PERKEMBANGAN DAN TEKNOLOGI MIKROPROSESOR

Yoyo somantri
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
FPTK Universitas Pendidikan Indonesia

Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas tujuan perkuliahan, pengertian mikroprosesor (µP), mikrokontroler, dan perkembangan mikroprosesor dimulai dari mikroprosesor 4 bit sampai dengan perkembangan mikroprosesor 64 bit yang dikeluarkan oleh berbagai produsen seperti : Intel, Zilog, Motorola, National Semiconductor, Advanced Micro Devices, Rockwell, Texas Instrument dll. Sedangkan teknologi µP yaitu, MOS *(Metal Oxide Semiconductor)* dengan saluran P dan MOS dengan saluran N, CMOS *(Complementary Metal oxide Semiconductor)*, ECL *(Emitter Coupled Logic)*, I^2L *(Integrated Injection Logic)*, dan teknologi prosesor yang lain.

Tujuan perkuliahan

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan mahasiswa mampu untuk :

1. Memahami pengertian mikroprosesor (µP), sistem mikroprosesor, mikrokomputer, dan mikrokontroler (µC).
2. Mengetahui perkembangan dan teknologi mikroprosesor, mikrokomputer dan mikrokontroler.
3. Memahami keunggulan dan kelemahan berbagai teknologi mikroprosesor.

1. Perkembangan mikroprosesor

Sebelum membahas perkembangan mikroprosesor terlebih dahulu perlu diketahui apa yang dimaksud mikroprosesor, sistem mikroprosesor, mikrokomputer dan mikrokontroler.

Mikroprosesor adalah suatu komponen digital jenis LSI (*Large Scale Integration* atau *Very Large Scale Integration*) dengan kompleksitas rangkaian sangat tinggi yang mampu melaksanakan fungsi suatu unit pemroses sentral (CPU = *Central Processing*

Unit). Mikroprosesor sering disebut CPU, merupakan elemen kontrol pada sistem komputer. Mikroprosesor mengontrol memori dan I/O (*Input/Output*) melalui sejumlah jalur koneksi yang disebut bus. Bus memilih piranti memori atau I/O, mentransfer data antara piranti I/O dan memori dengan mikroprosesor, dan mengendalikan sistem I/O dan memori. I/O dan memori dikontrol melalui instruksi yang disimpan dalam memori dan dijalankan oleh mikroprosesor.

Sistem Mikroprosesor, yaitu suatu sistem yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, komponen I/O, dan memori yang mana sering disebut juga komputer. Komponen I/O antara lain : PPI (*Programmable Peripheral Interface*), SIO (*Serial Input Output*), PIO (*Parallel Input Output*), ACIA (*Asynchronous Communication Interface Adapter*), *USART(Universal Synchronous and Asynchronous Receiver Transmitter), micro switch, sensor, keyboard, mouse, floppy disk drive*, monitor, *printer, hard disk drive*, CD-ROM *drive, plotter, tape backup, Scanner*, DVD, dan *serial communication*. Sedangkan memori antara lain: *D*RAM *(DynamicRandom Acces Memory*), *SRAM (Static Random Acces Memory), Cache, Read Only Memory* (ROM), *Flash memory*, EPROM *(Erasable Programmble Read Only Memory),* SDRAM *(Static Dinamic Random Acces Memory),* EAROM *(Electrically Alterable Read Only Memory),* dan lain-lain.

Mikrokontroler adalah mikroprosesor plus atau mikrokomputer chip tunggal yang di dalamnya mengandung unit mikroprosesor, memori, I/O, ADC (*Analog to Digital Converter*), *Timer, Clock*, dan lain-lain. Fasilitas yang terkandung di dalamnya akan tergantung pada jenis dan tipe dari mikrokontroler. Contoh, misalnya mikrokontroler AT 89C51 produk dari *ATMEL* mempunyai fitur-fitur : CMOS 8 bit mikrokomputer, 4 K *bytes Flash* PEROM *(Programmble Erasable Read Only Memory),* 128 *bytes* RAM internal, 32 *Programmable I/O line*, 2 *bytes timer/counters*, 6 sumber interupsi, *programmable serial channel, low power, power down modes,* dan beroperasi pada frekuensi 0 hz sampai dengan 24 M hz.

Pada tahun 1971, Perusahaan Intel memperkenalkan mikroprosesor yang pertama yaitu mikroprosesor tipe 4004 yang berkategori 4 bit. Mikroprosesor ini mampu mengalamati 4096 lokasi memori. Mikroprosesor 4004 hanya mempunyai 45 instruksi yang dibuat dengan teknologi *P channel Metal Oxide Semiconductor Field Effect*

Transistor) atau disingkat *MOSFET*. Kinerja prosesor ini hanya mampu menjalankan perintah pada kecepatan rendah, yaitu 50 Kilo instruksi per detik. Kekurangan mikroprosesor ini adalah dalam hal kecepatan yang rendah, lebar *word* yang sempit, dan ukuran memorinya yang kecil. Untuk memperbaiki kecepatannya maka diproduksi mikroprosesor tipe 4040, tetapi lebar *word* dan ukuran memorinya tetap sama. Perusahaan Texas Instrument memproduksi mikroprosesor kelas 4 bit, yaitu TSM-1000. Mikroprosesor kelas 4 bit hanya dapat mengerjakan aplikasi tingkat rendah seperti: *oven microwave*, kontrol kecil, dan kalkulator yang berbasis mikroprosesor 4 bit.

Pada bulan Januari tahun 1972, lahir mikroprosesor generasi kedua, Intel mengeluarkan mikroprosesor tipe 8008 sebagai mikroprosesor 8 bit yang mampu mengalamati ukuran alamat yang lebih luas, yaitu 16 K byte. Mikroprosesor inipun dianggap masih banyak kekurangan terutama ukuran memori yang masih kecil.

Pada tahun 1973, Intel memperkenalkan mikroprosesor modern yang berkategori 8 bit, yaitu tipe 8080. Keistimewaan mikroprosesor ini dapat mengalamati lebih banyak memori, dan menjalankan instruksi tambahan, demikian juga mampu melaksanakan 10 kali lebih cepat dibandingkan µP 8008 dan membutuhkan waktu 2,0 µs (500.000 instruksi per detik). 8080 kompatibel dengan TTL (T*ransistor-Transistor Logic*) sehingga antar muka akan lebih mudah. Sedangkan pengalamatan memorinya 64 K byte, empat kali lipat dibandingkan dengan µP 8008. Perusahaan lain, yaitu Motorola memperkenalkan mikroprosesor tipe 6800, Rockwell PPS-8, Signetic 2650 dan seterusnya.

Pada tahun 1975 – 1977, munculah mikroprosesor generasi ketiga buatan Intel tipe 8085, Zilog Inc, yaitu tipe Z 80, tipe 6809 dari Motorola, MOS Teknologi tipe 6502, Nasional Semiconductor tipe IMP-8, dan muncul pula komputer satu chip F8 dari Fairchild, dan Mostex, tipe 8048 dari Intel; TSM 1000 dan 9940 dari Texas Instrument. Keunggulan tipe 8085 dibandingkan dengan 8080 mampu menjalankan perangkat lunak pada kecepatan tinggi dan keunggulan utamanya adanya *internal clock generator*, sistem *control internal*, dan frekuensi *clock* yang lebih tinggi. Intel telah berhasil menjual mikroprosesor 8 bit yang merupakan kegunaan umum sebanyak 200 juta mikroprosesor 8085. Perusaan lain yang mampu menjual 500 juta mikroprosesor 8 bit adalah Zilog

Corporation, yang memproduksi mikroprosesor Z - 80. Z-80 mempunyai kode bahasa mesin yang kompatibel dengan 8085.

Pada tahun 1978, Intel mengeluarkan mikroprosesor 16 bit, yaitu tipe 8086, 8088, 80186, 80286; Motorola dengan tipe 68000; Zilog dengan tipe Z 8000, dan Texas Instrument dengan tipe 9900. Mikroprosesor 16 bit ini pada umumnya untuk meningkatkan kinerja mikroprosesor sebelumnya, peningkatan antara lain pengalamatan sistem memori sampai 16 M byte, penambahan instruksi, kecepatan *clock* 8 M Hz, dan beberapa perubahan juga terjadi pada eksekusi instruksi internal yang akan meningkatkan kecepatan sebesar 8 kali pada berbagai instruksi dibandingkan dengan instruksi pada 8086/8088.

Pada tahun 1986 – 1987, diperkenalkan mikroprosesor 32 bit. Intel mengeluarkan 80386DX/80486DX, 80486SX, dan 80486DX4; Motorola memperkenalkan tipe 68020, 68030, 68040, dan 68050; Zilog tipe Z80000; Nasional semikonduktor memperkenalkan dengan tipe 32032 dan 32132. Mikroprosesor 32 bit buatan Intel mampu meningkatkan pengalamatan memori dari 4 G byte sampai dengan 4 G + 16 K *cache*, dengan kecepatan *clock* dapat mencapai 120 M Hz. Peningkatan kemampuan mikroprosesor tidak terlepas dari tuntutan kebutuhan perangkat lunak (*software*) seperti yang menggunakan GUI (*Graphical User Interface*), tampilan Vidio VGA (*Variable Graphics Array*), sistem CAD (*Computer Aided Drafting/Design*) seperti AUTOCAD, ORCAD, dan lain-lain.

Pada tahun 1993, Intel memperkenalkan mikroprosesor 64 bit, yaitu Pentium I mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan mikroprosesor 80386 dan 80486. Sedangkan Motorola mengeluarkan mikroprosesor tipe 68060 dan *Power* PC. Pentium I bekerja dengan frekuensi *Clock* 100 M Hz, 120 M Hz, 133 M Hz, dan 223 M Hz dengan ukuran *cache* ditingkatkan dari 8 K byte menjadi 16 K byte.

Sedangkan pada tahun 1997 diperkenalkan Pentium II dan Pentium Pro dengan *clock* 266 M Hz, 333 M Hz, 350 M Hz, 400M Hz, dan 450 M Hz. Dengan kecepatan bus data 100 M Hz. Pentium III diperkenalkan untuk memperbaiki kinerja Pentium II, terutama frekuensi clock-nya ditingkatkan menjadi 1 G Hz dengan *cache* 512 K versi lot 1, dan *cache* 256 K untuk versi flip-chip, serta kecepatan bus 100 M Hz.

Pada tahun 2000, Intel memperkenalkan Pentium 4 yang menyediakan versi kecepatan 1,3 G Hz, 1,4 G Hz, 1,5 G Hz, s/d 3,2 G Hz. Dengan ukuran memori 64 G byte + 32 K L1 + *cache* + 256 K L 2 *cache*. Kecepatan bus data 200 M Hz atau lebih tinggi. Disamping mikroprosesor Pentium terdapat juga mikroprosesor buatan AMD (*Advanced Micro Devices*) yang populer di pasaran dan menjadi pesaing Intel.

Di bawah ini diperlihatkan persaingan antara mikroprosesor Intel dan Motorola modern.

Tabel 1. Perkembangan Mikroprosesor Intel dan Motorola modern

Pabrik	**Produk**	**Lebar Bus Data**	**Ukuran Memori**
Intel	8048	8	2 K internal
	8051	8	8 K internal
	8085A	8	64 K byte
	8086	16	1 M byte
	8088	8	1 M byte
	8096	16	8 K internal
	80186	16	1 M byte
	80188	8	1 M byte
	80251	8	16 K internal
	80286	16	16 M
	80386 EX	16	64 M
	80386 DX	32	4 G
	80386 SL	16	32 M
	80386 SLC	16	32 M + 1 K cache
	80386 SX	16	16 M
	80486 DX/DX2	32	4 G + 8 K cache
	80486 SX	32	4 G + 8 K cache
	80486 DX4	32	4 G + 16 K cache
	Pentium I	64	4 G + 16 K cache
	PentiumOverdrive	32	4 G + 16 K cache

	(P24T)		
	Prosesor Pentium Pro	64	64 G + 16 K L1 cache + 256 K L2 cache
	Pentiun II	64	64 G + 32 K L1 cache + 512 L2 cache
	Pentium II Xeon	64	64G + 32 K L1 Cache + 512 K /1 M cache.
	Pentium III, Pentium 4	64	64 G + 32 K L1 cache + 256 K L2 cache
Motorola	6800	8	64 K
	6805	8	2 K
	6809	8	64 K
	68000	16	16 M
	68008 Q	8	1 M
	68008 D	8	4 M
	68010	16	16 M
	68020	32	4 G
	68030	32	4 G + 256 cache
	68040	32	4 G + 8 K cache
	68050	32	Tidak dikeluarkan
	68060	64	4 G + 16 K cache
	Power PC	64	4 G + 32 K cache

Tabel .2 Perbandingan Data dan Address Bus pada Processor

Kelas	Data Bus		Address Bus		Tahun	Memory maks (MB)
	External (bit)	Internal (bit)	External (bit)	Internal (bit)		
8085	8	8	16	16	1976	0,064
8088	8	16	20	20	1978	1
8086	16	16	20	20	1978	1
80186	16	16	20	20	1981	1
80286	16	16	24	24	1983	16
80386 SX	16	32	24	32	1988	4096

80386 DX	32	32	32	32	1986	4096
80486 SX	32	32	32	32	1989	4096
80486 DX	32	32	32	32	1989	4096
80486 DX2	32	32	32	32	1990	4096
80486 DX3	32	32	32	32	1991	4096
80486 DX4	32	32	32	32	1992	4096
586DX-100	32	32	32	32	1994	4096
586DX-133	32	32	32	32	1994	4096
585DX-166	32	32	32	32	1995	4096
Pentium 60	64	32	32	32	1993	4096
P-100	64	32	32	32	1994	4096
P-133	64	32	32	32	1995	4096
P-166	64	32	32	32	1995	4096
P-200	64	32	32	32	1995	4096
Pentium Pro-133	64	32	32	32	1996	4096
Pro-166	64	32	32	32	1996	4096
Pro-200	64	32	32	32	1996	4096
K5-75	64	32	32	32	1994	4096
K5-100	64	32	32	32	1995	4096
K5-133	64	32	32	32	1995	4096
K5-166	64	32	32	32	1996	4096
Cyrix 686	64	32	32	32	1995	4096

Persaingan mikroprosesor yang paling tajam, yaitu sejak generasi ke 5 dari perkembangan mikroprosesor ketika Intel mengeluarkan mikroprosesor Pentium I, II, III, dan IV; yang disaingi oleh AMD dan Cyrix. AMD mengeluarkan K5, K6, K6-2, K6-3, dan K7 bersaing dengan Pentium MMX dan Pentium II, III, dan IV. Sedangkan Cyrix mengeluarkan dengan tipe 6X86MX (MII), yaitu PR166, PR200, PR233, PR 266, PR300, PR333, PR433, dan PR466.

Pada kenyataannya persaingan yang sangat populer di masyarakat antara produksi buatan Intel dan AMD yang saling menawarkan keunggulan dan kelemahannya dari setiap produk, bahkan mereka saling mengklaim bahwa produknya yang paling unggul.

2. Teknologi Mikroprosesor

Proses yang memadukan beberapa ribuan transistor ke dalam satu serpihan silicon (*silicon chip*) dapat menghasilkan mikroprosesor. Teknologi mikroprosesor dibuat dari

teknologi rangkaian terpadu (*Integrated*) yang menggunakan transistor-transistor *bipolar* atau *Metal oxide silicon* (MOS).

Pada tahun 1969, Dr Ted Holf dari perusahaan Intel menggagas menggunakan teknologi IC (*Integrated Circuit*) untuk membuat mikroprosesor. Selanjutnya Dr Frederico Faggin memimpin suatu tim disain untuk mengembangkan mikroprosesor yang pertama di dunia pada tahun 1971, dengan kemajuan teknologi IC telah mendorong kemajuan-kemajuan lebih lanjut dalam pembuatan mikroprosesor.

Dalam pembuatan mikroprosesor dikenal beberapa macam teknologi yang masing-masing mempunyai karakteristik tertentu, antara lain: teknologi PMOS (*Metal Oxide Semiconductor* saluran P); teknologi NMOS (MOS saluran N); teknologi CMOS (*Complementary* MOS); teknologi CMOS – SOS (CMOS – *Silicon On Sapphire*); teknologi bipolar jenis ECL (*Emitter Coupled Logic*); teknologi bipolar jenis Schottky; dan teknologi bipolar jenis I^2L (*Integrated Injection Logic*).

Mikroprosesor yang dibuat saat ini kebanyakan menggunakan transistor MOS (*Metal Oxide Semiconductor*) dari pada transistor-transistor bipolar dalam IC-nya. Keuntungan yang terpenting dari teknologi MOS dibandingkan dengan teknologi bipolar adalah kerapatan (kepadatan) yang lebih tinggi, yang memungkinkan penempatan dari fungsi yang jauh lebih banyak dalam satu serpihan dengan ukuran tertentu dibandingkan dengan menggunakan rangkaian bipolar.

Teknologi PMOS, memanfaatkan mobilitas muatan-muatan positif yang disebut lubang-lubang (*holes*) untuk menghantar listrik. Teknologi PMOS relatif lambat bila dibandingkan dengan teknologi NMOS. Teknologi PMOS sudah tidak digunakan lagi dalam pembuatan mikroprosesor pada saat ini. Contoh mikroprosesor yang menggunakan teknologi PMOS, 4004, 4040, dan 8008 (dari Intel). Rockwell PPS 4, PPS4/2, dan TSM 1000.

Teknologi NMOS, memanfaatkan mobilitas electron-elektron bukan *hole* sebagai pembawa muatan sehingga kerjanya lebih cepat dibandingkan dengan PMOS dan kepadatannya sangat baik. Teknologi NMOS ini sangat banyak digunakan untuk pembuatan mikroprosesor. Contoh mikroprosesor tipe 8080, 8085, 8086/8088, 8748; MC

6800, 6801, 6802,6805, 6809; Z 80, Z 8000, dan NS 32032. Rockwell PSP8, NS SC/MP, Signetics 2650, dan Mostek 5065.

Teknologi CMOS, memanfaatkan kombinasi transistor saluran P dan saluran N. Karakteristik teknologi CMOS terletak antara karakteristik PMON dan NMOS. Teknologi CMOS lebih cepat dari PMOS, tetapi sedikit lebih lambat daripada NMOS. Keuntungan utama dari CMOS adalah komsumsi daya yang sangat rendah dan beropersi antara 2 volt – 12 volt serta mempunyai kekebalan yang baik terhadap derau sekitar 40 %. Contohnya, mikroprosesor tipe 6100 dari Intersil dan RCA Cosmac.

Teknologi CMOS - SOS adalah teknologi CMOS yang mempergunakan substrat bahan isolator saphir, dapat bekerja dengan kecepatan tinggi dan keperluan daya rendah. Contohnya, mikroprosesor MC 14500 dan MC 1802 dari Motorola.

Mikroprosesor yang paling cepat saat ini dibuat dengan teknologi IC Bipolar. Teknologi IC bipolar, yaitu ECL yang mempergunakan transistor *unsaturated* (tak jenuh), contohnya mikroprosesor MC 10800 (Motorola). Teknologi Schottky yang tergolong pada tak jenuh dengan mikroprosesornya, yaitu tipe 3001 (Intel) dan AMD 2901.

Teknologi IC bipolar (*Saturated*) jenuh, yaitu jenis I^2 L yang dapat bekerja dengan tegangan sumber paling rendah dibandingkan dengan teknologi yang lain. Contohnya mikroprosesor SBP 0400 dan SBP 9900 dari Texas Instrument.

Teknologi yang lain, ialah "*Change Transfer Devices*" atau transfer muatan yang terdiri dari dua macam yaitu CCD (*Charge Coupled Devices*) dan BBD (*Bucket Brigade Devices*).

Intel pada tahun 2005 mengeluarkan teknologi Centrino prosesor, yaitu teknologi mikroprosesor "*mobile*" dengan *front side bus* 533 Mhz. Teknologi ini banyak dipergunakan pada komputer *Notebook*.

Dalam mendisain mikroprosesor yang perlu dipertimbangkan selain harga, yaitu karakteristik teknik yang paling penting, adalah kecepatan operasi, daya yang diperlukan, kepadatan komponen, dan instruksi yang lengkap.

3. Ringkasan

1. Mikroprosesor adalah suatu komponen digital jenis LSI (*Large Scale Intergation*) atau VLSI (*Very Large Scale Interation*) dengan kompleksitas rangkaian sangat tinggi yang mampu melaksanakan fungsi suatu unit pemroses sentral (CPU = *Central Processing Unit*).
2. Sistem Mikroprosesor, yaitu suatu sistem yang di dalamnya terdapat mikroproses (µP), komponen I/O, dan memori yang mana sering disebut juga Komputer.
3. Komponen sistem I/O antara lain : PPI 8255, SIO, PIO, ACIA, USART, *Micro switch*, Sensor, *Keyboard*, *Mouse*, *Floppy disk drive*, Monitor, *Printer*, *Hard disk drive*, CD-ROM *drive*, *Plotter*, *Tape backup*, *Scanner*, DVD, dan *Serial communication*.
4. Mikroprosesor pertama di dunia adalah Intel 4004 merupakan mikroprosesor 4 bit. Sebuah kontroler yang dapat diprogram dalam sebuah chip-sangat kecil. Mikroprosesor tersebut hanya mampu mengalamati 4096 lokasi memori selebar 4 bit.
5. Mikroprosesor generasi kedua adalah tipe 8008 dan 8080 dari Intel. Motorola tipe 6800, Rockwell PPS-8, dan Signetic 2650; yang berkategori 8 bit.
6. Mikroprosesor generasi ketiga buatan Intel tipe 8085, Zilog Inc, yaitu tipe Z 80, tipe 6809 dari Motorola, MOS Teknologi tipe 6502, Nasional Semiconductor IMP-8, dan muncul pula computer satu chip F8 dari Fairchild dan Mostex; tipe 8048 dari Intel, TSM 1000 dan 9940 dari Texas Instrument.
7. Mikroprosesor yang umum pada saat ini adalah 8086/8088 dari Intel yang merupakan mikroprosesor 16 bit pertama. Setelah itu muncul mengikutinya mikroprosesor 80286, 80386, 80486, Pentium I, II, III, dan 4. Z8000, MC68010, MC68040, K5, K6, K7, dan 68060. Setiap versi yang baru diikuti dengan peningkatan berupa kecepatan prosesor.
8. Teknologi mikroprosesor, yaitu PMOS (*Metal Oxide Semiconductor* saluran P); teknologi NMOS (MOS saluran N); teknologi CMOS (*Complementary* MOS); teknologi CMOS – SOS (CMOS – *Silicon On Sapphire*); teknologi bipolar jenis

ECL (*Emitter Coupled Logic*); teknologi bipolar jenis Schottky; dan teknologi bipolar jenis I^2L (*Integrated Injection Logic*).

9. Teknologi *Bipolar* lebih cepat operasinya dibandingkan dengan teknologi *Unipolar*, tetapi kepadatannya kurang.

4. Soal Latihan

1. Jelaskan pengetian dari Mikroprosesor ?
2. Jelaskan perbedaan antara mikroprosesor dengan sistem mikroprosesor ?
3. Jelaskan yang dimaksud mikrokontroler ?
4. Jelaskan perbedaan mikroprosesor Plus dengan mikrokomputer ?
5. Uraikan perkembangan mikroprosesor generasi ke tiga?
6. Sebutkan jenis mikrokontroler yang saudara ketahui pada saat ini?
7. Personal komputer yang berbasis mikroprosesor pada saat sekarang menggunakan mikroprosesor tipe apa?
8. Jelaskan keunggulan dan kerugian menggunakan sistem mikroprosesor?
9. Jelaskan keunggulan dan kekurangan antara teknologi NMOS dan CMOS untuk miklroprosesor?
10. Jelaskan keuntungan dan kerugian antara teknologi Bipolar dan unipolar untuk teknologi mikroprosesor?
11. Teknologi I^2L untuk mikroprosesor paling cepat dibandingkan dengan ECL jelaskan alasannya?
12. Jelaskan yang dimaksud dengan teknologi CMOS – SOS ?

5.Referensi :

a. Harry Garland. (1979). *Introduction to microprocessor system design.*New Jersey : MC Graw Hill.

b. Jacob Millman. (1979). *Microelectronics, Digital and Analog Circuits and Systems.* New York: McGraw-Hill, Inc.

c. Brey, Barry B. (2003). *The intel microprocessors : 8086/8088/80186/80286/80386/80486, Pentium, Pentium Pro processor, Pentium II, Pentium III, and Pentium 4: architecture, programming, and Interfacing*- 6 th ed. New Jersey : Pearson Education.