

# Masyarakat Informatika - Komponen Elektronika

Oleh : Irwan Ibrahim

## INTISARI

*Teknologi telekomunikasi dan komputer berkembang secara cepat dengan kecenderungan bahwa keduanya menunjukkan perpaduan yang makin kuat. Selanjutnya kombinasi dengan kemajuan pada bidang transmisi yang tidak kalah cepatnya akan membawa sistem komunikasi menjadi lebih efisien dan lebih pintar.*

*Keadaan tersebut kenyataannya tidak akan tercapai tanpa hasil-hasil menakjubkan dari sektor komponen elektronika ditinjau dari aspek miniaturisasi, keandalan serta biaya per fungsi. Percepatan perubahan secara teknologis telah mendorong minat dan penghargaan masyarakat terhadap informatika untuk kemudian menuju kepada apa yang populer sebagai masyarakat informasi.*

*Tulisan ini mencoba mengetengahkan kemajuan teknik yang membuka jalan ke arah masyarakat informasi tersebut diikuti dengan pengamatan khusus tentang keadaannya di negara kita.*

## PENDAHULUAN

**P**erkembangan serta kecenderungan dalam bidang telekomunikasi dan komputer akhir-akhir ini menunjukkan suatu yang jelas di hadapan kita bahwa perbedaan dari kedua teknologi senantiasa akan makin mengecil dan perpaduannya akan membawa sistem komunikasi menjadi lebih efisien, semakin pintar. Arah baru yang timbul, sebagai akibat penggabungan telekomunikasi

dengan komputer mendorong perlunya pendefinisian kembali strategi untuk pengembangan industri-industri yang berkaitan di seluruh dunia. Namun di dalam mengkaji manfaat teknologi komunikasi baru perlu diteliti sejauh mana industri informasi secara keseluruhan dapat cocok dengan keadaan sosial dan ekonomi nasional. Dihampir semua negara industri, telekomunikasi dan informasi merupakan suatu sektor ekonomi yang paling pesat kemajuannya. Dapat dikemukakan paling tidak empat kriteria utama sektor ini yang patut diperhatikan:

1. Telekomunikasi dan informasi telah mengambil porsi ekonomi yang cukup luas.
2. Biaya jasa komunikasi menurun sepanjang waktu.
3. Kebutuhan akan pelayanan-pelayanan komunikasi senantiasa meningkat dan tidak terlalu sensitip terhadap biaya.
4. Telekomunikasi adalah sektor ekonomi yang paling cepat berkembang, terutama karena komunikasi telah menjadi lebih murah dibanding barang atau jasa-jasa lainnya dalam ekonomi.

Percepatan perubahan secara teknologis, sebagai hasil perkembangan teknologi informasi baru, telah mendorong minat dan kesadaran masyarakat akan industri telekomunikasi, peranannya dalam membangun peralatan serta infrastruktur dari apa yang dikenal sebagai abad informatika. Apresiasi masyarakat terhadap telekomunikasi kiranya belum pernah lebih baik dari pada seperti waktu ini.

Tetapi apa sebetulnya yang menjadi kunci semua perubahan tersebut? Jawabannya adalah komponen elektronika. Komponen-komponen elektronika pada waktu ini menempati fungsi sentral dalam industri. Komponen adalah bahan utama bagi suatu rangkaian-rangkaian elektronika, yang selanjutnya dapat digabung-gabungkan menjadi sistem elektronika yang peranan dan kegunaannya sangat besar bagi industri sebagaimana juga untuk kehidupan sehari-hari.

Perkembangan secara revolusioner telah ditunjukkan oleh komponen elektronika yaitu dengan kemajuan-kemajuannya yang menakjubkan dalam unjuk kerja teknis. Penciutan dimensi yang luar biasa, dan turunnya harga per fungsi. Walaupun lompatan ke depan ini terutama terjadi pada satu sektor saja dari industri komponen yaitu semi konduktor, ini terbukti telah menjadi suatu technological push yang dampaknya dapat disaksikan masyarakat dunia diberbagai negara.

## **TELEKOMUNIKASI DAN INFORMASI.**

Kemajuan besar dalam elektronika untuk demikian banyak aplikasi di berbagai bidang telah memperlihatkan hasil-hasil yang mengagumkan. Seperti di-

ketahui bukanlah suatu kebetulan saja bahwa tabung elektron dipergunakan pertama kali untuk telegrafi tanpa kawat. Tuan Fleming dan Lee De Forest masing-masing sebagai penemu dioda dan trioda sangat jauh terlibat dalam telekomunikasi secara elektrik yang waktu itu berada pada tahap sangat awal. Selanjutnya hubungan yang begitu dekat antara elektronika dan telekomunikasi telah memungkinkan transmisi pembicaraan dan musik yang dilakukan tanpa kawat melalui komunikasi radio dan pemancar radio, dua bidang berdekatan yang sangat mendorong pertumbuhan dan pengembangan industri elektronika.

Tanpa elektronika tentunya tidak mungkin menanam kabel atau merentang kabel laut untuk membangun hubungan telepon. Sentral telepon digital moderen yang dikontrol oleh komputer tidak akan dapat dirancang tanpa menggunakan komponen dan modul elektronika mutakhir.

Suatu hal yang menarik disini adalah tenggang waktu yang demikian lamanya diperlukan untuk memperkenalkan elektronika kedalam fungsi-fungsi teleponi. Sungguhpun elektronik telephone repeater telah dipergunakan pertama kali sebelum Perang Dunia I, kenyataannya baru sekitar 15 tahun inilah elektronika betul-betul masuk kejantung sentral telepon.

Tidak lama setelah ditemukannya trioda pada tahun 1906, elektronika mulai memasuki dunia melalui repeater yang memang diperlukan sehubungan dengan sifat-sifat media transmisi waktu itu. Penggunaan kawat tembaga di udara dapat dimengerti telah menimbulkan masalah dengan meningkatnya pelanggan dan lalu lintas telepon. Kemudian diperoleh pemecahan yaitu mulainya dipakai kabel bawah tanah. Dengan cara ini dapat dikurangi masalah interferensi, interupsi dan pemeliharaan. Tetapi sinyal yang diterima menjadi agak lemah. Walaupun redaman ini dapat diatasi misalnya dengan self-inductance, namun tidak lebih baik dari apa yang dicapai dengan sistem kabel udara.

Pada tahun 1936 ditandai oleh kegiatan terobosan seperti pemasangan kabel coaxial untuk pertama kalinya dari New York ke Philadelphia dan Berlin ke Leipzig. Repeater yang diperlukan untuk berbagai sistem transmisi di atas memperlihatkan andil elektronika dalam telekomunikasi yang terus berlanjut hingga ditemukannya Pulse Code Modulation (PCM) oleh tuan Allan H Reeves, pada tahun 1938, bahkan sampai sekarang telekomunikasi tidak dapat dipisahkan lagi dari elektronika.

PCM digunakan pada sistem transmisi digital yang beroperasi atas dasar prinsip time division multiplex. Sistem digital memerlukan bandwidth yang lebih lebar dari sistem analog dengan jumlah kanal yang sama, tetapi sistem yang pertama relatif imun terhadap impulse noise dan interferensi. Sistem transmisi digital terdiri atas multi plexer dan digital line equipment yang selalu spesifik kepada kabel yang digunakan seperti untuk kabel coaxial, kabel serat optik.

Di bagian lain dapat diperhatikan pula evolusi sumbangan elektronika dalam sistem switching telepon. Dua tahun setelah penemuan telepon oleh tuan A.G. Bell, jaringan telepon umum untuk pertama kalinya dioperasikan di New Haven tahun 1878.

Mula-mula operasi dilakukan secara manual sampai diperkenalkannya sistem otomatis di tahun 1892. Penyempurnaan dari sistem otomatis "step by step" yang terkenal sebagai strowger system dengan cepat mendapatkan tempatnya di seluruh dunia. Pada tahun 1936 saja 50% dari 35 juta pelanggan di dunia telah dihubungkan dengan sentral otomatis. Prioritas terhadap intensifikasi otomatisasi telepon sampai kepada mencari suatu sistem yang tidak banyak membutuhkan perawatan, butuh sedikit ruangan, dan murah diproduksi. Pada waktu tersebut penyempurnaan dari sistem elektromekanis diperkirakan akan lebih memenuhi kebutuhan masa datang dibanding sentral elektronika yang menggunakan tabung. Sebetulnya sebelum perang dunia kedua sudah ada studi tentang pemanfaatan elemen semikonduktor yang mengarah kepada penemuan transistor. Pengkaitan hal ini dengan penemuan PCM sebelumnya, telah membuka jalan ke arah sistem switching digital berdasarkan time division multiplex.

Sentral telepon digital sama sekali berbeda dengan yang analog, pertama karena sentral digital ini menangani hanya sinyal-sinyal digital baik pada input maupun outputnya. Bila pelanggan analog dihubungkan kepada digital switching, maka konversi analog-digital dilakukan diperiferal sentral. Seluruh masalah yang berkaitan dengan penyediaan daya untuk panggilan, ringing voltage dan surge protection ditangani di sini, bukan dalam switching network. Kedua adalah bahwa sinyal digital pada setiap panggilan tidak dihubungkan secara terpisah, tetapi sejumlah besar panggilan serentak dihubungkan dengan prinsip time division multiplex, yang berarti switching network membangun hubungan sangat cepat yang diperlukan dari input ke output untuk setiap panggilan secara bergantian, diulang menurut siklus periodik. Karena kecepatan sampling PCM yang ditetapkan secara internasional 8000 per detik, dan sentral digital biasanya menerima 256 panggilan pada inputnya, maka cross point sentral tersebut akan diaktifkan lebih dari 2 juta kali setiap detiknya. Kecepatan sedemikian tentunya hanya bisa dicapai dengan menggunakan rangkaian elektronika.

Suatu hal lain yang perlu dikemukakan adalah tentang computer controlled system yang menggunakan processor control atau stored program control (SPC). Sentral telepon SPC pertama keluar menjelang tahun 1970. Sistem ini menyajikan fleksibilitas yang tinggi dalam pemberian layanan kepada pelanggan seperti abbreviated dialing. Di sisi lain, karena sentral telepon sering dituntut memiliki keandalan tinggi (maksimum total failure tidak lebih dari 2 jam dalam 40 tahun), maka sentral ini biasanya dilengkapi dengan dual processors hot standby mode. Sentral telepon digital juga memakai prinsip SPC, lahir pertama

kali sekitar tahun 1975. Disebabkan mahalanya processor dan memory pada mulanya dipakai pola kontrol terpusat. Kemudian setelah pesatnya perkembangan semikonduktor dan turunnya biaya-biaya muncul sentral digital dengan pola yang disebut kontrol tersebar. Bila durenungkan kembali, akan disadari bahwa jenis komunikasi secara elektrik yaitu telegrafi kenyataannya sudah dilakukan dalam bentuk digital. Sedangkan komunikasi analog dimulai dengan adanya telepon. Sampai saat ini kedua jenis komunikasi memiliki tempatnya masing-masing dan dapat bekerja berdampingan. Munculnya komunikasi dengan komputer-komputer dan antara komputer-komputer (komunikasi data) mendorong kebutuhan akan fasilitas transmisi informasi digital. Dengan suatu modem sebenarnya informasi digital bisa disalurkan melalui jaringan telepon analog. Namun kita dibatasi oleh sempitnya bandwidth. Di samping itu transmisi data sering menghendaki persyaratan tambahan lain hingga akhirnya saat ini kita terpaksa membangun jaringan yang berbeda untuk maksud telepon analog, teleks, data dan sebagainya.

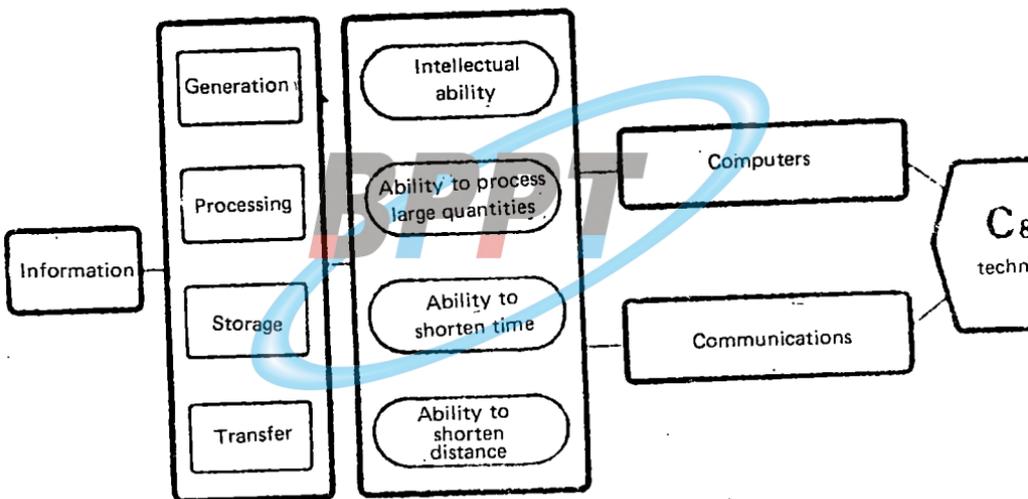
Dengan meningkatnya penggunaan transmisi digital sebagaimana juga jaringan telepon, maka dengan alasan praktis serta ekonomis jelas sangat diharapkan suatu jaringan digital universal untuk komunikasi. Jaringan yang populer dengan sebutan ISDN (Integrated Services Digital Network) disamping telepon direncanakan juga akan memungkinkan komunikasi data, teks, grafik dan images dalam berbagai bentuk.

## **MASYARAKAT INFORMASI.**

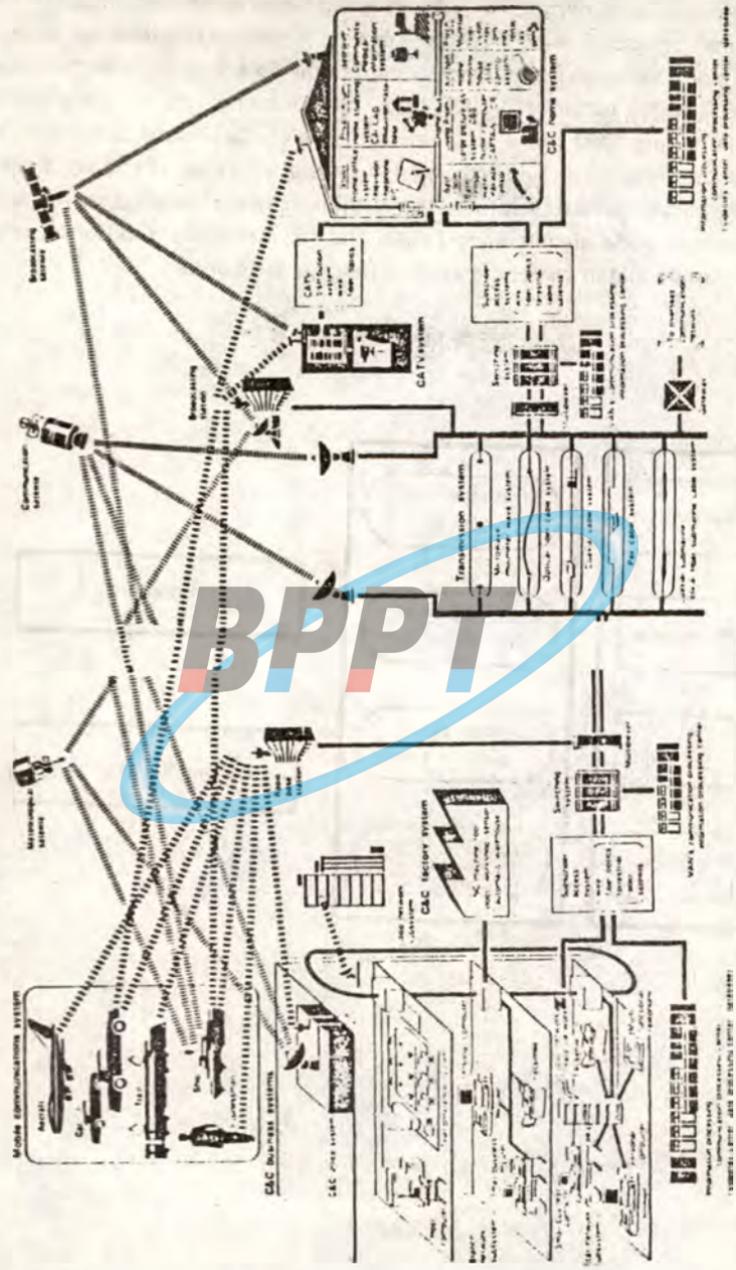
Informasi berasal dari manusia, pada mulanya berupa pikiran-pikiran yang terbentuk di dalam otak kemudian diungkapkan sebagai kata-kata, kalimat ataupun gambar. Dalam hal ini termasuk yang disampaikan atau diungkapkan secara lisan/langsung melalui telepon, serta dalam bentuk tertulis (surat, teleks, facimile) untuk keperluan dagang, dinas dan transaksi sosial lainnya. Lebih penting lagi adalah hal yang berupa ide-ide kreatif ke arah penemuan atau pengembangan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi serta penciptaan produk seni. Kalau diperhatikan memang pada dasarnya manusia mempunyai kegiatan untuk berkreasi, merencana ataupun mencipta. Pada waktu ini kegiatan tersebut sangat banyak dibantu oleh peralatan moderen yang kian luas penggunaannya. Juga didorong oleh kenyataan bertambah banyaknya ragam serta jumlah informasi yang diperlukan manusia. Karena makin banyak aplikasi untuk berbagai peralatan pengolahan informasi seperti personal computer, intelligent terminal, dengan sendirinya menambah pula kebutuhan terhadap teknologi komputer seperti word processing, graphic processing, CAD. Dengan demikian dapatlah dimengerti bahwa manusia dalam hidupnya yang selalu berinteraksi sesamanya selalu terlibat dengan informasi yang mana kebutuhan akan terus meningkat sesuai kualitas kegiatan mereka.

Di masa sekarang masalah informasi tidak terbatas pada penyiapannya saja, tetapi penting pula diperhatikan metoda pengiriman serta penyimpanan informasi tersebut yang baik secara tekno-ekonomi. Penanganan informasi tidak terlepas dari pada komunikasi moderen yang tampil dalam berbagai bentuk seperti ISDN, value added network (VAN), direct broadcasting satellite system (DBS), office automation (OA), local area network (LAN). Salah satu persyaratan penting di dalam pengiriman informasi adalah bahwa informasi itu dapat disampaikan tanpa cacat. Berarti informasi yang dikirim harus dapat diterima seperti bentuk asalnya pada alamat yang benar. Hal ini menuntut kebutuhan saluran transmisi dan peralatan switching yang terpercaya serta andal.

### INFORMASI DAN C & C



KEMUNGKINAN DALAM KOMUNIKASI MODERN.



Bertambah banyaknya jenis peralatan informasi dengan kemampuan makin tinggi yang dapat ditemukan di pasaran telah mendorong masyarakat untuk giat mengolah dan bekerja dengan informasi. Masyarakat sekarang terutama di negara-negara industri makin lama makin tergantung kepada informasi. Kantor-kantor mulai disiapkan menjadi tempat dimana pengolahan informasi berlangsung secara efektif, memungkinkan evaluasi data dengan cepat sedemikian hingga akan dihasilkan karya-karya dan kreasi pemikiran yang lebih gemilang. Dalam hal ini otomatisasi kantor sangat berperan karena kantor dengan sarana optimum dapat menangani semua pekerjaan rutin yang membosankan sementara staf bebas memusatkan pikiran kepada tugas-tugas khusus dengan nilai tambah yang lebih besar.

Informasi pada dasarnya sesuatu yang harus diketahui dan dibagi kepada banyak manusia, tetapi selama ini sirkulasinya terhambat terutama karena keterbatasan dalam teknologi komunikasi. Perkembangan teknologi komunikasi selanjutnya secara progresif mulai menurunkan biaya pengiriman informasi. Pada komunikasi konvensional biaya komunikasi justru relatif lebih tinggi dari nilai informasi sehingga mengakibatkan terganggunya sirkulasi informasi. Turunnya biaya yang dikeluarkan untuk sirkulasi informasi walaupun dengan nilai informasi cenderung naik, akan menciptakan keadaan dimana aliran sejumlah besar informasi terjadi. Hanya dengan keadaan seperti inilah apa yang disebut masyarakat informasi benar-benar dapat diwujudkan. Informasi dalam prakteknya bukanlah konsumsi bagi orang dalam kantor tertentu saja, tetapi konsumennya jauh menembus batas-batas kantor, daerah bahkan negara. Karena itu orang sudah memikirkan dan menyiapkan informasi/data dalam bentuk data base untuk berbagai bidang aplikasi ilmu pengetahuan misalnya struktur kimia, bio engineering, informasi medis dengan tujuan menjadi informasi internasional. Upaya ini tidak lain dilandaskan atas pemikiran bahwa kemajuan yang merupakan tujuan masyarakat dunia hanya bisa diraih dengan informasi, sebab hanya dengan informasi kita mampu mengetahui secara terperinci dari suatu sistem yang rumit.

## **KOMPONEN ELEKTRONIKA.**

Komponen elektronika dapat dibagi kedalam 2 kelompok yaitu komponen aktif dan komponen pasif.

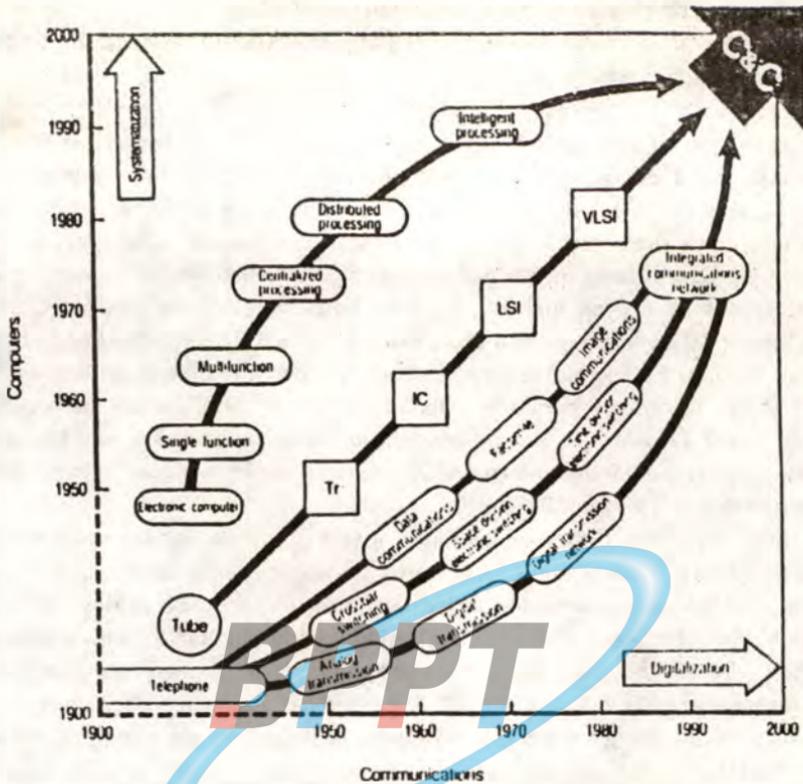
Komponen aktif dapat dibagi kembali menjadi bentuk solid state (semi-konduktor) dan bentuk hampa atau gas filled devices. Dan terdapat pula komponen aktif yang mempunyai kelompok tersendiri yang dikenal sebagai praga (display). Seluruh jenis komponen elektronika mengalami pengembangannya masing-

masing, dimana komponen solid state dengan cirinya (dimensi kecil, kebutuhan energi rendah) sering terlihat lebih menonjol.

Transistor ditemukan tahun 1947 dan memasuki pasaran pada tahun 1953. Walaupun pada saat itu transistor memiliki bidang frekwensi dan daya maksimum yang kurang menguntungkan dibanding tabung, namun dimensi fisik dan konsumsi energinya yang kecil tetap merupakan daya tarik yang kuat terutama untuk komputer yang beberapa waktu kemudian mulai giat dikembangkan serta pesawat penerima radio portable ataupun berbagai peralatan rumah tangga. Kehadiran transistor mendorong penelitian semikonduktor lebih intensip lagi. Masalah material menjadi perhatian yang sangat penting pula disamping masalah-masalah proses pembuatan komponen elektronika maupun aplikasinya. Dalam usaha mendapatkan suatu bahan yang dapat dipakai menutupi permukaan semikonduktor secara selektip sebelum proses difusi, ternyata silikon dioksida dianggap paling sesuai. Hal ini mendorong peralihan penggunaan bahan semikonduktor dari germanium kepada silikon. Silikon mudah dilapisi secara padat dan merata dengan lapisan oksida melalui proses oksidasi. Di samping itu silikon tersedia dalam jumlah yang jauh lebih banyak dibanding germanium dan juga mampu bekerja pada temperatur yang lebih tinggi. Pada mulanya memang ditemui kesulitan di dalam pemurnian dan pembentukan silikon kristal tunggal. Tetapi sejak sekitar tahun 1960 masalahnya telah terpecahkan hingga kini dapat diproduksi silikon kristal tunggal sepanjang satu meter dengan diameter 15 atau 20 cm.

### KOMPONEN ELEKTRONIKA

Active elements		Passive elements
Vacuum or gas-filled	Solid-state devices	
Transmitting tubes Receiving tubes Camera tubes Image intensifiers X-ray tubes	Diodes Rectifiers Transistors Thyristors Triacs Integrated circuits	Resistors (linear and nonlinear) Capacitors Inductors Magnetic materials Connectors Switches
Displays  Picture tubes Oscilloscope tubes Plasma panels Vacuum-fluorescent panels	Liquid crystals Light-emitting diodes	



### PERKEMBANGAN KOMPONEN KOMPUTER KOMUNIKASI

Kombinasi kemampuan untuk memproduksi silikon ukuran besar dengan penurunan dimensi transistor telah berhasil menurunkan harga transistor silikon diskrit. Namun kemudian dijumpai tantangan baru yaitu mulai sulitnya mencari kecocokan pemakaian transistor sebagai komponen elektronika dalam suatu sistem makro. Ini kemudian menjadi salah satu dasar pemikiran ke arah rangkaian terpadu (intergrated circuit). Seperti halnya transistor pertama, IC pada mulanya juga ditandai dengan ketidak sempurnaan serta mahal. Tetapi justru keadaan ini rupanya yang mendorong para ahli bekerja lebih keras lagi hingga dicapai keadaan sekarang.

Diawal kehadirannya, pembuatan IC dihadapkan kepada persoalan seperti berikut:

- Karakteristik transistor yang diperoleh berbeda dari satu wafer ke wafer yang lain

- Tahanan dan kapasitor besar sukar dan mahal dibuat
- Kompleksitas yang tinggi dari chip yang lebih luas sulit dikerjakan, tingkat keberhasilan rendah.

Persoalan di atas lebih banyak ditemukan pada rangkaian analog dimana hubungan input dengan sinyal output sangat penting dibanding rangkaian digital. Karena itulah sebagian besar IC mula-mula hanya terdiri atas rangkaian sederhana. Transistor pada IC dibuat dengan melakukan difusi vertikal ke dalam silikon, teknologi ini dikenal sebagai bipolar sebab operasi transistor tersebut tergantung kepada dua muatan yang berbeda, electrons dan holes. Baru pada sekitar tahun 1965 muncul teknologi FET (Field Effect Transistor) sebagai saingan bipolar. FET kemudian berkembang lagi dan kini dikenal sebagai teknologi CMOS. Terobosan berikutnya terjadi di tahun 1970 dengan berhasilnya dibuat 1 KB DRAM. Ini kemudian dengan cepat sangat menurunkan harga storage secara spektakular hingga MOS memory dapat dianggap sebagai daya dorong dibelakang pengembangan IC.

Saat ini dunia bicara penempatan jutaan bit pada sebuah chip silikon tunggal. Miniaturisasi dimensi akan terus berlanjut, pembatasannya mungkin datang dari panjang gelombang radiasi yang digunakan pada proses litografi, ataupun efek-efek fisis, elektrik yang terjadi. Perlu diketahui bahwa pasaran memory digital menjadi begitu berkembang setelah munculnya integrated microprocessor pada tahun 1971/1972. Perpaduan antara memory yang lebih baik dan murah dengan processor membuka jalan kepada apa yang populer sebagai digital era. Jadi setelah transistor menggantikan hampir seluruh peranan tabung, IC masuk menjadi pemeran utama disetiap bidang elektronika antara lain karena alasan sebagai berikut:

1. Transistor terkecil didalam suatu IC pada waktu ini ukurannya hanya sepersejuta kali transistor germanium pertama yang dibuat di tahun 1953.
2. Demikian juga dengan konsumsi energi dan harganya mendekati sepersejuta kali.
3. Kecenderungan miniaturisasi ini akan terus berlanjut karena memang belum mencapai batasnya.

Beberapa waktu terakhir ini misalnya dalam teknologi informasi yang sangat besar perkembangannya, kelihatan kebutuhan terhadap "IC khusus" yang pemenuhannya lebih menuntut kerjasama dengan produsen IC. Ini membuka kegiatan baru yang disebut "application specific IC" atau ASIC sebagai arah pertumbuhan pasar IC.

Hal lain yang kiranya juga perlu diutarakan adalah bahwa untuk pembuatan IC, komponen biaya pengujian, pengemasan dan pemasangan sering lebih mahal

dan tidak seimbang dengan biaya pembuatan chip semikonduktornya yang justru terus turun. Di samping itu untuk chip yang sangat besar dihadapi pula masalah titik-titik sambung yang begitu kecil hingga sekarang mulai muncul teknik pemasangan IC yang dikenal dengan istilah surface mounting.

Sebagaimana telah disinggung di atas, silikon adalah bahan utama untuk pembuatan komponen elektronika mulai dari transistor diskrit sampai kepada IC. Ini saja rupanya tidak cukup, silikon bahkan sering disebut sebagai material dari abad informatika. Tetapi substansi yang luar biasa ini yang telah memungkinkan munculnya komputer mikro dan satu megabit dynamic memory ternyata juga memiliki batasan kemampuan. Silikon diketahui tidak dapat memperkuat sinyal gelombang mikro secara efisien pada frekwensi sangat tinggi yang sering dibutuhkan misalnya untuk sistem komunikasi terrestrial. Bahan ini tidak bisa digunakan untuk membuat rangkaian potonik, tidak cocok untuk integrasi monolitik dari rangkaian potonik dan elektronika pada chip yang sama. Di samping itu dikatakan bahwa silikon tidak dapat dipakai untuk memproduksi elemen gelombang mikro monolitik aktif maupun pasip. Bahan inipun relatif memiliki sifat toleransi temperatur dan daerah tahanan radiasi yang sempit.

Mengingat keadaan di atas, para ahli terpaksa berupaya mencari bahan alternatif dengan kembali melihat kepada kelompok III (aluminium, gallium, indium) dan V (pospor, arsenik) dari Tabel Periodik. Bahan semikonduktor yang dibuat dari kombinasi kelompok III dan V tersebut memiliki keunggulan atas silikon yaitu dari aspek frekwensi maksimum dan temperatur operasi, pembangkitan cahaya, toleransi radiasi, integrasi monolitik dari potonik dan elektronika, integrasi monolitik elemen gelombang mikro aktif dan pasip. Secara konkrit keunggulan tersebut dapat dilihat melalui hasil eksperimental, bahwa transistor silikon mampu mengadakan sambungan  $10^9$  kali/detik atau 10 GH. Sedangkan transistor yang terbuat dari galim-arsenida dapat mencapai 230 GH atau 23 kali kecepatan transistor silikon.

Galium arsenida atau Ga As dewasa ini merupakan bahan semikonduktor kelompok III-V yang paling banyak digunakan. Negara-negara industri berlomba-lomba melakukan riset dengan biaya besar dalam bidang ini, terutama karena melihat sifat imun radiasi yang dimiliki GA As yang sangat penting bagi maksud aplikasi ruang angkasa dan pertahanan.

Pasaran Ga As di Amerika pada tahun 1985 lebih kurang USD 130 juta, dan diperkirakan dapat mencapai USD 1 milyar di tahun 1990. Di samping untuk keperluan pertahanan, pasar tersebut berada di bidang komputer dan komunikasi. Sebab industri komputer menginginkan IC yang lebih cepat untuk memory chip, complec logic chips dan arithmetic processing chip. Sedangkan komunikasi membutuhkan rangkaian liner dengan daya tinggi untuk radio gelombang mikro dan IC kecepatan tinggi daya rendah untuk sistem serat optik



## INFORMATIKA DI INDONESIA.

Sebagaimana perkembangannya di dunia, Indonesiapun dengan kecepataannya sendiri mengalami pertumbuhan di bidang informatika. Walau sebelumnya informasi sudah dikenal secara terbatas, maka sebetulnya kebutuhan mulai terasa besar peningkatannya sewaktu diperkenalkannya televisi pada tahun 1962 yang kemudian disusul dengan pengoperasian Palapa sebagai Sistem Komunikasi Satelit Domestik pada tahun tujuh puluhan. Selanjutnya keputusan untuk program digitalisasi sistem telepon diawal tahun delapan puluh dan mulainya dipakai kabel serat optik telah melengkapi pokok-pokok yang dipersyaratkan untuk penanganan informasi secara efisien. Walaupun pada saat ini siaran TV misalnya sudah mencakup 65% penduduk Indonesia, tetapi jenis siaran dan informasi yang disampaikan masih jauh dari kemampuan sebenarnya. Rencana-rencana sudah disusun untuk lebih memanfaatkan utilisasi Palapa dengan meningkatkan jam operasi yang diisi dengan penyajian berbagai informasi spesifik yang mulai dibutuhkan untuk mempercepat kemajuan kegiatan pembangunan disegala bidang.

Dalam bidang telepon, program untuk meningkatkan jumlah satuan sambungan dipersiapkan untuk seluruh tanah air. Dalam Repelita IV saja ditargetkan paling sedikit terpasang 750.000 satuan sambungan telepon yang dihubungkan dengan sentral-sentral digital. Dan untuk Repelita V dicanangkan untuk menambah sekitar 2 juta satuan sambungan baru sedemikian sehingga kepadatan telepon saat ini sebesar 0,5 per seratus penduduk atau terendah di antara negara ASEAN akan bisa ditingkatkan menjadi setaraf dengan keadaan dikebanyakan negara dibelahan bumi Asia Tenggara ini. Pembangunan sarana telekomunikasi ini bukan hanya sekedar jumlah satuan sambungan telepon yang besar, tetapi jauh dari pada itu. Bidang transmisi mulai pula ditata dan diperbaharui dengan teknik digital baik menggunakan sistem gelombang mikro maupun kabel serat optik. Dilain pihak sistem komunikasi data pun dikembangkan antara lain melalui packet satellite network (packsatnet) atau menggunakan saluran-saluran sewa khusus.

Hubungan untuk perolehan ke dunia internasional sudah dapat pula diselenggarakan menggunakan sistem komunikasi data paket (SKDP) yang mulai banyak peminatnya. Pada sisi selanjutnya terlihat kemajuan di dalam otomatisasi kantor, komputer sudah tidak merupakan benda asing lagi, gedung-gedung mulai dilengkapi local area network yang membangun hubungan komunikasi internal sehingga menjamin efisiensi pemanfaatan data dan informasi. Usaha ke arah konsep jaringan digital terpadu pun telah sering dibahas untuk kebutuhan nasional. Bahkan beberapa instansi telah mensyaratkan kemampuan apa yang disebut ISDN dalam pengadaan telepon rumah otomatis digital (PABX digital).

Dalam bidang khusus misalnya telah banyak pula digunakan mesin produksi otomatis/programatis (NC, CNC machines dan sebagainya) yang menunjukkan makin tingginya kebutuhan akan data dan informasi dengan aktualitas yang tinggi.

Untuk sektor rekayasa dan industri termasuk perangkat keras ataupun lunak secara bertahap mulai tampil dalam kegiatan pengolahan data informasi. Tercatat tidak kurang dari 28 buah computer house dan sejenisnya yang ikut menunjang 32 buah industri komputer terdaftar dan para konsumen atau pemakai. Tenaga ahli terampil diberbagai instansi seperti di ITB, UI, LIPI telah bekerja menunjukkan kemampuan dibidang ini. Bahkan di ITB dan UI misalnya bidang informatika mendapatkan perhatian khusus dan banyak diminati. Hal serupa juga mulai ditemukan pada beberapa industri komputer dan elektronika profesional kita.

Namun demikian karena negara kita sebagai salah satu negara sedang berkembang yang relatif baru memasuki alam informatika ini bukannya tidak menghadapi permasalahan. Bagi Indonesia yang menyangkut kebijakan nasional yaitu bagaimana mempersiapkan negara dan bangsa dalam jangka pendek, sedang dan panjang agar mampu mendaya gunakan ilmu pengetahuan komputer dan informatika untuk pembangunan nasional. Dalam hal itu, faktor manusia menjadi besaran yang strategis. Tetapi sumber daya manusia baru dapat dijadikan faktor produktif bila telah diberikan nilai tambah melalui proses pendidikan dan latihan selama jangka waktu yang sudah tertentu. Jelas bahwa kunci utama sebetulnya adalah pendidikan dan latihan itu sendiri. Laju perkembangan serta perpaduan yang sangat cepat dari teknologi komputasi, komunikasi digital, perangkat penyimpan informasi, intelegensi buatan merupakan tantangan dan kesempatan yang besar bagi kita untuk mendaya gunakannya.

Negara maju kebanyakan telah menata diri untuk mengambil manfaat dari tantangan dan kesempatan tersebut, akan tetapi tidak demikian halnya dengan negara-negara sedang berkembang seperti Indonesia. Banyak hal yang harus diperbuat, terutama dalam bidang pendidikan & latihan. Misalnya saja mengenai tenaga ahli dan terampil untuk bidang teknologi komputer dan informatika yang masih sedikit jumlahnya, belum cukup besarnya penghargaan dan pengertian terhadap data/informasi. Sering ditemui kecerobohan di dalam memperlakukan informasi, padahal informasi telah disepakati sebagai sumber daya yang harus dipelihara dan dimanfaatkan sebesar-besarnya secara tepat. Memang dari hal ini dapat digaris bawahi bahwa dalam informasi, pendidikan ilmu pengetahuannya saja belum cukup, tetapi perlu pendidikan sikap yaitu usaha agar seseorang itu mampu dan berbuat menghargai informasi yang makin lama makin penting untuk pemecahan masalah-masalah multi ragam yang dihadapi. Selanjutnya di samping kuantitas upaya pendidikan dan latihan yang dilaksanakan yang men-

cakup jumlah yang dididik, pendidik, investasi, perangkat keras & lunak yang perlu diadakan, harus disusun kurikulum dan materi pendidikan komprehensif yang menjamin mutu hasil pendidikan baik dari pengetahuan maupun sikap terhadap informatika.

#### Proyeksi Permintaan dan Penyediaan Tenaga Tingkat Tinggi

No.	Keahlian	Jumlah 1980	Kebutuhan 1989	Tambahan yang perlu per tahun
1.	Sarjana Teknik	15.000	105.000	11.670
2.	Ilmuwan	5.000	11.700	1.300
3.	Sarjana Pertanian	5.600	16.500	1.840
4.	Akuntan	1.600	20.000	2.230
5.	Sarjana Ekonomi	5.000	15.200	1.690
6.	Administrator/Manager	85.000	411.000	45.670
Total		117.200	579.400	64.380

*"Perkiraan Bank Dunia dan UNESCO"*

Tabel di atas menunjukkan betapa cukup besarnya jumlah pemakai atau calon pemakai komputer dan jasa informatika. Padahal pernah tercatat bahwa jumlah tenaga pendidik yang mampu memberi pengetahuan serta keterampilan dasar di bidang ilmu dan teknologi komputer dan bersedia mengajar hanya sekitar 500 orang diseluruh Indonesia. Angka ini jauh dibawah kebutuhan yang diperkirakan antara 15 – 20.000 orang. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu suatu strategi pengadaan tenaga yang harus dapat diterjemahkan kedalam rencana operasional.

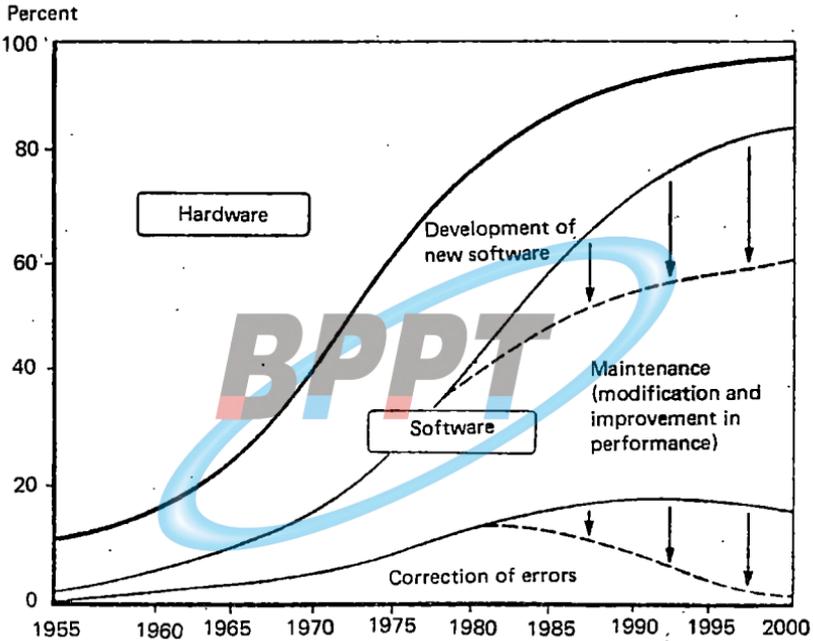
Berikut ini ditampilkan suatu perkiraan jumlah tenaga profesional di bidang Ilmu & Teknologi Komputer dan Informatika pada tahun 1989.

Jumlah angkatan kerja (orang)	
Berpendidikan menengah	: 8.200.000
Berpendidikan tinggi	: 580.000
Kebutuhan tenaga profesional (orang)	
Berpendidikan menengah	: 49.200
0,6% nya untuk operator yang memasukkan data.	: 2,952
0,6% nya untuk operator komputer, programmer, tenaga pengajar	: 2,952
Berpendidikan tinggi	: 11.600
2,0% nya untuk programmer, analis sistem spesialis	

data base, spesialis perpustakaan, perancang sistem, jaringan komputer, perancang perangkat keras/lunak dan tenaga pengajar

Kalau ditinjau dari sudut aplikasi, sampai sekarang didominasi untuk jenis kegiatan operasional seperti administrasi kepegawaian, akuntansi, pergudangan dan sebagainya.

### PERMASALAHAN PERANGKAT LUNAK



Pemanfaatan untuk desain dan produksi pada beberapa industri ternyata cukup menonjol misalnya di PT. IPTN, PT. PAL. Sedang informatika untuk manajemen, pengendalian operasi organisasi kelihatannya belum cukup berkembang, tetapi gerakan ke arah ini makin meningkat. Karena itu tepatlah apa yang dikatakan oleh beberapa pimpinan nasional bahwa pada waktu ini masyarakat harus menempatkan informatika sebagai prioritas utama, karena masyarakat yang menguasai informasi akan mampu berbuat lebih banyak untuk mengisi pembangunan.

### KOMPONEN ELEKTRONIKA DI INDONESIA.

Kalau pada uraian di muka telah dibicarakan mengenai peranan informati-

ka, kemampuan pengoperasian perangkat keras dan tenaga terampil yang berkaitan, maka di sini dicoba mengamati keadaan industri peralatan informatika khususnya komponen elektronika di Indonesia. Memang banyak pihak di negara kita yang menyadari penting dan peran strategis dari komponen elektronika dalam informatika dan komputer atau bahkan dalam elektronika secara keseluruhan. Hal ini sering diperbincangkan yang kesimpulannya selalu menguatkan tentang sifat strategis komponen tersebut. Namun banyak kalangan juga menyadar dari hal-hal yang berkaitan dengan komponen elektronika itu antara lain:

1. Banyaknya jenis/tipe komponen elektronika.
2. Laju pertumbuhan permintaan yang mengesankan 15–20% per tahun. CMOS memory bahkan 50–100% per tahun.
3. Pasar/perdagangan dengan skala internasional.
4. Persyaratan yang sangat tinggi dilihat dari standar teknis, investasi.

Untuk suatu industri komponen dengan nilai strategis demikian dituntut penguasaan menyeluruh atas teknologi komponen itu sendiri maupun proses produksi, pemilihan material, pengaturan bagian produksi, serta kontrol mutu produk akhir.

Jelas usaha ini suatu kegiatan padat modal yang harus dikelola secara profesional oleh para ahli yang berdedikasi. Komponen elektronika sebetulnya pernah dirintis oleh beberapa industri kita, misalnya PT. Philips Ralin mencoba membuat resistor, diikuti oleh yang lain dalam pembuatan kapasitor, trafo dan sebagainya. Namun usaha di atas belum mencapai industri yang diinginkan dan mencakup hanya komponen pasip sederhana, belum komponen aktif. Untuk komponen aktif mulai dilakukan oleh dua industri PMA yaitu nasional Semiconductor dan Fairconductor dan Fairchild sekitar tahun 1974. Kegiatan dua industri yang mengerjakan komponen aktif transistor dan berbagai IC itu melibatkan ribuan tenaga kerja lokal tetapi bentuk pekerjaannya hanya berupa bagian akhir saja dari keseluruhan proses. Tahun 1985/1986 kedua industri itu malah mundur kegiatannya, salah satu diantaranya tutup dan lainnya mengalami alih pemilikan dengan kegiatan yang sangat menurun dalam bidang komponen elektronika. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa saat ini Indonesia belum memiliki industri komponen elektronika yang menghasilkan komponen aktif.

#### PEMASOK IC DUNIA

	1980	1985
Amerika	52%	50%
Jepang	33%	43%
Negara Lain	15%	7%

Secara laboratorium kita memiliki kegiatan ke arah itu seperti di ITB, UI, LEN/LIPI banyak dikerjakan pembuatan IC standar, customised IC untuk maksud penelitian. Peranan simulasi komputer (circuit dan logic simulation) dalam perancangan sistem elektronika telah menggugah para ahli untuk berbuat lebih banyak paling tidak memahami teknik-teknik perancangan yang rupanya juga sangat maju. Dalam rangka kegiatan Pusat Antar Universitas bidang mikro elektronika diselenggarakan kegiatan ke arah ini.

Antara lain telah berhasil dirancang 2 rangkaian full custom yang mengandung 700 transistor dalam teknologi bulk silikon CMOS dan sebuah rangkaian semi-custom dengan 1.000 gate CMOS. Permasalahannya, kegiatan rancangan ini belum berhasil dikaitkan dengan kebutuhan pemakai yang berhubungan dengan skala industri. Selama ini hasil rancangan dikirim ke luar negeri untuk diproses lebih lanjut dan memperoleh prototipe komponen-komponen jadi. Dari sini jelas bahwa masih banyak yang perlu dipikirkan, dimatangkan sebelum kita bersungguh-sungguh masuk ke dalam industri komponen elektronika yang sangat strategis tersebut.

## PENUTUP

Dari keseluruhan uraian di atas kiranya dapat digaris bawahi beberapa butir sebagai berikut:

1. Perkembangan teknologi elektronika memang berubah dan membawa akibat terhadap industri elektronika itu sendiri, bahkan juga terhadap kehidupan manusia. Perubahan cara penyelesaian masalah dapat terpengaruh oleh kemajuan teknologi terutama teknologi elektronika. Masalah telekomunikasi yang dahulu sangat tergantung pada kabel dengan basis tembaga kemudian dengan kemajuan teknologi transmisi dapat dilakukan secara ekonomis oleh transmisi radio maupun cahaya.
2. Pendidikan dan latihan di bidang informatika pada akhirnya bertujuan kepada bagaimana memanfaatkan informasi dan memperlakukannya sebagai sumber daya. Pengetahuan tanpa didukung oleh sikap yang memadai terhadap informatika tidak dapat membuat sistem informatika berjalan dengan baik.
3. Ketersediaan tenaga ahli yang agak memadai baru terbatas pada tenaga menengah perangkat lunak aplikasi. Untuk yang berkemampuan lebih tinggi dalam bidang perangkat lunak masih tergolong sedikit. Banyak upaya yang perlu dilakukan dalam menyiapkan tenaga ahli yang akan mengemban tugas penguasaan teknologi informatika untuk menjadi Indonesia sebagai bagian masyarakat informasi dunia.

4. Adanya kecenderungan harga perangkat keras yang terus menurun, sementara hal sebaliknya terjadi pada perangkat lunak perlu sangat diperhatikan di dalam pertimbangan memasuki industri informatika. Bagi Indonesia kiranya masuk di bidang perangkat lunak relatif belum terlambat dibanding industri perangkat kerasnya. Namun semua kebijaksanaan harus dilandasi oleh keinginan untuk menguasai dan membuka kesempatan inovasi. Karena itu penyempurnaan UU Hak Cipta akan sangat membantu terwujudnya iklim yang diharapkan.
5. Dasar kebijaksanaan untuk menitik beratkan pada pembangunan suatu jaringan informasi/data publik adalah memungkinkan pemakaian bersama secara maksimal. Ini bukan hanya berarti mengusahakan investasi jaringan minimum tetapi yang lebih penting adalah pembangunan jaringan publik yang meliputi seluruh Indonesia dan terbuka bagi umum.
6. Industri komponen elektronika aktif di Indonesia belum dapat dikembangkan karena terbentur kepada beberapa kendala industri yang dihadapi. Sedangkan produksi komponen aktif walaupun ada tetapi belum dalam skala industri yang cukup untuk mengisi seluruh kebutuhan nasional apalagi dimaksudkan sebagai komoditi ekspor.
7. Kecenderungan miniaturisasi dengan keandalan yang lebih tinggi serta harga komponen elektronika yang menurun adalah tantangan industri yang utama. Karena itu kemampuan perancangan rangkaian elektronika dengan bantuan komputer adalah esensial bila kita ingin membangun industri komputer dan informatika di Indonesia.
8. Mengingat begitu pentingnya fungsi informatika bagi keutuhan Wawasan Nusantara yang diselenggarakan melalui SKSD Palapa, maka perlu ditetapkan tentang bidang tertentu dalam teknologi informatika dan komputer yang harus dikuasai. Untuk diusahakan bidang yang bisa mendorong ekspor atas dasar keuntungan komparatif yang kompetitif secara nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

1. J.F. Brouwer, "Half a century of electronification in telephony system Philips Tech." Rev. 42, No. 10, September 1986
2. Koji Kobayashi, "Computer and Communication," The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1986.
3. J.C. van Vessem, "From Transistor to IC: a long road?," Philips Tech. Rev. 42 No. 10, September 1986

4. Indu B. Singh, **"Telecommunication and Development: Prospect for the 21st Century, Telecomm for Dev: An International Forum, Intelsat,"** October 1986
5. F.S. for establishment of elect. component plants in RI, Directorate General of Basic Metal Industry.
6. J.V. Dilorenco, **"Where Gallium Arsenide Technology is Growing,"** Siemens Rev. vol. 54,2/87.
7. IPKIN, **"Permasalahan Informatika,"** Agustus 1984.

