic*) Manipulasi bit (SET, RESET, dan Test

ADDRES BUS CONTROL

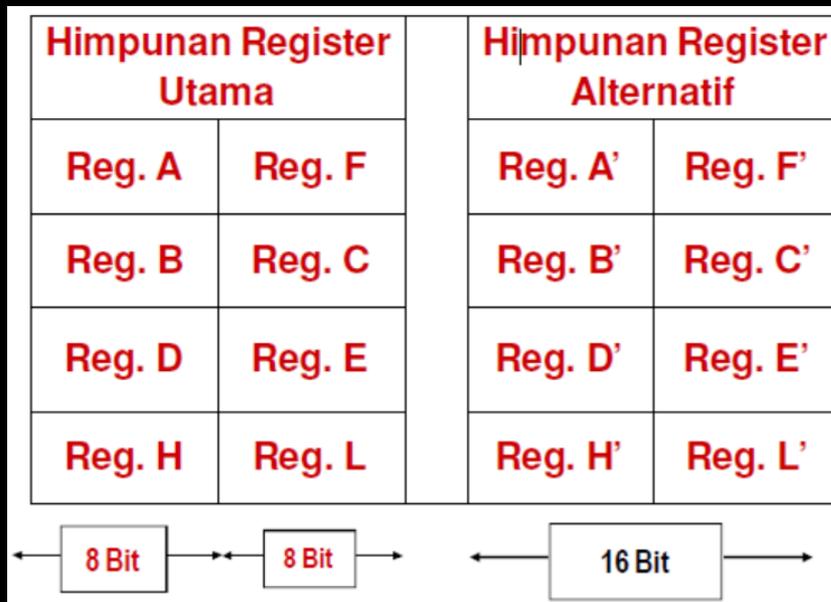
1. bekerja mengendalikan pengalamatan memori dan I/O.
2. Pengalamatan memori dan I/O menggunakan satu register 16 bit yang disebut dengan register Program Counter (PC).
3. bekerja mengatur arah aliran data pada saat operasi pembacaan dan penulisan. Data bus control bekerja menggunakan tri state buffer

BAGIAN INSTRUCTION REGISTER DAN INSTRUCTION DECODER

bekerja sebagai penerima kode bahasa mesin atau object code pada proses fetching, dan pendekode object code pada saat decoding kode-kode yang diambil oleh CPU, serta melakukan eksekusi

REGISTER INTERNAL Z-80 CPU

- Terdiri dari 18 buah register 8 bit dan 4 buah register 16 bit
- 16 buah dari 18 buah register 8 bit di bagi menjadi dua himpunan yaitu himpunan register utama dan himpunan register alternatif (pengganti)
- Dua buah register 8 bit khusus yaitu register I dan Register R



Susunan Register 8 bit Z-80 CPU

REGISTER INTERNAL Z-80 CPU

- Register A disebut juga dengan *Accumulator* yaitu register penampung hasil operasi ALU.
- Register F (*Flag*) disebut sebagai register status yang berfungsi untuk mencatat status hasil sebuah operasi dalam ALU
- Register B, C, D, E, H, dan L adalah register serbaguna 8 bit yang dapat dipasangkan menjadi register 16 bit dengan pasangan : BC, DE, dan HL yang dapat digunakan secara mandiri.
- Register A', F', B', C', D', E', H', L' digunakan sebagai alternatif penyimpan sementara pada saat mengamankan isi register utama.

REGISTER UTAMA 8 BIT

- Register utama adalah register 8 bit.
- Sebagai tempat simpan data 1 byte.
- Isinya dapat dikutipkan dari satu register ke register lainnya.
- Dapat dioperasikan aritmetik atau logik terhadap data pada akumulator

Contoh :

1. LD B, 1Fh : Register B diisi dengan data 1Fh
2. LD C,B : Isi Register B dikutipkan ke register C; C = 1Fh
3. LD A, 01h : Akumulator diisi 01h
4. ADD A,B : Isi Reg. B ditambahkan ke A ; A = 20h

REGISTER UTAMA 16 BIT

- Dapat dibangun menjadi register 16 bit dengan menggabungkan dua buah register 8 bit pasangan BC,DE, HL.
- Tempat simpan 2 byte data Sebagai pencatat alamat memori
- Register HL, mempunyai sifat utama sebagai akumulator
- Register BC, DE sebagai penyimpan penyimpanan angka untuk cacahan/ hitungan
- Dapat dioperasikan aritmetik terhadap data pada akumulator HL.

Contoh:

1. LD DE, 1900h : Register DE diisi dengan data 1900h
2. LD A, 1Fh : Register A diisi data 1Fh ; A = 1Fh
3. LD (DE), A : Data Reg. A dicopy ke alamat 1900 ; (1900) = 1Fh
4. LD HL,1900h : Register HL diisi data 1900h

Contoh:

5. LD B, (HL) : Copy data dari memori yang alamatnya dicatat oleh HL= 1900h ke Reg. B; B= 1Fh
6. LD A,(DE) : Copy data dari memori yang alamatnya dicatat oleh DE= 1900h ke Reg. A; A= 1Fh
7. ADD A, B : Data di A= 1Fh ditambahkan dengan data di B=1Fh; A= 3Eh

REGISTER 16 BIT KHUSUS

- Z-80 CPU mempunyai 4 buah register 16 bit yaitu Program Counter (PC), Stack Pointer (SP), Index Register X, Index Register Y.

PROGRAM COUNTER (PC)
STACK POINTER (SP)
INDEX REGISTER X (IX)
INDEX REGISTER Y (IY)

PROGRAM COUNTER (PC)

- Program counter adalah register 16 bit yang sering juga disebut dengan *Instruction Pointer*.
- *Instruction Pointer* atau PC adalah penunjuk instruksi dalam hal ini pemegang alamat memori lokasi instruksi yang akan dieksekusi oleh CPU.
- PC secara logika sebagai penunjuk bit dari bus alamat.
- Misalnya PC = 1800h = 0001 1000 0000 0000b berarti kondisi biner masing-masing saluran dari bus alamat adalah seperti Gambar berikut

Kondisi biner saluran alamat

A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

REGISTER INTERNAL Z-80 CPU

- Sebelum sebuah program dieksekusi PC harus mencatat alamat awal program.
- Setelah dieksekusi PC secara otomatis naik satu bit (*Increment*) sampai dinyatakan berhenti atau berubah nilainya sesuai dengan sasaran pencabangan Jump dan Branch.
- PC juga sebagai pemegang alamat I/O menggunakan separo jumlah bit address bus yaitu dari A0 – A7.

STACK POINTER (SP)

- Stack pointer adalah register 16 bit sebagai pencatat atau penunjuk/pointer alamat stack atau penggalan memori pada daerah RWM.
- Berhubungan dengan perintah atau operasi pembentukan stack dari perintah PUSH dan POP.
- Isi SP berubah secara otomatis pada setiap operasi PUSH dan POP.
- Operasi PUSH dan POP adalah operasi transfer data khusus antara register dengan memori khusus jenis RWM.
- Proses operasi PUSH dan POP menggunakan pola LIFO (*Last In First Out*) atau FILO (*First In Last Out*). Data yang masuk terakhir keluar pertama kali.
- Perintah PUSH bekerja menumpuk data dari suatu register ke memori.
- Perintah POP bekerja mengambil data dari memori ke register.
- Penggunaan PUSH – POP dibatasi oleh luasan memori yang ada pada sistem mikroprosesor

Contoh:

1. LD SP, 1B00h : Register SP mencatat alamat 1B00h
2. LD BC, BBCCh : Register B = BBh dan C = CCh
3. LD DE, DDEEh : Register D = DDh dan E = EEh
4. PUSH DE : Simpan data DDEEh ke stack; Alamat 1AFF= DDh ; alamat 1AFE= EEh ; SP= 1AFE
5. PUSH BC : Simpan data BBCCh ke stack; Alamat 1AFD= BBh ; alamat 1AFC= CCh; SP = 1AFC
6. POP IX : Isi stack dimasukkan ke register IX; Register IX= BBCCh; SP= 1AFE
7. POP IY : Isi stack dimasukkan ke register IY Register IY = DDEEh SP = 1B00H

REGISTER INDEKS (IX DAN IY)

- Register IX dan IY adalah register 16 bit yang independen satu sama lain.
- Digunakan untuk menyediakan alamat awal 16 bit pada pengalamatan berindeks.
- Memiliki kemampuan untuk menunjuk alamat memori menggunakan angka indeks berdasarkan alamat awal yang tercatat pada register IX atau IY.
- Keuntungan riil dari register ini adalah memperpendek waktu eksekusi dan lebih menyingkat program.

Contoh :

1. LD IX, 1900h : Register IX diisi data 2 byte 1900h
2. LD IY, 2000h : Register IY diisi data 2 byte 2000h
3. LD (IX+00), 19h : Memori alamat 1900 diisi data 19h
4. LD (IY+00), 20h : Memori alamat 2000 diisi data 20h
5. LD (IX+05), 19h : Memori alamat 1905 diisi data 19h
6. LD (IY+05), 20h : Memori alamat 2005 diisi data 20h.

REGISTER R (REFRESH)

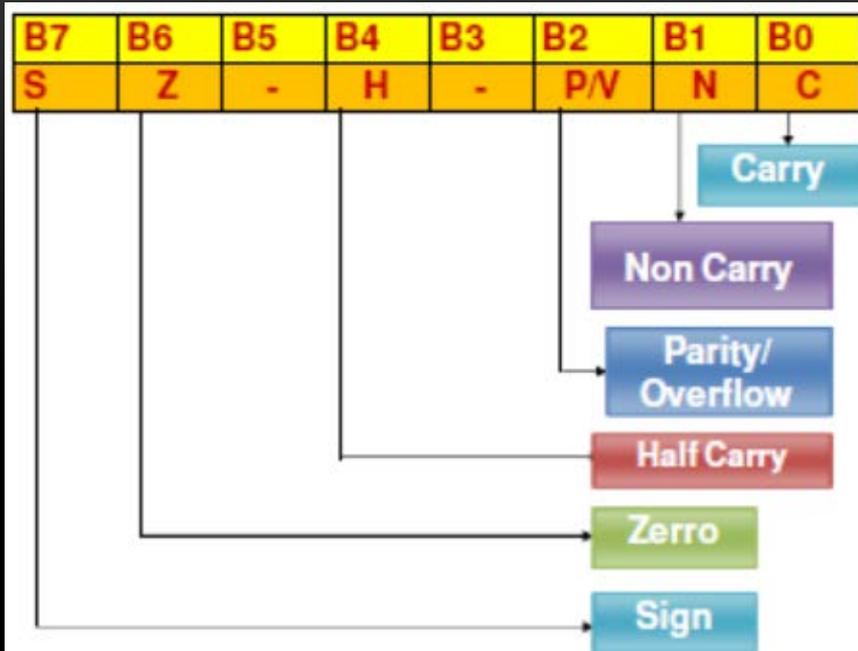
- Digunakan untuk menyediakan 7 bit (A0 – A6) alamat lokasi memori yang akan disegarkan.
- Berfungsi untuk memelihara kesegaran data pada memori dinamik jenis RWM.
- Secara otomatis setiap 2 mili detik disegarkan.
- Tidak termanfaatkan jika menggunakan memori static.

REGISTER INTERUPSI (I)

- Register 8 bit yang menyediakan byte alamat orde tertinggi bila CPU memasuki subroutin interupsi.
- Alamat interupsi orde rendah diberikan oleh program melalui perangkat interupsi

REGISTER FLAG (F)

- Register F adalah register 8 bit pencatat status operasi ALU yang sangat penting dalam setiap operasi hitung dan logika sebuah mikroprosesor.
- Status akhir dari sebuah step proses program atau instruksi sangat dibutuhkan dalam membangun keputusan.
- Keputusan untuk mencabang atau melompat dapat dikontrol menggunakan status yang tercatat di Register F.
- Bila ALU telah menyelesaikan operasi aritmetika atau logika, hasilnya akan disimpan di register A, dan bersamaan dengan itu status operasi akan dicatat kondisinya bit demi bit di register F.
- Ada tujuh jenis status pada Mikroprosesor Z-80 CPU antara lain: Carry, Non carry, Parity/Overflow, Half carry, Zero, dan Sign.
- Susunan dan makna masing status flag digambarkan seperti berikut



Bit	Logika	Makna
0 (Carry)	0	Operasi Aritmetika/Logika tidak ada Carry atau Borrow
	1	Operasi Aritmetika/Logika ada/terjadi Carry atau Borrow
1 (Negate)	0	Operasi yang terjadi bukan Subtract
	1	Operasi yang terjadi adalah Subtract
2 (V/P)	0	Paritas ganjil atau tidak terjadi OVERFLOW
	1	Paritas genap atau terjadi OVERFLOW
3 (X)	0	TIDAK DIGUNAKAN
	1	

Bit	Logika	Makna
4 (HC)	0	Tidak ada Carry dari Bit 3 ke Bit 4
	1	Ada Carry dari Bit 3 ke Bit 4
5 (X)	0	TIDAK DIGUNAKAN
	1	
6 (Z)	0	Hasil Operasi tidak sama dengan NOL
	1	Hasil Operasi sama dengan NOL
7 (S)	0	Hasil Operasi ALU PLUS
	1	Hasil Operasi ALU MINUS

CARRY DAN HALF CARRY

- Carry dicatat pada bit B0 sedangkan Half Carry dicatat pada bit B4. Carry adalah limpahan yang terjadi dari bit B7 ke bit B8 untuk operasi 8 bit dan limpahan dari bit B15 ke bit B16 untuk operasi 16 bit.
- Bit carry bernilai 1 jika sebuah operasi penjumlahan 8 bit melebihi FFh = 255d dan untuk operasi 16 bit melebihi nilai FFFFh = 65535d
- Half Carry adalah limpahan yang terjadi dari bit B3 ke bit B4 untuk operasi 8 bit dan limpahan dari bit B7 ke bit B8 untuk operasi 16 bit.
- Untuk lebih memahami carry dan half carry perhatikan contoh-contoh berikut
- Pada operasi pengurangan SUB Bit Carry pada Flag dapat bermakna sebagai borrow. Dalam hal ini nilai Flag N = 1.
- Bit carry flag digunakan sebagai pendeteksi status dalam operasi JP C, JP NC, JR C, JR NC, CALL C, CALL NC, RET C, RET NC.

PARITY DAN OVERFLOW

- Digunakan untuk dua fungsi berbeda dalam satu bit.
- Bit B2 dinyatakan sebagai pencatat Paritas jika operasi sebelumnya adalah operasi logika dan B2 sebagai pencatat Overflow jika operasi sebelumnya adalah operasi aritmetika.
- Jika operasi logika menghasilkan bit "1" dalam jumlah yang genap maka $P=1$ dan jika operasi logika menghasilkan bit "1" dalam jumlah yang ganjil maka $P=0$.
- Overflow dapat diartikan sebagai suatu keadaan melimpah atau luber yaitu suatu keadaan pada operasi bilangan biner bertanda komplemen 2 melebihi batas maksimum range (-128 sampai dengan +127). Secara hukum matematis overflow menandakan suatu keadaan yang salah. Yaitu positif tambah positif hasilnya negatif atau negatif tambah negatif hasilnya positif

ZERRO

- Sebagai penunjuk apakah hasil operasi ALU bernilai nol atau tidak.
- Sangat efektif digunakan untuk pendeteksian percabangan dalam perintah JP Z, JP NZ, JR Z,
- JR NZ, DJNZ, CALL Z, CALL NZ, RET Z, RET NZ.
- Sering membingungkan bagi pemula karena jika hasil operasi sama dengan nol $Z=1$, dan jika hasil operasi tidak sama nol $Z=0$.

SIGN

- Bit penanda bilangan ini memberikan tanda apakah nilai hasil operasi ALU positif atau negatif. Positif atau negatifnya hasil ALU ditentukan oleh nilai bit B7 (MSB). Jika bit $B7=1$ maka nilai bilangan tersebut adalah negatif dan jika bit $B7=0$ maka nilai bilangan tersebut adalah positif.
- Bit Sign diperhatikan jika bekerja dalam format bilangan bertanda (signed bit), sedangkan jika bekerja dalam format bilangan tidak bertanda (*unsigned bit*) maka bit sign diabaikan

MODE PENGALAMATAN (*ADDRESSING MODE*)

Immediate Addressing Mode

- Immediate addressing mode disebut juga dengan istilah pengalamatan segera merupakan cara yang paling sederhana untuk membangkitkan data pada destinasi dengan cara membuat data menjadi bagian dari opcode. Sumber data secara langsung dinyatakan sebagai bagian dari perintahnya. Pada saat Z-80 CPU mengeksekusi perintah ini, program counter secara otomatis naik satu digit untuk mengambil data secara langsung dari memori

Mnemonic	Operand	Op code	Data
LD	A, FE	3E	FE

Contoh:

Assembly Operasi

LD A, 01h copy data 01h ke Register A

LD B, 1Ch copy data 1Ch ke Register B

LD HL, ABCDh copy data ABCDh ke Register HL

REGISTER ADDRESSING MODE

- Register addressing mode adalah model pengalamatan alih data dimana nama register A, B, C, D, E, H, L, IX, IY, dan SP digunakan sebagai bagian dari opcode mnemonik baik sebagai source atau sebagai destinasi

Contoh:

Assembly Operasi

LD A, B copy data pada register B ke register A

LD B, C copy data pada register C ke register B

DIRECT ADDRESSING MODE (PENGALAMATAN LANGSUNG)

- Direct addressing mode menggunakan pengalamatan dengan penunjukan alamat secara langsung salah satu dari 256 byte alamat I/O.

Contoh:

- Assembly Operasi
- IN A, PORTA copy data dari Port A ke register A
- IN A, PORTB copy data dari Port B ke register A
- OUT PORTC, A copy data dari register A ke Port C
- OUT PORTB, A copy data dari register A ke Port B

INDIRECT ADDRESSING MODE

- Menggunakan register sebagai pencatat atau pemegang alamat aktual yang akan digunakan untuk memindahkan data
- Register itu sendiri bukan alamat
- Menggunakan Register BC, DE, HL, dan SP sebagai Pointer data

Contoh:

Assembly Operasi

LD A, (HL) copy data dari alamat yang dicatat oleh HL ke register A

LD B, (DE) copy data dari alamat yang dicatat oleh DE ke register B

LD (HL),A copy data dari register A ke alamat yang tercatat oleh HL

INDEXED ADDRESSING MODE

- Menggunakan register sebagai pencatat atau pemegang alamat aktual yang akan digunakan untuk memindahkan data
- Register itu sendiri bukan alamat
- Menggunakan Register IX dan IY sebagai Pointer data

Contoh:

Assembly Operasi

LD A, (IX+d) copy data dari alamat yang dicatat oleh IX+d ke register A

LD B, (IY+d) copy data dari alamat yang dicatat oleh IY+d ke register B

LD (IX+d),A copy data dari register A ke alamat yang tercatat oleh IX+d

EXTENDED ADDRESSING MODE

- Menggunakan data immediate 16 bit sebagai pencatat atau pemegang alamat aktual yang akan digunakan untuk memindahkan data

Contoh:

Assembly Operasi

LD A, (1800) copy data dari alamat 1800 ke register A

LD B, (1900) copy data dari alamat 1900 ke register B

LD (1902),A copy data dari register A ke alamat 1902

RELATIF ADDRESSING MODE

- Mode pengalamatan dengan nilai offset diantara -120 s/d $+127$.
- Bergerak mundur dari posisi program counter bernilai negatif

Nilai offset :

- $e = (\text{alamat sumber} + 2) - \text{Alamat tujuan}$; dimana hasil e di komplemen duakan
- Bergerak maju dari posisi program counter bernilai positif

Nilai offset: $e = \text{Alamat tujuan} - (\text{alamat sumber} - 2)$

KEMASAN MIKROPROSESOR

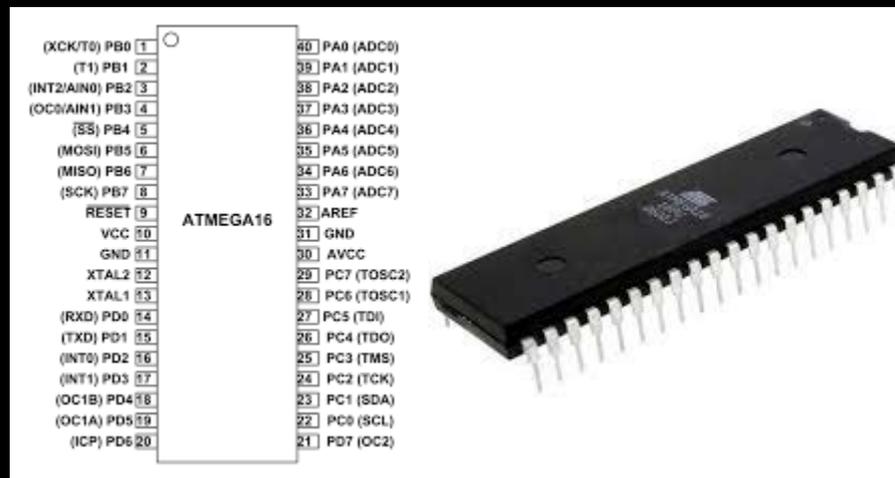
1. PDIP : Plastic Dual Inline Package
2. PLCC : Plastic J-Lieded Chip Carrier
3. TQFP : Plastic Gull Wing Quad Flat Package
4. SOIC : Plastic Gull-wing Small Outline

TERIMA KASIH



MIKROKONTROLER AVR ATMEGA16

- AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit
- Arsitektur RISC (Reduced Instruction Set Computer).
- Semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock



ATMEGA 16

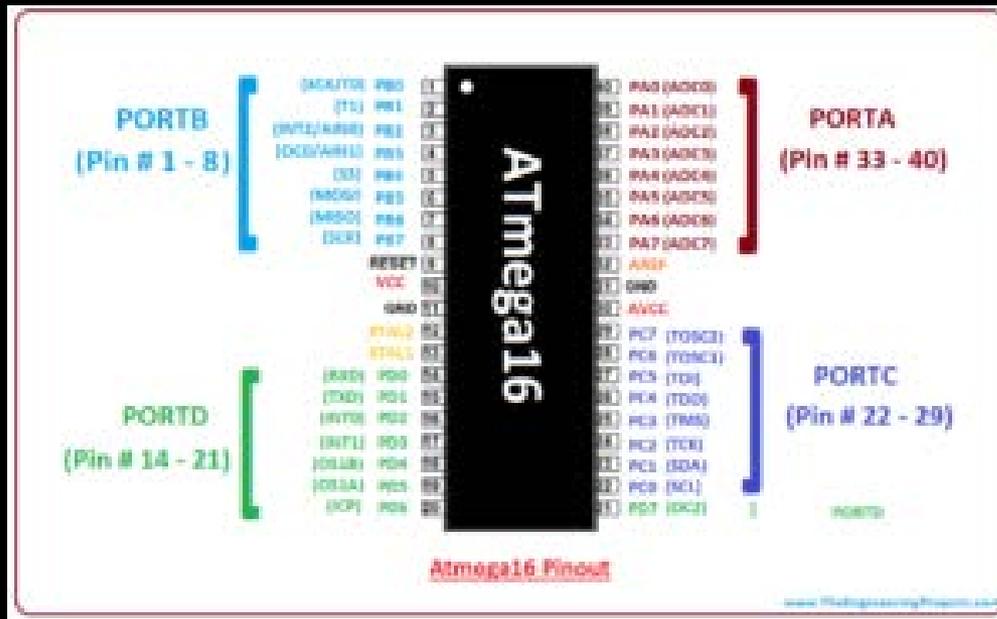
Propertis Atmega 16 adalah

1. 32 register general-purpose
2. Timer/counter fleksibel dengan mode compare
3. Interrupt internal dan eksternal
4. Serial UART
5. Programmable Watchdog Timer, dan
6. Mode power saving
7. ADC dan PWM internal

KELEBIHAN ATMEGA16

1. Advanced RISC Architecture □130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution □32 x 8 General Purpose Fully Static Operation □Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz □On-chip 2-cycle Multiplier
2. Nonvolatile Program and Data Memories □8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash □Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits □512 Bytes EEPROM □512 Bytes Internal SRAM □Programming Lock for Software Security
3. Peripheral Features □Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Mode □Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes □One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode □Real Time Counter with Separate Oscillator □Four PWM Channels □8-channel, 10-bit ADC □Byte-oriented Two-wire Serial Interface □Programmable Serial USART
4. Special Microcontroller Features □Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection □Internal Calibrated RC Oscillator □External and Internal Interrupt Sources □Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Powerdown, Standby and Extended Standby
5. I/O and Package □32 Programmable I/O Lines □40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF 6. Operating Voltages □2.7 - 5.5V for Atmega16L □4.5 - 5.5V for Atmega16

PORT SEBAGAI INPUT/OUTPUT DIGITAL



Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf 'n' mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx.

KONFIGURASI PIN PORT

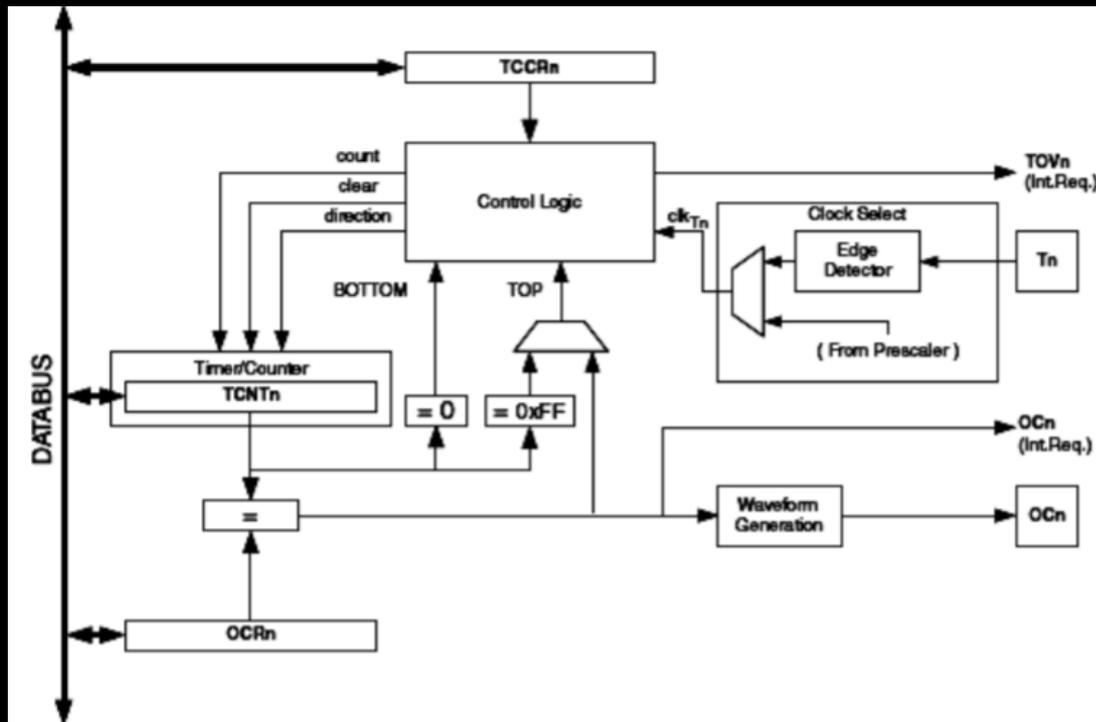
DDxn	PORTxn	PUD (In SFIOR)	I/O	Pull-up	Comment
0	0	X	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
0	1	0	Input	Yes	Pxn will source current if ext. pulled low.
0	1	1	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
1	0	X	Output	No	Output Low (Sink)
1	1	X	Output	No	Output High (Source)

Bit 2 – PUD : Pull-up Disable

Bila bit diset bernilai 1 maka pull-up pada port I/O akan dimatikan walaupun register DDxn dan PORTxn dikonfigurasi untuk menyalakan pull-up (DDxn=0, PORTxn=1).

TIMER

Blok diagram timer/counter



Timer/counter adalah fasilitas dari ATmega16 yang digunakan untuk perhitungan pewaktuan. Beberapa fasilitas chanel dari timer counter antara lain: counter channel tunggal, pengosongan data timer sesuai dengan data pembanding, bebas -glitch, tahap yang tepat Pulse Width Modulation (PWM), pembangkit frekuensi, event counter external

SERIAL PADA ATMEGA16

Universal synchronous dan asynchronous pemancar dan penerima serial adalah suatu alat komunikasi serial sangat fleksibel. Jenis yang utama adalah :

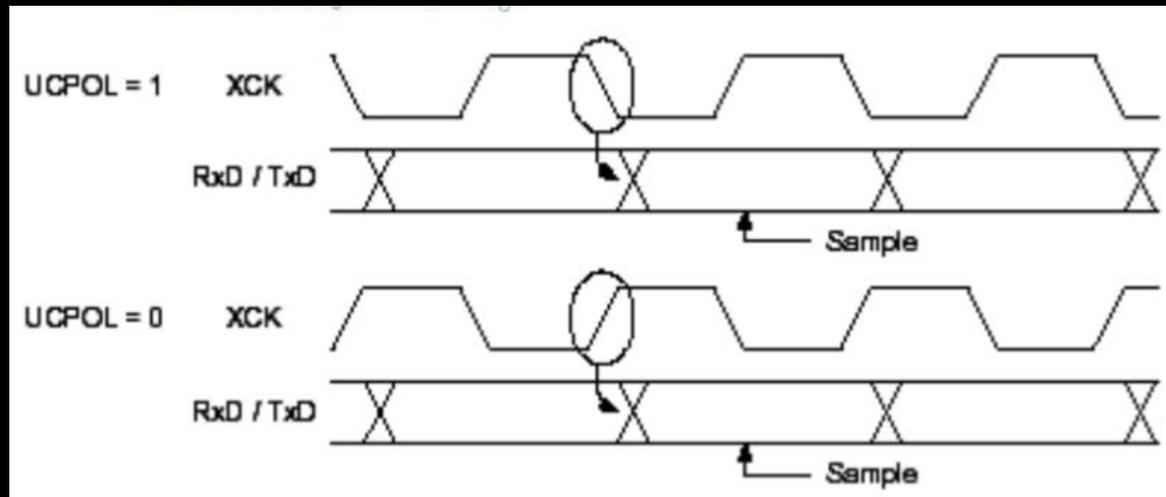
- a) Operasi full duplex (register penerima dan pengirim serial dapat berdiri sendiri)
- b) Operasi Asynchronous atau synchronous
- c) Master atau slave mendapat clock dengan operasi synchronous
- d) Pembangkit baud rate dengan resolusi tinggi
- e) Dukung frames serial dengan 5, 6, 7, 8 atau 9 Data bit dan 1 atau 2 Stop bit
- f) Tahap odd atau even parity dan parity check didukung oleh hardware
- g) Pendeteksian data overrun
- h) Pendeteksi framing error
- i) Pemfilteran gangguan (noise) meliputi pendeteksian bit false start dan pendeteksian low pass filter digital
- j) Tiga interrupt terdiri dari TX complete, TX data register empty dan RX complete.
- k) Mode komunikasi multi-processor
- l) Mode komunikasi double speed asynchronous

EKSTERNAL CLOCK

Clock Eksternal clock digunakan untuk operasi mode slave synchronous. Eksternal clock masuk dari pin XCK dicontohkan oleh suatu daftar sinkronisasi register untuk memperkecil kesempatan meta-stabilitas. Keluaran dari sinkronisasi register kemudian harus menerobos detector tepi sebelum digunakan oleh pengirim dan penerima. Proses ini mengenalkan dua period delay clock CPU dan oleh karena itu maksimal frekuensi clock XCK eksternal dibatasi oleh persamaan sebagai berikut $F_{xck} < f_{osc}/4$ Keterangan: f_{osc} tergantung pada stabilitas sistem sumber clock.

OPERASI SYNCHRONOUS CLOCK

Ketika mode sinkron digunakan (UMSEL=1), pin XCK akan digunakan sama seperti clock input (slave) atau clock output (master). Dengan ketergantungan antara tepi clock dan data sampling atau perubahan data menjadi sama. Prinsip dasarnya adalah data input (on RxD) dicontohkan pada clock XCK berlawanan dari tepi data output (TxD) sehingga mengalami perubahan.



UCPOL bit UCRSC memilih tepi yang mana clock XCK digunakan untuk data sampling dan yang mana digunakan untuk perubahan data. Seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas, ketika UC POL nol data akan diubah pada tepi kenaikan XCK dan dicontohkan pada tepi XCK saat jatuh. Jika UC POL dalam kondisi set, data akan mengalami perubahan pada saat tepi XCK jatuh dan data akan dicontohkan pada saat tepi XCK naik.

TERIMA KASIH

