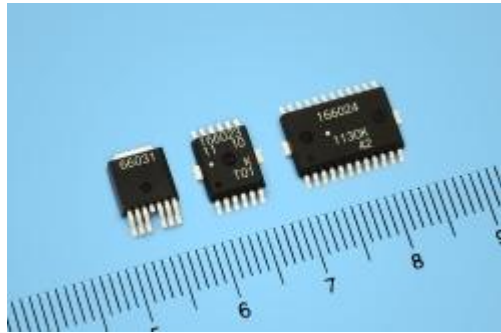


Elektronika : dari Mikro ke Nano

Perkembangan teknologi elektronika dari teknologi mikro hingga teknologi nano. Perkembangan teknologi elektronika dilihat dari sudut pandang ukuran komponen yang digunakan dari orde mikro meter hingga nano meter. Perkembangan teknologi elektronika ini dilihat dari perkembangan komponen semikonduktor yang dihasilkan oleh produsen komponen yang semakin kecil ukurannya hingga orde nano meter.

Orde mikro (m) dalam satuan menunjukkan nilai sepersejuta (10^{-6}). Satu mikrometer (1mm) misalnya, nilainya sama dengan sepersejuta meter (10^{-6} m). Sedang nano (n) menunjukkan nilai seper satu milyar (10^{-9}). Satu nano gram (1 ng) nilainya sama dengan seper satu milyar gram (10^{-9} g). Orde mikro adalah 1000 kali lebih besar dibandingkan orde nano, atau sebaliknya orde nano adalah seperseribu dari orde mikro.



Kalau dalam dunia elektronika kita mengenal komponen yang disebut mikrochip, berarti di dalam chip elektronik itu terdapat ribuan bahkan jutaan komponen renik berorde mikro. Jika teknologi elektronika kini mulai bergeser dari mikroelektronika ke nanoelektronika, hal ini berarti bahwa komponen-komponen elektronik yang digunakan berorde nano atau setingkat molekuler, bagian terkecil dari suatu materi. Berarti pula seribu kali lebih kecil dibandingkan ukuran komponen yang ada dalam mikrochip saat ini.

Sekitar tahun 1920-an, lahir konsep baru di beberapa pusat penelitian fisika di Heidelberg, Göttingen, dan Kopenhagen. Konsep baru tersebut adalah kuantum mekanika atau kuantum fisika yang semula dipelopori oleh Max Planck dan Albert Einstein, kemudian dilanjutkan oleh ilmuwan seperti Niels Bohr, Schrödinger, Max Born, Samuel A.

Goudsmith, Heisenberg dan lain-lain. Konsep ini secara fundamental mengubah prinsip kontinuitas energi menjadi konsep diskrit yang benar-benar mengubah pikiran yang sudah berjalan lebih dari satu abad. Sisi lain yang tak kalah mengejutkan sebagai akibat lahirnya konsep kuantum in adalah lahirnya fisika zat padat oleh F. Seitz dan fisika semikonduktor oleh J. Bardeen di Amerika Serikat, W.B. Sockley di Inggris dan Love di Rusia pada tahun 1940.

Kemajuan riset dalam bidang fisika telah mengantarkan para fisikawan dapat meneliti dan mempelajari berbagai sifat kelistrikan zat padat. Dari penelitian ini telah ditemukan bahan semikonduktor yang mempunyai sifat listrik antara konduktor dan isolator. Penemuan bahan semikonduktor kemudian disusul dengan penemuan komponen elektronik yang disebut transistor. Dalam perjalanan berikutnya, transistor tidak hanya mengubah secara mencolok berbagai aspek kehidupan moderen, tetapi transistor tergolong salah satu dari beberapa penemuan moderen yang memajukan teknologi dengan biaya rendah.

Transistor dapat dihubungkan pada rangkaian elektronik sebagai komponen terpisah atau dalam bentuk terpadu pada suatu chip. Pada tahun 1958, insinyur di dua perusahaan elektronik, Kilby (Texas Instrument) dan Robert Noyce (Fairchild) telah memperkenalkan ide rangkaian terpadu monolitik yang dikenal dengan nama IC (integrated circuit). Kemajuan dalam bidang mikroelektronika ini tidak terlepas dari penemuan bahan semikonduktor maupun transistor. Komputer digital berkecepatan tinggi bisa terwujud berkat penggunaan transistor dalam IC yang merupakan kumpulan jutaan transistor renik yang menempati ruangan sangat kecil, yang semula hanya bisa ditempati oleh sebuah transistor saja.

Serba Kecil

Berbagai produk monumental dari perkembangan teknologi elektronika hadir di sekeliling kita. Namun teknologi mikroelektronika bukan sekedar menghadirkan produk, tetapi juga menampilkan produk itu dalam bentuk dan ukuran yang makin lama makin kecil dengan kemampuan kerja yang lebih tinggi. Dapat kita sebut disini sebagai contoh adalah munculnya komputer dan telepon seluler (ponsel). Bentuk dini komputer moderen telah

menggunakan elektronika pada rangkaian-rangkaian logika, memori dan sistem angka biner. Komputer yang dibuat oleh J. Presper Eckert dan John W. Mauchly itu diberi nama ABC (Atonosoff-Berry Computer) yang diperkenalkan pada tahun 1942. Komputer ini berukuran sangat besar, sebesar salah satu kamar di rumah kita, karena di dalamnya menggunakan 18 ribu tabung hampa.

Komputer elektronik generasi pertama yang diberi nama ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer) dikembangkan pada zaman Perang Dunia Kedua dan dipakai untuk menghitung tabel lintasan peluru dalam kegiatan militer. Pergeseran penting dalam elektronika telah terjadi pada akhir tahun 1940-an. Fungsi tabung-tabung elektronik saat itu mulai digantikan oleh transistor yang dibuat dari bahan semikonduktor. Penggunaan transistor yang mulai mencuat ke permukaan pada tahun '70-an ternyata memiliki beberapa kelebihan dibandingkan tabung hampa elektronik, antara lain :

- Transistor lebih sederhana sehingga dapat diproduksi dengan biaya lebih rendah.
- Transistor mengkonsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan tabung hampa.
- Transistor dapat dioperasikan dalam keadaan dingin sehingga tidak perlu waktu untuk pemanasan.
- Ukuran transistor jauh lebih kecil dibandingkan tabung hampa.
- Daya tahan transistor lebih lama dan dapat mencapai beberapa dasawarsa.
- Transistor mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap guncangan dan getaran.

Komputer generasi kedua yang telah menggunakan transistor adalah IBM 1401 yang diluncurkan oleh IBM pada tahun 1959. Sebelumnya juga telah diluncurkan IBM 701 pada tahun 1953 dan IBM 650 pada tahun 1954. Munculnya rangkaian terpadu atau integrated circuit (IC) ternyata telah menggusur dan mengakhiri riwayat keberadaan transistor. Komputer generasi ketiga adalah sistem 360 yang juga diluncurkan oleh IBM. Dalam komputer ini telah menggunakan IC, yang kemudian disusul dengan penggunaan large scale integration (LSI), dan selanjutnya very large scale integration (VLSI). Pada tahun 1971, MITS Inc. meluncurkan ALTAIR, komputer mikro pertama yang menggunakan mikroprosesor Intel 8080. Komputer elektronik generasi berikutnya dikembangkan dengan menggunakan mikroprosesor yang makin renik sehingga secara

fisik tampil dengan ukuran yang lebih kecil, namun dengan kecepatan kerja yang jauh lebih tinggi. Pengaruh kemajuan dalam teknologi elektronika ini demikian pesatnya mengubah wajah teknologi dalam bidang telekomunikasi dan otomatisasi. Kemajuan dalam kedua bidang tersebut menyebabkan kontribusi sains ke dalam teknologi yang sangat besar, hampir mencapai 50 % dalam proses, sehingga teknologi semacam ini disebut High-Technology.

Selain pada komputer, kita juga bisa menyaksikan produk elektronik berupa ponsel yang proses miniaturisasinya seakan tak pernah berhenti, baik dalam aspek desain produknya maupun dalam aspek teknologi mikroelektronikanya. Sebagai anak kandung jagad mikroelektronika, kehadiran ponsel selalu mengikuti perkembangan teknologi mikroelektronika sehingga dapat tampil semakin mungil dan lebih multi fungsi dibandingkan generasi sebelumnya. Mengecilnya ponsel juga didukung oleh kemampuan para ahli dalam mengintegrasikan berbagai komponen baru yang ukurannya lebih kecil seperti mikrochip, yang kemampuannya selalu meningkat seiring dengan perjalanan waktu, dan semakin banyak fungsi yang dapat dijalankannya. Kini ponsel dengan berbagai fasilitas di dalamnya bisa masuk ke dalam gengaman tangan.

Beralih ke Nanoteknologi

Perkembangan teknologi telah mengantarkan elektronika beralih dari orde mikro ke nano, yang berarti komponen elektronika kelak dapat dibuat dalam ukuran seribu kali lebih kecil dibandingkan generasi mikroelektronika sebelumnya. Pada awal tahun '90-an, Dr. Rohrer, penemu tunneling electron microscope dan pemenang hadiah Nobel bidang fisika tahun 1986, meramalkan bahwa mikroelektronika akan segera digantikan oleh nanoelektronika atau quantum dot. Sedang prof. Petel (president UCLA) meramalkan bahwa teknologi fotonik akan menggantikan mikroelektronika di awal abad 21 ini. Feynman pada akhir tahun 1959 juga telah meramalkan akan hadirnya teknologi ini pada abad 21.

Para perintis nanoteknologi, suatu bidang baru teknologi miniatur, telah melihat kemungkinan penggunaan materi berukuran molekul untuk membuat komponen elektronika di masa depan. Dalam teknologi ini, ukuran sirkuit-sirkuit elektronika bisa jadi

akan lebih kecil dibandingkan garis tengah potongan rambut atau bahkan seukuran dengan diameter sel darah manusia. Ukuran transistor di masa mendatang akan menjadi sangat kecil berskala atom yang disebut quantum dot.

Suatu ketika di bulan Mei 1988, dalam acara konferensi pengembangan antariksa di Pittsburg, K. Eric Drexler, pakar komputer dari Universitas Stanford, Amerika Serikat, mengemukakan tentang peluang pengembangan nanoteknologi di masa mendatang. Teknologi ini didasarkan pada kemampuan membuat perangkat elektronika dengan ketelitian setingkat ukuran atom. Drexler melihat bahwa makhluk hidup merupakan bukti adanya nanoteknologi. Drexler menguraikan kemungkinan pembuatan alat seukuran molekul yang proses kerjanya menyerupai molekul dari protein yang menjalankan fungsinya di dalam tubuh manusia. Drexler juga meramalkan bahwa zaman nanoteknologi akan dimulai memasuki awal milenium tiga ini.

Dengan beralih ke nanoteknologi ini, tentu saja bidang yang paling banyak dipengaruhi adalah dalam disain komputer. Molekul-molekul akan dihimpun sehingga membentuk komponen elektronika yang mampu menjalankan tugas tertentu. Suatu terobosan besar akan terjadi bila para pakar dapat mewujudkan hal tersebut untuk membuat nanokomputer. Dengan komponen seukuran molekul, nanokomputer dapat masuk ke dalam kotak seukuran satu mikrometer. Komputer ini mampu bekerja ratusan ribu kali lebih cepat dibandingkan mikrokomputer elektronik yang ada saat ini.

Penelitian yang kini sedang dilakukan oleh para pakar adalah mengembangkan metode penggantian dengan materi protein terhadap molekul, alat memori dan struktur lain yang kini ada di dalam komputer. Jacob Hanker, profesor rekayasa biomedik dari Universitas North Caroline, AS, telah berhasil melakukan percobaan membuat komponen semikonduktor dengan bahan-bahan biologis. Mesin-mesin elektronik yang dinamai juga kuantum elektronik akan memiliki kemampuan mengolah pulsa yang jauh lebih besar. Kuantum teknologi ini akan mampu menerobos keterbatasan dan kejenuhan mikroelektronika yang ada saat ini. Perusahaan komputer IBM saat ini sedang merancang komputer dengan teknologi kuantum yang disebut kuantum komputer. Jika komputer tersebut telah memasuki pasar, maka komputer generasi pendahulu yang masih

menggunakan teknologi mikroelektronika bakal tersingkir. Teknologi baru ini bakal segera mengubah sistim jaringan telekomunikasi di awal milenium tiga ini. Teknologi ini juga akan membawa dunia kepada ciri-ciri baru dalam perangkat teknologinya, yaitu : berukuran sangat kecil, berkerapatan tinggi, kecepatan kerjanya tinggi, bermulti fungsi, memiliki kontrol yang serba otomatis, hemat dalam konsumsi energi dan ramah lingkungan.

Mukhlis Akhadi

Ahli Peneliti Muda di Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pasar Jumat, Jakarta