**SPESIFIKASI DAN FEATURE**

**PERKEMBANGAN TEKNOLOGI MIKROPROSESOR ,**

**MEMORY DAN FLASH MEMORY.**

**MIKROPROSESOR**

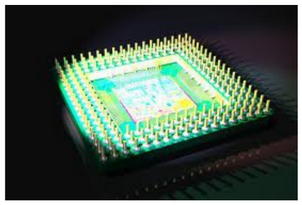
**Pengertian Mikroprosesor**

Mikroprosesor adalah singkatan dari prosesor biasa juga disebut CPU (central processing unit). Komponen ini merupakan sebuah cip. Cip (chip atau IC/Integrated circuit) adalah sekeping silikon berukuran beberapa milimeter persegi yang mengandung puluhan ribu transistor dan komponen elektronik lain. Prosesor juga merupakan salah satu komponen terpenting dalam sistem komputer. Prosesor seringkali disebut sebagai otak komputer, meski sebutan ini tidak tepat sepenuhnya. Prosesor hanya bertindak sebagai mesin pemroses tetapi tidak berfungsi sebagai pengingat. Fungsi pengingat ditangani oleh komponen lain yang dinamakan memori. dan bagaimana dengan sejarahnya, semuanya pasti ada sejarahnya mengapa mikroprosesor muncul dan ada serta digunakan dalam komputer.



Gambar 1.1 Contoh Mikroprosesor

**Sejarah Mikroprosesor**

[](http://3.bp.blogspot.com/-OFyu4-nJy4o/UXFH1-mI6yI/AAAAAAAAAKQ/S0RchBmGcuI/s1600/prosesor.png)

                Sebuah mikroprosesor (sering dituliskan: µP atau uP) adalah sebuah central processing unit (CPU) elektronik komputer yang terbuat dari transistor mini dan sirkuit lainnya di atas sebuah sirkuit terintegrasi semikonduktor.

Sebelum berkembangnya mikroprosesor, CPU elektronik terbuat dari sirkuit terintegrasi TTL terpisah; sebelumnya, transistor individual; sebelumnya lagi, daritabung vakum. Bahkan telah ada desain untuk mesin komputer sederhana atas dasar bagian mekanik seperti gear, shaft, lever, Tinkertoy,dll.

                Evolusi dari mikroprosesor telah diketahui mengikuti Hukum Moore yang merupakan peningkatan performa dari tahun ke tahun. Teori ini merumuskan bahwa daya penghitungan akan berlipat ganda setiap 18 bulan, sebuah proses yang benar terjadi sejak awal 1970-an; sebuah kejutan bagi orang-orang yang berhubungan. Dari awal sebagai driver dalam kalkulator, perkembangan kekuatan telah menuju ke dominasi mikroprosesor di berbagai jenis komputer; setiap sistem dari mainframe terbesar sampai ke komputer pegang terkecil sekarang menggunakan mikroprosesor sebagai pusatnya.

         Bicara komputer tidak lepas dari prosesor, yang umumnya dikenal sebagai otak komputer. Prosesorlah  yang mengatur dan mengolah semua kerja komponen dalam komputer.

Meskipun hanya sebentuk chip silikon tunggal yang kecil, peranti ini memegang peranan sangat penting. Jika komponen PC lainnya berfungsi sebagai pentransmisi data, maka prosesorlah yang berfungsi menentukan dan menghitung semua aktivitas tersebut. Prosesor, atau tepatnya mikroprosesor, memang beragam merek dan tipenya. Namun, kesemuanya boleh dibilang memiliki fungsi yang sama.       Pusat unit pemroses komputer sederhana generasi pertama pada tahun 1940-an, masih berupa sekumpulan tabung kedap udara yang mirip botol. Botol-botol ini sama dengan yang yang biasa ditemukan di televisi model yang sangat kuno sekali.

Setiap CPU (Central Processing Unit) membutuhkan ribuan botol, dan daya tahannya hanya beberapa jam saja. Pula, ia boros tenagan listrik dan peregkat pendinginnya pun berukuran besar.

          Komputer angkatan pertama yang menggunakan CPU model ini adalah ENIAC (ElectronicNumerical Integrator and Computer), yang dikembangkan oleh J.P. Eckert dan J.W. Maughly di Amerika Serikat. ENIAC terdiri atas 18.000 tabung kedap udara, yang membutuhkan ruangan seluas 18×8 meter persegi untuk pengoperasiannya. Dari model tabung, di tahun 1948, proses komputasi mulai masuk ke “komputer generasi kedua” yang menggunakan transistor. Penggunaannya didemonstrasikan pertama kali oleh Bell Telephone Laboratories. Dengan transistor, kebutuhan listrik jadi lebih rendah dan tingkat panasnya bisa dikurangi.

**Perkembangan Teknologi Prosesor Terbaru** atau **Processor**. Sebelum kita masuk ke pembahasan teknologinya alangkah baiknya kita mengetahui terlebih dahulu apa itu prosesor :

**Prosesor** adalah  IC yang mengontrol keseluruhan jalannya sebuah sistem komputer dan digunakan sebagai pusat atau otak dengan fungsi melakukan perhitungan dan menjalankan tugas. Prosesor ini terletak atau berada di motherboard / mainboard.

Prosesor juga disebut **“Microprosessor”**, dan bagian terpenting dari prosesor adalah**:**

 **Aritcmatics Logical Unit (ALU)** : Melakukan semua perhitungan aritmatika (matematika) yang terjadi sesuai dengan intruksi program.

 **Control Unit (CU)** :  Pengatur lalu lintas data seperti input, dan output.

 **Memory Unit (MU)** : Alat penyimpanan kecil yang mempunyai kecepatan akses cukup tinggi.

**Core i3 M**  
Meski tidak dilengkapi Turbo boost, performa Core i3 tetap memikat. Hyper-threading membuat kemampuannya dapat dipakai secara maksimal. VGA-nya pun sudah lebih dapat diandalkan dibandingkan VGA onboard terdahulu. Jika dana Anda terbatas namun menginginkan performa dari arsitektur terbaik Intel, Core i3 adalah pilihan yang jauh lebih unggul dibandingkan Core2 Duo.

**Core i5 M**  
Notebook dengan prosesor ini memang memiliki 2 inti prosesor (dual core). Akan tetapi, tersedianya Hyper-threading membuatnya tampil seakan memiliki 4 inti prosesor. Turbo boost menjadi andalannya dalam hal performa. Sementara itu, VGA terintegrasinya sudah mencukupi untuk pemutaran film HD 1080p, bahkan film Blu-Ray. Jika perlu, beberapa game 3D ringan pun bisa dimainkannya. Jika Anda menginginkan performa tinggi dengan mobilitas baik, Core i5 adalah pilihan yang baik. Harganya pun tidak mencekik.

**Core i7 M**  
Prosesor ini adalah Arrandale (2 inti prosesor) dengan performa terbaik. Teknologi 32 nm membuatnya bekerja dengan suhu relative rendah. Kecepatan tinggi, Hyper-threading, dan Turbo boost membuatnya memiliki performa tinggi. Apabila dipadu dengan VGA tambahan, notebook berbasis Core i7 M akan menjadi pilihan yang sangat baik bagi pencinta performa tinggi. Kemampuannya bahkan dapat bersaing dengan Core i7 QM. Tentu saja, dengan harga yang lebih tinggi.

**Core i9**  
Core i9 adalah processor terbaru intel, dengan spesifikasi memiliki 6 core dengan kecepatan 2.8 Ghz dengan L2 256KB X 6 dan L3 12MB. Procesor Gulftown ternyata lebih hemat power dibanding Corei 7 dan Core 2 Quad pada kecepatan yang sama. Tidak itu saja, Core i9 lebih dingin hampir 8 derajat dibandingkan Core 2 Quad, Core i5 dan Core i7. Untuk gaming kelas FPS, Core i9 memiliki angka relatif. Test benchmark game FarCry 2 dan Unreal Tournament dipegang oleh Core i9, disusul Core i7, Corei 5, Core 2 Quad dan terakhir Phenom II X4. Game Left 4 Dead unggul oleh Core i5, diisusul Core 2 Quad, Phenom II X4, Core i9 (Gulftown) dan terakhir Core i7.



Gambar 2: Core i9

**Teknologi Prosesor (Processor)**

**Keunggulan Prosesor Intel**  
Pada beberapa jenis prosesor intel di atas sebenarnya sudah diberikan beberapa penjelasan tentang keunggulan intel sesuai dengan spesifikasinya. Namun secara umum prosesor intel memiliki enggulan antara lain:

* Temperatur pada Intel dapat diatur oleh processornya sendiri (processor akan mengurangi kecepatan jika processor terlalu panas.
* Pipeline pada intel lebih panjang dibanding prosesor lain seperti AMD
* Intel menang di brand image dan marketnya.
* Pada prosesor Intel Pentium 4 harga standard, kinerjanya lumanyan cepat.Beberapa uji joba permorma ternyata prosesor intel lah yang kuat dalam hal apapun disbanding prosesor lain (AMD).
* Prosesor Intel lebih kuat dari porsesor AMD pada aplikasi multimedia.

Intel Turbo Boost : Meningkatkan performa dengan meningkatkan frekuensi core sesuai dengan permintaan pemakai secara otomatis. ( Core i5 dan i7 ). Contoh : Processor Intel Core i-7 720QM memiliki clock speed sebesar 1.60 GHz untuk minimum. Ketika menjalankan aplikasi yang membutuhkan clock speed yang tinggi. Processor secara otomatis meningkatkan clock speed hingga 2.93 GHz maksimum clock speednya. Dan ketika tidak dibutuhkan maka otomatis clock speednya akan menurun di angka minimum clock speed. Ibarat Speedometer semakin di gas semakin cepat jalannya kendaraan.

Intel HD Graphics : Grafik yang sudah high definition. Dibandingkan dengan Intel Graphics pada Core 2 Duo, Pada core-i grafiknya sudah jauh lebih bagus karena sudah HD. ( Pada Core i3, i5 dan i7 ). Maksimum Memory pada RAM hingga 16GB ( Maksimum memory tergantung dari masing–masin tipe processor).  
Sudah Menggunakan module DDR3 dengan FSB 1066 MHz.

Core i3 = Pada core i3 hanya memiliki 2 Core, Hyperthreading ( 4 Way )  
Core i5 = Pada core i5 memiliki 2 Core, Hyperthreading ( 4 Way ) dan Turbo Boost Core i7 = Pada core i7 memiliki 4 Core, Hyperthreading ( 8 Way ) dan Turbo Boost

Core i9 lebih dingin hampir 8 derajat dibandingkan Core 2 Quad, Core i5 dan Core i7. Untuk gaming kelas FPS, Core i9 memiliki angka relatif. Test benchmark game FarCry 2 dan Unreal Tournament dipegang oleh Core i9, disusul Core i7, Corei 5, Core 2 Quad dan terakhir Phenom II X4. Game Left 4 Dead unggul oleh Core i5, diisusul Core 2 Quad, Phenom II X4, Core i9 (Gulftown) dan terakhir Corei7.

**Kelemahan\_prosesor\_INTEL**

Beberapa kelemahan prosesor intel antara lain:

* Lemah untuk urusan grafis , gaming dan program 3D bila dibanding dengan AMD misalnya.
* Untuk menggunakan prosesor Intel anda harus mengeluarkan banyak biaya apalagi dengan performanya tinggi yang di hasilkan oleh prosesor Intel yaitu Intel i7

Kelemahan-kelemahan itu sebenarnya tidak terlalu berarti karena perbaikan performa yang dilakukan oleh Intel sudah sangat maju terutama dengan munculnya Core i7 dan Core i9. Kemampuan grafis, gaming dan 3D setelah di uji ternyata memiliki angka relative.

MEMORY / RAM.

**Apa Arti Istilah-istilah pada RAM?**

Begitu banyak nama dan istilah spesifik digunakan pada RAM. Kadang dapat membingungkan. Tapi tidak jadi masalah, setelah Anda membaca penjelasan singkatnya berikut. Ini dapat dijadikan panduan, setidaknya untuk membaca spesifikasi dan memperhitungkan dengan kemampuan produk yang bersangkutan.

**Speed**

Speed atau kecepatan, makin menjadi faktor penting dalam pemilihan sebuah modul memory. Bertambah cepatnya CPU, ditambah dengan pengembangan digunakannya dual-core, membuat RAM harus memiliki kemampuan yang lebih cepat untuk dapat melayani CPU.

Ada beberapa paramater penting yang akan berpengaruh dengan kecepatan sebuah memory.

**Megahertz**

Penggunaan istilah ini, dimulai pada jaman kejayaan SDRAM. Kecepatan memory, mulai dinyatakan dalam megahertz (MHz). Dan masih tetap digunakan, bahkan sampai pada DDR2.

Perhitungan berdasarkan selang waktu (periode) yang dibutuhkan antara setiap clock cycle. Biasanya dalam orde waktu nanosecond. Seperti contoh pada memory dengan aktual clock speed 133 MHz, akan membutuhkan access time 8ns untuk 1 clock cycle.

Kemudian keberadaan SDRAM tergeser dengan DDR (Double Data Rate). Dengan pengembangan utama pada kemampuan mengirimkan data dua kali lebih banyak. DDR mengirimkan data dua kali dalam satu clock cycle.

Kebanyakan produk mulai menggunakan clock speed efektif, hasil perkalian dua kali data yang dikirim. Ini sebetulnya lebih tepat jika disebut sebagai DDR Rating.

Hal yang sama juga terjadi untuk DDR2. Merupakan hasil pengembangan dari DDR. Dengan kelebihan utama pada rendahnya tegangan catudaya yang mengurangi panas saat beroperasi. Juga kapasitas memory chip DDR2 yang meningkat drastis, memungkinkan sebuah keping DDR2 memiliki kapasitas hingga 2 GB. DDR2 juga mengalami peningkatan kecepatan dibanding DDR.

**PC Rating**

Pada modul DDR, sering ditemukan istilah misalnya PC3200. Untuk modul DDR2, PC2-3200. Dari mana angka ini muncul?

Biasa dikenal dengan PC Rating untuk modul DDR dan DDR2. Sebagai contoh kali ini adalah sebuah modul DDR dengan clock speed 200 MHz. Atau untuk DDR Rating disebut DDR400. Dengan bus width 64-bit, maka data yang mampu ditransfer adalah 25.600 megabit per second (=400 MHz x 64-bit). Dengan 1 byte = 8-bit, maka dibulatkan menjadi 3.200MBps (Mebabyte per second).  Angka throughput inilah yang dijadikan nilai dari PC Rating. Tambahan angka “2”, baik pada PC Rating maupu DDR Rating, hanya untuk membedakan antara DDR dan DDR2.

**CAS Latency**  
Akronim CAS berasal dari singkatan column addres strobe atau column address select. Arti keduanya sama, yaitu lokasi spesifik dari sebuah data array pada modul DRAM.

CAS Latency, atau juga sering disingkat dengan CL, adalah jumlah waktu yang dibutuhkan (dalam satuan clock cycle) selama delay waktu antara data request dikirimkan ke memory controller untuk proses read, sampai memory modul berhasil mengeluarkan data output. Semakin rendah spesifikasi CL yang dimiliki sebuah modul RAM, dengan clock speed yang sama, akan menghasilkan akses memory yang lebih cepat.

**MENGENAL BAGIAN-BAGIAN RAM**  
Secara fisik, komponen PC yang satu ini termasuk komponen dengan ukuran yang kecil dan sederhana. Dibandingkan dengan komponen PC lainnya.

Sekilas, ia hanya berupa sebuah potongan kecil PCB, dengan beberapa tambahan komponen hitam. Dengan tambahan titik-titik contact point, untuk memory berinteraksi dengan motherboard. Inilah di antaranya.

**PCB (Printed Circuit Board)**  
Pada umumnya, papan PCB berwana hijau. Pada PCB inilah beberapa komponen chip memory terpasang.

PCB ini sendiri tersusun dari beberapa lapisan (layer). Pada setiap lapisan terpasang jalur ataupun sirkuit, untuk mengalirkan listrik dan data. Secara teori, semakin banyak jumlah layer yang digunakan pada PCB memory, akan semakin luas penampang yang tersedia dalam merancang jalur. Ini memungkinkan jarak antar jalur dan lebar jalur dapat diatur dengan lebih leluasa, dan menghindari noise interferensi antarjalur pada PCB. Dan secara keseluruhan akan membuat modul memory tersebut lebih stabil dan cepat kinerjanya. Itulah sebabnya pada beberapa iklan untuk produk memory, menekankan jumlah layer pada PCB yang digunakan modul memory produk yang bersangkutan.

**Contact Point**  
Sering juga disebut contact finger, edge connector, atau lead. Saat modul memory dimasukkan ke dalam slot memory pada motherboard, bagian inilah yang menghubungkan informasi antara motherboard dari dan ke modul memory. Konektor ini biasa terbuat dari tembaga ataupun emas. Emas memiliki nilai konduktivitas yang lebih baik. Namun konsekuensinya, dengan harga yang lebih mahal. Sebaiknya pilihan modul memory disesuaikan dengan bahan konektor yang digunakan pada slot memory motherboard. Dua logam yang berbeda, ditambah dengan aliran listrik saat PC bekerja lebih memungkinkan terjadinya reaksi korosif.

Pada contact point, yang terdiri dari ratusan titik, dipisahkan dengan lekukan khusus. Biasa disebut sebagai notch. Fungsi utamanya, untuk mencegah kesalahan pemasangan jenis modul memory pada slot DIMM yang tersedia di motherboard. Sebagai contoh, modul DDR memiliki notch berjarak 73 mm dari salah satu ujung PCB (bagian depan). Sedangkan DDR2 memiliki notch pada jarak 71 mm dari ujung PCB. Untuk SDRAM, lebih gampang dibedakan, dengan adanya 2 notch pada contact point-nya.

**DRAM (Dynamic Random Access Memory)**  
Komponen-komponen berbentuk kotak-kotak hitam yang terpasang pada PCB modul memory inilah yang disebut DRAM. Disebut dynamic, karena hanya menampung data dalam periode waktu yang singkat dan harus di-refresh secara periodik. Sedangkan jenis dan bentuk dari DRAM atau memory chip ini sendiri cukup beragam.

**Chip Packaging**  
Atau dalam bahasa Indonesia adalah kemasan chip. Merupakan lapisan luar pembentuk fisik dari masing-masing memory chip. Paling sering digunakan, khususnya pada modul memory DDR adalah TSOP (Thin Small Outline Package). Pada RDRAM dan DDR2 menggunakan CSP (Chip Scale Package). Beberapa chip untuk modul memory terdahulu menggunakan DIP (Dual In-Line Package) dan SOJ (Small Outline J-lead).

**DIP (Dual In-Line Package)**  
Chip memory jenis ini digunakan saat memory terinstal langsung pada PCB motherboard. DIP termasuk dalam kategori komponen through-hole, yang dapat terpasang pada PCB melalui lubang-lubang yang tersedia untuk kaki/pinnya. Jenis chip DRAM ini dapat terpasang dengan disolder ataupun dengan socket. SOJ (Small Outline J-Lead) Chip DRAM jenis SOJ, disebut demikan karena bentuk pin yang dimilikinya berbentuk seperti huruh “J”. SOJ termasuk dalam komponen surfacemount, artinya komponen ini dipasang pada sisi pemukaan pada PCB.

**TSOP (Thin Small Outline Package)**  
Termasuk dalam komponen surfacemount. Namanya sesuai dengan bentuk dan ukuran fisiknya yang lebih tipis dan kecil dibanding bentuk SOJ.

**CSP (Chip Scale Package)**  
Jika pada DIP, SOJ dan TSOP menggunakan kaki/pin untuk menghubungkannya dengan board, CSP tidak lagi menggunakan PIN. Koneksinya menggunakan BGA (Ball Grid Array) yang terdapat pada bagian bawah komponen. Komponen chip DRAM ini mulai digunakan pada RDRAM (Rambus DRAM) dan DDR.

**Sejarah perkembangan RAM**

**1. R A M**

RAM yang merupakan singkatan dari Random Access Memory ditemukan oleh Robert Dennard dan diproduksi secara besar – besaran oleh Intel pada tahun 1968, jauh sebelum PC ditemukan oleh IBM pada tahun 1981. Dari sini lah perkembangan RAM bermula. Pada awal diciptakannya, RAM membutuhkan tegangan 5.0 volt untuk dapat berjalan pada frekuensi 4,77MHz, dengan waktu akses memori (access time) sekitar 200ns (1ns = 10-9 detik).

**2. D R A M**

Pada tahun 1970, IBM menciptakan sebuah memori yang dinamakan DRAM. DRAM sendiri merupakan singkatan dari Dynamic Random Access Memory. Dinamakan Dynamic karena jenis memori ini pada setiap interval waktu tertentu, selalu memperbarui keabsahan informasi atau isinya. DRAM mempunyai frekuensi kerja yang bervariasi, yaitu antara 4,77MHz hingga 40MHz.

** 3. FP RAM**

Fast Page Mode DRAM atau disingkat dengan FPM DRAM ditemukan sekitar tahun 1987. Sejak pertama kali diluncurkan, memori jenis ini langsung mendominasi pemasaran memori, dan orang sering kali menyebut memori jenis ini “DRAM” saja, tanpa menyebut nama FPM. Memori jenis ini bekerja layaknya sebuah indeks atau daftar isi. Arti Page itu sendiri merupakan bagian dari memori yang terdapat pada sebuah row address. Ketika sistem membutuhkan isi suatu alamat memori, FPM tinggal mengambil informasi mengenainya berdasarkan indeks yang telah dimiliki. FPM memungkinkan transfer data yang lebih cepat pada baris (row) yang sama dari jenis memori sebelumnya. FPM bekerja pada rentang frekuensi 16MHz hingga 66MHz dengan access time sekitar 50ns. Selain itu FPM mampu mengolah transfer data (bandwidth) sebesar 188,71 Mega Bytes (MB) per detiknya.

Memori FPM ini mulai banyak digunakan pada sistem berbasis Intel 286, 386 serta sedikit 486.

**4. EDO RAM**

Pada tahun 1995, diciptakanlah memori jenis Extended Data Output Dynamic Random Access Memory (EDO DRAM) yang merupakan penyempurnaan dari FPM. Memori EDO dapat mempersingkat read cycle-nya sehingga dapat meningkatkan kinerjanya sekitar 20 persen. EDO mempunyai access time yang cukup bervariasi, yaitu sekitar 70ns hingga 50ns dan bekerja pada frekuensi 33MHz hingga 75MHz. Walaupun EDO merupakan penyempurnaan dari FPM, namun keduanya tidak dapat dipasang secara bersamaan, karena adanya perbedaan kemampuan.

Memori EDO DRAM banyak digunakan pada sistem berbasis Intel 486 dan kompatibelnya serta Pentium generasi awal.

**5. SDRAM PC66**

Pada peralihan tahun 1996 – 1997, Kingston menciptakan sebuah modul memori dimana dapat bekerja pada kecepatan (frekuensi) bus yang sama / sinkron dengan frekuensi yang bekerja pada prosessor. Itulah sebabnya mengapa Kingston menamakan memori jenis ini sebagai Synchronous Dynamic Random Access Memory (SDRAM). SDRAM ini kemudian lebih dikenal sebagai PC66 karena bekerja pada frekuensi bus 66MHz. Berbeda dengan jenis memori sebelumnya yang membutuhkan tegangan kerja yang lumayan tinggi, SDRAM hanya membutuhkan tegangan sebesar 3,3 volt dan mempunyai access time sebesar 10ns.

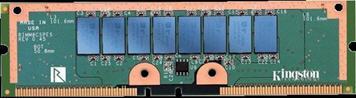
Dengan kemampuannya yang terbaik saat itu dan telah diproduksi secara masal, bukan hanya oleh Kingston saja, maka dengan cepat memori PC66 ini menjadi standar memori saat itu. Sistem berbasis prosessor Soket 7 seperti Intel Pentium klasik (P75 – P266MMX) maupun kompatibelnya dari AMD, WinChip, IDT, dan sebagainya dapat bekerja sangat cepat dengan menggunakan memori PC66 ini. Bahkan Intel Celeron II generasi awal pun masih menggunakan sistem memori SDRAM PC66.

**6. SDRAM PC100**

Selang kurun waktu setahun setelah PC66 diproduksi dan digunakan secara masal, Intel membuat standar baru jenis memori yang merupakan pengembangan dari memori PC66. Standar baru ini diciptakan oleh Intel untuk mengimbangi sistem chipset i440BX dengan sistem Slot 1 yang juga diciptakan Intel. Chipset ini didesain untuk dapat bekerja pada frekuensi bus sebesar 100MHz. Chipset ini sekaligus dikembangkan oleh Intel untuk dipasangkan dengan prosessor terbaru Intel Pentium II yang bekerja pada bus 100MHz. Karena bus sistem bekerja pada frekuensi 100MHz sementara Intel tetap menginginkan untuk menggunakan sistem memori SDRAM, maka dikembangkanlah memori SDRAM yang dapat bekerja pada frekuensi bus 100MHz. Seperti pendahulunya PC66, memori SDRAM ini kemudian dikenal dengan sebutan PC100.

Dengan menggunakan tegangan kerja sebesar 3,3 volt, memori PC100 mempunyai access time sebesar 8ns, lebih singkat dari PC66. Selain itu memori PC100 mampu mengalirkan data sebesar 800MB per detiknya.

Hampir sama dengan pendahulunya, memori PC100 telah membawa perubahan dalam sistem komputer. Tidak hanya prosessor berbasis Slot 1 saja yang menggunakan memori PC100, sistem berbasis Soket 7 pun diperbarui untuk dapat menggunakan memori PC100. Maka muncullah apa yang disebut dengan sistem Super Soket 7. Contoh prosessor yang menggunakan soket Super7 adalah AMD K6-2, Intel Pentium II generasi akhir, dan Intel Pentium II generasi awal dan Intel Celeron II generasi awal.

****

**8. DR DRAM**

Pada tahun 1999, Rambus menciptakan sebuah sistem memori dengan arsitektur baru dan revolusioner, berbeda sama sekali dengan arsitektur memori SDRAM.Oleh Rambus, memori ini dinamakan Direct Rambus Dynamic Random Access Memory. Dengan hanya menggunakan tegangan sebesar 2,5 volt, RDRAM yang bekerja pada sistem bus 800MHz melalui sistem bus yang disebut dengan Direct Rambus Channel, mampu mengalirkan data sebesar 1,6GB per detiknya! (1GB = 1000MHz). Sayangnya kecanggihan DRDRAM tidak dapat dimanfaatkan oleh sistem chipset dan prosessor pada kala itu sehingga memori ini kurang mendapat dukungan dari berbagai pihak. Satu lagi yang membuat memori ini kurang diminati adalah karena harganya yang sangat mahal.

**9. RDRAM PC800**

Masih dalam tahun yang sama, Rambus juga mengembangkan sebuah jenis memori lainnya dengan kemampuan yang sama dengan DRDRAM. Perbedaannya hanya terletak pada tegangan kerja yang dibutuhkan. Jika DRDRAM membutuhkan tegangan sebesar 2,5 volt, maka RDRAM PC800 bekerja pada tegangan 3,3 volt. Nasib memori RDRAM ini hampir sama dengan DRDRAM, kurang diminati, jika tidak dimanfaatkan oleh Intel.

Intel yang telah berhasil menciptakan sebuah prosessor berkecepatan sangat tinggi membutuhkan sebuah sistem memori yang mampu mengimbanginya dan bekerja sama dengan baik. Memori jenis SDRAM sudah tidak sepadan lagi. Intel membutuhkan yang lebih dari itu. Dengan dipasangkannya Intel Pentium4, nama RDRAM melambung tinggi, dan semakin lama harganya semakin turun.

**10. SDRAM PC133**

Selain dikembangkannya memori RDRAM PC800 pada tahun 1999, memori SDRAM belumlah ditinggalkan begitu saja, bahkan oleh Viking, malah semakin ditingkatkan kemampuannya. Sesuai dengan namanya, memori SDRAM PC133 ini bekerja pada bus berfrekuensi 133MHz dengan access time sebesar 7,5ns dan mampu mengalirkan data sebesar 1,06GB per detiknya. Walaupun PC133 dikembangkan untuk bekerja pada frekuensi bus 133MHz, namun memori ini juga mampu berjalan pada frekuensi bus 100MHz walaupun tidak sebaik kemampuan yang dimiliki oleh PC100 pada frekuensi tersebut.

**11. SDRAM PC150**

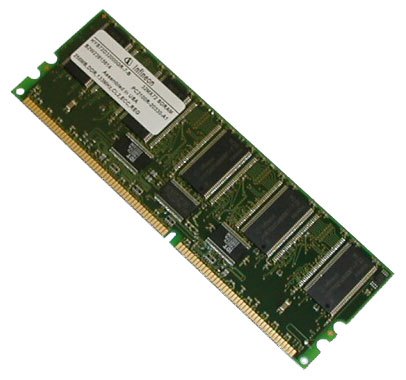
Perkembangan memori SDRAM semakin menjadi – jadi setelah Mushkin, pada tahun 2000 berhasil mengembangkan chip memori yang mampu bekerja pada frekuensi bus 150MHz, walaupun sebenarnya belum ada standar resmi mengenai frekunsi bus sistem atau chipset sebesar ini. Masih dengan tegangan kerja sebesar 3,3 volt, memori PC150 mempunyai access time sebesar 7ns dan mampu mengalirkan data sebesar 1,28GB per detiknya.

Memori ini sengaja diciptakan untuk keperluan overclocker, namun pengguna aplikasi game dan grafis 3 dimensi, desktop publishing, serta komputer server dapat mengambil keuntungan dengan adanya memori PC150.

**12. DDR SDRAM**

Masih di tahun 2000, Crucial berhasil mengembangkan kemampuan memori SDRAM menjadi dua kali lipat. Jika pada SDRAM biasa hanya mampu menjalankan instruksi sekali setiap satu clock cycle frekuensi bus, maka DDR SDRAM mampu menjalankan dua instruksi dalam waktu yang sama. Teknik yang digunakan adalah dengan menggunakan secara penuh satu gelombang frekuensi. Jika pada SDRAM biasa hanya melakukan instruksi pada gelombang positif saja, maka DDR SDRAM menjalankan instruksi baik pada gelombang positif maupun gelombang negatif. Oleh karena dari itu memori ini dinamakan DDR SDRAM yang merupakan kependekan dari Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory.

Dengan memori DDR SDRAM, sistem bus dengan frekuensi sebesar 100 – 133 MHz akan bekerja secara efektif pada frekuensi 200 – 266 MHz. DDR SDRAM pertama kali digunakan pada kartu grafis AGP berkecepatan ultra. Sedangkan penggunaan pada prosessor, AMD ThunderBird lah yang pertama kali memanfaatkannya.

**13. DDR RAM**

Pada 1999 dua perusahaan besar microprocessor INTEL dan AMD bersaing ketat dalam meningkatkan kecepatan clock pada CPU. Namun menemui hambatan, karena ketika meningkatkan memory bus ke 133 Mhz kebutuhan Memory (RAM) akan lebih besar. Dan untuk menyelesaikan masalah ini maka dibuatlah DDR RAM (double data rate transfer) yang awalnya dipakai pada kartu grafis, karena sekarang anda bisa menggunakan hanya 32 MB untuk mendapatkan kemampuan 64 MB. AMD adalah perusahaan pertama yang menggunakan DDR RAM pada motherboardnya.

**14. DDR2 RAM**

Ketika memori jenis DDR (Double Data Rate) dirasakan mulai melambat dengan semakin cepatnya kinerja prosesor dan prosesor grafik, kehadiran memori DDR2 merupakan kemajuan logis dalam teknologi memori mengacu pada penambahan kecepatan serta antisipasi semakin lebarnya jalur akses segitiga prosesor, memori, dan antarmuka grafik (graphic card) yang hadir dengan kecepatan komputasi yang berlipat ganda.

Perbedaan pokok antara DDR dan DDR2 adalah pada kecepatan data serta peningkatan latency mencapai dua kali lipat. Perubahan ini memang dimaksudkan untuk menghasilkan kecepatan secara maksimum dalam sebuah lingkungan komputasi yang semakin cepat, baik di sisi prosesor maupun grafik.

Selain itu, kebutuhan voltase DDR2 juga menurun. Kalau pada DDR kebutuhan voltase tercatat 2,5 Volt, pada DDR2 kebutuhan ini hanya mencapai 1,8 Volt. Artinya, kemajuan teknologi pada DDR2 ini membutuhkan tenaga listrik yang lebih sedikit untuk menulis dan membaca pada memori.

Teknologi DDR2 sendiri lebih dulu  digunakan pada beberapa perangkat antarmuka grafik, dan baru pada akhirnya diperkenalkan penggunaannya pada teknologi RAM. Dan teknologi DDR2 ini tidak kompatibel dengan memori DDR sehingga penggunaannya pun hanya bisa dilakukan pada komputer yang memang mendukung DDR2.

**15. DDR3 RAM**

RAM DDR3 ini memiliki kebutuhan daya yang berkurang sekitar 16% dibandingkan dengan DDR2. Hal tersebut disebabkan karena DDR3 sudah menggunakan teknologi 90 nm sehingga konsusmsi daya yang diperlukan hanya 1.5v, lebih sedikit jika dibandingkan dengan DDR2 1.8v dan DDR 2.5v. Secara teori, kecepatan yang dimiliki oleh RAM ini memang cukup memukau. Ia mampu mentransfer data dengan clock efektif sebesar 800-1600 MHz. Pada clock 400-800 MHz, jauh lebih tinggi dibandingkan DDR2 sebesar 400-1066 MHz (200- 533 MHz) dan DDR sebesar 200-600 MHz (100-300 MHz). Prototipe dari DDR3 yang memiliki 240 pin. Ini sebenarnya sudah diperkenalkan sejak lama pada awal tahun 2005. Namun, produknya sendiri benar-benar muncul pada pertengahan tahun 2007 bersamaan dengan motherboard yang menggunakan chipset Intel P35 Bearlake dan pada motherboard tersebut sudah mendukung slot DIMM

**EVOLUSI MODUL**

Selain mengalami perkembangan pada sisi kemampuan, teknik pengolahan modul memori juga dikembangkan. Dari yang sederhana yaitu SIMM sampai RIMM. Berikut penjelasan singkatnya.

**1. S I M M**

Kependekan dari Single In-Line Memory Module, artinya modul atau chip memori ditempelkan pada salah satu sisi sirkuit PCB. Memori jenis ini hanya mempunyai jumlah kaki (pin) sebanyak 30 dan 72 buah.

SIMM 30 pin berupa FPM DRAM, banyak digunakan pada sistem berbasis prosessor 386 generasi akhir dan 486 generasi awal. SIM 30 pin berkapasitas 1MB, 4MB dan 16MB.

Sedangkan SIMM 70 pin dapat berupa FPM DRAM maupun EDO DRAM yang digunakan bersama prosessor 486 generasi akhir dan Pentium. SIMM 70 pin diproduksi pada kapasitas 4MB, 8MB, 16MB, 32MB, 64MB dan 128MB.  
**2. D I M M**

Kependekan dari Dual In-Line Memory Module, artinya modul atau chip memori ditempelkan pada kedua sisi PCB, saling berbalikan. Memori DIMM diproduksi dalam 2 bentuk yang berbeda, yaitu dengan jumlah kaki 168 dan 184.

DIMM 168 pin dapat berupa Fast-Page, EDO dan ECC SDRAM, dengan kapasitas mulai dari 8MB, 16MB, 32MB, 64MB dan 128MB. Sementara DIM 184 pin berupa DDR SDRAM.  
**3. SODIMM**

Kependekan dari Small outline Dual In-Line Memory Module. Memori ini pada dasarnya sama dengan DIMM, namun berbeda dalam penggunaannya. Jika DIMM digunakan pada PC, maka SO DIMM digunakan pada laptop / notebook.

SODIMM diproduksi dalam dua jenis,jenis pertama mempunyai jumlah kakai sebanyak 72, dan satunya berjumlah 144 buah

**4. RIMM / SORIMM**

RIMM dan SORIMM merupakan jenis memori yang dibuat oleh Rambus. RIMM pada dasarnya sama dengan DIMM dan SORIMM mirip dengan SODIMM.

Karena menggunakan teknologi dari Rambus yang terkenal mengutamakan kecepata, memori ini jadi cepat panas sehingga pihak Rambus perlu menambahkan aluminium untuk membantu melepas panas yang dihasilkan oleh memori ini.

FLASH MEMORY.

**Flash memori** adalah elektronik ( [solid-state](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_storage&usg=ALkJrhjg1OSLlROWLhvJoQ6M1UdPLZ3MoA) ) [non-volatile](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Non-volatile_memory&usg=ALkJrhhZXO1l-qWFqjZwt0V629OKLBiZBw) [penyimpanan komputer](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_data_storage&usg=ALkJrhidKIh9cqn_YppBZuZkVikqpRyQIw) media yang dapat dihapus secara elektrik dan memprogram.

[Toshiba](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Toshiba&usg=ALkJrhgafv29FvLK4mdQQksYK-vuLgdxBg) dikembangkan memori flash dari [EEPROM](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/EEPROM&usg=ALkJrhhczoeFChxmRXMUbGupJ7wVUu5S2A) (elektrik bisa dihapus programmable read-only memory) pada awal tahun 1980 dan diperkenalkan ke pasar pada tahun 1984. Dua jenis utama dari memori flash yang dinamai [NAND](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/NAND_gate&usg=ALkJrhh0wENDo3a_GC88OFzqxJoV5mBHLg) dan [NOR](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/NOR_gate&usg=ALkJrhgnRlySk8GrgWsxStayD3eiDcFsaQ) [gerbang logika](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Logic_gate&usg=ALkJrhjLjzEPtyfIDs-kFKzihzWH6YhJDg) . Sel-sel memori flash individual menunjukkan karakteristik internal mirip dengan gerbang yang sesuai.

Sedangkan [EPROMs](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/EPROM&usg=ALkJrhjiS08Yp8ksDg_UNr1l12EVTMlyWw) harus benar-benar terhapus sebelum ditulis ulang, NAND-jenis memori flash dapat ditulis dan dibaca di blok (atau halaman) yang umumnya jauh lebih kecil dari seluruh perangkat. NOR-tipe flash memungkinkan satu [kata mesin](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_word&usg=ALkJrhgkNA4wRY1BCq0R-RzRoRELQ_V55A) (byte) yang akan written ke terhapus lokasi-atau membaca secara mandiri.

Jenis NAND beroperasi terutama di [kartu memori](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Memory_card&usg=ALkJrhiCH4LUZ3nv9UzEpp_iydqc5BKjXQ) , [USB flash drive](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/USB_flash_drive&usg=ALkJrhhj7ku3u18-9-17GeoF--LtZf9ZIg) , [solid-state drive](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive&usg=ALkJrhjWhZu-FWD0Cxu5J0dNfoo3BD89wA) (yang diproduksi pada tahun 2009 atau lambat), dan produk sejenis, untuk penyimpanan umum dan transfer data. NAND atau NOR memori flash juga sering digunakan untuk menyimpan data konfigurasi dalam berbagai produk digital, tugas yang sebelumnya dimungkinkan oleh EEPROM atau bertenaga baterai [RAM statis](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Static_RAM&usg=ALkJrhjDq6VCLIhD-CNBElcnARfMzjrzMA) . Salah satu kelemahan utama dari memori flash adalah bahwa ia hanya dapat bertahan jumlah yang relatif kecil dari siklus tulis di blok tertentu.

Contoh aplikasi dari kedua jenis memori flash termasuk komputer pribadi, [PDA](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Personal_digital_assistant&usg=ALkJrhgol6yg0xQeEDzP4_mAxSOKxjIQHw) , pemutar audio digital, [kamera digital](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_camera&usg=ALkJrhjrbk3U_pPBsQSjpt-y6gWjn_xeaA) , ponsel, synthesizer, video game, [instr](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_instrument&usg=ALkJrhh3bTyAQn6Duyuw4l0OuLgJCzr1NQ)

[umentasi ilmiah](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_instrument&usg=ALkJrhh3bTyAQn6Duyuw4l0OuLgJCzr1NQ) , [robotika industri](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_robotics&usg=ALkJrhgn9_kFz0q4pwssAurORf4fltu0sQ) , dan [elektronik medis](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_electronics&usg=ALkJrhh1go6HRMWNUysUlMyHKjiyAEIAqw) . Selain menjadi non-volatile, flash memory menawarkan cepat dibaca [waktu akses](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Access_time&usg=ALkJrhhSvE9BjIFcBrC4zLY-lFLToKb0EQ) , meskipun tidak secepat RAM statis atau ROM. resistensi shock mekanik Its membantu menjelaskan popularitasnya lebih [hard disk](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_disk&usg=ALkJrhgNms0TKbjQNqxZh0N1ksSbrE0UcQ) di perangkat portabel, seperti halnya daya tahan yang tinggi, kemampuan untuk menahan tekanan tinggi, suhu dan perendaman dalam air, dll .

Meskipun memori flash secara teknis jenis EEPROM, istilah "EEPROM" umumnya digunakan untuk merujuk secara khusus untuk EEPROM non-Flash yang bisa dihapus di blok kecil, biasanya byte. Karena menghapus siklus lambat, ukuran blok besar digunakan dalam memori flash menghapus memberikan keuntungan kecepatan yang signifikan atas non-Flash EEPROM saat menulis data dalam jumlah besar. Pada 2013 , Biaya memori flash jauh lebih sedikit dari EEPROM byte-programmable dan telah menjadi jenis memori yang dominan di mana pun sistem diperlukan sejumlah besar non-volatile [penyimpanan solid-state](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_storage&usg=ALkJrhjg1OSLlROWLhvJoQ6M1UdPLZ3MoA) .

**SEJARAH FLASH MEMORY.**

Flash memory (baik [NOR](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory&usg=ALkJrhjHYwN_UvZAvW4ZM3fnplF6czesAw#NOR_memories) dan [NAND](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory&usg=ALkJrhjHYwN_UvZAvW4ZM3fnplF6czesAw#NAND_memories) jenis) diciptakan oleh [Fujio Masuoka](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Fujio_Masuoka&usg=ALkJrhjy-5WQacNrIBVKszZmUPqrGRFZTQ) saat bekerja untuk Toshiba sekitar tahun 1980. Menurut Toshiba, nama "flash" disarankan oleh rekan Masuoka, Shōji Ariizumi, karena proses penghapusan isi memori mengingatkannya pada [lampu kilat kamera](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Flash_%28photography%29&usg=ALkJrhjl6PBPHGC90h9KH-2NqAXOSM1uHg) . Masuoka dan rekan disajikan penemuan di [*IEEE*](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Institute_of_Electrical_and_Electronics_Engineers&usg=ALkJrhiEyevB2Rn3M8ZVHPpws28Wai27eA) *1984 International Electron Devices Meeting* (IEDM) yang diselenggarakan di San Francisco.

[Intel Corporation](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Corporation&usg=ALkJrhiay5z1pQ1jxvz8fCfgOlRdb5y2gg) melihat potensi besar dari penemuan ini dan memperkenalkan komersial jenis NOR flash chip pertama pada tahun 1988. berbasis flash-NOR memiliki menghapus panjang dan menulis kali, tetapi menyediakan alamat dan data lengkap bus, yang memungkinkan [akses acak](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Random_access&usg=ALkJrhiwh7iP8aa6pQ6KycKV5EcK0r7cUQ) ke lokasi memori . Hal ini membuat pengganti yang cocok untuk tua [memori read-only](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Read-only_memory&usg=ALkJrhjHNIOGPRtHX-ZpWOEXGETRcDB9rA) (ROM) chip, yang digunakan untuk menyimpan kode program yang jarang perlu diperbarui, seperti komputer [BIOS](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/BIOS&usg=ALkJrhhwTgjEwsb6c8-6KTEFki22ZOX-Tg) atau [firmware](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Firmware&usg=ALkJrhhev4LIdHLJ8TBJKXqfsjI50uLQBA) dari [kotak set-top](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Set-top_box&usg=ALkJrhjRILxY2h8W5tc8VT7o39hcnmdpwA) . Daya tahan mungkin dari sesedikit 100 siklus menghapus untuk memori flash on-chip, ke 10.000 atau 100.000 siklus menghapus lebih khas, hingga 1.000.000 menghapus siklus. berbasis flash NOR adalah dasar awal Flash berbasis removable media; [CompactFlash](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/CompactFlash&usg=ALkJrhgsqIcUYf02zevBdJLh1OP3KRApEw) pada awalnya didasarkan pada itu, meskipun kartu kemudian pindah ke yang lebih murah NAND flash.

NAND flash telah

berkurang menghapus dan menulis kali, dan membutuhkan lebih sedikit area chip per sel, sehingga memungkinkan kepadatan penyimpanan yang lebih besar dan biaya yang lebih rendah per bit dari NOR Flash; juga memiliki hingga 10 kali daya tahan flash NOR. Namun, I / O interface flash NAND tidak menyediakan akses-acak bus alamat eksternal. Sebaliknya, data harus dibaca secara blok-bijaksana, dengan ukuran blok khas ratusan hingga ribuan bit. Hal ini membuat flash NAND tidak cocok sebagai pengganti drop-in untuk program ROM, karena kebanyakan mikroprosesor dan mikrokontroler membutuhkan akses random byte-tingkat. Dalam hal ini, NAND flash mirip dengan sekunder lainnya [perangkat penyimpanan data](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Data_storage_device&usg=ALkJrhgTNMvG4thskPLhGyga8CKhG1LdHA) , seperti hard disk dan [media optik](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_media&usg=ALkJrhhcW1M6ougOFdAQL4N-gNuOuRXNpg) , dan dengan demikian, sangat cocok untuk digunakan di perangkat penyimpanan massal, seperti [kartu memori](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Memory_card&usg=ALkJrhiCH4LUZ3nv9UzEpp_iydqc5BKjXQ) . Format removable media berbasis NAND pertama [SmartMedia](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/SmartMedia&usg=ALkJrhi1KfPdnj4lO3kj9zSSHqlBz3ezRA) pada tahun 1995, dan banyak lainnya telah mengikuti, termasuk:

* [MultiMediaCard](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/MultiMediaCard&usg=ALkJrhg5UVC2sr0lOAcbOy47rLve6ylbrg)
* [Secure Digital](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Digital&usg=ALkJrhj4pXedgCgTgK-9CuxXrIQWY6TgaQ)
* [Memory Stick](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Memory_Stick&usg=ALkJrhj2sgyIdgAdjm1s5Ae04QuKgQwX4A) , dan [Kartu xD-Picture](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/XD-Picture_Card&usg=ALkJrhi9vOo3nv2JXoz0kyuI7Yphm5ACIg) .

Sebuah generasi baru dari format kartu memori, termasuk [RS-MMC](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/RS-MMC&usg=ALkJrhhXAvBXHxlb6VmbwhLQQgSeeVxoSA) , [miniSD](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/MiniSD&usg=ALkJrhi_rn-sL0M80mpOWjpKDHUN7kTC5g) dan [microSD](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/MicroSD&usg=ALkJrhiAMNpo7f4su_S20yitvKfPLu9mqA) , fitur faktor bentuk yang sangat kecil. Misalnya, kartu microSD memiliki luas lebih dari 1,5 cm 2, dengan ketebalan kurang dari 1 mm. kapasitas microSD berkisar dari 64 [MB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Megabyte&usg=ALkJrhiRH8GkubHLr8zLelJvv1xqXqGjXw) sampai 256 [GB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Gigabyte&usg=ALkJrhg8RCqz53CSA4WVDdktKvC9ijur6Q) , pada Mei 2016.

**PRINSIP – PRINSIP OPERASI.**

Flash memory menyimpan informasi dalam array sel memori yang terbuat dari [floating-gerbang transistor](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Floating-gate_transistor&usg=ALkJrhgQFUBiQcyAR1jWtOHT-euf2cOTDg) . Dalam [single-level cell](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Single-level_cell&usg=ALkJrhi-KHTlQ73DXoDwqwi4KqnmWXRkMQ) perangkat (SLC), masing-masing toko sel hanya satu bit informasi. Dalam [multi-level cell](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-level_cell&usg=ALkJrhjklowtbr7fzHVuc5nX-LC4c_gnsw) (MLC) perangkat, termasuk [sel triple-tingkat](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Triple-level_cell&usg=ALkJrhiZZ-esHMr0X-i36iODx5OfWEm2HA) (TLC) perangkat, dapat menyimpan lebih dari satu bit per sel.

Gerbang mengambang mungkin konduktif (biasanya [polysilicon](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Polycrystalline_silicon&usg=ALkJrhi4QKpzTPZAaVvjKcz2mzbRXM0Efw) di sebagian besar jenis memori flash) atau non-konduktif (seperti dalam [SONOS](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/SONOS&usg=ALkJrhi6PayBON0-LWYfii__PItD9cPjlw) flash memory).

### Floating-gate transistor

Dalam memori flash, setiap sel memori menyerupai standar [MOSFET](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/MOSFET&usg=ALkJrhicDhOEPUK7ezyR-EOyEoIgOn5GnA) , kecuali bahwa transistor memiliki dua gerbang, bukan satu. Di atas adalah gerbang kontrol (CG), seperti pada transistor lainnya MOS, tetapi di bawah ini ada mengambang gerbang (FG) terisolasi di sekitar dengan lapisan oksida. FG adalah sela antara CG dan saluran MOSFET. Karena FG yang elektrik terisolasi oleh lapisan isolasi yang, elektron diletakkan di situ terjebak sampai mereka dihapus oleh aplikasi lain dari medan listrik (misalnya tegangan Terapan atau UV seperti dalam EPROM). Counter-intuitif, menempatkan elektron dari FG meneta

pkan transistor ke logika "0" negara. Setelah FG terisi, elektron di dalamnya [layar](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_field_screening&usg=ALkJrhh7h_ANOTkgUe_hmhh-Eqqxp92AiA) (sebagian membatalkan) yang [medan listrik](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_field&usg=ALkJrhjmvW7zMzl3sPh0HIyLpCsQdU0PdA) dari CG, dengan demikian, meningkatkan [ambang tegangan](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Threshold_voltage&usg=ALkJrhgJI1aQBZ29qB9MJgELgEZWD9EeDg) (V T1) dari sel. Ini berarti bahwa sekarang tegangan tinggi (V T2) harus diterapkan pada CG untuk membuat saluran konduktif. Dalam rangka untuk membaca nilai dari transistor, tegangan menengah antara tegangan threshold (V T1 & V T2) diterapkan pada CG. Jika saluran melakukan pada tegangan menengah ini, FG harus bermuatan (jika didakwa, kita tidak akan mendapatkan konduksi karena tegangan menengah kurang dari V T2), dan karenanya, logis "1" disimpan di pintu gerbang. Jika saluran tidak melakukan pada tegangan menengah, ini menunjukkan bahwa FG terisi, dan karenanya, logis "0" disimpan di pintu gerbang. Kehadiran logis "0" atau "1" dirasakan dengan menentukan apakah ada arus yang mengalir melalui transistor ketika tegangan menengah ditegaskan pada CG. Dalam perangkat multi-level cell, yang menyimpan lebih dari satu [bit](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Bit&usg=ALkJrhj-BOP0q9RiCAJ_0DX9IAlo3B04ow) per sel, jumlah aliran arus merasakan (bukan hanya kehadirannya atau tidak adanya), untuk menentukan lebih tepatnya tingkat muatan pada FG

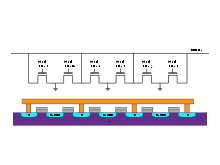
Biaya internal pompa.

Meskipun kebutuhan untuk pemrograman tinggi dan menghapus tegangan, hampir semua flash chip saat ini membutuhkan hanya tegangan catu daya tunggal, dan menghasilkan tegangan tinggi menggunakan on-chip [biaya pompa](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Charge_pump&usg=ALkJrhh3PjCUiHH8f1zaSZkiVAqKwbTlWA) .

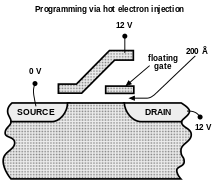
Lebih dari setengah energi yang digunakan oleh chip flash 1,8 V NAND hilang di pompa biaya sendiri. Sejak [konverter meningkatkan](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter&usg=ALkJrhjHQNfYIDvvQoiYPXw_JHnihQ11gg) secara inheren lebih efisien daripada pompa muatan, peneliti mengembangkan [daya rendah](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Low-power_electronics&usg=ALkJrhgLzRSsaZmX2-XK0qyYZKjFVRwZOg) SSD telah mengusulkan kembali ke ganda pasokan tegangan Vcc / Vpp digunakan pada semua flash chip awal, mengemudi tegangan Vpp tinggi untuk semua chip flash dalam SSD dengan tunggal bersama eksternal boost converter.

### NOR Flash

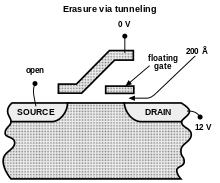
Dalam NOR flash, setiap sel memiliki satu ujung terhubung langsung ke tanah, dan ujung lainnya terhubung langsung ke saluran bit. Susunan ini disebut "NOR flash" karena bertindak seperti gerbang NOR: ketika salah satu baris kata (terhubung ke sel CG) dibawa tinggi, transistor penyimpanan yang sesuai bertindak untuk menarik output bit garis rendah. NOR Flash terus menjadi teknologi pilihan untuk aplikasi embedded yang membutuhkan perangkat memori non-volatile diskrit. Membaca rendah latency karakteristik NOR perangkat memungkinkan untuk kedua langsung eksekusi kode dan data storage dalam produk memori tunggal.]

[](https://en.wikipedia.org/wiki/File:NOR_flash_layout.svg)

NOR kabel memori flash dan struktur pada silikon

[](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Flash-Programming.svg)

Pemrograman NOR sel memori (pengaturan ke logis 0), melalui injeksi hot-elektron.

[](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Flash_erase.svg)

Menghapus NOR sel memori (pengaturan ke logika 1), melalui terowongan kuantum.

### Flash NAND

NAND Flash juga menggunakan [floating-gerbang transistor](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Floating_Gate_MOSFET&usg=ALkJrhgQtXAsPkwVwO1v9Kmpbo_fN4VCrw) , tetapi mereka terhubung dengan cara yang menyerupai [gerbang NAND](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/NAND_gate&usg=ALkJrhh0wENDo3a_GC88OFzqxJoV5mBHLg) : beberapa transistor yang terhubung dalam seri, dan garis bit ditarik rendah hanya jika semua baris kata yang ditarik tinggi (di atas transistor ' V T). Kelompok-kelompok ini kemudian terhubung melalui beberapa transistor tambahan untuk NOR-gaya array sedikit garis dengan cara yang sama yang satu transistor terhubung dalam NOR flash.

Dibandingkan dengan NOR flash, menggantikan satu transistor dengan kelompok serial-linked menambah tingkat ekstra menangani. Sedangkan NOR Flash mungkin mengatasi memori dengan halaman maka kata, flash NAND mungkin mengatasi dengan halaman, kata dan bit. Bit alamat tingkat setelan aplikasi bit-serial (seperti emulasi hard disk), yang mengakses hanya satu bit pada satu waktu. Mengeksekusi-di-tempat aplikasi, di sisi lain, memerlukan setiap bit dalam satu kata untuk diakses secara bersamaan. Ini membutuhkan kata-level pengalamatan. Dalam kasus apapun, kedua mode bit dan kata pengalamatan yang mungkin dengan baik NOR atau NAND flash.

Untuk membaca data, pertama kelompok yang diinginkan dipilih (dalam cara yang sama bahwa transistor tunggal dipilih dari array NOR). Selanjutnya, sebagian besar jalur kata yang menarik di atas T V dari sedikit diprogram, sementara salah satu dari mereka ditarik ke lebih dari V T dari bit terhapus. Kelompok seri akan melakukan (dan tarik sedikit garis rendah) jika bit yang dipilih belum diprogram.

Meskipun transistor tambahan, pengurangan kabel ground dan garis sedikit memungkinkan tata letak yang lebih padat dan kapasitas penyimpanan yang lebih besar per chip. (The kabel ground dan garis bit sebenarnya jauh lebih luas daripada garis di diagram.) Selain itu, flash NAND biasanya diizinkan mengandung sejumlah kesalahan (NOR flash, seperti yang digunakan untuk [BIOS](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/BIOS&usg=ALkJrhhwTgjEwsb6c8-6KTEFki22ZOX-Tg) ROM, diharapkan akan kesalahan-gratis). Produsen mencoba untuk memaksimalkan jumlah penyimpanan yang dapat digunakan oleh menyusut ukuran transistor.

#### Menulis dan menghapus

Flash NAND menggunakan [terowongan injeksi](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Tunnel_injection&usg=ALkJrhgOOfkJQIlue-cZFzvRwouMF4488A) untuk menulis dan [terowongan rilis](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Tunnel_release&usg=ALkJrhjm-IpFjr9Kj5EH9Q3SLA4ah0tzTQ) untuk menghapus. NAND flash memory merupakan inti dari removable [USB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus&usg=ALkJrhgSr0QLuBE0RxCfbDHMu237TEDJGQ) perangkat penyimpanan dikenal sebagai [USB flash drive](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/USB_flash_drive&usg=ALkJrhhj7ku3u18-9-17GeoF--LtZf9ZIg) , serta sebagian besar [kartu memori](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Memory_card&usg=ALkJrhiCH4LUZ3nv9UzEpp_iydqc5BKjXQ) format dan [solid-state drive](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive&usg=ALkJrhjWhZu-FWD0Cxu5J0dNfoo3BD89wA) yang tersedia saat ini.

### Vertikal NAND

Vertikal NAND (V-NAND) memori tumpukan sel-sel memori secara vertikal dan menggunakan [lampu kilat biaya perangkap](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Charge_trap_flash&usg=ALkJrhhwnhAt1PDrScdCOcpfOe-KIk5E8Q) arsitektur. Lapisan vertikal memungkinkan kerapatan sedikit areal yang lebih besar tanpa memerlukan sel-sel individual yang lebih kecil.

Struktur

V-NAND menggunakan [biaya perangkap Flash](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Charge_trap_flash&usg=ALkJrhhwnhAt1PDrScdCOcpfOe-KIk5E8Q) geometri (dirintis pada tahun 2002 oleh AMD) Yang menyimpan muatan tertanam silikon nitrida Film. Film tersebut adalah lebih kuat terhadap cacat titik dan dapat dibuat lebih tebal untuk menahan sejumlah besar elektron. V-NAND membungkus sel perangkap biaya planar menjadi bentuk silinder.

Sel memori individual terdiri dari satu planar lapisan polysilicon mengandung lubang diisi oleh beberapa silinder vertikal konsentris. Permukaan polysilicon lubang ini bertindak sebagai gerbang elektroda. Terluar silinder silikon dioksida bertindak sebagai gerbang dielektrik, melampirkan silikon nitrida silinder yang menyimpan muatan, pada gilirannya melampirkan silinder silikon dioksida sebagai dielektrik terowongan yang mengelilingi batang tengah melakukan polysilicon yang bertindak sebagai saluran melakukan.

sel memori di lapisan vertikal yang berbeda tidak saling mengganggu, karena biaya tidak dapat bergerak secara vertikal melalui media penyimpanan silikon nitrida, dan medan listrik yang terkait dengan gerbang erat dibatasi dalam setiap lapisan. Koleksi vertikal elektrik identik dengan kelompok serial-linked di mana memori flash NAND konvensional dikonfigurasi.Konstruksi

Pertumbuhan sekelompok sel V-NAND dimulai dengan tumpukan bolak melakukan (doped) lapisan polysilicon dan isolasi lapisan silikon dioksida.

Langkah berikutnya adalah untuk membentuk lubang silinder melalui lapisan ini. Dalam prakteknya, 128 [Gibit](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Gibit&usg=ALkJrhjlc6UlVANA-OhoHZO7n5NjDCEKxw) V-NAND chip dengan 24 lapisan sel memori membutuhkan sekitar 2,9 miliar lubang tersebut. Berikutnya permukaan bagian lubang ini menerima beberapa pelapis, silikon dioksida pertama, kemudian silikon nitrida, maka lapisan kedua dari silikon dioksida. Akhirnya, lubang diisi dengan melakukan (doped) polysilicon.

#### Kinerja

Pada 2013, V-flash NAND arsitektur memungkinkan membaca dan menulis operasi dua kali lebih cepat NAND konvensional dan dapat bertahan hingga 10 kali lebih lama, sementara mengkonsumsi daya 50 persen lebih sedikit. Mereka menawarkan kepadatan bit fisik yang sebanding menggunakan litografi 10-nm, tetapi mungkin dapat meningkatkan kepadatan bit hingga dua kali lipat.

lash datang dalam [ball grid array](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Ball_grid_array&usg=ALkJrhhic6Vvbpxl84L1eqdzd3i69qcySQ) paket (BGA), dan bahkan orang-orang yang tidak sering dipasang pada PCB sebelah paket BGA lainnya. Setelah [PCB Majelis](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/PCB_Assembly&usg=ALkJrhgZDyKSIINiqgLKKas5iIj_mH-Gqg) , papan dengan paket BGA sering dirontgen untuk melihat apakah bola yang membuat koneksi yang tepat untuk pad yang tepat, atau jika kebutuhan BGA [ulang](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Rework_%28electronics%29&usg=ALkJrhhl14cMzDNlk9qfz66ChE7Xf3vS_w) . Sinar-X ini dapat menghapus bit diprogram dalam flash chip (mengkonversi diprogram "0" bit menjadi terhapus "1" bit). Bit terhapus ( "1" bit) tidak terpengaruh oleh sinar-X. Beberapa produsen sekarang membuat X-ray bukti SD dan USB perangkat memori.

### NOR kenangan

Membaca dari NOR flash mirip dengan membaca dari random-access memory, memberikan alamat dan data bus dipetakan dengan benar. Karena itu, sebagian besar mikroprosesor dapat menggunakan memori flash NOR sebagai [mengeksekusi di tempat](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Execute_in_place&usg=ALkJrhi3sZX_y7wuqWR-VpkW0EIV_cqr6g) (XIP) memori, yang berarti bahwa program yang tersimpan di NOR flash dapat dieksekusi langsung dari NOR flash tanpa perlu disalin ke RAM pertama. NOR Flash dapat diprogram secara random-akses yang mirip dengan membaca. Pemrograman perubahan bit dari satu logis untuk nol. Bit yang sudah nol yang tersisa tidak berubah. Penghapusan harus terjadi blok pada satu waktu, dan me-reset semua bit di blok terhapus kembali ke satu. Ukuran blok khas adalah 64, 128, atau 256 [KiB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/KiB&usg=ALkJrhivVyEpY33u2DyUE_gZzIwrMmj7sQ) .

manajemen blok buruk adalah fitur yang relatif baru di NOR chip. Dalam NOR perangkat yang lebih tua tidak mendukung manajemen blok buruk, perangkat lunak atau [driver perangkat](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Device_driver&usg=ALkJrhh8pwCYQxN5EyuWK5wWEAqYM1Eghw) mengendalikan chip memori harus mengoreksi blok yang aus, atau perangkat akan berhenti bekerja andal.

perintah khusus yang digunakan untuk mengunci, membuka, program, atau menghapus NOR kenangan berbeda untuk masing-masing produsen. Untuk menghindari perlu software driver yang unik untuk setiap perangkat yang dibuat, khusus [umum Flash Memory Antarmuka](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Common_Flash_Memory_Interface&usg=ALkJrhixv1He2TmYgPgcLNvNOXY-3mrjzQ) (CFI) perintah memungkinkan perangkat untuk mengidentifikasi sendiri dan parameter operasi kritis.

Selain dimanfaatkan sebagai random-access ROM, NOR Flash juga dapat digunakan sebagai perangkat penyimpanan, dengan mengambil keuntungan dari pemrograman random-access. Beberapa perangkat menawarkan fungsionalitas baca-sementara-menulis sehingga kode yang terus mengeksekusi bahkan ketika sebuah program atau menghapus operasi terjadi di latar belakang. Untuk data sekuensial menulis, NOR flash chip biasanya memiliki kecepatan menulis lambat, dibandingkan dengan NAND flash.

Khas NOR Flash tidak memerlukan [kode mengoreksi kesalahan](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Error_correcting_code&usg=ALkJrhgS_pNuoZnialreaeuDjssMceq0Sw) .

### NAND kenangan

Flash arsitektur NAND diperkenalkan oleh Toshiba pada tahun 1989.ini diakses seperti [perangkat blok](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Block_size_%28data_storage_and_transmission%29&usg=ALkJrhjfNU_FVNdekBPREx-ZTZsuS952gw) , seperti hard disk. Setiap blok terdiri dari sejumlah halaman. Halaman biasanya 512 atau 2.048 atau 4.096 byte dalam ukuran. Terkait dengan setiap halaman adalah beberapa byte (biasanya 1/32 dari ukuran data) yang dapat digunakan untuk penyimpanan dari [kode mengoreksi kesalahan](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Error_correcting_code&usg=ALkJrhgS_pNuoZnialreaeuDjssMceq0Sw) (ECC) [checksum](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Checksum&usg=ALkJrhikZNC5LnlYufsEDCOZuK6uWgBYfg) .

ukuran blok khas meliputi:

* 32 halaman dari 512 + 16 byte masing-masing untuk ukuran blok 16 [kB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Kibibyte&usg=ALkJrhi4YSoUF0sqBrq45jdA5DA1a5R9VA)
* 64 halaman 2048 + 64 byte masing-masing untuk ukuran blok 128 kB
* 64 halaman 4.096 + 128 byte masing-masing untuk ukuran blok 256 kB
* 128 halaman 4.096 + 128 byte masing-masing untuk ukuran blok 512 kB.

Sementara membaca dan pemrograman dilakukan secara halaman, penghapusan hanya dapat dilakukan atas dasar blok.

Perangkat NAND juga memerlukan manajemen blok buruk dengan software driver perangkat, atau terpisah [kontroler](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory_controller&usg=ALkJrhhHVu2iXmNOM-GoqRiCHtexD3ImlQ) Chip. Kartu SD, misalnya, termasuk pengontrol sirkuit untuk melakukan pengelolaan blok buruk dan [mengenakan leveling](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Wear_leveling&usg=ALkJrhiab7m1Mp3chAe7zbn8sTDD-DCJAA) . Ketika sebuah blok logis diakses oleh perangkat lunak tingkat tinggi, itu dipetakan ke blok fisik oleh driver perangkat atau controller. Sejumlah blok pada chip flash mungkin disisihkan untuk menyimpan tabel pemetaan untuk menangani blok buruk, atau sistem mungkin hanya memeriksa setiap blok di power-up untuk membuat peta blok buruk di RAM. Kapasitas memori secara keseluruhan secara bertahap menyusut karena lebih banyak blok ditandai sebagai buruk.

NAND bergantung pada ECC untuk mengkompensasi bit yang mungkin secara spontan gagal selama operasi perangkat normal. Sebuah ECC khas akan memperbaiki kesalahan satu-bit di setiap 2048 bit (256 byte) menggunakan 22 bit ECC, atau kesalahan satu-bit di setiap 4096 bit (512 byte) menggunakan 24 bit ECC.Jika ECC tidak dapat memperbaiki kesalahan selama membaca, mungkin masih mendeteksi kesalahan. Ketika melakukan menghapus atau program operasi, perangkat dapat mendeteksi blok yang gagal untuk program atau menghapus dan menandai mereka buruk. Data tersebut kemudian ditulis ke yang berbeda, blok yang baik, dan peta blok buruk diperbarui.

[Hamming kode](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Hamming_code&usg=ALkJrhhz9T2qOw6Jm4XKSzGsPSgcNia8TA) yang ECC yang paling umum digunakan untuk SLC NAND flash. [Kode Reed-Solomon](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Reed%25E2%2580%2593Solomon_error_correction&usg=ALkJrhiIeETSjHrX3lDG3eAnSKmN1rikRg) kode dan Bose-Chaudhuri-Hocquenghem biasanya digunakan ECC untuk MLC NAND flash. Beberapa flash chip MLC NAND internal menghasilkan BCH kode koreksi kesalahan yang tepat.

Kebanyakan perangkat NAND dikapalkan dari pabrik dengan beberapa blok buruk. Ini biasanya ditandai sesuai dengan menandai strategi ditentukan blok buruk. Dengan membiarkan beberapa blok buruk, produsen mencapai hasil yang jauh lebih tinggi daripada yang mungkin jika semua blok harus diverifikasi baik. Hal ini secara signifikan mengurangi biaya NAND flash dan hanya sedikit mengurangi kapasitas penyimpanan bagian.

Ketika menjalankan perangkat lunak dari kenangan NAND, [memori virtual](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_memory&usg=ALkJrhh2UXOhxrBhifdzhb8mRDwgI4JK3A) strategi yang sering digunakan: isi memori pertama harus [paged](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Paging&usg=ALkJrhjKw8hNPqR4fjNRIP5FNixFCEsRHg) atau disalin ke RAM memori-dipetakan dan dieksekusi di sana (yang mengarah ke kombinasi umum NAND + RAM). Sebuah [unit manajemen memori](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Memory_management_unit&usg=ALkJrhjaGErDQ7Mrdp19shX80BqPDD92GA) (MMU) dalam sistem membantu, tetapi ini juga dapat dicapai dengan [overlay](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Overlay_%28programming%29&usg=ALkJrhhz94ioAkAgirz50wE5OVVtg7QTdA) . Untuk alasan ini, beberapa sistem akan menggunakan kombinasi NOR dan kenangan NAND, di mana lebih kecil NOR memori digunakan sebagai software ROM dan memori NAND yang lebih besar dipartisi dengan file system untuk

digunakan sebagai tempat penyimpanan data non-volatile.

NAND mengorbankan random-access dan melaksanakan-di-tempat keuntungan dari NOR. NAND paling cocok untuk sistem yang membutuhkan penyimpanan data berkapasitas tinggi. Ia menawarkan kepadatan tinggi, kapasitas yang lebih besar, dan biaya yang lebih rendah. Memiliki menghapus lebih cepat, menulis sekuensial, dan dibaca berurutan.

### Standardisasi

Sebuah kelompok yang disebut [NAND flash Kelompok Kerja Antarmuka Terbuka](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Open_NAND_Flash_Interface_Working_Group&usg=ALkJrhg0bWAJx_8VDHnnQzk07-0QpZn6Gg) (ONFI) telah mengembangkan antarmuka tingkat rendah standar untuk chip NAND flash. Hal ini memungkinkan interoperabilitas antara sesuai perangkat NAND dari vendor yang berbeda. The ONFI spesifikasi versi 1.0 dirilis pada 28 Desember 2006. Ini menentukan:

* antarmuka standar fisik ( [pinout](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Pinout&usg=ALkJrhgkoaOgHa9ZxwkdmjUv-WHp0Xn9-Q) ) untuk NAND flash dalam [TSOP](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Thin_small-outline_package&usg=ALkJrhhE0aVaoHhuLPE3Rv3ppt5E6T6epA) -48, WSOP-48, [LGA](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Land_grid_array&usg=ALkJrhgO-RO7lKVEVLwbAfOvDSiUPleAdA) -52, dan [BGA](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Ball_grid_array&usg=ALkJrhhic6Vvbpxl84L1eqdzd3i69qcySQ) -63 [paket](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/IC_package&usg=ALkJrhidGpo_Zz7XWiGW7y9honzTRnpw0g)
* perintah set standar untuk membaca, menulis, dan menghapus NAND flash chip
* mekanisme untuk identifikasi diri (sebanding dengan [deteksi kehadiran seri](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_presence_detect&usg=ALkJrhh704IOgAASiYfSddnakz098MCw6A) fitur modul memori SDRAM)

Kelompok ONFI didukung oleh produsen utama NAND flash, termasuk [Hynix](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Hynix&usg=ALkJrhgo4Bs0-UkJaVg0i9ioDpYkwLtd6Q) , [Intel](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Intel&usg=ALkJrhiMyNhrnzGey8msn5Tp1I4cQnvccw) , [Micron Technology](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Micron_Technology&usg=ALkJrhh5BcE0T30SHamS1UATHqx5ChIjBQ) , dan [Numonyx](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Numonyx&usg=ALkJrhiS42nhvHDR6-RG8RVRMTUYpORxjw) , serta oleh produsen utama perangkat menggabungkan chip NAND flash.

Dua utama produsen perangkat flash, [Toshiba](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Toshiba&usg=ALkJrhgafv29FvLK4mdQQksYK-vuLgdxBg) dan [Samsung](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Samsung&usg=ALkJrhjJj8-OlVtZfkrQGMNdb_jf25RZ3Q) , telah memilih untuk menggunakan antarmuka desain mereka sendiri dikenal sebagai Beralih Mode (dan sekarang Beralih V2.0). Interface ini tidak [pin-to-pin yang kompatibel](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Pin_compatibility&usg=ALkJrhj3vDhM5Zf_hJwLcrF8U1tXtZYd6Q#Pin-to-pin_compatibility) dengan spesifikasi ONFI. Hasilnya adalah produk yang dirancang untuk perangkat satu vendor mungkin tidak dapat menggunakan perangkat vendor lain.

Sekelompok vendor, termasuk [Intel](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Intel&usg=ALkJrhiMyNhrnzGey8msn5Tp1I4cQnvccw) , [Dell](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Dell&usg=ALkJrhj5BbqA5k19GOyDJpJzAKMuD8DiZg) , dan [Microsoft](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft&usg=ALkJrhg15oq8iP0Va63O9jbMx4t_CxcOnw) , membentuk [Memory host Non-Volatile Controller Interface](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/NVM_Express&usg=ALkJrhh6UEHyxd7AKGc-sxQhyhYW2TgdkA) (NVMHCI) Kelompok Kerja.dari kelompok ini adalah untuk menyediakan perangkat lunak standar dan antarmuka pemrograman hardware untuk subsistem memori nonvolatile, termasuk "Flash cache" perangkat yang terhubung ke [PCI Express](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/PCI_Express&usg=ALkJrhgMALQbl_-XNtVdKkMw-pCpDNvOyg) bus.

## Kapasitas

Beberapa Chip Sering Yang merespon untuk review mencapai Kapasitas Yang LEBIH Tinggi untuk review digunakan hearts Perangkat elektronik KONSUMEN seperti pemutar multimedia ATAU[GPSs](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/GPS&usg=ALkJrhjzautHrvMgviansol71EwGWd_6ZQ). Kapasitas chip flash umumnya mengikuti [Hukum Moore](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_Law&usg=ALkJrhhIe-2c1rOhqWj3x0DTVbXHMNiU0g) KARENA mereka diproduksi DENGAN Banyak sama [sirkuit terpadu](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_circuits&usg=ALkJrhhD0v73iQY7o2x3_I5UxUPKQ7LwZw) teknik Dan Peralatan.

Perangkat KONSUMEN penyimpanan berkedip biasanya diiklankan DENGAN ukuran Yang can be digunakan dinyatakan sebagai kekuatan bilangan bulat Kecil doa (2, 4, 8, dll) Dan penunjukan megabyte (MB) ATAU gigabyte (GB); . Such as inviting participation, 512 MB, 8 GB INI termasuk[SSD](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_drive&usg=ALkJrhjWhZu-FWD0Cxu5J0dNfoo3BD89wA) sebagai dipasarkan Pengganti hard drive, Sesuai DENGAN tradisional [hard drive](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Hard_drive&usg=ALkJrhhpwPK5a1kDvv_7i2DZ7duPSRH44g) , Yang using [awalan desimal](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/SI_prefix&usg=ALkJrhjUWgi5aPay9k89SJqTKlnRDX8R1A). Mencari Google Artikel demikian, SSD ditandai sebagai "64[GB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Gigabyte&usg=ALkJrhg8RCqz53CSA4WVDdktKvC9ijur6Q)"Setidaknya 64 × 1.000 3 byte (64 GB). Sebagian gede pengguna akan memiliki Kapasitas Yang Sedikit Kurang Dari Penyanyi Jumlah: Tersedia untuk review berkas mereka, KARENA Ruang Yang diambil Oleh sistem file metadata.

## **KECEPATAN Transfer**

Perangkat Memori Flash biasanya JAUH LEBIH Cepat hearts membaca daripada menulis. KINERJA also tergantung PADA KUALITAS pengontrol penyimpanan Yang Menjadi LEBIH Kritis ketika Perangkat sebagian Penuh.Bahkan ketika perubahan hanya untuk Manufaktur Adalah mati-menyusut, TIDAK adanya Kontrol Yang Tepat can be mengakibatkan KECEPATAN terdegradasi.

### Serial flash

Serial flash Adalah, Rendah Daya Memori Flash Kecil Yang antarmuka using serial, biasanya [Serial Peripheral Interface Bus](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus&usg=ALkJrhgBzH-BpYRSTfdkT5euPuCRlLFWWA)(SPI), untuk review berurutan AKSes data. Ketika dimasukkan Ke hearts [sistem embedded](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_system&usg=ALkJrhi2N-CxXp02h_5QNrptinesnaPmYA) , Berkedip seri memerlukan LEBIH Sedikit Kabel PADA [PCB](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Printed_circuit_board&usg=ALkJrhj8KqsLpwLBIC0kRyrVxX6A4MatBg) Dari Flash kenangan paralel, KARENA mentransmisikan Dan MENERIMA Data Satu bit PADA Satu Waktu. INI can be mengizinkan Equity Ruang dewan, konsumsi Daya, Dan mencakup biaya keseluruhan Sistem.

Ada beberapa Alasan mengapa Perangkat serial, DENGAN pin Yang LEBIH Sedikit eksternal Dari Perangkat paralel, Beroperasi signifikan can be Mengurangi mencakup biaya keseluruhan:

* Banyak [Asics](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Application-specific_integrated_circuit&usg=ALkJrhiEbJsTNL1dsJloBS6tQMs-a1KJcA) Adalah pad-Terbatas, Yang Berarti bahwa ukuran [die](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Die_%28integrated_circuit%29&usg=ALkJrhj4jnsOgaE5hTEnTIiL_epPwlgjLQ) dibatasi Oleh Jangka Waktu [ikatan kawat](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Wire_bond&usg=ALkJrhgxsLRxxVFDY1sNv8Vc1Uaxuuz2lg)Bantalan, daripada kompleksitas Dan Jangka Waktu Gerbang Yang digunakan untuk review Logika Perangkat. Menghilangkan Bantalan Obligasi sehingga memungkinkan Sirkuit terpadu Yang LEBIH kompak, PADA die Yang LEBIH Kecil; Penyanyi meningkatkan Jangka Waktu mati Yang can be Dibuat PADA[wafer](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Wafer_%28electronics%29&usg=ALkJrhgOzM8-UiJgIoHZtStHJh2XI5QLsg) , Dan DENGAN demikian Mengurangi mencakup biaya per mati.
* Mengurangi Jangka Waktu pin eksternal also Mengurangi Perakitan Dan [kemasan](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/IC_package&usg=ALkJrhidGpo_Zz7XWiGW7y9honzTRnpw0g)mencakup biaya. SEBUAH Perangkat seri can be dikemas hearts paket Yang LEBIH Kecil Dan LEBIH sederhana daripada Perangkat paralel.
* paket pin-hitung LEBIH Kecil Dan LEBIH Rendah menempati LEBIH Sedikit daerah PCB.
* Perangkat pin-count Rendah PCB menyederhanakan [routing yang](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Routing_%28EDA%29&usg=ALkJrhgOWPiSNdgoI-52MUWibhm5EhRjkg) .

Ada doa SPI JENIS flashdisk Utama. Beroperasi Pertama ditandai DENGAN Halaman Kecil Dan Satu ATAU LEBIH penyangga Halaman SRAM internal yang Yang memungkinkan Halaman Lengkap untuk review dibaca Ke penyangga, dimodifikasi sebagian, Dan kemudian Ditulis Kembali (such as inviting participation, Atmel[AT45](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/AT45&usg=ALkJrhjNOuulNa_PZItnnF9CN0Z4OWL7Aw) *DataFlash* ATAU[Micron Technology](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=id&prev=search&rurl=translate.google.com&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Micron_Technology&usg=ALkJrhh5BcE0T30SHamS1UATHqx5ChIjBQ)Halaman Erase NOR Flash). Beroperasi Yang Kedua Sektor Yang LEBIH gede. Sektor terkecil biasanya ditemukan di Flash SPI Adalah 4 kB, tetapi mereka can be sebagai gede sebagai 64 kB. Sejak Flash SPI TIDAK memiliki penyangga SRAM internal yang, halaman Lengkap Harus dibaca Dan dimodifikasi SEBELUM Ditulis Kembali, sehingga Lambat untuk review Mengelola. *SPI flash* LEBIH Murah daripada *DataFlash* Dan KARENA ITU Adalah PILIHAN yang Baik Saat Aplikasi Adalah Kode membayangi.