

# **Pengajaran MIPA di Sekolah Dasar dan Menengah Menyongsong Kemajuan IPTEK di Masa Depan: Sebuah Sumbangan Pemikiran**

Wardiman Djojonegoro <sup>1)</sup>

## **ABSTRAK**

Pendidikan MIPA perlu mendapat penekanan dalam pelaksanaan pendidikan dasar dan menengah di masa depan. Orientasi pendidikan MIPA dalam era industrialisasi dan globalisasi seyogyanya pada diarahkan pembekalan anak didik dengan pengetahuan dan ketrampilan dasar yang diperlukan untuk menguasai teknologi serta pengembangan kemampuan berfikir logis, kritis, inovatif, dan berinisiatif, sebagai tolok ukur kualitas sumber daya manusia dalam era itu. Pendidikan MIPA perlu turut serta pula dalam sosialisasi kebiasaan kompetitif dan mengutamakan kualitas melalui penciptaan suasana pendidikan yang menghargai keunggulan dan kontrol kualitas hasil pendidikan

## **ABSTRACT**

Mathematics and Science Education require more emphasis in future practices of elementary school and secondary education. In the era of industrialization and globalization, orientation in Math and Science Education should be directed to preparing students to have the basic knowledge and skills in applying technology and developing the logical ability, critical, innovative and creative thinking, which are quality measures of human resources for that era. Mathematics and Science education need to participate in the socialization of competitive habit, and respect the quality of education by creating educational situations which appreciate excellence and controll of the educatinal outcomes

## **I. PENDAHULUAN**

Tujuan utama pembangunan Indonesia adalah untuk meningkatkan kesejahteraan bangsa melalui peningkatan pendapatan. Hal ini dilaksanakan dengan usaha industrialisasi, karena hanya dengan industrialisasi inilah pendapatan nasional dapat ditingkatkan terus. Dalam trans

formasi masyarakat pertanian menjadi masyarakat industri ini dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip pemerataan dan penyediaan tenaga kerja. Dalam usaha peningkatan pendapatan melalui industrialisasi ini maka faktor penguasaan teknologi memegang peranan yang penting. Penguasaan teknologi akan

---

<sup>\*</sup>) Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Hasil Penelitian Pendidikan MIPA II, 24 - 26 Sept. 1992 di Bandung

<sup>\*\*</sup>) Mantan Deputy kedua Bidang Administrasi BPP Teknologi yang kini menjadi Mendikbud Kabinet Pembangunan VI RI

meningkatkan kandungan teknologi yang menentukan besaran nilai tambah daripada produk-produk tersebut. Selain itu, penguasaan teknologi akan juga memperbaiki daya saing didalam era globalisasi. Penguasaan teknologi menurut Menteri Negara Riset dan Teknologi dilaksanakan secara bertahap dengan proses 4 (empat) tahap dan memperhatikan pasar domestik dan prinsip Progressive manufacturing system. Selanjutnya, penguasaan teknologi hanya dapat dilakukan oleh sumber daya manusia yang harus sudah dipersiapkan sebelumnya melalui pendidikan. Sistem dan materi pendidikan akan ikut menentukan keberhasilan usaha meraih, menguasai dan mengembangkan teknologi. Dalam makalah ini pertama-tama akan dibahas mengenai peranan teknologi dalam industrialisasi dan persaingan global. Selanjutnya akan didiskusikan mengenai usaha untuk meraih dan menguasai teknologi serta peranan sumber daya manusia di dalamnya. Kemudian dibahas pentingnya faktor pendidikan dalam menguasai teknologi ini. Juga dibahas penekanan pada pentingnya pendidikan kejuruan, terutama dengan sistem ganda untuk memenuhi tuntutan industrialisasi. Kemudian akan dibicarakan tentang peranan dan pentingnya pendidikan MIPA dalam meraih teknologi sebagai dasar mensukseskan proses industrialisasi dimasa yang akan datang. Salah satu peranannya adalah menciptakan siswa yang berkualitas dan mampu berfikir logis, kritis, dan berinisiatif.

## **II. IPTEK DALAM ERA INDUSTRIALISASI DAN GLOBALISASI**

Kemajuan IPTEK sangat diperlukan dalam era industrialisasi dan globalisasi untuk peningkatan nilai tambah dalam produk yang dihasilkan suatu perusahaan atau suatu negara. Kemampuan tersebut penting pula untuk meningkatkan daya saing dalam dunia perdagangan dan untuk menciptakan suasana kondusif untuk peningkatan daya saing tersebut.

### **1. Industrialisasi untuk Peningkatan Nilai Tambah**

Hakekat industrialisasi adalah peningkatan pendapatan bangsa dan negara melalui suatu proses perubahan atau proses industri sehingga pada benda yang diproduksi diberikan suatu nilai tambah sehingga harga produk tersebut akan naik. Dalam proses produksi tersebut akan berfungsi ketrampilan serta teknologi. Ketrampilan adalah keahlian dari para pekerja pabrik tersebut sedangkan teknologi adalah ilmu pengetahuan yang terkandung didalam proses serta produk itu sendiri. Sebuah benda yang memerlukan ketrampilan tinggi untuk membuatnya biasanya juga memerlukan teknologi yang tinggi dan mempunyai nilai tambah yang tinggi. Semakin tinggi teknologi yang dikandung produk tersebut maka biasanya semakin tinggi pula nilai tambah yang didapat.

### **2. Persaingan Industri dalam Era Globalisasi.**

Perkembangan ekonomi dan perdagangan dunia pada saat ini dan di masa yang akan datang menjurus kepada hilangnya atau kaburnya batas-batas geografis negara. Sebuah produk barang bisa dirakit disebuah negara tetapi komponen-komponennya dibuat di banyak negara lain dan dikirim ke nagara perakitan tersebut. Yang menjadi dasar bagi perusahaan perakitan tersebut adalah bahwa para pemasok memenuhi tiga syarat utama : kualitas yang baik, harga yang bersaing dan delivery yang cepat. Untuk dapat memenuhi ketiga persyaratan tersebut maka di samping faktor ekonomis ekstern diperlukan pekerja yang trampil dan fleksibel serta penguasaan teknologi produksi, teknologi manufaktur, maupun manajemen.

Selanjutnya kecenderungan pada saat ini dan masa yang akan datang adalah akan lebih banyak negara berkembang yang menguasai proses produksi dan mulai mengeksport hasil produksinya. Biaya tenaga kerja negara-negara tersebut juga masih rendah sehingga persaingan (di pasar dunia) dibidang harga akan

sangat ketat. Faktor lain yang perlu mendapat perhatian adalah dengan adanya internasionalisasi ini serta juga dengan meningkatnya tingkat hidup diberbagai negara, maka pasar akan cenderung berubah menuju ke produk-produk yang berkualitas tinggi dan produk akan lebih beraneka ragam baik dalam bentuk maupun selera konsumen. Implikasi keragaman pasar ini adalah bahwa pabrik-pabrik dalam proses produksinya harus dengan cepat bisa mengimbangi perubahan selera atau mode dari pada pasar atau konsumen. Dan karena perubahan selera tersebut mengharuskan perubahan produksi maka implikasinya lebih lanjut adalah bahwa pekerja di pabrik atau unit produksi harus bisa lebih fleksibel untuk bisa merubah proses.

Salah satu faktor yang lain akan berpengaruh besar adalah bahwa teknologi akan terus berubah dengan cepat. Salah satu diantaranya yang berkembang adalah teknologi informasi yang telah dan akan mempengaruhi setiap segi kehidupan serta bisnis. Pasar masa depan akan lebih menyatu dan hubungan antara pembeli dan penjual praktis sudah tidak ada pembatasan secara fisik lagi. Hal ini berakibat bahwa dalam bidang manufaktur harus bisa dengan cepat memenuhi selera masyarakat dan permintaan pasar.

Hal-hal di atas menunjukkan bahwa sekarang dan terlebih lebih dimasa depan persaingan perdagangan maupun produk tidak lagi terbatas dalam batas-batas sebuah negara saja, tetapi setiap unit produksi sudah harus bersaing dengan unit produksi sejenis di berbagai negara. Selanjutnya bahwa persaingan tersebut akan semakin ketat dengan masuknya berbagai negara berkembang lain di dalam pasar dunia. Comparative advantage dalam bentuk upah yang murah dengan demikian tidak lagi mencukupi untuk bersaing, melainkan harus dicari kelebihan lain untuk memenangkan persaingan dan pasar.

Untuk dapat mengatasi persaingan tersebut maka sebuah perusahaan harus antara lain :

- menguasai teknologi produksi, agar produk-

produknya berkualitas tinggi

- menguasai teknologi produk, agar dapat bersaing dengan lawan-lawannya yang juga memproduksi barang dengan teknologi terakhir
- menguasai teknologi manajemen untuk mendapatkan harga yang layak bagi produk-produknya
- mempunyai tenaga kerja yang trampil, yang dapat dengan segera memperbaiki proses produksi, atau teknologi produk itu, atau dapat segera melayani permintaan atau selera para pelanggan.

### **3. Peningkatan Kemampuan IPTEK untuk Meningkatkan Daya Saing.**

Seperti diuraikan diatas faktor utama dalam meningkatkan kualitas, harga dan delivery produk-produk adalah penguasaan IPTEK oleh seluruh karyawan didalam unit produksi atau pabrik. IPTEK disini tidak saja diartikan teknologi yang dikandung dalam produk itu sendiri tetapi juga teknologi lainnya yang terkait didalam proses produksi itu, seperti teknologi manufaktur, manajemen, keuangan, pemasaran dan lain-lain.

Selanjutnya teknologi berkembang dengan cepat. Untuk jangan sampai tertinggal setiap perusahaan atau negara akan berusaha agar mengembangkan teknologi yang dikuasai secara terus menerus mendahului pesaingnya. Pengembangan teknologi ini hanya dapat dilakukan oleh manusia yang terdidik untuk itu dengan prasarana riset dan pengembangan yang memadai.

Selain teknologi, maka penguasaan ketrampilan para pekerja maupun karyawan juga diperlukan. Teknologi yang tinggi pada umumnya memerlukan tingkat ketrampilan yang tinggi pula, disamping itu produk dengan nilai tambah yang tinggi juga memerlukan ketrampilan pekerja yang tinggi. Selanjutnya pekerja yang trampil akan dengan cepat menyesuaikan diri dengan selera konsumen

maupun pasar dan lebih cepat dapat mencapai produktivitas yang tinggi dengan tiga syarat yang diharuskan: kualitas, harga, dan delivery.

Untuk mengembangkan kemampuan dan menguasai teknologi di Indonesia, pendekatan yang diterapkan adalah dimulai dari kemampuan menguasai produksi untuk kemudian kemampuan melakukan riset dasar, Menteri Negara Riset dan Teknologi Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie telah menyatakan "mulai dari akhir dan berakhir dari awal," untuk menerangkan filsafat yang dianut dalam melaksanakan untuk pengembangan kemampuan teknologi di Indonesia.

Tahapan ini diperlihatkan pada Gambar I sebagai proses empat tahapan, mulai dengan yang disebut tahapan awal (dengan menggunakan teknologi yang ada) dan terakhir dengan tahapan riset dasar. Untuk setiap tahapan, Gambar I memperlihatkan tujuan yang ingin dicapai, karakteristik utama dan hasil-hasil yang ingin dicapai. Lebih dari itu, ide kearah mana negara dikembangkan kemampuan teknologinya meningkatkan tingkat kemampuan teknologi dengan waktu untuk mencapai tingkat tersebut.

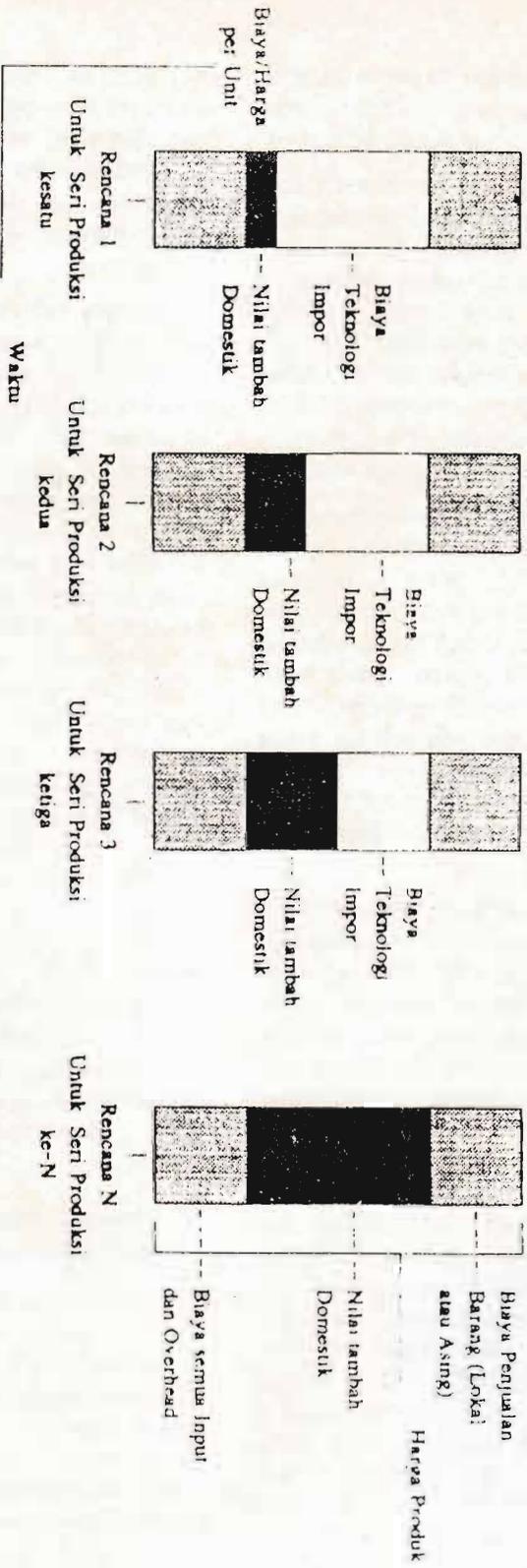
Dalam setiap tahapan yang diilustrasikan dalam Gambar I kuncinya adalah membangun dengan input teknologi luar dan mencapatakan pengalaman. pada sisi kanan Gambar I, bermacam cara dan metoda untuk mencapatakan input teknologi luar telah tertera, dan dibagi atas cara formal dan informal untuk mendapatkan hal tersebut. Formal disini berarti bahwa cara menguasai melalui perdagangan biasa (seperti lesensi). Metode untuk menguasai input teknologi luar biasanya berubah dengan kuat dari setiap tahapan. Umpamanya dalam tahapan magang, dengan asumsi bahwa belum ada pengalaman teknologi, proyek-proyek "turn key", atau produksi dengan lisensi dapat menjadi metoda penguasaan teknologi yang paling tepat, kalau dapat dijamin bahwa informasi dan pengertian bagaimana cara kerja teknologi dapat dialihkan secara penuh ke lembaga yang menerima.

Setelah itu, akan memungkinkan untuk menggunakan secara optimal teknologi tersebut, dan yang lebih penting lagi, untuk dapat mengadopsi teknologi dengan keadaan yang berubah-ubah dan lebih lanjut memodifikasi dan memperbaiki teknologi pada tahapan selanjutnya.

Dalam tahapan berikutnya metode penguasaan yang paling tepat mungkin berupa pembelian desain dari elemen penting tertentu sebuah teknologi tertentu, atau membeli peralatan tertentu, yang kalau diberikan kepada peneliti mungkin sepenuhnya dapat menerapkan teknologi tersebut. Akan tetapi, metode penguasaan input teknologi luar bukan merupakan elemen yang paling penting, tetapi proses yang biasanya harus dilakukan. Dalam penguasaan teknologi luar harus diusahakan untuk : (1) menyesuaikan metode penguasaan dengan tujuan dan dengan tingkat kemampuan teknologi (yaitu pada tahapan satu berarti tingkat kemampuan menyerap teknologi yang diterima); (2) harus selektif dalam memilih cara-cara formal atau informal dengan mengetahui kemampuan R&D dan kemampuan rekayasa yang dimiliki, dana dan kebutuhan sumber daya lainnya; serta (3) negosiasi untuk mendapatkan penguasaan teknologi yang sesuai dengan tujuan. Proses penyesuaian teknologi membutuhkan pengembangan keahlian yang tinggi, diantaranya, analisis biaya dan keuntungan yang ada, ditambah dengan evaluasi faktor-faktor luar dari jalur-jalur teknologi apa yang terbuka dari alternatif teknologi yang dipilih.

#### **4. Suasana yang Kondusif untuk Peningkatan Daya Saing.**

Globalisasi dan persaingan menuntut agar suasana atau lingkungan unit produksi kita berada kondusif untuk peningkatan daya saing. Misalnya sangatlah sukar bagi pabrik-pabrik kita untuk bersaing jika "cost of money" tiga kali lebih besar daripada diluar negeri. Demikian juga prasarana ekonomi yang ada, seperti jalan-jalan, pelabuhan, sarana komunikasi yang lain,



PENINGKATAN NILAI DOMESTIK BERTAMBAH (SAMPAI KE SUATU TITIK), DALAM HUBUNGANNYA DENGAN PENGALAMAN YANG DIPEROLEH DENGAN TEKNOLOGI SEBAGAIMANA DIUKUR DENGAN JUMLAH UNIT YANG DIPRODUKSI (YAITU PENETRASI TEKNOLOGI)

Gambar 1. ILUSTRASI KONSEPTUAL DARI RENCANA PENGOLAHAN PROGRESIF

haruslah menunjang peningkatan daya saing.

Sering hambatan-hambatan lain adalah biaya-biaya karena birokrasi ataupun kebijaksanaan moneter yang kurang menunjang tentunya persaingan yang sehat atau mengakibatkan distorsi harga. Oleh karena itu suatu deregulasi dalam bidang moneter maupun peraturan-peraturan akan ikut menunjang adanya lingkungan yang kondusif terciptanya daya saing yang kuat pada sektor industri.

Butir-butir yang dikemukakan dalam bab ini merujuk pada isi Pidato Kenegaraan Presiden Suharto pada tanggal 16 Agustus 1992 yang menyatakan bahwa untuk kemajuan ekonomi Indonesia maka diperlukan adanya 4 (empat) aspek sebagai persyaratan yaitu :

- 1) suasana yang kondusif untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi
- 2) kebijaksanaan deregulasi
- 3) peningkatan kemampuan teknologi
- 4) penguasaan teknologi.

Adanya keempat aspek tadi telah diusahakan oleh pemerintah dalam bentuk kebijaksanaan-kebijaksanaan ekonomi.

### **III. PENGUASAAN TEKNOLOGI MELALUI PENDIDIKAN**

#### **1. Penguasaan Teknologi oleh Sumber Daya Manusia.**

Dalam uraian di atas telah dijelaskan bahwa teknologi hanya bisa dikuasai dan dikembangkan oleh manusia. Hal ini antara lain karena teknologi harus dikembangkan secara terus menerus dan juga karena teknologi berkembang dengan cepat karena adanya persaingan yang ketat. Selanjutnya teknologi tersebut hanya dapat dikuasai oleh manusia yang mempunyai pendidikan dasar. Artinya penguasaan IPTEK tergantung daripada tingkatan ketrampilan manusia yang menerimanya. Karena nilai tambah

yang tinggi hanya dapat dicapai dengan teknologi yang tinggi, maka perlu disiapkan manusia Indonesia yang berpendidikan tinggi.

Kita telah melihat contoh negara maju karena mempunyai sumber daya manusia yang berpendidikan. Meskipun kalah perang, dengan keunggulan sumber daya manusia negara tersebut sekarang menjadi pemuka perekonomian dunia.

#### **2. Pendidikan Sebagai Syarat Penguasaan Teknologi**

Seperti diuraikan di atas penguasaan teknologi tinggi hanya dapat dilakukan oleh manusia yang berpendidikan tinggi pula. Sifat pendidikan yang bagaimana yang akan kondusif membantu terciptanya penguasaan teknologi yang efektif adalah masalah yang perlu dibahas. Untuk menjawab pertanyaan tersebut perlu ditelusuri lagi syarat-syarat sebuah negara industri yaitu antara lain :

- kompetitif
- unggul

Sifat ini harus pula menjadi sifat pendidikan yang ada di negara tersebut. Seandainya sistim pendidikannya kompetitif dan unggul maka kemungkinan negara tersebut menjadi kompetitif dan unggul akan lebih besar.

Disamping itu perlu pula diterapkan prinsip dimana ketrampilan yang didapat hendaknya bersifat umum, tetapi berasal dari sumber yang beragam, sehingga hasil produknya dapat diterapkan dalam kegunaan yang beragam pula, terlebih-lebih dalamantisipasi masa depan yang berubah dengan cepat.

### **IV. KURIKULUM PENDIDIKAN DAN PENGUASAAN IPTEK**

#### **1. Program Terarah untuk Penguasaan Teknologi**

Di atas diuraikan perlunya suatu perencanaan yang jauh ke depan dalam pendidikan ini, karena adanya "lead time" yang panjang, serta output suatu sistem pendidikan ini tidak dapat berubah atau dikembalikan ke asalnya jika sekali telah terbentuk (irreversible).

Perlu dicatat bahwa Bab. 3 Undang-undang Sistem Pendidikan Nasional tanggal 2 Nopember 1989 berisikan perlunya pengembangan struktur sistem pendidikan dan perubahan yang ada sehingga dapat membina kemampuan dan memperbaiki kualitas hidup bangsa Indonesia. Untuk mencapai hal ini perlu program lebih terarah dalam pendidikan dasar dan menengah sehingga output pendidikan ditingkatkan kemampuannya dan siap untuk menguasai teknologi untuk memperbaiki kualitas hidup.

Membina kemampuan anak didik dalam masa industrialisasi berarti menyiapkan mereka untuk mempunyai kemampuan menyerap teknologi yang menunjang industrialisasi. Kemampuan ini dapat berupa kemampuan dasar seperti kemampuan tata bilangan, teknik pasti, dan sintesis analisis, atau kemampuan khusus melakukan pekerjaan dalam proses industri. Pembinaan kemampuan dasar dilakukan terus menerus sejak pendidikan dasar, menengah dan tinggi, sedangkan pembinaan kemampuan khusus dalam proses industri baru dimulai pada sekolah menengah.

Perbaikan kualitas hidup bangsa Indonesia pun tidak dapat terlepas dari usaha penguasaan teknologi karena keadaan jaman yang semakin berorientasi pada penggunaan teknologi. Untuk perubahan kualitas hidup, prasarana fisik seperti : sandang, pangan, dan perumahan perlu ditingkatkan. Proses pengadaan kebutuhan tersebut erat hubungannya dengan penggunaan teknologi. Produksi pangan menggunakan kemajuan bio teknologi dan teknologi kimia, bahan perubahan diproduksi dengan teknologi yang canggih guna mendapatkan bahan yang sangat baik. Prasarana non-fisik pun erat hubungannya dengan teknologi. Pendidikan

telah banyak menggunakan media komunikasi dan informasi yang sangat modern. Pembinaan kesehatan banyak menggunakan peralatan canggih.

Di atas sudah diuraikan betapa pentingnya penguasaan IPTEK dalam usaha industrialisasi suatu negara. Sebenarnya penguasaan IPTEK itu hanyalah dapat melalui sumber daya manusia dengan proses nilai tambah dalam otak manusia. Proses ini memerlukan "lead time" yang panjang. Disamping itu, yang lebih penting lagi proses ini adalah "irreversible". "Lead time" yang panjang dan "irreversibility" ini adalah kendala yang perlu disadari sepenuhnya.

Oleh karena itu pula pendidikan sebaiknya berisikan program terarah untuk menyiapkan anak didik yang mampu menyerap teknologi. Teknologi selalu berubah. Perubahan dapat berupa perubahan total atau sebagian. Program pendidikan terarah berarti mendidik siswa untuk selalu siap dengan perubahan-perubahan. Untuk membina kemampuan fleksibilitas ini maka perlu ditingkatkan kemampuan berfikir logis, kritis, berinisiatif, dan kreatif.

## **2. Pendidikan Kejuruan untuk Mengantisipasi Era Globalisasi.**

Karena diperlukan tenaga-tenaga trampil, maka sekolah kejuruan menjadi semakin penting untuk mempersiapkan tenaga menengah pada era industrialisasi di Indonesia. Sumber daya manusia yang diperlukan dalam era industrialisasi dan globalisasi ekonomi adalah sumber daya manusia yang telah dikembangkan dengan cukup memadai sehingga dapat menghadapi tantangan perubahan teknologi dan untuk ini dalam pasar kerja harus dipertemukan antara pihak pendidikan dengan pihak industri.

Dalam usaha untuk meningkatkan jumlah dan kualitas teknisi yang menjadi tulang punggung dalam sistem produksi, perlu dilakukan perbandingan dengan sistem yang dilakukan di

negara maju. Di Jerman misalnya, jalur pendidikan kejuruan dikenal dengan sistem ganda dimana para siswa dapat menerima pendidikan kejuruan melalui dua jalur, yaitu melalui sekolah kejuruan dan melalui perusahaan-perusahaan yang berkualifikasi untuk melatih siswa-siswa.

Sistim ganda ini diatur dengan UU Kejuruan, dan dalam pelaksanaannya bekerja erat dengan industri serta asosiasi-asosiasi. Industri dalam hal ini perusahaan melatih menyediakan tempat latihan dan biaya yang diperlukan untuk pelatihan. Dengan sistim ganda ini maka ada hubungan langsung antara kapasitas latihan dan permintaan tenaga kerja dengan hubungan seperti terlihat dalam Gambar II.

Sistem ganda ini mungkin dapat diterapkan di Indonesia karena sistim ini menghubungkan dengan efektifitas sistim pendidikan dan pelatihan dengan sistim industri dan produksi. Jika diterapkan di Indonesia sistem ganda ini akan menguntungkan untuk menyongsong era industrialisasi yang akan datang.

Keuntungan sistim ganda ini antara lain :

- 1) Pendidikan kejuruan dan magang di Industri dilakukan bersama, dilakukan dengan kerja sama yang erat antara institusi-institusi dengan industri/pengusaha pendidikan melalui asosiasi dengan asosiasi/kamar industri;
- 2) Peserta magang ditempatkan bergiliran di seluruh bagian perusahaan dan sistim produksi, sehingga lulusan akan sangat fleksibel dalam bekerja;
- 3) Peserta magang mengenal teknologi mutakhir yang digunakan industri, serta teori yang didapatkan di pendidikan kejuruan;
- 4) Integrasi dini dengan pekerjaan bagi angkatan kerja;
- 5) Sistim pelatihan dapat digunakan untuk menerapkan inovasi dengan cepat.

Karakteristik tersebut sangat menopang pengembangan sumber daya manusia yang diperlukan dalam proses industrialisasi.

Mustahil dan tidak realistis jika kita begitu saja "mencangkok" sistem Jerman dengan suatu modifikasi untuk mendapatkan sistem yang lebih baik dari apa yang ada sekarang. Karena itu, pengenalan sistem ganda di Indonesia perlu terlebih dahulu mengidentifikasi permasalahan yang berbentuk kebijakan dasar dan pelaksanaan.

Indonesia perlu pengembangan "pola" pendidikan dan latihan kejuruan sendiri dengan pelatihan mempertimbangkan kondisi sosial dan budaya Indonesia serta perbedaan tingkat kemajuan industri dengan negara maju.

Tetapi yang penting jika kita hendak melaksanakan pendidikan kejuruan sistim ganda di Indonesia, ada beberapa hal yang perlu dilakukan, yaitu :

#### 1) Kualifikasi dan Sertifikasi

Perlu disusun secepatnya kualifikasi pekerjaan/profesi serta ketrampilan yang dibutuhkan, beserta sertifikasinya;

#### 2) Kerjasama antara Pemerintahan dengan Industri Swasta Negara.

Industri sesungguhnya berkepentingan dalam pengembangan sistim ganda ini, dan sekaligus pelaku utama sebagai tempat latihan dan pemakai;

#### 3) Peraturan Pendidikan dan Latihan Kejuruan.

Dengan perundang-undangan ini maka dibakukan peranan industri dan pemerintah dalam melaksanakan sistim ganda;

#### 4) Asosiasi Industri dan Perdagangan.

Asosiasi harus memperkuat posisi perwakilan mereka untuk dapat dengan efektif melaksanakan sistim ganda ini;

#### 5) Penyebaran informasi sangat diperlukan langkah awal dari pada fungsi pasar tenaga kerja yang efektif.

4 Riset Dasar	3 Inovasi	2 Adaptasi Optimisasi	1 Magang	Fase	Sifat Utama	PROSES	TUJUAN PENGUASAAN TEKNOLOGI	JALUR	PENGUASAAN TEKNOLOGI
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Teknologi yang ada diperbaiki dan teknologi yang benar-benar baru dikembangkan</li> <li>o Fokus pada pengembangan "produk masa depan" melalui inovasi, untuk pasar domestik dan ekspor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Penerapan Teknologi yang ada ke dalam desain dan pengolahan produk (yang ada) yang lebih baik</li> <li>o Memproduksi produk (yang ada) yang lebih baik untuk pasar domestik &amp; ekspor</li> <li>o Kreativitas untuk pengembangan Ketrampilan dasar yang diterima dalam tahap satu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Penggunaan teknologi yang ada untuk assembling dan pengolahan</li> <li>o Produksi untuk pasar domestik dan ekspor</li> <li>o Fokus pada penguasaan ketrampilan dasar untuk mengurangi yang tidak efisien teknis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Ketrampilan untuk penguasaan teknologi dikembangkan</li> </ul>	<p>Inovasi Kemampuan</p>	<p>bertambahnya tingkat kemampuan teknologi</p>	<p>Menemukan kombinasi "terbaik" Sumber asing dan domestik</p> <p>Melalui Cara Penguasaan Formal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Proyek "Turn-key"</li> <li>o Perjinan</li> <li>o Pembelian <ul style="list-style-type: none"> <li>- persiapan khusus</li> <li>- desain</li> </ul> </li> <li>o Penanaman modal asing</li> <li>- Perusahaan asing</li> <li>- Patungan</li> </ul> <p>Melalui Cara Penguasaan Informal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Rekayasa "reverse"</li> <li>o Bantuan dari Suplier atau pembeli asing</li> <li>o Studi luar negeri</li> <li>o Perjalanan luar negeri</li> <li>o Pengaturan off-set</li> <li>o Menarik kembali brain drain</li> </ul>	<p>JALUR NEGARA UNTUK MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN TEKNOLOGI</p>	<p>waktu</p>
4		<p>Kemampuan Kreasi (Penanaman Modal)</p>	<p>Kemampuan Produksi</p>						
Fase					Hasil Utama				

Gambar II PROSES EMPAT TAHAP UNTUK MEMPEROLEH KEMAMPUAN TEKNOLOGI

- 6) Pendekatan Program Jangka Panjang untuk memperbaiki Pendidikan dan Latihan Kejuruan dengan memperkenalkan Sistim Ganda.

Pendekatan ini menyangkut aspek-aspek kultural serta pendidikan yang keduanya mempunyai aspek jangka panjang;

- 7) Program Perintis untuk Memulai Pelaksanaan.

Karena luasnya permasalahan ini, dan sukar memperkirakan semua permasalahan yang akan timbul, maka dapat dirintis dengan proyek dalam skala kecil;

Demikian usaha peningkatan pendidikan kejuruan untuk mendapatkan tenaga kerja trampil dengan bekerjasama dengan dunia industri, sebagai usaha untuk menyongsong era industrialisasi yang akan datang.

### 3. Peranan Pelajaran MIPA

Output pendidikan berupa lulusan yang berfikir logis, kritis, berinisiatif, dan kreatif menjadi sangat penting dalam era teknologi. Untuk mendapatkan lulusan dengan kemampuan berarti diperlukan murid/siswa yang berkualitas. Kualitas ini dapat dilihat salah satunya dari nilai MIPA yang dapat menjadi penciri kualitas murid.

- 1) Nilai MIPA Penciri Kualitas Murid.

Banyak hasil penelitian di sekolah menengah yang hasilnya meyakinkan bahwa nilai MIPA dapat digunakan sebagai penciri kualitas murid. Penelitian dengan metode statistik yang dilakukan oleh rekan peneliti di IPB berkesimpulan, di antaranya :

- Mata kuliah yang paling berpengaruh terhadap perbedaan-perbedaan prestasi mahasiswa dari jurusan A1 dan A2 adalah Fisika, Biologi, Matematika, dan Pengantar Ekonomi (Batubara, 1990, 26)
- Perbedaan antar siswa A3 dengan A1 dan A2 terutama pada pelajaran IPA, Matematika, dan Bahasa Inggris (Hung, 1989, hal. 36)

- Bila dibandingkan dengan siswa jurusan A3, siswa jurusan A1 dan A2, walaupun berasal dari jurusan ilmu pasti lebih dapat bersaing untuk memasuki perguruan tinggi fakultas ekonomi, sospol, atau hukum (Hung, 1989, 37)

- Dengan demikian lulusan IPA dapat berhasil pada fakultas sosial-ekonomi adalah karena memang mereka lebih siap dibandingkan lulusan IPS baik ditinjau dari sudut prestasi maupun sudut kemampuan potensialnya (Purianto, 1989, 43)

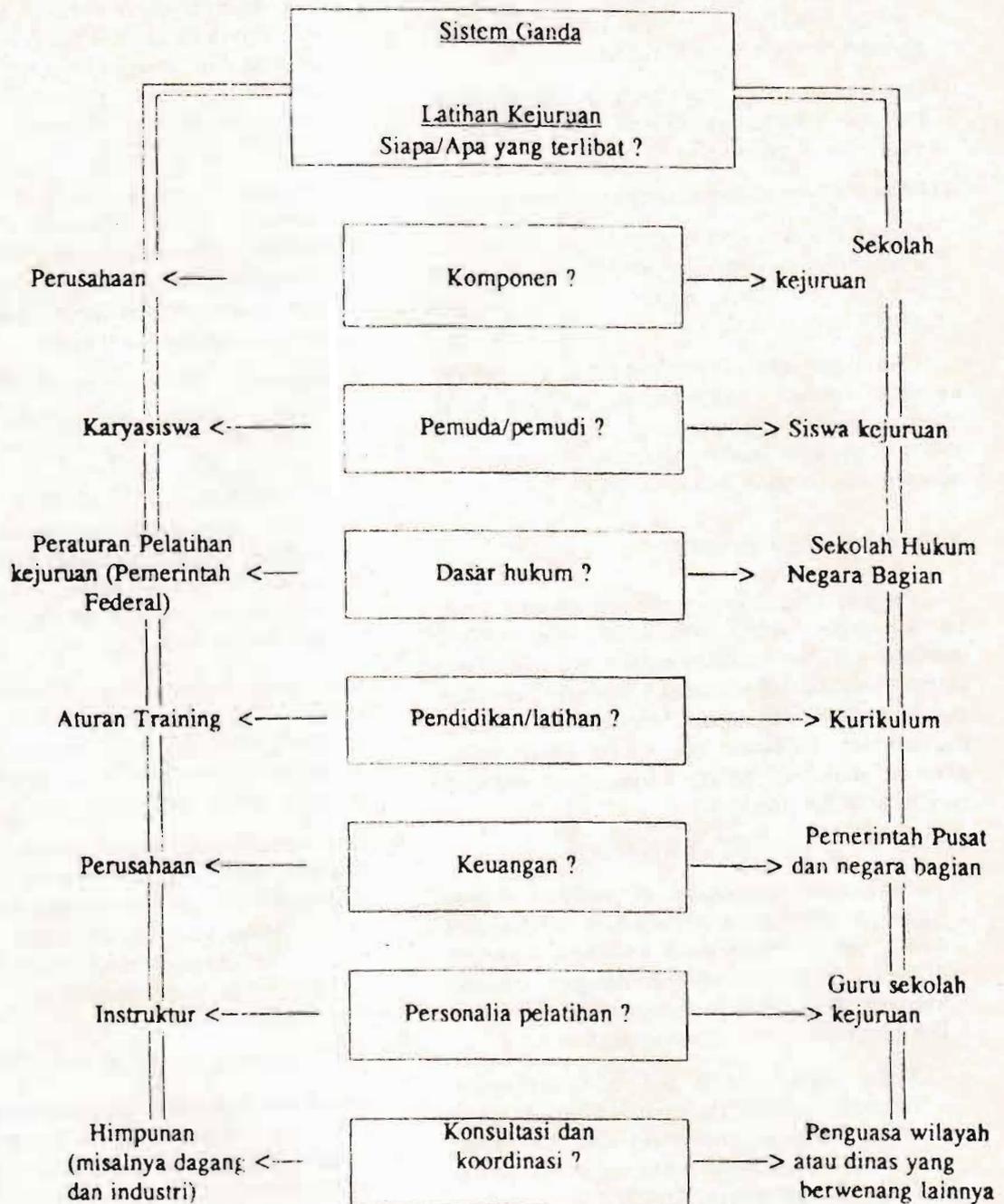
- Diperoleh bahwa pada SMA dengan tekanan seleksi penerimaan siswa baru yang ketat, tingkat kemampuan siswanya dicirikan oleh pelajaran Matematika dan Bahasa Inggris. Untuk SMA dengan tekanan seleksi penerimaan siswa sedang, tingkat kemampuannya dicirikan oleh seluruh pelajaran dalam kelompok MIPA (Matematika, Biologi, Fisika dan Kimia) (Octavianita, 1990, 36).

Dari kesimpulan-kesimpulan diatas, sebenarnya jika kita menginginkan murid dan lulusan berkualitas, berarti perlu peningkatan dari segi kuantitas dan kualitas jurusan MIPA di sekolah menengah.

Ero globalisasi yang menitik beratkan kualitas dan tingkat kompetitif hanya akan dapat dihadapi dengan mempunyai jurusan MIPA yang kuat. Kemanapun murid akan melanjutkan pelajaran atau bekerja, ternyata mereka yang berlatar belakang MIPA lebih siap dan berhasil.

- 2) Sistim Kompetitif dalam Pelajaran MIPA.

Untuk bisa sukses dalam suatu sistim globalisasi yang kompetitif maka harus pula diusahakan produk-produk unggul yang dihasilkan sistim produksi. Untuk menghasilkan produk unggul maka sistim produksi harus pula dilaksanakan oleh sumber daya manusia yang unggul. Untuk mendapatkan sumber daya manusia yang unggul maka hanyalah dengan saringan dan seleksi yang ketat. Ini semuanya



Gambar 3  
LINGKASAN PARAMETER UTAMA PADA SISTEM GANDA  
PENDIDIKAN KEJURUAN DI JERMAN

mensyaratkan adanya atau penciptaan suatu suasana yang kompetitif, dimana yang unggul mendapat penghargaan yang sesuai dengan keunggulannya.

Perlu diadakan pemikiran bagaimana suasana kompetitif ini bisa diciptakan melalui bidang pendidikan. Salah satu cara penciptaan sistim kompetitif akan lebih mudah dilaksanakan pada pelajaran-pelajaran MIPA karena lebih mudah untuk menerapkan sistim objektif. Penanganan sistim kompetitif pada pelaksanaan pelajaran MIPA akan menciptakan dan mensosialisasikan kebiasaan kompetitif. Suasana ini dapat terbawa ke sistim pendidikan, dan pada kebiasaan sehari-hari secara umum.

### 3) Perlunya Penekanan Pendidikan MIPA.

Hubungan nilai pelajaran MIPA dengan khayal/daya cipta yang menjadi dasar berfikir kreatif dan berinisiatif, terekam dari hasil penelitian Octavianita (1990) terhadap mahasiswa IPB. Cara IPB dalam penerimaan mahasiswa baru berdasarkan nilai-nilai pelajaran MIPA pada empat semester pertama pada SMA-SMA dinilai tepat karena nilai tersebut mencerminkan tingkat dan keragaman daya khayal/daya cipta. Selain itu, disamping nilai MIPA salah satu kesimpulan penelitian tersebut adalah "SMA dengan seleksi penerimaan siswa baru yang ketat akan memiliki siswa dengan daya khayal/ cipta yang lebih beragam, ....." (Octavianita, 1990). Hasil penelitian yang menyatakan bahwa nilai MIPA dapat dipakai sebagai penciri kualitas murid berarti, siswa dengan nilai MIPA tinggi mencerminkan kemampuan berfikir logis dan kritis. Kemudian nilai MIPA di SMA pun memperlihatkan korelasi positif dengan daya saing belajar di Perguruan Tinggi.

Oleh karena itu penekanan pendidikan MIPA di pendidikan dasar dan menengah akan menjadi tolok ukur kemampuan siswa berfikir logis, kritis, kreatif, dan berinisiatif yang diperlukan untuk menjadi sumber daya manusia yang mampu menguasai teknologi dan mempunyai kemampuan bersaing.

Dari segi tingginya level pengajaran MIPA di Indonesia, diakui tidak kalah dibandingkan dengan negara lain. Banyak lulusan SMA yang belajar diluar negeri merasa pelajaran MIPA diperguruan tinggi di luar negeri levelnya rendah sehingga sangat mudah untuk mendapatkan angka A. Namun demikian karena sistim testing dan kontrol kualitas yang beragam pada SMA-SMA di Indonesia, banyak pula lulusan SMA yang sangat rendah pengetahuan MIPAnya. Secara kurikulum levelnya tinggi, namun pelaksanaan pengajaran dan rendahnya mutu testing dan kontrol kualitas di banyak SMA menyebabkan penurunan level kualitas lulusan. Untuk mengurangi masalah ini diperlukan level yang beragam dari seluruh SMA di Indonesia terutama pada pelajaran MIPA.

Pendidikan dan pengembangan teknologi tidak mungkin dilakukan tanpa dasar pengetahuan MIPA. Semua sistim teknologi berdasarkan hukum-hukum yang ada dalam pelajaran MIPA. Oleh karena itu penekanan pelajaran MIPA dalam pendidikan di Indonesia tak dapat dihindari dan ditunda lagi.

### 4) Penyempurnaan Sistim Testing atau Kontrol Kualitas.

Dalam suatu sistim produksi maka kontrol kualitas adalah sangat penting, agar kita yakin bahwa produk akan tetap sesuai dengan kualitas yang direncanakan serta agar dapat diadakan perbaikan seperlunya (feedback). Tidak kecuali didalam dunia pendidikan hal ini sangat penting. Tetapi didalam penyusunan tes-tes kontrol kualitas perlu diperhatikan sehingga apa yang menjadi keluaran betul-betul mencerminkan kualitas yang diharapkan. Berbagai tes sebaiknya perlu diterapkan karena suatu tes hanya baik untuk suatu keperluan. Dalam melihat kualitas murid, nilai tes multiple choice sukar diterapkan tanpa kombinasi dengan tes lain. Karena mudahnya menerapkan sistim itu, masih banyak sekolah yang hampir seratus persen menggunakan sistim ini untuk pelajaran

pelajaran MIPA. Dengan demikian, di sekolah yang menggunakan tes hanya dengan sistim multiple choice, maka sistim testing dan kontrol kualitas diragukan keabsahannya.

Oleh karena itu, perlu penyempurnaan sistim dengan cara mengganti atau mengkombinasi sistim tes multiple choice dengan tes lain sehingga sistim testing dan kontrol kualitas terjamin. Imbangan antara sistim massal tes multiple choice dengan pendidikan menjadi manusia yang kritis perlu sehingga kontrol kualitas memang memenuhi standar.

Jaminan kontrol kualitas, perlu pula diimbangi dengan beragamnya level kesulitan testing sehingga kualitas lulusan memenuhi standar.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan teknologi mutlak harus dilakukan untuk mensukseskan industrialisasi di Indonesia dan untuk dapat mengatasi persaingan dalam era globalisasi. Dalam kebijakan pengembangan kemampuan teknologi di Indonesia MENRISTEK/Ka. BPPT Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie menyatakan filsafat mulai dari akhir dan berakhir di awal dengan proses empat tahapan. Tahapan tersebut adalah : 1) magang, 2) adaptasi dan optimisasi, 3) inovasi, 4) riset dasar. Penguasaan teknologi hanya dapat dilakukan dengan sumber daya manusia yang telah ditingkatkan, melalui pendidikan sejak dari awal.

Era industrialisasi dan persaingan ketat mensyaratkan adanya tenaga kerja yang fleksibel dan terampil serta mampu menyerap dan mengembangkan teknologi. Untuk mempersiapkan tenaga terampil, sekolah kejuruan semakin penting. Dalam pengembangan sekolah kejuruan sistim ganda akan lebih sesuai untuk memenuhi tuntutan industri. Sistim ini menghubungkan langsung sistim pendidikan dengan sistim produksi.

Pendidikan perlu diarahkan dengan mengantisipasi adanya persaingan ketat, serta berorientasi kepada keunggulan. Untuk itu perlu mendidik anak didik yang dapat berfikir logis, kritis, kreatif, dan berinisiatif. Sifat kompetitif untuk mencapai keunggulan tersebut dapat dikembangkan melalui pelajaran-pelajaran MIPA untuk kemudian diterapkan pada kehidupan sehari-hari. Pendidikan MIPA dapat menjadi penciri kualitas murid. Selanjutnya perlu pemikiran agar sejak awal pendidikan MIPA dapat menjadi pendorong timbulnya sifat yang diperlukan dalam era industrialisasi tersebut. Pendidikan dan pengembangan teknologi tidak mungkin dilakukan tanpa pengetahuan MIPA yang secukupnya. Oleh karena itu penekanan pendidikan MIPA di sekolah menjadi sangat penting untuk bekal masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, A. (1990), *Perbedaan Pola Presentasi Mahasiswa yang Berasal dari Jurusan A1 dan A2 di TPB IPB*, Jurusan Statistik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor, hasil riset Sarjana Statistika.
- Djojonegoro, W. (1992), *Pendidikan dan Produktivitas Industry*, Jakarta : BPP Teknologi.
- Hung, K. I. (1989), *Kemampuan Aptitud dan Kognitif Siswa Jurusan A1, A2, dan A3 (Studi Kasus di SMA Mardi Yuana Bogor)*, Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB, Bogor, hasil riset Sarjana Statistika.
- Nasution, A. H. (1991), *Indonesian Higher Education: Improving Input to Improve Output Quality*, Indonesia Assesment 1991, Hal Hill (ed), Canberra: ANU.

bersambung ke halaman 63