

**WARTA
PENGELOLAAN PENELITIAN PENGEMBANGAN
PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI**

**PUSAT ANALISA PERKEMBANGAN
ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI
(PAPIPTEK - LIPI)**

Vol. 3 No. 7, 1991



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

ISSN 0126-4478

DEWAN REDAKSI

Pelindung	: Ir. Herudi Kartowisastro
Pemimpin Umum	: Djoko Pitono, M.Sc.
Redaksi Kehormatan	: Ny. A.S. Luhulima, SH Dr. Rustamsyah
Dewan Redaksi	: Drs. Soedibyo Dra. Sumini A.S., MA Drs. Lukman Hakim, M.Sc. Drs. Nazir Harjanto, MA
Sekretaris	: Drs. Pink Sukardi
Tata Usaha	: Ny. Sri Hartati, Bc. Hk. Effendi Siregar Moch. Zar'an

STT : No. 887/SK/DITJEN PPG/STT/1981

Alamat Redaksi :

**PAPIPTEK – LIPI, Gedung Widya Graha, Jl. Gatot Subroto
Telp. 511542 Pesawat : 325, 328
P.O. Box 250/Jkt. Jakarta.**

PENGANTAR REDAKSI

Kepedulian terhadap perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) ditunjukkan oleh usaha-usaha diantaranya dengan adanya berbagai tulisan-tulisan, seminar-seminar, yang mengkaji masalah tersebut. Seperti pada tulisan pertama WARTA kali ini mencoba melihat arti pentingnya Indikator Iptek sebagai alat untuk melihat kemajuan, mengkaji kapasitas Iptek atau meramal kecenderungan masa depan tentang pengembangan Iptek. Namun perlu disadari bahwa Indikator Iptek sebagai alat bantu bukanlah parameter yang berdiri sendiri tanpa terkait dengan indikator-indikator lain. Serupa dengan masalah tersebut adalah studi Model, yang juga merupakan alat untuk mempresentasikan masalah-masalah nyata kedalam bentuk-bentuk abstraksi yang dapat berupa simbol-simbol atau bentuk-bentuk yang lain seperti rumus-rumus matematik dsb. Sedangkan masalah abstraksi ini dalam tulisan kedua diaplikasikan untuk melihat Tenaga Kerja Iptek sektor Pertanian.

Keterkaitan antara perkembangan Iptek disatu pihak dan sektor Pendidikan di pihak lain merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan, sehingga perkembangan Iptek di masa mendatang pun tidak terlepas dari pengaruh perencanaan pendidikan tersebut. James Robertson dalam "The Sane Alternative" membaginya dalam lima kecenderungan pilihan masa depan terhadap perkembangan Iptek. Masalah ini akan menjadi pokok bahasan dalam tulisan ke tiga.

Iptek yang memiliki multi dimensi juga tidak terlepas atau bahkan sangat tergantung pada manusia, dalam hal ini adalah Peneliti, yang menjadi pelaksana dari pada kegiatan Penelitian dan Pengembangan (Litbang). Namun masalahnya adalah terletak pada Kreativitas peneliti yang ada pada organisasi Litbang itu sendiri, karena adanya kesenjangan antara teori dan praktek. Dalam tulisan ke empat ini akan diulas sampai pada bagaimana mendorong timbulnya Kreativitas pada peneliti tersebut.

Isu yang sekarang sedang santer dibicarakan adalah masalah Pembangunan Indonesia Bagian Timur (IBT). Tulisan ke lima akan melihat satu aspek daripada eksplorasi batuan fosfat yang ada di IBT. Sedangkan tulisan terakhir berkaitan dengan kekhawatiran terhadap kerusakan lingkungan, sehingga dalam peningkatan produksi pertanian tanaman pangan, khususnya padi, harus pula memperhatikan kebijakan-kebijakan yang ada dalam pembangunan berwawasan lingkungan.

REDAKSI

W A R T A

Pengelolaan Penelitian dan Pengembangan
Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Vol. 3 No. 7/1991

September 1991

DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI	iii
TULISAN	
1. Indikator Ilmu Pengetahuan & Teknologi Oleh : <i>M. Anandakrishnan & Hiroko Morita-Lou</i> Alih bahasa : <i>Bambang Ismadi & Putut Budijanto</i>	1
2. Model Tenaga Kerja Iptek Sektor Pertanian Oleh : <i>M. Arifin & Erman Aminullah</i>	14
3. Prospek Perkembangan Teknologi di Tahun 2000 dan Implikasinya Bagi Pendidikan Oleh : <i>Djoko Pitono</i>	24
4. Kreatifitas dan Permasalahannya Dalam Organisasi Litbang, Antara Teori dan Praktek Oleh : <i>Sumini A.S</i>	37
5. IBT, Arena Eksplorasi Batuan Fosfat yang Potensial Oleh : <i>M. Safei Siregar</i>	44
6. Kebijakan Pembangunan Berwawasan Lingkungan, Kasus Peningkatan Produksi Pertanian Tanaman Pangan Padi Oleh : <i>U.B. Halomoan S.</i>	49

Tulisan dalam Warta dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

PROSPEK PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DI TAHUN 2000 DAN IMPLIKASINYA BAGI PENDIDIKAN^{*)}

Oleh: Djoko Pitono ^{**)}

Pengantar

Salah satu program pembangunan yang dilaksanakan secara relatif merata di seluruh pelosok tanah air baik oleh pemerintah maupun swasta dan perorangan adalah pendidikan. Partisipasi masyarakat yang bijak ini perlu diantisipasi dan diarahkan ke perbaikan mutu sehingga hasilnya dapat meningkatkan kemampuan individu dan bangsa dalam mengelola kekayaan alam dan lingkungan bagi peningkatan kesejahteraan seluruh masyarakat dengan lebih adil.

Banyak bangsa lain yang mempunyai sumber daya alam amat terbatas telah berhasil mensejahterakan dirinya dengan cara meningkatkan kecerdasan bangsanya lebih dahulu. Hasil sensus 1990 menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk Indonesia berhasil diperkecil

dari 2,34% (1980) menjadi 1,98% (1990), hal mana merupakan kondisi yang positif untuk mulai meningkatkan mutu pendidikan secara lebih sistematis tanpa terlalu khawatir akan tuntutan pemerataan seperti waktu-waktu sebelumnya. Untuk mengetahui bagaimana bangsa-bangsa lain menangani masalah pendidikan mereka, akan dikemukakan data-data perbandingan yang mungkin bermanfaat bagi seminar ini.

Pilihan Masa Depan

Bangsa Indonesia saat ini dihadapkan pada pilihan masa depan, setelah selama hampir 25 tahun melaksanakan lima kali Pelita. Berarti kita semua menyadari bahwa menentukan masa depan dalam Pembangunan Jangka Panjang Tahap Kedua merupakan keharusan yang tidak bisa dielakkan.

Untuk memudahkan melihat pilihan yang dikehendaki, ada baiknya dikemukakan beberapa pilihan masa depan yang ditulis oleh James Robertson (1) dalam Bukunya "Alternatif Yang Sehat" (The Sane Alternative) bahwa terdapat lima kecenderungan pilihan masa depan, yaitu:

*) Disajikan pada Seminar "Kajian Masa Depan" Mengenai Bidang Kehidupan di Luar Pendidikan dan Implikasinya terhadap Sistem Pendidikan Pusat Informatika Departemen Pendidikan dan Kebudayaan di Hotel Indo Alam, Cipanas 17 - 19 Juli 1991.

**) Kepala Pusat Analisa Perkembangan Iptek - LIPI.

(1) Segala Sesuatu Berjalan Seperti Biasa

Tentu saja ada perubahan dan krisis-krisis, bahaya dan penyimpangan, tetapi problem utama negara-negara industri Eropa dan Amerika Utara serta dunia secara keseluruhan tidak akan berubah secara dramatis. Demikian pula metode penanganannya serta pandangan hidup dan mental kebanyakan orang. Skenario ini menarik bagi manusia yang tenang dan pragmatis, para operator yang cakap, pembuat gaduh yang berhasil, kaum reformasi moderat, mereka yang puas dengan posisinya sekarang atau prospek masa depannya dalam sistem yang berlaku. Yang juga tertarik pada pandangan ini adalah orang-orang yang pasrah, sinis, kaum bijak tentang dunia, yang bersifat kritis terhadap keadaan dewasa ini tetapi merasa yakin bahwa tidak dapat mengubahnya dan tidak bersedia mencobanya.

(2) Malapetaka

Pandangan ini berpendapat bahwa segala sesuatu akan runtuh dalam wujud bencana-bencana. Tidak ada alternatif yang realistis dari perang nuklir, dan dari peningkatan keresahan, kelaparan, polusi, kemiskinan, penyakit serta kejahatan pada skala nasional dan internasional. Pandangan ini dimiliki oleh manusia yang bersikap tenang dan berpikir mendalam, yang telah menjajagi kemungkinan-kemungkinan

secara sek-sama serta berpendapat bahwa tiada gunanya mengelabui diri sendiri maupun orang lain. Skenario ini juga menarik bagi para pedagang yang membanting tulang, sementara pendeta serta orang yang percaya bahwa hari kiamat telah diambang pintu, yang merasa senang dapat menggelisahkan orang lain sambil menjadi pusat perhatian sendiri, dan mereka yang pengalaman pribadinya tentang kegagalan meninggalkan bekas pada cara berpikir mereka mengenai dunia.

(3) Pengendalian Penguasa (Authoritarian Control atau AC)

Golongan ini mengakui pula bahwa resiko malapetaka sangat nyata, tetapi berpendapat bahwa cara terbaik mengelakkannya ialah dengan cara menerima sistem pemerintahan yang otoriter, dengan merujuk pada munculnya rezim-rezim otoriter pada periode kritis dahulu kala; Julius Caesar dan Kaisar Agustus setelah jatuhnya republik Romawi; Napoleon setelah Revolusi Perancis; Hitler setelah Republik Weimar di Jerman; Stalin setelah Revolusi Rusia dan sebagainya. Menurut mereka, paceklik dan tekanan-tekanan kependudukan yang meliputi seluruh dunia menciptakan suatu situasi, yang di dalamnya terlalu banyak manusia yang bersaing dalam merebut sumber daya yang amat terbatas. Satu-satunya pemecahan terhadap masalah ini adalah, sebagaimana

disarankan oleh *Hobbes* dalam *Leviathan*; Kita harus mengorbankan kebebasan kita pada suatu kekuasaan yang berdaulat, yang memberlakukan hukum dan tata tertib serta membagi sumber daya yang tak terbatas secara merata kepada kita semua. Bilamana pandangan ini menarik bagi manusia yang mengira bahwa mereka akan lebih banyak dirugikan oleh kekacauan daripada kediktatoran; mereka yang berperangai otoriter, dominan; mereka yang memandang remeh orang lain, dan yang menganggap dirinya termasuk golongan penguasa, dan bukannya yang dikuasai.

(4) Masa Depan Hiper-Ekspansionis (HE)

Pandangan ini menyatakan bahwa kita dapat lepas dari problem-problem kita sekarang dengan meningkatkan desakan-desakan supra industri dunia Barat, terutama dengan memanfaatkan secara lebih efektif ilmu pengetahuan dan teknologi. Kolonisasi angkasa luar, tenaga nuklir, komputerisasi dan rekayasa genetik dan kemungkinan kita mengatasi batas-batas geografi, energi, intelegensi dan biologi. Pandangan ini menarik bagi kaum optimistis, energetis, ambisius, suka bersaing, yang baginya pencapaian ekonomis dan teknis lebih penting daripada pertumbuhan pribadi dan sosial. Kebanyakan mereka ini adalah pria. Mereka lebih menyukai

tantangan. Bagi banyak pembentuk opini dewasa ini, terutama di Eropa dan Amerika Utara, pandangan ini masih merupakan satu-satunya pandangan masa depan yang dapat diterima dan juga sedang berlaku.

(5) Masa Depan Sehat, Humanistik, Ekologis (SHE)

Pandangan ini mengatakan bahwa dari pada meningkatkan pencapaian arah, lebih baik kita mengubah arah. Sebagaimana pernah disebutkan sebelumnya, kunci masa depan bukannya keperluan yang terus menerus, melainkan keseimbangan antara diri kita dengan orang lain, keseimbangan antara manusia dan alam. Ini bukan resep untuk menolak pertumbuhan. Tetapi front-front pertumbuhan baru yang gawat sekarang bersifat sosial dan psikologis, bukannya teknis dan ekonomis.

Satu-satunya jalan yang realistis adalah memberikan prioritas pertama untuk belajar hidup saling menunjang antara sesama manusia dalam planet kecil kita dan berpenduduk padat ini. Hal ini akan melibatkan desentralisasi, dan bukannya sentralisasi. Inilah satu-satunya cara organisasi yang dapat berhasil. Kita harus membidik ke arah penciptaan seperti yang disebut oleh *Willis Harman* "*Masyarakat Trans-industri*".

Pandangan ini menarik bagi mereka yang optimis, partisipatif dan perenung, yang menolak keempat pandangan se-

belumnya sebagai tidak realistis dan tidak dapat diterima, serta percaya bahwa suatu masa depan yang lebih baik cukup besar kemungkinannya untuk diwujudkan. Pandangan ini telah memperoleh pengakuan yang semakin meningkat jumlahnya selama lima tahun terakhir. Kiranya cukup adil juga menarik bagi sejumlah manusia yang mengalami gangguan syaraf.

Dari kelima pandangan ini, skenario "Segala Sesuatu Berjalan Seperti Biasa" adalah satu-satunya pandangan yang sebenarnya mengatakan bahwa kita tidak perlu terlalu memperdulikan masa depan; dan skenario "Malapetaka" adalah satu-satunya yang berpendapat bencana tak dapat dielakkan. Tiga skenario yang terakhir sama-sama berprihatin mengenai masa depan dan sama-sama memiliki suatu keyakinan bahwa malapetaka dapat dihindarkan. Tetapi mereka tidak sependapat satu sama lainnya tentang cara yang paling efektif untuk mengelakkan malapetaka, dan mereka tidak sepakat tentang masa depan bagaimanakah yang paling pantas diharapkan. Pengendalian Penguasa (Authoritarian Control) (AC) merekomendasikan untuk berpegang teguh pada kekuasaan; HE (Hiper-Ekspansionis) merekomendasikan pendobrakan ke luar dan SHE (Sehat, Humanis dan Ekologis) merekomendasikan penerobosan. AC dan HE adalah kaum elitis dan sentralis, sedangkan SHE bersifat sama rata, egaliterrian desentralis. HE dan SHE

bersifat optimistis, sedangkan AC pesimistis, setidak-tidaknya dalam bentuk sayap kanannya. AC bersifat membatasi, SHE meng-konservasi, sedangkan HE bersifat ekspansionis.

Kita perlu memahami semua pandangan yang berbeda-beda ini, karena masa depan yang sebenarnya hampir pasti akan mengandung unsur-unsur dari kelima pandangan tersebut; sampai batas tertentu akan terjadi bencana; sampai batas tertentu pemberlakuan peraturan-peraturan baru akan diperlukan; sampai batas tertentu banyak teknologi baru akan membantu kita lolos dari batas-batas yang ada, dan sampai batas tertentu manusia akan mengembangkan cara-cara hidup yang lebih sehat, lebih humanistik dan ekologis. Walaupun James Robertson lebih menyukai yang kelima (SHE), tentunya dia tidak mengingkari bahwa pemerintah dan teknologi memiliki sumbangan yang positif untuk mewujudkan suatu masyarakat dunia yang sehat, humanistik dan ekologis.

Setelah menelaah kelima kecenderungan di atas, perlu kita kaji lebih mendalam, manakah yang paling tepat untuk Indonesia?. Apakah kita perhatikan peta sosio-ekonomi, sosio-ekologi, sosio-teknologi, sosio-budaya dan sosio-politik tanah air kita, maka kelima kecenderungan tersebut dapat berjalan bersama sesuai dengan letak geografi dan sektor kegiatannya.

Mengamati banyaknya pernyataan dan peraturan yang akhir-akhir ini kita baca dan alami, rasanya Indonesia lebih memilih kecenderungan kelima (SHE). Istilah populer lain yang sering kita dengar adalah "Pembangunan Berkesinambungan" atau "Sustainable Development", meskipun penggunaan istilah tersebut masih sering diperdebatkan.

Bagaimana Persiapan Indonesia Menghadapi Industrialisasi

Secara psikologis dan politis Indonesia telah mencanangkan tujuan serta cita-citanya melalui GBHN dan PELITA dengan menempuh beberapa tahapan pembangunan. Swasembada beras, keluarga berencana, pengelolaan MIGAS, ekspor non migas melampaui ekspor migas, berkurangnya jumlah penduduk yang hidup dalam kemiskinan, stabilitas keamanan, pertumbuhan ekonomi yang mantap merupakan indikator keberhasilan Indonesia untuk meraih cita-cita bangsa Indonesia.

Dinamika pembangunan menghasilkan kemajuan-kemajuan tertentu akan tetapi sekaligus dibarengi pula dengan tumbuhnya permintaan baru yang kadang-kadang tidak terpikirkan sebelumnya. Untuk mengetahui perjalanan negara lain yang sudah lebih dahulu melaksanakan industrialisasi perlu diperhatikan data-data pembandingan. Dalam dasawarsa terakhir bidang

teknologi yang menjadi topik pembicaraan dunia adalah mikroelektronika, bioteknologi, material dan teknologi dirgantara.

Negara-negara maju bersaing keras untuk mempertahankan dominasinya di bidang tersebut. Korea adalah salah satu negara industri baru yang berhasil men-sejajarkan dirinya dengan negara-negara raksasa dalam bidang perkapalan, automotif, baja dan mikroelektronika (saat ini telah memproduksi **16 MB DRAM** sedangkan Indonesia baru akan memikirkan produksi **256 KB**).

Amerika Serikat adalah pasar terbesar di dunia. Hampir semua negara di dunia mengarahkan ekspornya ke negara adidaya ini. Disamping itu AS adalah penghasil teknologi baru yang paling besar pula. Dari Gambar 1. jelas terlihat bahwa Amerika lebih meng-andalkan produk teknologi tinggi untuk mendukung perdagangannya dibandingkan dengan teknologi konvensional. Tentu saja banyak sektor-sektor lain dalam perdagangan AS tetapi tidak dibicarakan di sini. Mengapa AS mampu melaksanakan hal tersebut, dapat kita lihat dari dukungan jumlah ilmuwan dan insinyur (scientists and engineers) yang bekerja pada semua sektor kegiatan seperti terlihat dalam Gambar 2. Dari 5,5 juta "scientists & engineers" 52% adalah insinyur dan 48% ilmuwan, sedangkan yang bergerak di bidang ilmu sosial hanya 16%.

Jumlah ilmuwan dan insinyur yang bekerja dalam kegiatan penelitian dan pengembangan per 10.000 tenaga kerja dapat dilihat dalam Gambar 3. Beberapa negara maju seperti Jerman, Perancis, Inggris dan Jepang juga termasuk dalam gambar tersebut. USSR dalam gambar tersebut jauh di atas negara-negara Barat tetapi saat ini keadaan ekonominya dalam kondisi parah. Banyak para analis Barat dan Indonesia menyatakan bahwa sistem ekonomi terpusatlah yang menjadi penyebab kegagalan ekonomi mereka meskipun jumlah ilmuwan dan insinyurnya lebih baik dari rata-rata negara Barat. Jumlah ilmuwan dan insinyur yang bekerja di bidang litbang Perancis, Jerman Barat, Jepang, Inggris dan USA dapat dilihat dalam Gambar 4. Data tersebut di atas diambil dari S & T Data Book (2). Data perbandingan lain mengenai jumlah ilmuwan dan insinyur per sejuta penduduk dan persentase pengeluaran litbang di beberapa negara berkembang dapat dilihat dari Gambar 5. Data tersebut diambil dari Statistik IPTEK UNESCO 1988 (3). Terlihat dengan nyata bahwa Korea memberikan perhatian yang besar terhadap pengembangan tenaga litbang dan anggarannya jauh melebihi negara-negara berkembang lainnya.

Marilah kita menengok kondisi Indonesia sekarang. Lulusan Perguruan Tinggi Negeri 1989, diambil dari Draft Data Perguruan Tinggi Negeri, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi 1990,

menunjukkan komposisi sebagai berikut :(4)

Bidang	Jumlah lulusan	Persentase
<i>Sosial</i>	12.351	38,7
<i>Pendidikan</i>	14.770	14,9
<i>Pertanian</i>	6.892	21,6
<i>Teknologi</i>	4.113	12,9
<i>MIPA</i>	1.814	5,7
<i>Kedokteran</i>	1.985	6,2
<i>Total</i>	31.925	100,0

Bidang sosial (hukum, ekonomi, sastra, sospol, psikologi, seni rupa, komunikasi sosial, filosofi, administrasi) dan pendidikan mencakup 53,6%, pertanian (pertanian, kehutanan, kehe-
wanan, perikanan, kedokteran hewan, teknologi pertanian) 21,6%, teknologi (teknologi: *mineral, industri, sipil, elektro, mesin, kimia, fisika*) 12,9% MIPA 5,7%, kedokteran 6,2%.

Jumlah Pegawai Negeri Sipil berpendidikan sarjana ke atas yang bekerja di litbang dan non-litbang dapat dilihat pada Gambar 6., untuk tahun 1985, 1988 dan 1990.. Persentasi insinyur di lingkungan litbang cukup memadai sekitar 20%. Tetapi di lingkungan non-litbang, teknologi hanya mencakup 6% sedangkan sosial meliputi 48,6% (1985), 45,1% (1988) dan bahkan 60,7% (1990). Bandingkan dengan Amerika, dimana

ilmuwan sosial hanya 16% dari 5,5% juta populasi ilmuwan dan insinyur.

Perlu ditambahkan di sini bahwa data yang ada baru dikumpulkan dari lingkungan pegawai negeri. Data yang sama untuk swasta sedang dalam proses pengumpulan. PAPIPTEK-LIPI bekerja sama dengan BPPT dan BPS dalam rangka proyek STAID (Science & Technology for Industrial Development) berupa pinjaman Bank Dunia sedang mengumpulkan data ilmuwan dan insinyur di 15.200 perusahaan sedang dan besar di seluruh Indonesia. Bekerja sama dengan Ditjen Perguruan Tinggi dikumpulkan data serupa di lingkungan perguruan tinggi negeri dan swasta.

Apabila jumlah ilmuwan dan insinyur tersebut di atas dikaitkan dengan jumlah satu juta penduduk maka didapatkan 30 (1985), 36 (1988) dan 38 (1990) dibandingkan dengan Korea yang telah mencapai 1120 (1986), Argentina 360 (1984), Jepang 4750 (1986), USA 3200 (1986) dan seterusnya.

Jumlah ilmuwan dan insinyur yang bekerja di bidang penelitian dan pengembangan (Litbang) per 10.000 tenaga kerja di Indonesia tahun 1985 hanya 0,7 orang, dan naik menjadi 0,9 orang pada tahun 1990. Bandingkan dengan USA 89 (1986), Jepang 87 (1986), Jerman Barat 53 (1986), Perancis 44 (1986) dan Inggris 35 (1986).

Akhirnya perkembangan anggaran litbang di Indonesia tahun 1990/1991 hanya mencapai 0,126% terhadap Pro-

duk Nasional Bruto (PNB), sedangkan yang terbesar dicapai pada tahun 1982/1983 sebesar 0,63% (5). Bandingkan dengan negara-negara maju yang rata-rata di atas 2,5% dari PNB.

Kesimpulan

Dari angka perbandingan mengenai jumlah ilmuwan dan insinyur, anggaran litbang, proporsi bidang teknologi dan sosial, pertanian, kedokteran, lulusan sarjana dari perguruan tinggi di beberapa negara maju, negara industri baru dan negara berkembang tampak bahwa Indonesia masih jauh tertinggal.

Walaupun demikian Indonesia dalam banyak hal telah berhasil meningkatkan kesejahteraan bahkan mendapat pengakuan internasional terutama dalam bidang swasembada beras, keluarga berencana dan pengolahan migas.

Untuk memenuhi tahapan pembangunan yang tersusun dalam Pelita I s/d. V, pada dasawarsa terakhir perhatian terhadap pengembangan industri yang menggunakan teknologi tinggi semakin intensif.

Studi yang lebih mendalam hingga tingkat industri sedang dilaksanakan oleh PAPIPTEK-LIPI dengan UNESCO/UNDP mulai Januari 1991. Tahap pertama dilakukan bersama dengan 10 industri strategis. Data-data perbandingan amat diperlukan untuk mengetahui dimana kedudukan Indonesia diantara negara-negara lain. Oleh karena

itu alur informasi yang dikembangkan harus mencakup aspek yang luas sehingga kajian terhadap: 1) profil sumber daya alam; 2) kesenjangan teknologi; 3) kemampuan teknologi; 4) kebutuhan teknologi; 5) iklim teknologi yang kondusif dapat diperkirakan dan digunakan dengan mudah oleh para pembuat kebijaksanaan, Gambar 7.(6).

Diharapkan pilihan masa depan mengenai bagaimana gambaran Indonesia 25 tahun mendatang sesuai dengan lima pilihan masa depan: 1) Segala sesuatu berjalan seperti biasa; 2) Malapetaka; 3) Pengendalian penguasa; 4) Masa depan hiper-ekspansionis; 5) Masa depan sehat, humanistik, ekologis dapat dikaji ulang disesuaikan dengan kondisi masyarakat Indonesia.

Setelah proses tersebut di atas dilalui baru kita bisa berharap dapat merencanakan pengembangan tenaga kerja lewat pendidikan yang relevan.

Akhirnya kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Informatika Departemen Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kesempatan presentasi pada seminar ini.

Jakarta 16 Juli 1991.

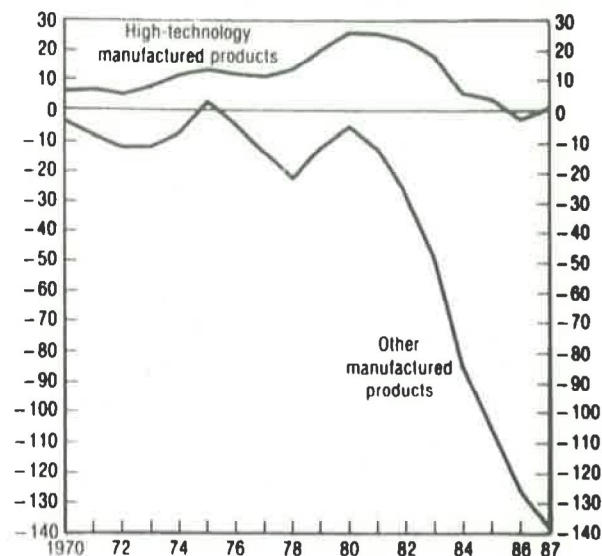
DAFTAR PUSTAKA

1. J.Robertson, *The Sane Alternative : A Choice of Future* (Alternatif Yang Sehat : Pilihan Untuk Masa Depan), Terjemahan Sri Kusdiyantinah S.B., Yayasan Ober Indonesia, Jakarta, Indonesia, September 1990.
2. *Science & Technology Data Book 1989*, National Science Foundation, Washington DC.
3. *Statistical Yearbook 1988*, UNESCO, Paris.
4. Lulusan Perguruan Tinggi, *Data Perguruan Tinggi 1974 - 1990*, Ditjen Perguruan Tinggi, Depdikbud, Jakarta 1991.
5. *Statistik IPTEK 1990/1991*, PAPIPTEK-LIPI, Jakarta 1991.
6. *A Framework for Technology-Based Development*, APCTT, Bangalore, India 1989.

Gambar. 1. U.S. trade balance¹ in high-technology² and nonhigh-technology manufactured products, 1970-87

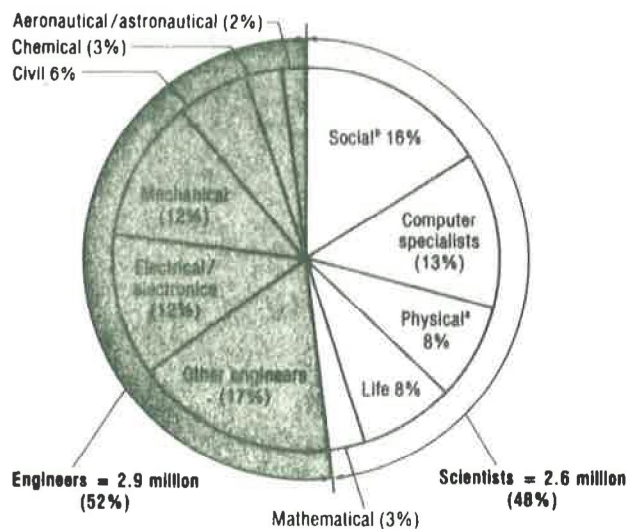
[Billions of dollars]

Year	High-technology products			Other-technology products		
	Exports	Imports	Balance	Exports	Imports	Balance
1970	10.3 ³	4.2 ³	6.1 ³	19.0 ³	22.8 ³	-3.8 ³
1971	11.4 ³	4.9 ³	6.5 ³	19.0 ³	27.4 ³	-8.4 ³
1972	11.9 ³	6.3 ³	5.6 ³	21.8 ³	33.7 ³	-11.9 ³
1973	15.9 ³	7.9 ³	8.0 ³	28.8 ³	39.8 ³	-11.0 ³
1974	21.5	9.8 ³	11.7 ³	42.0	49.7 ³	-7.7 ³
1975	22.9	9.5 ³	13.4 ³	48.1	45.5 ³	2.6 ³
1976	25.6	13.2 ³	12.4 ³	51.6	56.4 ³	-4.8 ³
1977	27.3	15.3 ³	12.0 ³	52.9	66.6 ³	-13.7 ³
1978	34.8	20.8	14.0	68.8	90.6	-21.8
1979	43.5	23.4	20.1	89.1	101.0	-11.9
1980	54.7	28.0	26.7	106.0	110.8	-4.7
1981	60.4	33.8	26.6	111.4	122.6	-11.2
1982	58.1	34.5	23.6	97.2	123.5	-26.3
1983	60.2	41.4	18.8	88.3	137.1	-48.7
1984	65.5	59.5	6.0	98.1	182.4	-84.3
1985	68.4	64.8	3.6	99.5	204.7	-105.2
1986	72.5	75.1	-2.6	107.4	233.8	-126.3
1987	84.1	83.5	0.6	116.0	254.3	-138.3



Gambar. 2. Employed scientists/engineers by field: 1988 (est.)

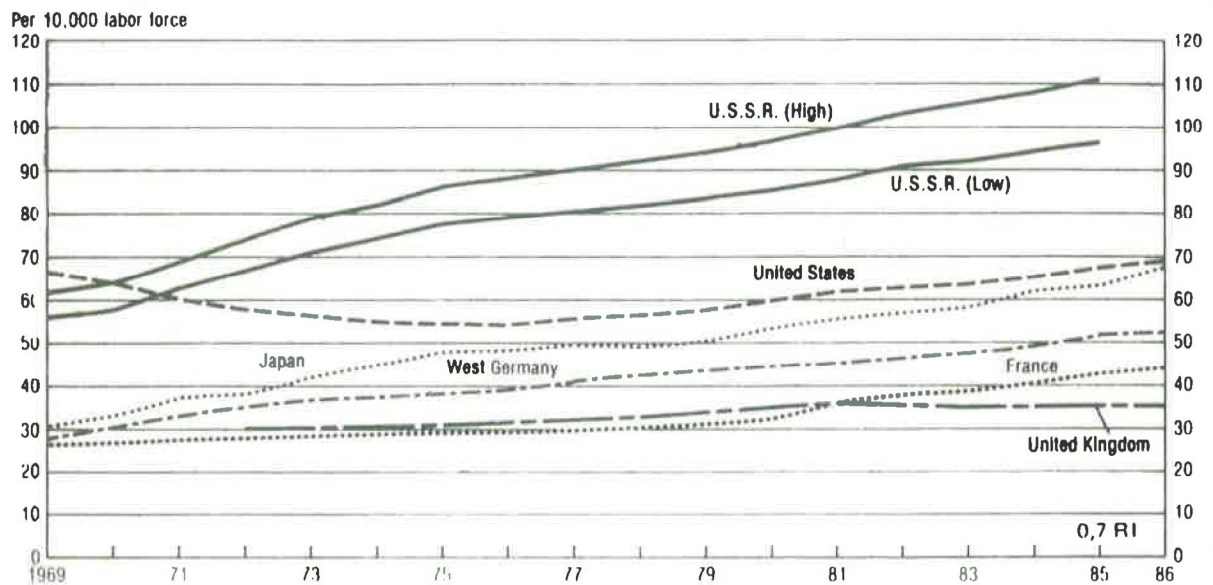
Scientists/engineers total = 5.5 million



Employed scientists and engineers by field

Field	1978	1986	1988 (est.)
Scientists/engineers, total	2,609,800	4,626,500	5,474,600
Scientists, total	1,071,000	2,186,300	2,624,800
Physical scientists	208,300	288,400	311,400
Mathematical scientists	53,700	131,000	167,300
Computer specialists	177,000	562,600	710,200
Environmental scientists	68,900	111,300	112,600
Life scientists	244,100	411,800	460,400
Psychologists	121,700	253,500	334,100
Social scientists	197,400	427,800	528,800
Engineers, total	1,538,800	2,440,100	2,849,800
Aeronautical/astronautical	62,000	110,500	118,600
Chemical	84,200	149,000	149,600
Civil	211,700	346,300	337,900
Electrical/electronics	341,500	574,500	639,200
Mechanical	299,300	492,600	649,200
Other engineers	540,100	767,200	955,300

Gambar. 3. Scientists and engineers engaged in R&D per 10,000 labor force by country



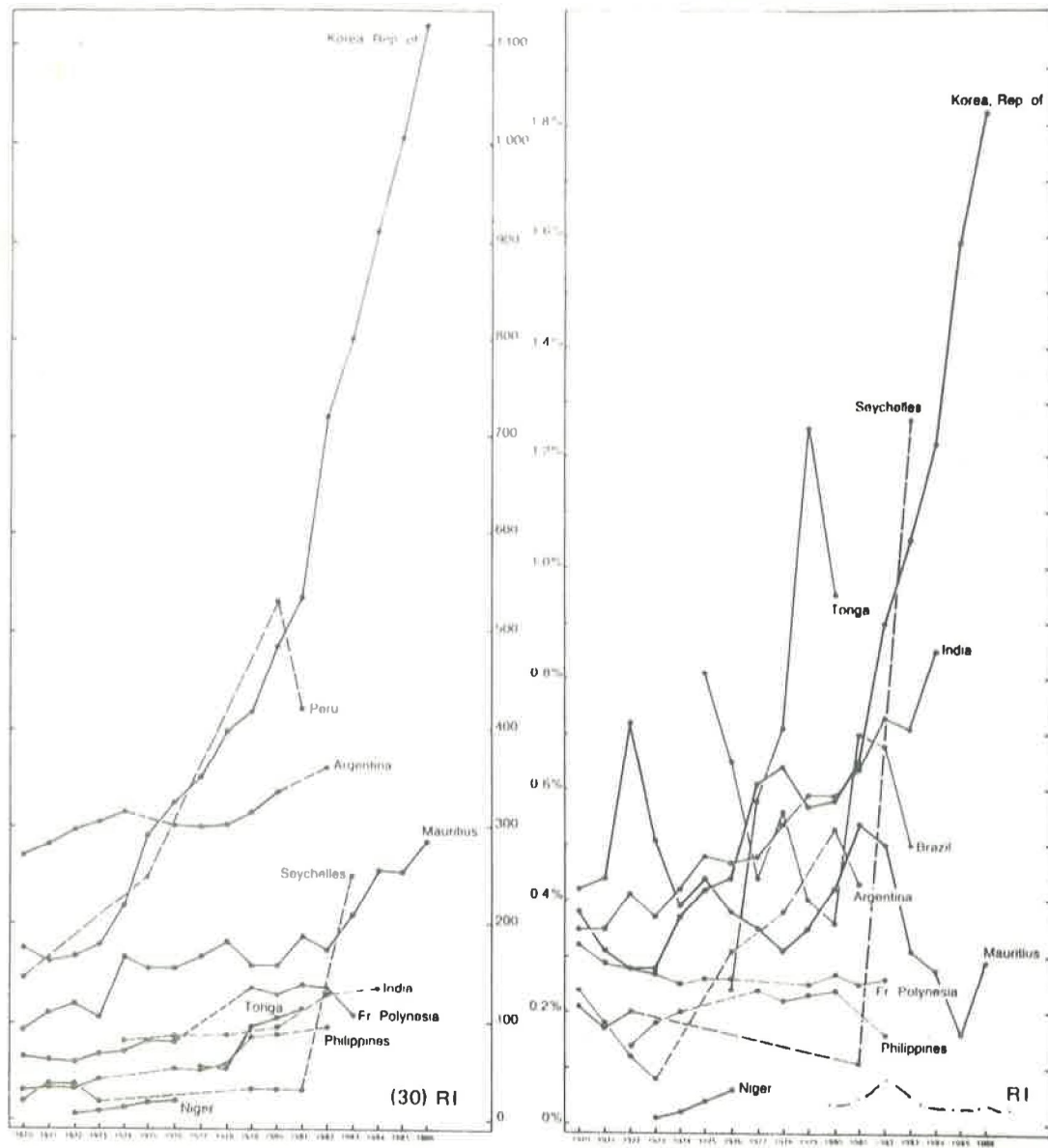
Gambar. 4. Scientists and engineers engaged in research and development by country: 1965-87
[In thousands]

Year	France	West Germany	Japan	United Kingdom	United States	U.S.S.R. Estimate	
						low	high
1965	42.8	61.0	117.6	49.9	494.6	521.8	561.4
1966	60.0	60.0	126.9	NA	521.1	556.5	607.6
1967	52.4	64.5	138.7	NA	534.4	607.8	662.6
1968	54.7	68.0	157.6	52.8	550.4	650.8	715.2
1969	57.2	74.9	157.1	NA	553.2	698.8	767.5
1970	58.5	82.5	172.0	NA	544.2	730.1	803.6
1971	60.1	90.2	194.3	NA	523.8	804.2	884.2
1972	61.2	96.0	198.1	76.7	515.3	872.3	964.5
1973	62.7	101.0	226.6	NA	514.8	938.9	1,045.1
1974	64.1	102.5	238.2	NA	520.8	997.0	1,110.6
1975	65.3	103.7	255.2	80.5	527.7	1,060.7	1,184.3
1976	67.0	104.5	260.2	NA	535.6	1,098.0	1,229.1
1977	68.0	111.0	272.0	NA	561.0	1,134.2	1,272.8
1978	70.9	113.9	273.1	87.7	587.0	1,178.2	1,326.0
1979	72.9	116.9	281.1	NA	614.8	1,217.8	1,376.5
1980	74.9	120.7	302.6	NA	651.7	1,262.4	1,430.4
1981	85.5	124.7	317.5	95.7	683.7	1,311.8	1,489.4
1982	90.1	127.7	329.7	NA	702.8	1,368.6	1,558.0
1983	92.7	130.8	342.2	94.1	722.9	1,399.0	1,603.0
1984	98.2	137.1	370.0	96.3	746.3	1,441.8	1,658.5
1985	102.3	143.6	381.3	98.0	772.5	1,485.3	1,710.5
1986	105.1	146.6	405.6	98.7	802.3	NA	NA
1987	108.2	151.5	418.3	NA	NA	NA	NA

DEVELOPING COUNTRIES

R&D scientists and engineers per million population

R&D expenditure as % GNP



General note / Note générale / Nota general
Please refer to the relevant footnotes of tables 5.16 and 5.17
Veuillez vous référer aux notes correspondantes des tableaux 5.16 et 5.17
Sirvanse referir a las notas correspondientes de los cuadros 5.16 y 5.17

Gambar. 5. Number of R&D scientists and engineers per million population and total expenditure for R&D as a percentage of GNP in 10 selected developing countries: trends since 1970.

**Gambar 6. Jumlah PNS Berpendidikan Sarjana Ke Atas
Tahun 1985, 1988 dan 1990**

Gambar 6. Jumlah PNS Berpendidikan Sarjana Ke Atas Tahun 1985, 1988 dan 1990																
No.	Bidang Iptek	1985				1988				1990 *)						
		Litbang	%	Non-Litbang	%	Jumlah	Litbang	%	Non Litbang	%	Jumlah	Litbang	%	Non Litbang	%	Jumlah
1.	L.P.A.	1.001	20,6	5.060	3,9	6.061	1.244	19,6	6.842	3,4	8.086	1.327	19,6	8.551	3,4	9.878
2.	Teknologi	1.000	20,6	8.987	6,8	9.987	1.328	20,9	12.119	6,1	13.447	919	13,5	14.680	5,8	15.599
3.	Kesehatan	40	0,8	21.441	16,2	21.481	63	1,6	25.580	12,9	25.643	34	0,5	29.901	11,9	29.935
4.	Pertanian	1.211	24,9	13.667	10,4	14.878	1.609	25,3	20.347	10,2	21.956	1.819	26,8	24.818	9,6	26.637
5.	Sosial	860	17,7	64.139	48,6	64.999	1.040	16,3	89.490	45,1	90.530	2.208	32,5	152.962	60,7	55.170
6.	Lainnya	741	15,3	20.749	15,7	21.490	1.077	16,9	44.142	22,2	45.219	480	7,1	21.015	8,4	21.495
Jumlah		4.853	100	132.032	100	138.896	6.361	100	198.520	100	204.881	6.787	100	251.927	100	254.174

Keterangan *) Tidak termasuk unit Departemen Koperasi dan Departemen Tenaga Kerja

Sumber : BAKN, 1990

Diolah : PAPI TEK-LPI

Keterangan *) Tidak termasuk unit Departemen Koperasi dan Departemen Tenaga Kerja
Sumber : BAKN, 1990
Diolah : PAPIPEK-LIP

Gambar. 7. Information Flowchart for Technology-Based Development Planning

