

ISBN 979-98496-3-2

# Difusi Teknologi

Teori, Pendekatan & Pengalaman

Penyunting :  
Atang Sulaeman



# **Difusi Teknologi**

## **Teori, Pendekatan dan Pengalaman**

**Penyunting :**  
Atang Sulaeman

**Penulis :**

Achmad Zatnika  
Amy Hardianto  
Arwanto  
Atang Sulaeman  
Bambang Haryanto  
Dedi Suhendri  
Dharmawan  
Hamir Hamzah  
Hartaya  
Kuncoro Budy Prayitno  
Muchdie  
M. Yusuf Samad  
Mulyadi Agus Widodo  
Nelson Simanungkalit  
Soleh Iskandar  
Sri Royanigsih  
Rachmat Karyanda  
Ruki Savianto  
Syakur Salim  
Ugay Sugarmansyah  
Untung Sumotarto

**Penerbit**  
**Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi Teknologi**  
**Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi**  
**Jakarta**

Perpustakaan Nasional Indonesia : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**DIFUSI TEKNOLOGI**  
TEORI, PENDEKATAN, DAN PENGALAMAN

Atang Sulaeman/Muchdie, dkk.

----- Jakarta : Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi  
Teknologi Badan Pengkajian dan  
Penerapan Teknologi 2005

xvi hlm + 255 hlm; 15 x 23 cm

**ISBN 979-98496-3-2**

Diterbitkan oleh :

Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi Teknologi  
Deputi Bidang Pengkajian Kebijakan Teknologi  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Gedung II BPPT, lantai 12  
Jl. M. H. Thamrin, No 8 Jakarta 10340  
Tlp. 0213169412/18 Fax. 0213169406  
atang\_sulaeman@yahoo.com

Edisi ke-1 tahun 2005

Desain muka : Deden Suropto & Adji  
Tata letak : Atang Sulaeman

Dicetak oleh : Percetakan BPPT 3169007

Hak cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, termasuk menfotokopi, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

# Kata Pengantar

Daya saing suatu negara ditentukan antara lain oleh tingginya inovasi teknologi dalam berbagai bidang pembangunan. Pengalaman dari banyak negara maju membuktikan, bahwa teknologi merupakan penghela utama (*prime mover*) untuk kemajuan ekonomi. Inovasi merupakan kata kunci yang sangat penting dalam proses pembangunan ekonomi berbasis teknologi. Manfaat inovasi tidak akan pernah dinikmati masyarakat apabila tanpa melalui sebuah proses, yakni proses difusi teknologi.

Difusi teknologi adalah proses penyebarluasan teknologi kepada suatu sistem sosial. Proses difusi teknologi merupakan suatu proses yang sangat penting dari suatu rangkaian penerapan teknologi pada suatu lembaga, perusahaan, maupun negara. Dari sisi mekanisme, difusi teknologi merupakan sebuah proses yang sangat kompleks, karena proses ini sangat dipengaruhi oleh jenis inovasi/teknologi dan sistem sosial (calon) penerima inovasi/teknologi. Oleh karena itu lama waktu yang diperlukan untuk mendifusikan sebuah inovasi/teknologi sangat sulit diperkirakan. Lama waktu yang diperlukan untuk mendifusikan suatu inovasi/teknologi bisa satu bulan sampai puluhan tahun. Ada inovasi/teknologi yang lebih mudah didifusikan dibandingkan dengan jenis inovasi/teknologi lain pada satu masyarakat yang sama. Di sisi lain, ada masyarakat yang lebih mudah mengadopsi (menerima, menerapkan) suatu jenis inovasi/teknologi dibandingkan masyarakat yang lainnya.

Menyadari bahwa difusi teknologi merupakan salah satu faktor penting dalam proses penerapan teknologi pada suatu masyarakat, sementara itu buku mengenai difusi teknologi masih sangat jarang terutama terbitan dalam Bahasa



Indonesia, maka Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi Teknologi BPPT berupaya untuk menerbitkan Buku Difusi Teknologi : Teori, Pendekatan, dan Pengalaman.

Buku ini antara lain meng-*eksplor* mengenai difusi teknologi baik dari aspek teori, pendekatan, maupun pengalaman. Untuk memudahkan para pembaca, kami membagi buku ini ke dalam tiga bagian, yakni Bagian I berisi Teori dan Model Dasar Difusi Teknologi, Bagian II berisi Pendekatan Difusi Teknologi, dan Bagian III yang berisi beberapa pengalaman proses difusi teknologi yang pernah dilakukan oleh para peneliti Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).

Kami menyadari bahwa buku yang dihasilkan masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran konstruktif dari para pembaca sangat kami harapkan untuk perbaikan buku kami selanjutnya.

Penghargaan yang sebesar-besarnya kami sampaikan bagi para penulis, penyunting, serta percetakan BPPT yang karena kerja kerasnya akhirnya dapat menyelesaikan buku ini.

Akhirnya kami hanya berharap, buku yang sederhana ini paling tidak dapat memberikan inspirasi, terutama bagi kalangan yang berkiprah di bidang kebijakan publik, dalam membuat kebijakan yang berhubungan dengan proses penyebaran dan penerapan teknologi.

Semoga.

Jakarta, Agustus 2005

Direktur PPKDT – BPPT

**Muchdie., Ir., MS., PhD**

# Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Catatan Penyunting	iii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xv

## BAGIAN I TEORI DAN MODEL DASAR

Bab I	1
<b>Pendahuluan</b> <i>Muchdie</i>	
Bab II	18
<b>Pemahaman Difusi Teknologi dalam Perspektif Ilmu Alam</b> <i>Nelson Simanungkalit, Dedi Suhendri, dan M. Agus Widodo</i>	
Bab III	31
<b>Model-model Ekonomi Difusi Teknologi</b> <i>Muchdie dan M. Agus Widodo</i>	
Bab IV	49
<b>Mekanisme Difusi Teknologi</b> <i>Kuncoro B. Prayitno dan Amy Hardianto</i>	

---

---

## Bab 3

# Model-model Ekonomi Difusi Teknologi

---

---

Oleh  
Muchdie\*) dan  
M. Mulyadi Agus\*)

### PENDAHULUAN

Teknologi merupakan mesin bagi pertumbuhan ekonomi. Dipelopori oleh Abramovitz (1956) dan Solow (1957), para peneliti telah menemukan bahwa kemajuan teknologi merupakan hal yang sangat penting bagi proses pertumbuhan ekonomi. Bahkan, kajian yang paling baru mengungkapkan bahwa sejumlah besar keragaman pendapatan dapat dijelaskan oleh keragaman dalam penggunaan teknologi.

Akan tetapi, akan dibutuhkan waktu bagi sebuah teknologi baru untuk memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan. Terdapat dua proses penting agar teknologi bermanfaat bagi masyarakat. Pertama, teknologi haruslah dikaitkan dengan kegiatan ekonomi. Ini merupakan proses inovasi, dimana temuan teknologi baru diaplikasikan pada kegiatan ekonomi. Kemudian, teknologi haruslah diadopsi oleh masyarakat. Proses ini disebut dengan proses difusi.

Perhatian yang besar telah diberikan oleh pakar ekonomi mengenai proses inovasi. Sayangnya, tidak banyak perhatian yang dicurahkan bagi proses difusi. Memang, ada upaya dari para peneliti untuk memahami proses difusi dari perspektif ilmu ekonomi karena teknologi tidak akan mempunyai dampak ekonomi sampai teknologi tersebut diadopsi secara luas oleh masyarakat.

---

\*) Pusat Pengkajian Kebijakan Difusi Teknologi-BPPT



Jadi difusi bukanlah hal yang dapat diabaikan. Sayangnya, difusi membutuhkan waktu yang panjang. Sementara itu, inovasi dan difusi saling berkaitan. Jika dikatakan bahwa "teknologi tidak berarti apa-apa tanpa adanya inovasi" maka, "inovasi pun tidak bermanfaat tanpa adanya difusi".

Bab ini bertujuan memahami proses difusi teknologi dari sudut pandang ilmu ekonomi. Pertama akan dikemukakan isu-isu utama yang dibahas dalam literatur. Kemudian, teori-teori ekonomi tentang difusi teknologi akan dibahas dan selanjutnya bukti-bukti empiris akan diringkaskan.

### **PERTANYAAN-PERTANYAAN EKONOMI TENTANG DIFUSI TEKNOLOGI**

Menurut Roger (1995) dalam bukunya yang sangat terkenal, *Diffusion of Innovation*, difusi adalah suatu proses menyebarkan inovasi kepada suatu sistem sosial tertentu pada periode waktu tertentu. Kendatipun bukti-bukti ekonomi berkaitan dengan difusi teknologi tidak dapat disimpulkan, ada dua hal yang disepakati secara umum. Pertama, teknologi baru tidak pernah diadopsi oleh pengguna potensial pada waktu yang bersamaan. Difusi menyeluruh dari suatu teknologi baru dapat terjadi dalam kurun waktu antara lima sampai lima puluh tahun, tergantung pada karakteristik inovasi (Mansfield, 1968).

Kedua, banyak sekali kajian telah membuktikan bahwa difusi teknologi akan mengikuti pola waktu tertentu; teknologi diadopsi agak lambat pada awalnya, kemudian lebih cepat dan akhirnya melambat lagi ketika batas spesifik adopsi teknologi dicapai. Dengan demikian, grafik adopsi teknologi dapat digambarkan dalam bentuk sigmoid (kurva berbentuk huruf-S). Fakta ini telah menghantarkan para peneliti untuk memfokuskan pada dua pertanyaan yang saling berkaitan : (1) Mengapa ada inovasi teknologi yang terdifusi lebih cepat dibandingkan dengan teknologi yang lain? (2) Mengapa pengguna (perusahaan atau masyarakat) mengadopsi inovasi lebih cepat dibanding dengan yang lain ? Pembahasan berikut akan mencoba mencari menjawab atas pertanyaan-pertanyaan tersebut.



## TEORI EKONOMI TENTANG DIFUSI TEKNOLOGI

Sebagaimana dibahas dalam Karshenas dan Stoneman (1993), teori tentang difusi teknologi dibedakan menjadi empat model, yaitu : model epidemik, model *rank*, model *order* dan model *stock*.

### Model Epidemik

Sebagai model yang paling tua dan paling berpengaruh, model epidemik didasarkan pada gagasan bahwa penyebaran informasi tentang suatu teknologi baru merupakan kunci yang menjelaskan tentang proses difusi. Menurut teori epidemik, awalnya pengguna potensial mempunyai sedikit informasi tentang teknologi baru dan oleh karenanya mereka tidak dapat mengadopsinya. Akan tetapi, ketika proses difusi berlanjut, orang yang belum mengadopsi memperoleh informasi dari mereka yang mengadopsi melalui interaksinya sehari-hari, persis seperti menularnya penyakit melalui kontak sehari-hari dengan orang yang kena penyakit. Sebagai hasilnya, ketika jumlah orang yang mengadopsi bertambah, informasi menyebar lebih cepat dan kecepatan difusi juga meningkat. Secara perlahan-lahan, ketika jumlah orang mengadopsi teknologi baru melebihi mereka yang tidak mengadopsi, kecepatan difusi akan melambat. Sangat penting untuk dipahami, peluang bagi orang yang tidak mengadopsi untuk "tertular" oleh orang yang telah mengadopsi tidak sama untuk setiap teknologi. Ini akan sangat tergantung pada karakteristik teknologi, seperti profitabilitas, resiko dan besaran investasi yang dibutuhkan untuk mengadopsi.

Dengan demikian, model epidemik mempunyai hipotesa bahwa perusahaan atau individu mengadopsi lebih lambat karena mereka tidak mempunyai informasi yang cukup mengenai teknologi tersebut; dan informasi ini mesti diperoleh dari mereka yang telah mengadopsi terlebih dahulu. Lebih lanjut, model epidemik menghipotesakan bahwa ada inovasi yang terdifusi lebih cepat karena inovasi tersebut mempunyai peluang "terinfeksi" berdasarkan karakteristik yang dimilikinya.

Model epidemik mendapat banyak kritik karena beberapa alasan (lihat, misalnya: Davies, 1979; Stoneman, 1983). Pertama, semua perusahaan diasumsikan mempunyai peluang yang sama untuk

"terinfeksi"; suatu asumsi yang melanggar daya nalar mengingat beberapa perusahaan, yang misalnya mempunyai cadangan dana besar, tingkat penggantian modal yang tinggi, manajer yang lebih baik, secara alamiah akan lebih cepat mengadopsi dibanding yang lain. Kedua, tidak ada penjelasan yang eksplisit tentang bagaimana tujuan memaksimalkan perusahaan dapat menciptakan hipotesis tingkah laku agregat.

### **Model Rank**

Model *rank* bersandar pada gagasan bahwa keragaman diantara perusahaan menjelaskan pola-pola difusi. Perusahaan dihipotesiskan berbeda-beda dalam beberapa variabel yang kritis, dimana telah diidentifikasi terdapatnya 7 variabel kritis, yaitu :

*Capital vintage*. Perusahaan dengan barang modal yang tua dan kurang produktif akan lebih cepat mengadopsi dibanding perusahaan dengan barang modal yang lebih baru (Salter, 1960).

*Ukuran perusahaan (Firm size)*. Perusahaan besar dapat menyebarkan resiko, mengakses kredit, dan mengambil manfaat skala ekonomi dari teknologi baru akan lebih menguntungkan untuk mengadopsi dibanding perusahaan-perusahaan kecil (Davies, 1979; David, 1975; Feder & O'Mara, 1981).

*Keyakinan akan tingkat pengembalian (Beliefs about the return of the new technology)*. Perusahaan yang dugaannya tentang keuntungan teknologi baru sangat pesimistik akan kurang mengadopsi dibanding dengan perusahaan yang harapannya lebih optimistik (Stoneman, 1980; Jensen, 1983).

*Biaya pencarian (Search costs)*. Perusahaan yang mengeluarkan biaya transaksi yang besar dalam mempelajari teknologi karena lokasi fisik dan modal manusia akan kurang mengadopsi dibandingkan dengan perusahaan yang mengeluarkan biaya pencarian yang lebih sedikit.

*Harga-harga input (Input prices)*. Keragaman dalam biaya input antar perusahaan dan kebutuhan input antar teknologi berimplikasi bahwa beberapa perusahaan akan memperoleh pengembalian modal yang lebih besar dibanding yang lainnya.



*Faktor produksi (Faktor productivity)*. Keragaman dalam faktor produksi antar perusahaan, termasuk keragaman dalam produktivitas karena modal manusia, berimplikasi bahwa sejumlah perusahaan akan memperoleh lebih besar pengembalian karena mengadopsi dibanding yang lainnya (Kislev & Shchori-Bachrach, 1973).

*Biaya pengaturan (Regulatory costs)*. Keragaman dalam *eksposure* perusahaan terhadap biaya pengaturan mempengaruhi penerimaan bersih adopsi manakala teknologi baru mempunyai implikasi peraturan yang berbeda (Ecchia & Mariotti, 1994; Millman & Prince, 1989).

Mengingat bahwa karakteristik perusahaan sangat beragam, mereka dapat diurutkan berdasarkan penerimaan bersih dari adopsi teknologi. Bagi beberapa perusahaan, penerimaan bersih dari adopsi bisa saja bernilai negatif. Akan tetapi, dalam kurun waktu tertentu, penerimaan bersih dari adopsi bagi semua atau beberapa perusahaan akan meningkat. Penerimaan bersih dari adopsi dihipotesakan akan meningkat sepanjang waktu karena beberapa alasan:

- Ekonomi eksternal dari skala (*External economies of scale*). Biaya-biaya produksi bisa jadi akan menurun sebagai hasil dari terlatihnya para pekerja dan pemasok hulu yang melengkapi teknologi baru.
- Pembelajaran sambil melakukan (*Learning by doing*). Teknologi disempurnakan oleh para pemakainya melalui proses belajar.
- Menurunnya biaya pencarian (*Falling search costs*). Biaya pencarian informasi tentang teknologi baru dan ketidakpastian tentangnya menurun biaya sepanjang waktu.
- Penyusutan dari modal yang ada.

Dengan demikian, model *rank* menghipotesakan bahwa perusahaan-perusahaan mengadopsi teknologi pada waktu yang berbeda karena mereka berbeda dalam hal variabel kritisnya, yaitu variabel-variabel yang berpengaruh terhadap penerimaan bersih karena mengadopsi teknologi. Bagi beberapa perusahaan,

penerimaan bersihnya bisa saja bernilai negatif. Akan tetapi, dengan berjalannya waktu, penerimaan bersih dari mengadopsi teknologi akan meningkat sehingga akan lebih banyak perusahaan yang mengadopsi. Lebih lanjut, model *rank* berimplikasi bahwa inovasi akan terdifusi dengan kecepatan yang berbeda karena pada teknologi tertentu distribusi penerimaan bersih juga berbeda; atau bisa jadi karena pada teknologi tertentu peningkatan penerimaan bersih adopsi juga berbeda.

### **Model Order**

Model *order* didasarkan pada gagasan bahwa urutan dalam mengadopsi teknologi menentukan pendapatan bersih yang mereka terima. Semakin awal mengadopsi, akan semakin tinggi penerimaan bersih yang diperoleh (Ireland & Stoneman, 1985; Fundenberg & Tirole, 1985). Dampak urutan muncul dari adanya suatu input kritis tetap dalam proses produksi seperti tenaga kerja trampil bagi pengembangan *software* atau akses ke lokasi pengeboran bagi eksplorasi minyak. Karena dampak urutan inilah maka adopsi teknologi hanya akan menguntungkan sejumlah kecil perusahaan yang mengadopsi. Perhatikan bahwa hal ini akan tetap terjadi meskipun diasumsikan bahwa perusahaan mempunyai karakteristik yang sama. Tentu saja, semakin lama penerimaan bersih dari adopsi akan meningkat (seperti alasan pada model *rank*) sehingga secara perlahan akan lebih banyak perusahaan yang akan mengadopsi.

Dengan demikian, model *order* menghipotesakan bahwa perusahaan mengadopsi pada waktu yang berbeda karena penerimaan bersih dari mengadopsi teknologi bernilai negatif bagi perusahaan yang lambat mengadopsi (relatif) dibanding dengan pesaingnya yang lebih cepat mengadopsi. Dengan berjalannya waktu, penerimaan bersih dari mengadopsi akan meningkat sehingga akan lebih banyak perusahaan yang mengadopsi. Selanjutnya, model *order* berimplikasi bahwa inovasi akan terdifusi dengan kecepatan yang berbeda karena untuk teknologi tertentu, dampak urutan lebih kuat dibanding dengan yang lainnya atau karena untuk teknologi tertentu penerimaan bersih mengadopsi meningkat lebih cepat dibanding dengan teknologi yang lainnya.



## **Model *Stock***

Model *stock* bersandar pada gagasan bahwa penerimaan bersih mengadopsi bagi suatu perusahaan tergantung pada total *stock* perusahaan yang mengadopsi; dimana penerimaan bersih mengadopsi akan turun dengan meningkatnya *stock* (Reinganum, 1981; Quirnbach, 1986). Dampak *stock* dihipotesakan meningkat ketika adopsi teknologi menyebabkan turunnya biaya rata-rata produksi, yang dalam batas tertentu akan menurunkan harga jual output. Harga jual output yang rendah akan mengurangi penerimaan bersih mengadopsi. Dampak *stock* ini, awalnya hanya akan menguntungkan sejumlah perusahaan tertentu saja. Perhatikan bahwa dampak ini tidak tergantung kepada keragaman perusahaan atau urutan perusahaan yang mengadopsi. Akan tetapi, tergantung pada penerimaan bersih mengadopsi yang akan meningkat sepanjang waktu sehingga lebih banyak perusahaan yang akan mengadopsi.

Dengan demikian, model *stock* menghipotesakan bahwa perusahaan mengadopsi pada waktu yang berbeda karena penerimaan bersih mengadopsi berkurang ketika *stock* meningkat. Akan tetapi, dengan berjalannya waktu, penerimaan bersih mengadopsi akan meningkat sehingga akan lebih banyak perusahaan yang mengadopsi. Selanjutnya, model *stock* berimplikasi bahwa inovasi akan terdifusi dengan kecepatan yang berbeda karena pada beberapa teknologi tertentu karena dampak *stock* yang lebih kuat (misalnya karena teknologi baru mempunyai dampak yang lebih besar terhadap biaya perusahaan dan selanjutnya terhadap harga output) atau karena bagi teknologi tertentu, penerimaan bersih mengadopsi meningkat lebih cepat dibandingkan dengan teknologi yang lain.

## **Pemasok Teknologi dan Litbang**

Selain faktor-faktor yang sudah dibahas, dua faktor lain yang mendapat perhatian luas dalam kepustakaan adalah peran pemasok teknologi dan peran litbang. Keempat model yang diringkaskan memfokuskan pada permintaan terhadap teknologi oleh pengguna akhir dan secara sederhana mengasumsikan suatu elastisitas penawaran yang elastis sempurna. Akan tetapi, secara sangat jelas asumsi ini terlalu menyederhanakan; pertimbangan

sisi penawaran akan mempunyai dampak terhadap proses difusi. Beberapa peneliti telah mempertimbangkan aspek penawaran dalam model difusi (Stoneman, 1991).

Selain itu, sejumlah peneliti telah mengemukakan bahwa pengeluaran perusahaan dalam mencari dan mengadopsi teknologi baru berkaitan erat dengan proses difusi. Difusi akan merangsang litbang dan litbang akan mendorong difusi (Stoneman, 1991; Cohen & Leventhal, 1989). Terdapat sejumlah besar literatur ekonomi tentang litbang yang relevan. Akan tetapi sebagian besar tidak dimasukkan ke dalam kepustakaan tentang difusi.

Apa yang teori ekonomi dapat jelaskan tentang difusi teknologi ? mengapa beberapa perusahaan mengadopsi lebih awal dibanding yang lain? Mengapa beberapa inovasi yang terdifusikan lebih cepat dibanding yang lain ? Ada beberapa hal yang dapat disimpulkan.

Pertama, adalah penting untuk mencatat bahwa model-model yang telah dijelaskan menawarkan penjelasan yang saling melengkapi. Model-model tersebut bukanlah tidak konsisten antara yang satu dengan lainnya. Tidak ada alasan mengapa difusi teknologi tertentu tidak dapat dipengaruhi oleh beberapa kombinasi dari dampak epidemik, *rank*, *order*, *stock* dan sisi penawaran. Kenyataannya, ini merupakan gambaran dari dunia nyata. Dengan demikian, kesimpulan yang paling akurat adalah bahwa ada sejumlah faktor yang agaknya berpengaruh terhadap proses difusi teknologi, yaitu :

- Informasi dan pembelajaran (*information and learning*) merupakan hal kritis pada semua model yang dibahas. Penyebarluasan informasi tentang teknologi baru mendorong difusi pada model epidemik. Pada model *rank*, *order* dan *stock*, belajar sambil mengerjakan (*learning by doing*) dan penyebaran informasi berakibat pada penerimaan bersih mengadopsi, dan oleh karenanya proporsi *adopter* akan meningkat sepanjang waktu. Akhirnya, pada versi tertentu dari model *rank*, akses informasi yang berbeda akan menentukan perusahaan mana yang akan mengadopsi dan perusahaan mana yang tidak.



- Karakteristik penerima potensial (*characteristics of potential adopters*). Perbedaan karakteristik perusahaan yang mempengaruhi penerimaan bersih akan mendorong terjadinya difusi menurut model *rank*. Karakteristik ini mencakup : *capital vintage*, ukuran perusahaan, keyakinan akan penerimaan bersih dari mengadopsi teknologi, biaya-biaya pencarian, harga-harga input, produktivitas faktor produksi dan biaya-biaya pengaturan.
- Karakteristik teknologi (*characteristics of technology*). Di semua model yang diringkaskan, karakteristik teknologi baru seperti resiko, penerimaan rata-rata dan kendala hak atas kekayaan intelektual berpengaruh terhadap penerimaan bersih mengadopsi.
- Sumberdaya tetap (*fixed-resources*). Keterbatasan pasokan dari suatu input kritis terhadap teknologi baru mendorong difusi pada model *order*.
- Dampak adopsi terhadap harga output atau dampak keseimbangan umum (*general equilibrium effect*). Dampak adopsi terhadap pengurangan biaya produksi rata-rata dan terhadap harga output mendorong difusi pada model *stock*.

## **DIFUSI TEKNOLOGI : BUKTI-BUKTI EMPIRIS**

Pengujian empiris tentang difusi teknologi menggunakan data pada tingkat perusahaan, sektor dan negara. Data tingkat perusahaan digunakan untuk menguji dampak karakteristik perusahaan terhadap adopsi dan waktu mengadopsi. Data tingkat sektor digunakan untuk menguji dampak karakteristik sektor (biasanya karakteristik rata-rata perusahaan dalam industri) terhadap kecepatan difusi (biasanya kelerengan parameter dari kurva difusi suatu sektor tertentu). Data tingkat sektor juga digunakan untuk menguji dampak karakteristik teknologi terhadap kecepatan proses difusi. Data tingkat negara digunakan untuk menguji dampak sektoral dan karakteristik ekonomimakro terhadap kecepatan proses difusi.

Mengingat kebanyakan penelitian tingkat sektor menggunakan karakteristik rata-rata perusahaan untuk menjelaskan proses difusi, kebanyakan penelitian empiris tentang difusi teknologi menguji tentang bagaimana karakteristik perusahaan mempengaruhi proses difusi. Penelitian ini dapat dianggap sebagai pengujian terhadap model *rank*. Bukti-bukti empiris akan difokuskan pada dua hal, yaitu dampak karakteristik teknologi terhadap proses difusi dan dampak karakteristik ekonomi makro terhadap proses difusi.

### **Dampak Karakteristik Teknologi**

Mungkin karena langkanya data, hanya sedikit kajian tentang bagaimana karakteristik teknologi mempengaruhi proses difusi. Penelitian Mansfield (1961) merupakan yang paling banyak dikutip. Menggunakan data tentang 9 inovasi yang berbeda di 4 industri, Mansfield menguji korelasi antara kecepatan difusi dengan rata-rata keuntungan (diukur dengan rata-rata *payback-period*) dan rata-rata investasi awal yang dibutuhkan untuk mengadopsi. Tidak mengejutkan, bahwa kedua variabel tersebut berkorelasi secara signifikan. Menggunakan data tentang difusi dari 22 inovasi proses di UK, Davies (1979) menemukan adanya perbedaan yang signifikan antara pola difusi inovasi yang sederhana dan murah dengan pola inovasi yang rumit dan mahal. Dia menemukan bahwa inovasi yang sederhana relatif lebih cepat didifusikan pada tahap awal dan lebih lambat pada akhirnya.

### **Dampak Karakteristik Perusahaan dan Sektor**

Diantara karakteristik perusahaan dan sektor yang berdampak terhadap difusi, para peneliti telah memfokuskan perhatiannya pada ukuran perusahaan dan struktur pasar. Selain itu, mereka juga telah menguji dampak harga faktor produksi, produktivitas faktor produksi, infrastruktur, *capital vintage*, variabel-variabel ekonomimakro, pengeluaran litbang dan perbedaan-perbedaan kelembagaan.

- **Ukuran perusahaan.** Hampir semua kajian empiris tentang difusi menguji hipotesis *Schumpeter* yang menyatakan bahwa perusahaan-perusahaan besar pada industri-industri yang terkonsentrasi bukan hanya lebih inovatif, tetapi juga lebih



cepat mengadopsi teknologi baru dibanding perusahaan-perusahaan kecil. Banyak penelitian yang mendukung hipotesis kedua, yaitu bahwa perusahaan-perusahaan besar merupakan mengadopsi awal, misalnya Antonelli & Tahar (1990a), Gliberman (1975), Romeo (1975), Davies (1979), Feder, Jus & Zilberman (1985) dan Karshenas & Stoneman (1993). Akan tetapi masih ada pertanyaan, mengapa perusahaan-perusahaan besar mengadopsi lebih cepat. Beberapa penelitian telah mencoba mencari jawaban. Misalnya, Rose & Joskow (1990) menemukan fakta bahwa perusahaan besar memutar modal lebih cepat dibanding perusahaan kecil dan masih tetap menemukan adanya korelasi yang signifikan antara ukuran perusahaan dengan adopsi. Ini berarti bahwa perusahaan besar mengadopsi lebih cepat karena skala ekonomi, modal manusia dan akses terhadap kredit.

- **Struktur pasar.** Bukti mengenai dampak struktur pasar terhadap proses difusi tidak jelas. Misalnya, Hannan & McDowell (1984) dan Sommers (1980) menemukan bahwa pemusatan mempunyai korelasi yang positif dengan adopsi teknologi baru. Sementara Romeo (1975) menemukan kebalikannya. Kajian lain menemukan bahwa struktur pasar tidak mempunyai dampak yang dapat diamati terhadap kecepatan difusi. Menurut Davies (1979) alasan mengapa bukti-bukti tersebut tidak jelas adalah proksi konsentrasi pasar mempunyai dua efek balik, yaitu pertama jumlah perusahaan pada industri-industri yang terkonsentrasi cenderung relatif rendah, yang memfasilitasi arus informasi dan kecepatan difusi. Kedua, ukuran perusahaan pada industri-industri yang terkonsentrasi cenderung sedikit beragam, yang lebih lanjut memperlambat proses difusi.
- **Harga faktor produksi.** Terdapat cukup banyak bukti empiris yang mendukung hipotesis bahwa kecepatan difusi berkorelasi dengan harga input yang digunakan oleh *adopter*. Semakin murah harga input akan semakin cepat proses difusi. Beberapa kajian menemukan adanya hubungan langsung antara tingkat upah dan kecepatan difusi dari teknologi yang mengemat tenaga kerja (Antonelli & Tahar, 1990b).
- **Modal manusia.** Juga terdapat bukti yang cukup untuk mendukung hipotesis yang menyatakan bahwa perusahaan

dengan kualitas sumberdaya manusia yang tinggi merupakan pengadopsi awal. Kebanyakan bukti ini berkaitan dengan inovasi di sektor pertanian (misalnya: Lin, 1991; Pitt & Sumodiningrat, 1991).

- **Regulasi.** Sejumlah peneliti telah menemukan beberapa bukti empiris adanya kaitan antara tekanan regulasi formal dengan perubahan teknologi bersih. Akan tetapi, kaitan antara regulasi dengan perubahan teknologi akan tidak berarti jika penegakan hukumnya lemah, yang justru sering terjadi di negara-negara sedang berkembang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tekanan lembaga swadaya masyarakat (dikenal sebagai regulasi tidak formal) dapat menggantikan peran tekanan regulasi formal (Pargal & Wheeler, 1996). Blackman & Bannister (1998) menemukan bahwa regulasi tidak formal berkorelasi dengan adopsi teknologi bersih.
- **Infrastruktur, *capital vintage* dan litbang.** Penelitian telah memverifikasi bahwa adopsi teknologi baru berkaitan langsung dengan pengeluaran litbang (Romeo, 1975) dan adanya infrastruktur pelengkap (Hastings, 1976; Minami & Makino, 1983) dan berbanding terbalik dengan *capital vintage* (Oster, 1982).

### **Perbedaan-Perbedaan Internasional**

Walaupun kajian perbedaan internasional tentang difusi termasuk langka, temuan-temuan difokuskan pada kajian tingkat sektor pada satu negara. Menggunakan data tentang difusi pada karet sintetis di 12 negara, Swan (1973) menemukan bahwa kecepatan difusi berkaitan dengan pertumbuhan industri, ekspor dan waktu adopsi. Sejumlah kajian mencari jawaban mengapa proses difusi cerobong oksigen (yang digunakan pada industri baja) berlangsung relatif lambat. Ada pendapat yang menyatakan bahwa ketidakefisienan yang disebabkan oleh rintangan perdagangan memperlambat proses difusi (Adam & Dirlam, 1966). Ada juga yang berpendapat bahwa hal ini karena ada perbedaan pada harga faktor produksi dan pertumbuhan industri (Maddalla & Knight, 1967; Lynn, 1980). Otsuka, et. al (1988) berpendapat



bahwa perbedaan dalam hal modal manusia menjelaskan kenyataan bahwa proses difusi di Jepang lebih cepat dibanding di India. Antonelli et.al., (1990b) menyatakan bahwa perbedaan internasional difusi disebabkan oleh adanya perbedaan pertumbuhan sektoral. Nabseth & Ray (1974) menggabungkan suatu kumpulan kajian tentang difusi 10 teknologi proses di 6 negara. Walaupun terdapat tingkat upah satu teknologi (perlengkapan mesin yang dikendalikan secara numerik) yang agaknya mempunyai dampak besar terhadap proses difusi, menurut Stoneman (1983), "perbedaan dalam program produksi, campuran produk dan karakteristik kelembagaan merupakan faktor kunci dalam proses difusi". Akhirnya, beberapa kajian telah menjelaskan perbedaan kecepatan difusi secara internasional dengan statistik ekonomimakro seperti GDP dan uang beredar (Lucke, 1993; Blackman & Boyd, 1995). Meskipun kajian ini menemukan bahwa ada keterkaitan antara karakteristik ekonomimakro dengan kecepatan difusi, penjelasannya bersifat sementara.

Dari hal-hal yang dikemukakan di atas dapat disimpulkan bahwa pengamatan empiris telah menggunakan data tingkat perusahaan dan data sektoral tentang difusi suatu teknologi pada suatu negara. Pengamatan ini dapat dianggap sebagai uji terhadap model *rank*. Terdapat bukti yang baik bahwa adopsi atau kecepatan difusi secara langsung berkaitan dengan ukuran perusahaan, modal manusia, biaya-biaya regulasi untuk teknologi lama, infrastruktur, pertumbuhan industri dan pengeluaran litbang, dan berbanding terbalik dengan harga faktor produksi yang digunakan secara intensif dan *capital vintage*. Walaupun banyak penelitian telah dilakukan, dampak struktur pasar terhadap difusi tidak jelas.

Selain penelitian di atas, bahan pustaka juga mencakup perbedaan-perbedaan internasional dalam proses difusi dan dampak karakteristik teknologi terhadap proses difusi. Temuan yang terakhir menyatakan bahwa kecepatan difusi berkaitan secara langsung dengan tingkat keuntungan dan berbanding terbalik dengan besarnya investasi yang dibutuhkan serta kerumitan teknologi.

## Sumber Bacaan

- Abramovitz, M., "Resource and Output Trends in the United States Since 1870", *American Economic Review* 46 (1956), 5-23.
- Adams, W., and J. Dirlam. 1966. "Big Steel, Invention, and Innovation," *Quarterly Journal of Economics*, 80, pp. 167-189.
- Antonelli, C., P. Petit, and G. Tahar. 1990a. "The Diffusion of Interdependent Innovation in the Textile Industry," *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 1, no. 2, pp. 207-225.
- Antonelli, C., and G. Tahar. 1990b. "The Adoption of Process Innovations and the Competitive Selection Mechanism," *Economic Notes*, pp. 1-19.
- Blackman, A., and G. J. Bannister. 1998. "Community Pressure and Clean Technology in the Informal Sector: An Econometric Analysis of the Adoption of Propane by Traditional Mexican Brickmakers," *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 35, no. 1, pp. 1-21.
- Blackman, A., and J. Boyd. 1995. *The Usefulness of Macroeconomic Statistics in Explaining International Differences in the Diffusion of Process Innovations*, Discussion Paper 95-10, Resources for the Future, Washington, D.C.
- Cohen, W., and D. Levinthal. 1989. "Innovation and Learning: the Two Faces of R&D," *The Economic Journal*, 99, pp. 569-96.
- David, P. 1975. *Technical Choice, Innovation and Economic Growth* (London: Cambridge University Press).
- Davies, S. 1979. *The Diffusion of Process Innovations* (London: Cambridge University Press).
- Ecchia, G., and M. Mariotti. 1994. *A Survey on Environmental Policy: Technological Innovation and Strategic Issues*, EEE Working Paper 44.94, Fondazione Eni Enrico Mattei, Milano, Italy.



- Feder, G., and G. O'Mara. 1981. "Farm Size and the Adoption of Green Revolution Technologies," *Economic Development and Cultural Change*, 30, pp. 59-76.
- Fundenberg, D., and J. Tirole. 1985. "Preemption and Rent Equalization in the Adoption of New Technology," *Review of Economic Studies*, 52, pp. 383-401.
- Globerman, S. 1975. "Technological Diffusion in the Canadian Tool and Die Industry," *Review of Economics and Statistics*, 57, pp. 428-434.
- Hannan, T., and J. McDowell. 1984. "The Determinants of Technology Adoption: The Case of the Banking Firm," *Rand Journal of Economics*, 15, pp. 328-335.
- Hastings, T. 1976. "The Characteristics of Early Adopters of New Technology: An Australian Study," *The Economic Record*, vol. 52, no. 2.
- Ireland, N., and P. Stoneman. 1986. "Order Effects, Perfect Foresight, and Intertemporal Price Discrimination," *Recherches Economiques de Louvain*, 51, pp. 7-20.
- Jensen, R. 1983. "Innovation Adoption and Diffusion where there are Competing Innovations," *Journal of Economic Theory*, 29, pp. 161-171.
- Karshenas, M., and P. Stoneman. 1993. "Rank, Stock, Order and Epidemic Effects in the Diffusion of New Process Technology," *Rand Journal of Economics*, vol. 24, no. 4, pp. 503-527.
- Kislev, Y., and N. Shchori-Bachrach. 1973. "The Process of an Innovation Cycle," *American Journal of Agricultural Economics*, 55, pp. 28-37.
- Lin, J. 1991. "Education and Innovation Adoption in Agriculture: Evidence from Hybrid Rice in China," *American Journal of Agricultural Economics*, 73, pp. 714-723.
- Lucke, M. 1993. "The Diffusion of Process Innovations in Industrialized and Developing Countries: A Case Study of the World Textile and Steel Industries," *World Development*, vol. 21, no. 7, pp. 1225-1238.

- Lynn, L. 1980. "New Data on the Diffusion of the Basic Oxygen Furnace in the U.S. and Japan," *Journal of Industrial Economics*, 30, pp. 123-136.
- Maddala, G. S., and P. Knight. 1967. "International Diffusion of Technical Change--A Case Study of the Oxygen Steel Making Process," *Economic Journal*, 77, pp. 531-538.
- Mansfield, E. 1961. "Technical Change and the Rate of Imitation," *Econometrica*, 29, pp. 741-765.
- Mansfield, E. 1968. *Industrial Research and Technological Innovation* (New York: W.W. Norton).
- Millman, S., and R. Prince. 1989. "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control," *Journal of Environmental Economics and Management*, 17, pp. 247-265.
- Minami, R., and F. Makino. 1983. "Conditions for Technological Diffusion: The Case of Power Looms," *Hitotsubashi Journal of Economics*, vol. 23, no. 2.
- Nabseth, L., and G. Ray, eds. 1974. *The Diffusion of New Industrial Processes: An International Study* (London: Cambridge University Press).
- Oster, S. 1982. "The Diffusion of Innovation Among Steel Firms: The Basic Oxygen Furnace," *Bell Journal of Economics*, pp. 45-56.
- Otsuka, K., G. Ranis, and G. Saxonhouse. 1988. *Comparative Technology Choice in Development: The Indian and Japanese Cotton Textile Industries* (New York: St. Martin's).
- Pargal, S., and D. Wheeler. 1996. "Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from Indonesia," *Journal of Political Economy*, vol. 104, no. 6, pp. 1314-1327.
- Pitt, M., and G. Sumodiningrat. 1991. "Risk, Schooling and the Choice of Seed Technology in Developing Countries: A Meta-profit Function Approach," *International Economic Review*, vol. 32, no. 2, pp. 457-473.



- Quirnbach, H. 1986. "The Diffusion of New Technology and the Market for an Innovation," *Rand Journal of Economics*, vol. 17, no. 1, pp. 33-47.
- Reinganum, J. 1981. "Market Structure and the Diffusion of New Technology," *Bell Journal of Economics*, vol. 12, no. 2, pp. 618-624.
- Rogers, E.M., *Diffusion of Innovations*, 4<sup>th</sup> Edition (New York: Free Press, 1995).
- Romeo, A. 1975. "Interindustry and Interfirm Differences in the Rate of Diffusion of an Innovation," *The Review of Economics and Statistics*, 57, pp. 311-319.
- Rose N., and P. Joskow. 1990. "The Diffusion of New Technologies: Evidence from the Electric Utility Industry," *Rand Journal of Economics*, vol. 21, no. 3, pp. 354-373.
- Salter, W. 1960. *Productivity and Technical Change* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Sollow, R.M., "Technical Change and the Aggregate Production Function" , *Review of Economics and Statistics* 39 (1957), 312-320.
- Sommers, P. 1980. "The Adoption of Nuclear Power Generation," *The Bell Journal of Economics*, vol. 11, no. 1, pp. 283-291.
- Stoneman, P. 1980. "The Rate of Imitation, Learning, and Profitability," *Economics Letters*, 6, pp. 179-183.
- \_\_\_\_\_. 1983. *The Economic Analysis of Technological Change* (New York: Oxford University Press).
- \_\_\_\_\_. 1991. "Technological Diffusion: The Viewpoint of Economic Theory," in P. Mathias and J. Davis, eds., *Innovation and Technology in Europe: From the Eighteenth Century to the Present Day. The Nature of Industrialization Series* (Oxford and Cambridge: Blackwell), pp. 162-184.
- \_\_\_\_\_ and P. Diederer. 1994. "Technology Diffusion and Public Policy," *Economic Journal*, vol. 104, no. 425, pp. 918-930.

Swan, P. 1973. "The International Diffusion of an Innovation,"  
*Journal of Industrial Economics*, September.

World Bank. 1992. *World Development Report: Development and  
the Environment, 1992* (Washington, D.C.: Oxford  
University Press).