

Kemajuan Teknologi dan Pembangunan Ekonomi

Dipresentasikan pada :

Kuliah : Seminar Ekonomi Pembangunan

Dosen : Dr. Budiono Sri Handoko, M.A.

14 Desember 2000



Disusun Oleh :

Agus Sugiyono

Program Pascasarjana : Magister Sains dan Doktor
Program Studi Ilmu-Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta

1. Pendahuluan

Dalam 50 tahun terakhir ini, negara-negara di dunia menaruh perhatian yang besar pada strategi untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi. Setiap akhir tahun, masing-masing negara membuat statistik untuk menghitung pertumbuhannya dan membuat perbaikan bila strategi yang telah ditempuh untuk mempercepat pertumbuhan belum memuaskan. Terlepas dari strategi yang digunakan, secara umum ada faktor-faktor yang sangat berperan dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Empat faktor untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi baik di negara industri maju (NIM) maupun negara berkembang (NSB) adalah :

- Sumber daya manusia (tenaga kerja, pendidikan, disiplin, dan motivasi)
- Sumber daya alam (tanah, mineral, bahan bakar, dan cuaca)
- Pembentukan modal (mesin, pabrik, dan jalan)
- Teknologi (ilmu pengetahuan, teknik, manajemen, dan ketrampilan) (Samuelson, 1998).

Sebagai pelengkap dari adanya pertumbuhan penduduk yang tinggi, NSB harus memperhatikan juga kualitas dari sumber daya manusia. Perencanaan pembangunan di NSB memerlukan program yang spesifik untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Program tersebut diantaranya :

- Meningkatkan kesehatan dan gizi masyarakat serta memerangi penyakit sehingga akan dapat meningkatkan produktivitas dari pekerja.
- Meningkatkan pendidikan, mengurangi buta huruf, dan mengadakan pelatihan bagi para pekerja. Secara umum masyarakat yang berpendidikan tinggi akan mempunyai produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang berpendidikan rendah. Dengan demikian modal yang tersedia dapat digunakan dengan lebih efisien.

Kualitas tenaga kerja merupakan faktor yang sangat penting untuk pembangunan ekonomi di NSB. Faktor lainnya seperti barang modal, bahan baku, dan teknologi dapat dibeli atau dipinjam dari NIM. Tetapi menggunakan teknik produksi yang maju dari NIM harus disesuaikan dengan kondisi setempat dan memerlukan manajemen dan pengetahuan yang memadai. Hal ini hanya dapat diperoleh dari tenaga kerja yang mempunyai ketrampilan yang tinggi.

Sumber daya alam berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber daya yang produktif. Tanah di NSB sangat bermanfaat untuk digunakan sebagai lahan pertanian. Dengan hasil dari lahan pertanian akan bisa meningkatkan produktivitas yang selanjutnya akan meningkatkan pendapatan nasional. Pola kepemilikan tanah merupakan kunci bagi

petani untuk dapat meningkatkan produktivitasnya. Jika petani memiliki tanah sendiri maka petani akan mempunyai kemauan yang lebih untuk menambah modal dan menggunakan teknologi yang lebih baik. Petani yang memiliki tanah sendiri akan berusaha meningkatkan produktivitasnya dengan menggunakan sistem irigasi dan dengan melakukan konservasi yang sesuai.

NIM mempunyai kelebihan dari pada NSB karena mempunyai modal sendiri yang besar sehingga dapat lebih produktif. Pembentukan modal membutuhkan pengorbanan dengan mengurangi konsumsi sepanjang beberapa dekade. Tetapi ini tidak mungkin diterapkan di NSB yang sangat miskin mendekati subsisten. Oleh karena itu di NSB tersebut membutuhkan modal dari luar negeri. Di NIM sekitar 10 – 20 % dari pendapatannya akan ditabung dan menjadi pembentukan modal, sedangkan di NSB yang bercorak agraris sering hanya mampu menabung sebesar 5 % dari pendapatannya. Secara umum di NSB mempunyai masalah dalam pembangunan ekonomi karena tabungannya sangat sedikit (Samuelson, 1998).

Sebagai tambahan dari faktor-faktor dasar yang telah diuraikan, yaitu sumber daya manusia, sumber daya alam dan pembentukan modal, adalah faktor teknologi. NSB mempunyai potensi untuk lebih maju dalam pembangunan ekonomi dengan mengikuti kemajuan teknologi dari NIM. NSB tidak perlu melakukan penelitian untuk menemukan teori gravitasi dari Newton dan bisa langsung didapat dari buku-buku yang telah diterbitkan. NSB juga tidak harus mengikuti perkembangan penelitian dari dasar tetapi dapat langsung meloncat mengikuti NIM setelah Revolusi Industri. Teknologi seperti traktor, komputer dan peralatan telekomunikasi yang dapat meningkatkan produktivitas dapat dibeli oleh NSB dari NIM. Untuk selanjutnya dalam makalah ini hanya dibahas lebih lanjut faktor teknologi ini dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

2. Kemajuan Teknologi dan Pertumbuhan Ekonomi

Sejarah telah membuktikan bahwa penemuan dan kemajuan teknologi terus berlangsung sehingga dapat meningkatkan kemungkinan produksi (*production possibility*) baik di Eropa, Amerika Utara maupun di Jepang. Kemajuan teknologi ditandai dengan adanya perubahan proses produksi, diperkenalkannya produk baru, ataupun peningkatan besarnya *output* dengan menggunakan *input* yang sama. Penemuan yang telah dapat meningkatkan produktivitas tersebut diantaranya mesin uap, motor bakar, proses Bessener untuk memproduksi baja, dan mesin jet. Secara fundamental kemajuan teknologi termasuk juga penemuan produk seperti telepon, radio, televisi, dan pesawat terbang. Kemajuan

teknologi yang sangat pesat dewasa ini dipacu oleh ditemukannya peralatan elektronika dan komputer. Penemuan baru ini merupakan terobosan yang besar dalam kemajuan teknologi, namun kemajuan teknologi juga merupakan proses yang masih terus menerus berlanjut. Salah satu tolok ukur dari kemajuan teknologi ini dapat dilihat dari jumlah hak patent yang terus bertambah.

Pada masa lalu teknologi diasumsikan tetap sepanjang waktu. Sehingga seluruh variabel pertumbuhan per kapita akan tetap untuk jangka panjang. Asumsi ini tidak sesuai dengan pertumbuhan ekonomi yang telah terjadi. Model Harrod-Domar tentang pertumbuhan juga didasarkan pada asumsi bahwa koefisien produksi bersifat tetap. Begitu juga Model Neoklasik masih menganggap kemajuan teknologi bersifat eksogen. Kendrick, Kaldor, dan Solow antara lain merupakan pengkritik terhadap pendekatan ini (Jhingan, 1999). Sebelum membahas model kemajuan teknologi akan dibahas dulu mengenai kemajuan teknologi yang bersifat netral dan tidak netral yang akan melandasi model tersebut.

2.1. Kemajuan Teknologi Netral dan Tidak Netral

Kemajuan teknologi mempunyai sifat yang beragam. Kemajuan teknologi bersifat netral (*unbiased*) bila perubahan tidak bersifat menghemat modal atau tidak menghemat tenaga kerja. Dalam terminologi kemungkinan produksi, kemajuan teknologi bersifat netral bila kenaikan output sebesar 2 kali lipat terjadi karena adanya kenaikan masing-masing input sebesar 2 kali lipat (Todaro, 2000; Jhingan, 1999).

Tidak semua kemajuan teknologi bersifat netral. Dalam kenyataannya kemajuan teknologi dapat menghemat tenaga kerja ataupun menghemat modal. Kemajuan teknologi yang dapat menghemat tenaga kerja ataupun modal disebut bersifat tidak netral. Komputer, traktor dan mesin perkakas dapat digolongkan pada kemajuan teknologi yang menghemat tenaga kerja. Sedangkan kemajuan teknologi yang menghemat modal merupakan hal yang jarang terjadi. Hal ini disebabkan oleh pengembangan teknologi yang kebanyakan dilakukan oleh NIM, yang pada dasarnya untuk menghemat tenaga kerja bukan untuk menghemat modal. Untuk NSB yang kebanyakan mempunyai tenaga kerja yang melimpah, adanya teknologi yang dapat menghemat modal merupakan hal yang diharapkan.

Ada tiga definisi penting yang menyangkut kemajuan teknologi netral yang diajukan oleh Hicks, Harrod, dan Solow. Menurut Hicks suatu kemajuan dikatakan netral bila rasio produk marjinal modal terhadap produk marjinal tenaga kerja adalah tetap tidak berubah untuk setiap rasio modal dan buruh yang tetap. Secara matematis dapat dituliskan :

$$Y = A(t) F(K,L) \quad (1)$$

Dengan Y, K, dan L masing-masing adalah *output* keseluruhan yang dapat diartikan juga pendapatan nasional, *input* modal, dan *input* tenaga kerja. Sedangkan A(t) adalah kemajuan teknologi.

Netralitas Hicks dikritik oleh Harrod karena tidak praktis untuk digunakan dan dibangun dalam kerangka analisis ekonomi statis. Menurut Harrod kemajuan teknologi netral apabila pada tingkat keuntungan (atau suku bunga) yang konstan, rasio modal dan *output* juga tetap konstan. Secara matematik dapat dinyatakan sebagai :

$$Y = F(K, A(t).L) \quad (2)$$

Definisi Harrod ini lebih unggul dibandingkan dengan definisi Hicks karena dapat diterapkan pada situasi yang dinamis.

Solow menunjukkan bahwa netralitas Harrod dapat benar-benar merupakan kemajuan teknologi yang mendorong modal dengan fungsi produksi sebagai berikut :

$$Y = F(A(t).K, L) \quad (3)$$

Kemajuan teknologi dapat juga menjadi *labor- augmenting* atau *capital-augmenting*. *Labor-augmenting* terjadi bila kualitas atau kemampuan dari tenaga kerja meningkat, misalnya dengan penggunaan video, televisi, dan peralatan komunikasi media di dalam pelatihan. Demikian pula halnya dengan *capital-augmenting* yang dapat lebih meningkatkan produktivitas karena menggunakan barang modal yang lebih baik kualitasnya, seperti mengganti alat bajak petani yang menggunakan kayu dengan menggunakan baja.

2.2. Model Kemajuan Teknologi

Isu utama dalam pembuatan model ini adalah bagaimana memasukkan kemajuan teknologi secara eksogen ke dalam model. Model ini untuk menunjukkan bahwa teknologi akan terus berkembang sepanjang waktu. Ekonom seperti Abramovitz, Kendrick dan Solow membuat model kemajuan teknologi dengan menggunakan fungsi produksi dalam upaya untuk mengukur sumbangan kemajuan teknologi kepada pertumbuhan ekonomi (Jhingan, 1999). Teori ini sering dinamakan kemajuan teknologi berujud. Dengan mengambil kemajuan teknologi netral dari Hicks, Solow pada tahun 1957 merumuskan fungsi produksi seperti pada Persamaan 1. Fungsi produksi ini mengandung arti bahwa kemajuan teknologi adalah bersifat organisasional yang dampaknya pada produktivitas tidak memerlukan perubahan apapun dalam *jumlah input*. Cara ini mempunyai kelemahan

karena meremehkan peran investasi dan membesar-besarkan peranan kemajuan teknologi dalam proses pertumbuhan.

Pada tahun 1960 Solow kemudian memodifikasi pendekatan tersebut berdasarkan kemajuan teknologi tak berwujud yang menganggap bahwa stok modal bersifat homogen dan kemajuan teknologi mengalir dari luar, yang selanjutnya disebut Model Solow. Di dalam model ini akumulasi modal baru dipandang sebagai wahana untuk kemajuan teknologi. Kemajuan teknologi akan meningkatkan produktivitas mesin yang dibuat pada suatu periode dibandingkan dengan mesin yang dibuat periode sebelumnya. Tetapi kemajuan teknologi ini tidak meningkatkan produktivitas mesin yang sudah ada. Kemajuan teknologi terwujud di dalam mesin-mesin baru. Secara matematis model ini dinyatakan sebagai :

$$Y_v(t) = Ae^{\lambda v} L_v(t)^\alpha K_v(t)^{1-\alpha} \quad (4)$$

Dengan $Ae^{\lambda v}$ adalah tingkat kemajuan teknologi yang meningkat secara netral dan eksponensial pada laju λv , $L_v(t)$ merupakan jumlah tenaga kerja yang menjalankan stok modal yang ada untuk tahun pembuatan v pada waktu t , $K_v(t)$ menunjukkan jumlah mesin-mesin untuk tahun pembuatan v yang masih digunakan pada waktu $t \geq v$, sedangkan α dan $(1-\alpha)$ adalah elastisitas *output* yang berkenaan dengan L dan K .

2.3. Total Factor Productivity

Hasil pengamatan secara empiris dari ekonom neoklasik menunjukkan bahwa produksi nasional (Y) tidak semata-mata disebabkan oleh pertumbuhan modal (K) dan pertumbuhan tenaga kerja (L) saja tetapi juga disebabkan oleh faktor lain yang semula diperlakukan sebagai faktor residual. Pada perkembangannya faktor residual ini dikenal dengan sebutan kemajuan teknologi. Selanjutnya secara umum kemajuan teknologi sering disebut dengan istilah *Total Factor Productivity* (TFP). Peranan TFP ini dapat dikemukakan contohnya untuk negara Amerika Serikat seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Pertumbuhan pendapatan sebesar 3,4 % pertahun bersumber pada pertumbuhan modal sebesar 1,1 %, tenaga kerja sebesar 1,0 % dan TFP sebesar 1,3 %. Modal dan tenaga kerja menyumbang 62 % dari total pendapatan sedangkan yang 38 % disumbangkan oleh TFP. Sumbangan TFP terhadap pendapatan dapat dirinci lagi menjadi 12 % oleh pendidikan, 6 % oleh penelitian dan pengembangan dan sisanya 21 % oleh peningkatan pengetahuan dan sumber lain.

Tabel 1. Kontribusi dari Faktor Pertumbuhan di Amerika Serikat 1948-1994

| | Dalam %/tahun | Sebagai % dari total |
|--|---------------|----------------------|
| Pertumbuhan PDB real (sektor bisnis swasta) | 3,4 | 100 |
| Distribusi dari input | 2,1 | 62 |
| Modal | 1,1 | 32 |
| Tenaga Kerja | 1,0 | 29 |
| Pertumbuhan dari <i>Total Factor Productivity</i> | 1,3 | 38 |
| Pendidikan | 0,4 | 12 |
| Penelitian dan pengembangan | 0,2 | 6 |
| Peningkatan pengetahuan dan sumber lain | 0,7 | 21 |

Sumber : Samuelson, 1998

3. Perkembangan Teknologi di NIM dan NSB

Dalam hal perkembangan teknologi, suatu masyarakat harus melewati sejarah yang panjang untuk mendapatkan teknologi yang tepat. Mulai dari pengembangan teknologi yang sederhana sampai pada yang kompleks, dari teknologi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sampai pada teknologi untuk pasar luar negeri, dan dari memakai sumber lokal sampai yang memerlukan modal asing.

3.1. Keunggulan Teknologi di NIM

NIM mempunyai keunggulan komparatif karena menguasai teknologi tinggi. Seperti Amerika Serikat mempunyai keunggulan komparatif dalam bidang alat-alat kedokteran dan Jerman dalam bidang peralatan cetak. Akan tetapi keunggulan teknologi pada umumnya hanya dinikmati untuk jangka waktu tertentu, karena setiap teknologi, seunggul apapun mau tidak mau akan menjadi barang publik internasional. Hal ini disebabkan oleh hak patent yang hanya berlaku dalam jangka waktu tertentu saja. Bahkan selama masih berlaku pun, hak patent ini seringkali tidak dapat dilindungi secara efektif. Hal ini dapat dilihat dari usaha Amerika Serikat untuk memaksa NSB untuk menegakkan undang-undang patent.

Meskipun teknologi dalam arti informasi atau pengetahuan tentang suatu teknologi tertentu, tidak dapat menjadi keunggulan komparatif dalam jangka panjang, tetapi lembaga atau institusi yang dapat menghasilkan teknologi baru secara berkesinambungan dan dapat memberi pelatihan tentang kemajuan teknologi dapat menjadi sumber keunggulan komparatif yang kuat dalam jangka panjang. Hal ini jelas dapat dilihat dari keunggulan komparatif dan kompetitif yang sejak lama dapat mempertahankan industri alat kedokteran di Amerika Serikat dan industri alat percetakan di Jerman. Keunggulan komparatif tersebut

dapat dipertahankan untuk jangka panjang karena teknologi tertentu merupakan masukan pokok dalam menghasilkan teknologi generasi baru berikutnya.

3.2. Perkembangan Teknologi di NSB

Berbeda dengan NIM, di NSB termasuk Indonesia pada umumnya belum mampu untuk menciptakan teknologi baru, dalam arti memperluas batas-batas pengetahuan teknologi. Namun demikian, kemajuan teknologi merupakan sumber penting dalam pertumbuhan ekonomi di NSB. NSB berusaha untuk dapat menguasai teknologi sehingga dapat mempunyai keunggulan komparatif di bidang tertentu. Kemajuan teknologi di NSB lebih banyak berupa peminjaman (*borrowing*) atau pembelian teknologi baru yang telah dikembangkan oleh NIM serta penyesuaiannya dengan kondisi setempat.

Kenyataan empiris telah menunjukkan bahwa negara berkembang yang telah tumbuh dengan amat pesat seperti Jepang dan negara industri baru (NIB) seperti Korea Selatan dan Taiwan, selama tahap industrialisasi sangat berhasil dalam meminjam teknologi dari NIM. Hal ini dimungkinkan berkat adanya beberapa lembaga di negara tersebut yang dapat mempermudah peminjaman teknologi baru dari NIM dan menyesuaikan dengan kondisi setempat. Oleh karena itu, Jepang dan kemudian Korea Selatan serta Taiwan pada tahap awal industrialisasi tidak mulai dengan mengembangkan produk-produk baru dan proses produksi baru, tetapi dengan memanfaatkan sebaik mungkin teknologi yang dipinjam dari NIM, misalnya dengan membangun pabrik yang lebih modern berdasarkan teknologi yang mereka pinjam.

Dalam hubungan peminjaman atau pembelian teknologi maju dari NIM oleh NSB akhir-akhir ini menghadapi kendala. NIM berusaha lebih keras lagi untuk memperluas dan memperkuat perlindungan hak milik intelektual yang mereka peroleh dari kegiatan penelitian dan pengembangan yang umumnya menelan biaya besar. Oleh karena itu tidaklah mengherankan kalau perusahaan transnasional dari NIM sering enggan atau tidak bersedia mengalihkan teknologi mereka ke perusahaan di NSB. Banyak juga persetujuan lisensi (*licensing agreement*) dari NIM kepada NSB memuat berbagai syarat yang kurang menguntungkan bagi pembeli teknologi (NSB) seperti misalnya pembayaran royalti yang tinggi.

Kelemahan lain bagi NSB dalam pembelian teknologi adalah masih kurang mampu menggunakan teknologi yang diimport tersebut secara efisien. Akibat tidak efisien dalam menggunakan teknologi ini maka produktivitas dan kinerjanya kurang memuaskan yang

pada akhirnya membawa biaya sosial yang tinggi. Ketidakefisienan teknis dari NSB dibandingkan dengan NIM dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan produktivitas penggunaan teknologi di NIM dan NSB (1975-1990 relatif terhadap Amerika Serikat)

| No. | Cabang Industri | Indonesia | Korea Selatan | Australia | Jepang | Amerika Serikat |
|-----|--|-----------|---------------|-----------|--------|-----------------|
| 1 | Pangan, minuman, tembakau | 5,4 | 12,8 | 47,2 | 29,1 | 100 |
| 2 | Tekstil, garmen, barang kulit | 16,5 | 31,6 | 61,7 | 76,6 | 100 |
| 3 | Kimia, minyak bumi, batubara, karet, plastik | 10,6 | 15,4 | 52,3 | 81,6 | 100 |
| 4 | Logam dasar, logam olahan | 25,2 | 45,0 | 54,1 | 104,3 | 100 |
| 5 | Mesin, mesin listrik, alat transport | 15,3 | 42,4 | 43,0 | 114,1 | 100 |
| 6 | Manufaktur | 9,0 | 25,1 | 43,4 | 66,9 | 100 |
| | Total | 10,0 | 26,4 | 84,4 | 81,8 | 100 |

Sumber: Wie, 1995a

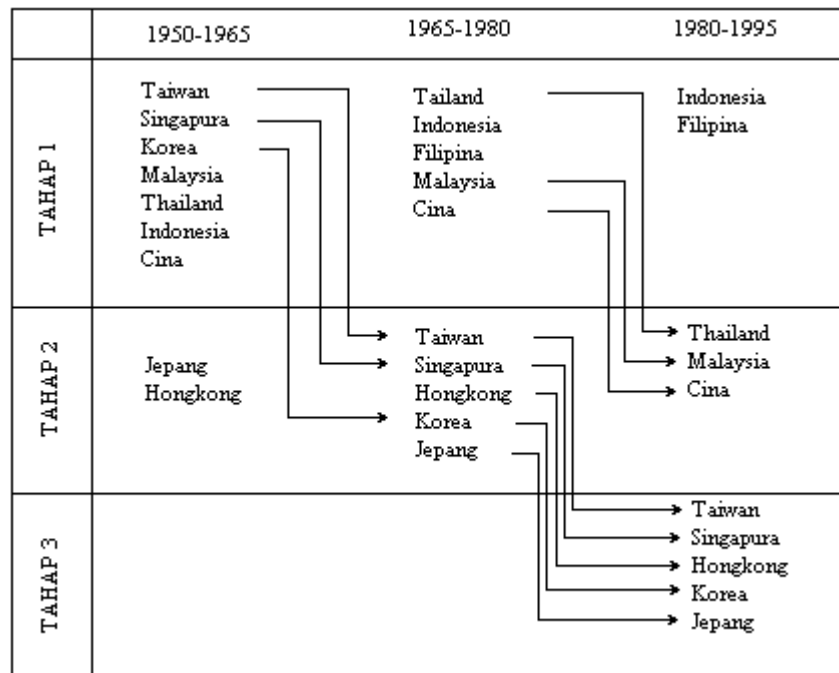
3.3. Kapabilitas Teknologi

Pentingnya peranan teknologi dalam pembangunan ekonomi sudah sedikit disinggung di atas. Keberhasilan NIB dalam berorientasi ekspor dengan mengandalkan pada produk akhir dan padat karya ke produk yang lebih tinggi teknologinya (padat modal) berlangsung sejalan dengan peningkatan kapabilitas teknologi yang terarah serta dengan landasan yang kokoh.

Pengalaman beberapa negara juga menunjukkan bahwa peningkatan kapabilitas teknologi berlangsung secara bertahap. Ini tidak berarti bahwa perkembangannya mutlak harus mengikuti pola yang linier. Tidak berarti pula bahwa setiap tahapan harus dilalui secara tuntas untuk memasuki tahapan yang lebih maju. Pengertian tahapan di sini lebih mengacu pada “kematangan” dalam menjalani setiap tahap yang sekaligus menjamin kesiapan dan landasan yang kokoh untuk memasuki tahapan yang lebih lanjut. Tahapan dalam hal ini dapat dinyatakan dalam proses siklus produk seperti pada Gambar 1.

Salah satu faktor terpenting dalam meningkatkan kapabilitas teknologi adalah cara meningkatkan *social absorption capacity* dari suatu bangsa menghadapi proses transformasi yang meliputi : aspek sosio-kultural, kesiapan sumber daya manusia, aspek kelembagaan, dan kesiapan birokrasi. Faktor lainnya adalah kesiapan infrastruktur dalam arti luas, baik fisik maupun keuangan dan pemasaran. Dengan demikian dimungkinkan terciptanya iklim yang sehat bagi pertumbuhan pelaku ekonomi.

Gambar 1. Proses Siklus Produk



Tahap 1 menggambarkan tahapan paling awal yang ditandai oleh peranan manufaktur, pertanian, dan padat karya yang masih dominan dan mendominasi ekspor.

Tahap 2 dicirikan oleh perkembangan pesat dari *output* dan ekspor produk industri seperti *consumer goods*, elektronik, komunikasi dan perdagangan.

Tahap 3 beralih ke produk teknologi tinggi dan padat modal seperti barang modal atau jasa finansial, komunikasi, dan perdagangan.

Sumber : Pangestu, 1995

4. Pengembangan Teknologi untuk NSB

Salah satu masalah yang dihadapi NSB adalah bagaimana menggunakan sumber-sumber yang tersedia untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi. Mayoritas NSB mempunyai tenaga kerja yang berlebihan tetapi kekurangan modal. Kedua faktor tersebut menimbulkan masalah bagi pemilihan teknologi yaitu antara menggunakan metode tradisional atau modern.

Masalah pemilihan teknologi mengacu pada berbagai jenis kombinasi untuk proyek atau perusahaan tertentu. Alternatif yang dapat dipilih bagi NSB adalah antara teknologi padat karya dan padat modal, antara industri ringan dan industri berat, dan antara pertanian dan industri. Teknologi yang berbeda seringkali menunjukkan strategi pembangunan yang cukup berbeda dengan upaya yang berbeda pula di dalam perjalanan perekonomiannya. Tujuan akhir adalah memilih teknologi yang tepat sehingga dapat lebih efisien dibandingkan dengan teknologi lainnya dengan mengingat keterbatasan yang ada.

Teknologi yang efisien adalah teknologi yang meminimumkan biaya dari suatu *output* tertentu atau memaksimumkan *output* dari *input* tertentu.

Persoalan pengembangan teknologi di NSB yaitu seberapa jauh teknologi harus diperoleh dari NIM atau harus dikembangkan sendiri. Pada dasarnya kedua unsur ini tidak saling meniadakan tetapi saling melengkapi. Dengan demikian persoalannya adalah menentukan unsur teknologi yang diimpor dan unsur teknologi yang dapat dikembangkan di dalam negeri. Dalam hubungan ini perlu dikemukakan bahwa teknologi bukan suatu produk yang dapat dijual atau dibeli begitu saja, tetapi suatu cara atau metode untuk melakukan sesuatu sehingga memerlukan tiga hal penting yaitu :

informasi mengenai metode tersebut

sarana untuk melaksanakan metode tersebut, serta

pemahaman mengenai metode tersebut.

4.1. Riset dan Pengembangan (R&D)

Peranan teknologi dalam proses pertumbuhan secara umum telah diperlihatkan seperti pada Model Solow. Pertumbuhan ekonomi berkaitan dengan kenaikan tingkat produktivitas. Secara singkat dapat dikatakan bahwa tingkat pengembangan teknologi akan menaikkan tingkat produktivitas yang pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Untuk mengembangkan teknologi dapat dilakukan melalui riset dan pengembangan (R&D). Selama beberapa dasawarsa yang lalu telah diadakan sejumlah penelitian di berbagai bidang industri dan hasilnya mengungkapkan bahwa R&D membawa dampak yang positif terhadap kenaikan tingkat produktivitas.

Aktivitas R&D dapat dilakukan oleh perguruan tinggi, perusahaan maupun pemerintah. R&D ini sering mendapatkan dana dari institusi swasta maupun kadang-kadang juga dibiayai oleh pemerintah. Pengembangan teknologi di NSB masih sangat minim bila dibandingkan dengan di NIM seperti tercermin dari jumlah pengeluaran untuk penelitian dan pengembangan dan jumlah sarjana ilmu alam dan teknik. Karena peranan swasta di NSB untuk melakukan R&D sangat kecil maka pemerintah dapat memberikan insentif kepada institusi swasta yang melakukan R&D. Bentuk dari insentif ini akan dibahas lebih lanjut dalam peranan pemerintah pada akhir bab ini.

Pada Tabel 3 diperlihatkan perbandingan dari indikator pengembangan teknologi dari beberapa NIM dan NSB yang diambil dari laporan Bank Dunia. NSB masih sangat jauh ketinggalan baik dalam jumlah tenaga R&D maupun dalam memperoleh patent.

Tabel 3. Indikator Pengembangan Teknologi

| | | Internet host per 10,000 people July 1997 | Scientist and engineer in R&D per million people 1981-1995 | High technologies export % of mfg export 1996 | No. of patent applications filed 1995 | |
|-----|---------------|--|--|---|---|-------------|
| | | | | | Resident | Nonresident |
| NIM | United States | 442.11 | 3,732 | 44 | 127,476 | 107,964 |
| | Japan | 75.80 | 5,677 | 39 | 335,061 | 53,896 |
| | Germany | 128.0 | 3,016 | 25 | 51,948 | 84,667 |
| | France | 49.86 | 2,537 | 31 | 16,140 | 73,626 |
| NSB | Indonesia | 0.54 | 181 | 18 | .. | .. |
| | Malaysia | 19.30 | 87 | 67 | 141 | 3,911 |
| | Thailand | 2.11 | 173 | 36 | .. | .. |
| | India | 0.05 | 151 | 10 | 1,545 | 5,021 |

Source : The World Bank, 1999

4.2. Alih Teknologi

4.2.1. Konsep Alih Teknologi

Alih teknologi merupakan salah satu cara untuk memperoleh kemampuan teknologi. Konsep alih teknologi ini dapat dibedakan pada dua tingkat yaitu tingkat nasional dan tingkat perusahaan. Pada tingkat nasional ada empat konsep yang masing-masing konsep membutuhkan kemampuan teknologi dan pendalaman teknologi yang berbeda.

- **Alih teknologi secara geografis.** Konsep ini menganggap, alih teknologi telah terjadi jika teknologi tersebut telah dapat digunakan di tempat yang baru, sedangkan sumber-sumber *input* sama sekali tidak diperhatikan. Contohnya ekstrimnya adalah meskipun pabrik dijalankan seluruhnya oleh tenaga asing, namun sepanjang lokasinya berada di tempat yang baru berarti telah terjadi alih teknologi di negara penerima.
- **Alih teknologi kepada tenaga kerja lokal.** Dalam konsep ini, alih teknologi terjadi jika tenaga kerja lokal sudah mampu menangani teknologi t dengan efisien: bisa menjalankan mesin-mesin, memperbaiki kerusakan mesin, menyiapkan skema *input-output*, dan merencanakan penjualan. Konsep ini sesuai dengan kemampuan operasional pada tingkat perusahaan penerima alih teknologi.
- **Transmisi atau difusi teknologi.** Dalam konsep ini, alih teknologi terjadi jika teknologi tersebut dapat menyebar ke unit-unit produktif lokal lainnya di negara penerima. Hal ini dapat terjadi melalui program sub-kontrak dan usaha sejenis lainnya.
- **Pengembangan dan adaptasi teknologi.** Dalam konsep ini, alih teknologi baru terjadi jika tenaga kerja lokal yang telah memahami teknologi tersebut mulai mengadaptasi untuk kebutuhan spesifik setempat ataupun dapat memodifikasi untuk berbagai

kebutuhan. Pada kasus yang telah berhasil, tenaga kerja lokal dapat mengembangkan teknik baru berdasarkan teknologi impor tersebut.

Dari konsep-konsep di atas jelaslah bahwa kemampuan teknologi secara nasional baru benar-benar dicapai jika alih teknologi telah sampai pada konsep terakhir yaitu pengembangan dan adaptasi teknologi, yang dikenal juga sebagai rekayasa terbalik (*reverse engineering*). Pada tingkat perusahaan, alih teknologi dapat dilihat sebagai suatu proses sejak dari kontak awal dengan pemilik teknologi; negosiasi terutama untuk mengatasi hambatan-hambatan yang disebabkan oleh perbedaan budaya dan gaya manajemen; implementasi; dan proses umpan balik dan pertukaran yang terjadi secara terus menerus sampai hubungan antara perusahaan pemilik dengan penerima teknologi terputus.

4.2.2. Cara untuk Alih Teknologi

Pada dasarnya ada beberapa cara yang dapat ditempuh untuk mengimpor atau alih teknologi yaitu :

- **Penanaman modal asing secara langsung (FDI)** baik dalam bentuk anak perusahaan yang dikendalikan sepenuhnya oleh prinsipal atau usaha patungan dengan perusahaan lokal. Melalui FDI ini teknologi asing dapat dialihkan secara cepat dan lancar. Akan tetapi belum tentu dapat menjamin adanya alih pemahaman karena kebanyakan FDI pihak prinsipal (mitra asing) yang memegang kendali manajemen yang kurang mendorong bagi pengembangan teknologi lokal.
- **Persetujuan lisensi** juga memungkinkan alih teknologi secara cepat disertai pengendalian ketat oleh pihak prinsipal. Setelah persetujuan lisensi ini tidak berlaku lagi maka pihak pembeli lisensi yaitu perusahaan di NSB dapat melakukan penyesuaian dan modifikasi terhadap teknologi yang dibeli. Di lain pihak masalah yang dihadapi pembeli adalah untuk menyerap teknologi secara memadai dan mengikuti perkembangan yang terjadi di NIM.
- **Proyek putar kunci (*turnkey project*)** juga memungkinkan alih teknologi secara cepat. Akan tetapi karena *turnkey project* ini tenaga asing sepenuhnya bertanggung jawab atas segala kegiatan yang bertalian dengan pembangunan (konstruksi) dari permulaan (*start up*) proyek ini. Oleh karena itu *turnkey project* ini seperti kotak hitam (*black box*) yang kurang dapat dipahami oleh pembeli, kecuali dilakukan usaha khusus untuk mengikutsertakan pembeli dari NSB dalam penyusunan desain proyek ini.

- **Pembelian barang modal** merupakan cara lain untuk memperoleh teknologi baru yang tertuang dalam bentuk peralatan produksi baru (*embodied technology*). Jika barang modal tersebut dapat dimanfaatkan sebagai model untuk rekayasa terbalik (*reverse engineering*) maka diharapkan NSB akan dapat meniru dan membuat sendiri barang modal ini. Cara rekayasa terbalik ini telah dilakukan secara berhasil oleh Korea Selatan untuk menguasai teknologi baru.
- **Pembelian bantuan teknis** juga dapat mengisi kekurangan dalam informasi dan pemahaman tentang teknologi asing yang dapat melengkapi kemampuan NSB dalam bidang produksi, investasi, dan inovasi. Keuntungan dari bantuan teknis ini adalah memperoleh cara alih teknologi dengan lebih murah, mudah, dan cepat untuk menguasai teknologi dari NIM dari pada usaha untuk melakukan pengembangan segalanya sendiri. Di lain pihak, kerugiannya adalah pihak pemberi bantuan teknis (NIM) dapat memperkuat kecenderungan NSB untuk terus bergantung pada jasa tenaga NIM.

Untuk menentukan pilihan yang tepat mengenai cara teknologi baru dapat dialihkan ke NSB maka perlu mengetahui betul kekurangan dalam penguasaan teknologi terutama dalam hal informasi dan pemahaman tentang teknologi yang diperlukan. Dengan mengetahui kekurangannya maka akan lebih mampu untuk menentukan yang lebih tepat dan cepat unsur teknologi asing yang perlu dibeli. Dengan demikian diharapkan dapat mampu untuk membuat penyesuaian dengan kondisi setempat, mengoperasikan, dan memperbaiki teknologi tersebut sehingga dapat mencapai kemajuan teknologi yang berarti. Segala upaya alih teknologi ini memerlukan biaya tambahan untuk investasi yang dapat dibenarkan jika hasilnya cukup tinggi.

4.3. Peranan Pemerintah

Pemerintah dapat mendorong pertumbuhan teknologi dan industri melalui kebijakan industri (*industrial policy*) dan niaga (*trade regime*). Kebijakan campur tangan pemerintah didasarkan pada pertimbangan bahwa pasar di NSB tidak sempurna sehingga campur tangan pemerintah diperlukan untuk menanggulangi kegagalan pasar. Pada dasarnya kebijakan tersebut terdiri atas dua unsur, yaitu:

- **Campur tangan fungsional** (*functional interventions*), yaitu campur tangan yang dimaksudkan untuk menanggulangi kegagalan pasar tanpa mendahulukan atau memprioritaskan suatu industri tertentu di atas industri lain. Campur tangan fungsional

ini dapat meliputi pembangunan prasarana fisik dan institusional, seperti prasarana dan sarana ilmu pengetahuan dan teknologi serta pendidikan.

- **Campur tangan selektif** (*selective interventions*), yaitu campur tangan yang secara khusus mendahulukan atau memprioritaskan suatu industri tertentu atas dasar pertimbangan bahwa tanpa campur tangan selektif ini akan terjadi kegagalan pasar dan dampak eksternalitas (*externalities*) akan menimbulkan suatu alokasi sumber daya yang suboptimal. Campur tangan selektif ini bisa berupa suatu usaha untuk mengembangkan suatu ketrampilan khusus yang diperlukan untuk mendorong suatu industri atau kegiatan tertentu (misalnya, ketrampilan khusus untuk membuat desain tekstil yang canggih).

Pengalaman di NIB yang telah mengalami pertumbuhan teknologi dan industri yang amat pesat menunjukkan bahwa sebenarnya tidak ada satu resep yang berlaku secara universal untuk mendorong pertumbuhan teknologi dan industri. Sebagai contoh, di satu pihak campur tangan pemerintah Hongkong minimal sekali dan pada umumnya terbatas pada campur tangan fungsional. Di pihak lain campur tangan pemerintah Taiwan dan terutama Korea Selatan jauh lebih luas dan terperinci yang meliputi bukan saja campur tangan fungsional akan tetapi juga campur tangan selektif yang luas dalam pasar produk (berupa proteksi yang kuat dan subsidi yang tinggi bagi industri yang dinilai mempunyai potensi daya saing internasional yang tinggi) maupun dalam pasar faktor produksi (berupa usaha memperkuat kemampuan lembaga keuangan untuk mengevaluasi dan membiayai proyek pengembangan teknologi tertentu, antara lain dengan subsidi, bantuan keuangan bagi upaya teknologi di industri tertentu yang penting bagi kepentingan nasional).

Ditinjau dari segi perkembangan teknologi dan industri, pengalaman Taiwan dan Korea Selatan menunjukkan bahwa kebijakan industri yang bersifat intervensi jauh lebih berhasil dari pada kebijakan industri yang tidak begitu bersifat intervensi, seperti yang dilakukan pemerintah Hongkong yang lebih mengutamakan campur tangan fungsional.

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah kemampuan administrasi birokrasi pemerintah. Kemampuan administrasi merupakan kendala yang penting bagi campur tangan selektif yang merupakan alat kebijakan yang sangat peka. Kelemahan administrasi ini sangat penting untuk diperhatikan karena campur tangan pemerintah yang selektif untuk menanggulangi kegagalan pasar justru bisa menimbulkan kegagalan pemerintah (*government failure*) berupa pemborosan dan tidak efisien dalam penggunaan sumber daya produktif yang langka maupun kegagalan dalam mencapai tujuan (misalnya pengembangan industri tertentu dengan daya saing internasional yang tinggi). Di samping

ini kegagalan pemerintah untuk menanggulangi kegagalan pasar juga bisa disebabkan karena korupsi dan kolusi antara pejabat dan pengusaha. Jika hal ini terjadi maka kepentingan khususnya (misalnya pengusaha tertentu) berupa campur tangan pemerintah yang secara khusus menguntungkan pengusaha tersebut tanpa dasar ekonomi yang jelas.

Campur tangan fungsional yang sangat diperlukan bagi NSB dapat dijelaskan lebih jauh sebagai berikut. Campur tangan fungsional ini dapat berupa memperkuat prasarana fisik seperti: pembangunan jalan raya, pelabuhan laut dan udara, jaringan telekomunikasi dan lain-lain. Juga dapat memperkuat institusi ilmu pengetahuan dan teknologi yang sudah ada sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Campur tangan fungsional ini dapat juga meliputi investasi yang memadai dalam bidang pendidikan, khususnya pendidikan teknik yang dapat menghasilkan tenaga teknik yang trampil dalam berbagai kegiatan industri.

Campur tangan selektif sebaiknya baru dilaksanakan secara lebih luas seiring dengan peningkatan etos kerja birokrat yang mengutamakan kepentingan nasional dari pada kepentingan pribadi. Jika campur tangan selektif terlampaui dipaksakan tanpa melihat kendala administrasi birokrasi maka hasilnya sangat mungkin adalah merajalelanya kegiatan pemburu rente (*rent-seeking activities*) yang tidak produktif, dan bukan munculnya industri yang efisien dengan daya saing internasional yang tinggi.

5. Penutup

Kemajuan teknologi merupakan salah satu faktor dalam pertumbuhan ekonomi. Secara matematis hubungan antara kemajuan teknologi dengan pertumbuhan ekonomi telah dikemukakan oleh para ekonom seperti Abramovitz, Kendrick dan Solow. Dengan model yang dikembangkan tersebut dapat ditentukan besarnya sumbangan kemajuan teknologi terhadap pertumbuhan ekonomi.

Dalam usaha untuk meningkatkan keunggulan komparatif, NSB berusaha untuk dapat menguasai teknologi yang sebagian besar dikembangkan oleh NIM. Untuk menguasai teknologi ini dapat digunakan beberapa cara seperti: FDI, persetujuan lisensi, proyek putar kunci, pembelian barang modal, dan pembelian bantuan teknis. Pemerintah dapat melakukan campur tangan untuk mendorong pertumbuhan teknologi dan industri. Campur tangan ini dapat bersifat fungsional dan selektif. Masing-masing campur tangan yang tertuang dalam kebijakan pemerintah harus tetap memperhatikan kepentingan negara dan harus melihat kondisi kemampuan administrasi birokrat.

Daftar Pustaka

- Barro, R.J. and Martin, X.S. (1995) *Economic Growth*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Djojohadikusumo, S. (1994) *Dasar Teori Ekonomi Pertumbuhan dan Ekonomi Pembangunan*, LP3ES, Jakarta.
- Hogendorn, J.S. (1996) *Economic Development*, Harper Collins College Publisher, New York.
- Jhingan, M.L. (1999) *Ekonomi Pembangunan dan Perencanaan*, PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- Nakayama, S. (1978) "Science and Technology in Modern Japanese Development", in Beranek Jr., W. and Ranis, G. (eds.), *Science, Technology, and Economic Development: A Historical and Comparative Study*, Praeger Publisher, New York.
- Pangestu, M. dan Basri, F.H. (1995) "Perdagangan Internasional dan Strategi Pengembangan Teknologi", dalam Anwar, M.A., Basri, F.H. dan Ikhsan, M. (eds.), *Sumber Daya, Teknologi, dan Pembangunan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Samuelson, P.A. and Nordhaus, W.D. (1998) *Economics*, The McGraw-Hill Companies, Inc., Singapore.
- The World Bank (1999) *World Development Report 1998/99: Knowledge for Development*, Washington, D.C., <http://www.worldbank.org/wdr/previous.html>.
- Todaro, M.P. (2000) *Economic Development*, Addison-Wesley, Massachusetts.
- Wie, T.K., Jusmaliani, dan Indrawati, S.M. (1995) "Pengembangan Kemampuan Teknologi Industri dan Alih Teknologi di Indonesia", dalam Anwar, M.A., Basri, F.H. dan Ikhsan, M. (eds.), *Sumber Daya, Teknologi, dan Pembangunan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wie, T.K. (1995a) "Pertumbuhan Ekonomi dan Kemajuan Teknologi di Indonesia dalam Jangka Panjang", dalam *Alumni FEUI dan Tantangan Masa Depan: Beragam Pemikiran*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.