

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

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

Vol. 3 No. 7, 1991



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

ISSN 0126-4478

DEWAN REDAKSI

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

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

Alamat Redaksi :

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

PENGANTAR REDAKSI

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

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

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

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

REDAKSI

W A R T A

Pengelolaan Penelitian dan Pengembangan
Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Vol. 3 No. 7/1991

September 1991

DAFTAR ISI

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

Tulisan dalam Warta dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

INDIKATOR ILMU PENGETAHUAN & TEKNOLOGI BAGI PEMBANGUNAN *)

Oleh : *M. Anandakrishnan & Hiroko Morita-Lou*

ABSTRAK

Indikator ilmu-pengetahuan & teknologi (iptek), sebagaimana indikator-indikator sosial-ekonomi maupun indikator-indikator lainnya bagi pembangunan suatu negara, adalah tidak tunggal; parameter-parameternya tergantung pada sektor/bidang yang dilibatkan dan yang diperbandingkan antar-negara, sehingga terdapat perbedaan yang jelas antara statistik dengan indikator. Arah (tujuan) pengembangan indikator iptek adalah : (a) mengkaji kapasitas ilmiah & teknologis negara, (b) memantau kemajuan, dan (c) mengevaluasi pelaksanaan maupun meramal kecenderungan ('trend') masa-depan pengembangan iptek. Metodologi yang dipergunakan : pemakaian secara konvensional; secara parsial-konvergen (mengumpul); analisa distributif untuk masukan ('input') dan luaran ('output'); serta analisa nilai korespondensi (hubungan). Meskipun demikian, indikator iptek tidak lebih daripada sekedar alat, terserah kepada para pembuat kebijaksanaan untuk memanfaatkan secara efektif dan mengimplementasikannya.

PENDAHULUAN

Dalam pembuatan kebijaksanaan dan perencanaan iptek, keputusan-keputusan sering dibuat berdasarkan atas gambaran ('performance') masa lalu dan persepsi-persepsi kecenderungan kepentingan yang timbul terhadap suatu proses pembangunan keseluruhan suatu negara.

Di banyak negara-negara sedang berkembang, meskipun demikian, terdapat sangat sedikit akumulasi pengalaman masa lalu yang membantu sebagai pedoman bagi petunjuk-petunjuk dimasa-datang, khususnya bagi pemanfaatan iptek. Dampak keputusan investasi pada iptek memerlukan suatu waktu yang relatif lama untuk tampak jelas.

Sebagai akibatnya, keputusan-keputusan perencanaan dan kebijaksanaan bagi iptek adalah berdasarkan baik atas pertimbangan-pertimbangan sementara maupun penaksiran rendah diantara tuntutan-tuntutan persaingan dari banyak kegiatan dan proyek-proyek pembangunan lainnya yang mungkin

*)Judul asli: "Indicator of Science and Technology for Development", Technology and Development (ed.), edited by Atul Wad, Westview Press, 1989.

Penterjemah: Bambang Ismadi P. & Putut Budijanto, Staf/Peneliti PAPIPTEK-LIPI.

memberikan hasil-hasil yang lebih dapat dilihat ('visible') dan lebih cepat.

Dalam ketiadaan pengalaman-pengalaman masalah dan karena kurangnya peralatan untuk mengkaji status iptek di negara mereka masing-masing, negara-negara sedang berkembang sering mencoba membandingkan pengalaman-pengalaman negara maju atau beberapa dari negara dunia ketiga yang mempunyai program-program iptek yang agak luas. Karena keadaan (situasi) yang berbeda-beda dari suatu negara dengan negara lain, praktek perbandingan mempunyai keterbatasan-keterbatasan dan kesulitan-kesulitan sendiri-sendiri. Jelasnya, terdapat suatu kebutuhan untuk indikator yang dapat dipercaya yang merefleksikan secara lebih kuat situasi pada negara-negara bersangkutan sebagai alat-alat kebijaksanaan yang efektif dalam pengambilan keputusan dan perencanaan dibidang iptek.

PERBEDAAN ANTARA STATISTIK DAN INDIKATOR

Dalam bidang-bidang sosial dan ekonomi, terdapat banyak indikator-indikator yang telah berhasil diterapkan dalam analisa kecenderungan dan status gejala ('phenomena') yang berbeda.

Sebagai contoh, jumlah produksi gandum (atau beras-pent) satu negara pada suatu tahun tertentu adalah suatu petunjuk untuk evaluasi perbandingan

program negara dengan memperhatikan pada negara-negara lain. Tetapi hal ini tidak memberitahu pada pembuat kebijaksanaan ('policy makers'), meski bagaimanapun, apakah jumlah produksi tadi mencukupi kebutuhan pangan penduduk negaranya atau tidak.

Demikian juga, produksi gandum atau beras per ha dari tanah yang dapat ditanami adalah bersifat menunjukkan efisiensi (daya-guna) perbandingan praktek-praktek pertanian. Produksi gandum atau beras per 1000 penduduk akan memberikan suatu petunjuk (indikasi) ketersediaan pangan dalam hubungannya dengan penduduk.

Tabel 1

	Produksi Gandum (dalam ribuan metrik ton)	Produksi Gandum (per km persegi)	Produksi Gandum (per ribuan penduduk)
Ethiopia	4.770	30,0	116,6
Bangladesh	22.764	232,5	238,4
Bolivia	825	25,0	137,5
Yugoslavia	17.999	70,3	789,0

Source : UN Statistical Yearbook 1983/1984 (Sumber)

Contoh lain dapat dilihat pada statistik kependudukan. Tingkat kelahiran itu sendiri tidak banyak menolong dalam mengkaji kecenderungan demografis (kependudukan). Tetapi apabila dikombinasikan dengan besarnya jumlah penduduk dan tingkat kematian bayi, bagaimanapun, mereka menjadi lebih indika-

tif didalam mengkaji pertumbuhan penduduk keseluruhan.

Dengan mengetahui pertumbuhan penduduk dalam hubungannya dengan tingkat produksi pertanian memudahkan pengelolaan dan perencanaan pangan di masa-mendatang. Andaikan tingkat produksi gandum tetap sama selama bertahun-tahun, sedangkan tingkat pertumbuhan penduduk lebih cepat, tentunya, akan terjadi kekurangan pangan gandum yang serius jika tidak terdapat tindakan-tindakan kedepan yang diambil untuk memperbaiki produksi, distribusi atau pun kemampuan cadangan pangan suatu negara.

Tabel 2

	Penduduk (dalam jutaan orang)	Tingkat kelahiran per 100 pdd.	Tingkat kematian bayi
Malawi	6,6	54	164
Sierra Leone	3,6	49	198
India	733,2	39	93
Bhutan	1,2	43	162

Sumber : "World Development Report" 1985.

Atau ambillah GDP ("Gross Domestic Product" : Produk Domestik Bruto), yang merupakan gambaran agregat ('kasar') kekuatan ekonomi suatu negara. Menurut definisi Bank Dunia ("World Bank"), GDP dimaksudkan untuk mengukur "total luaran-akhir dari barang dan jasa yang diproduksi oleh suatu kegiatan ekonomi" tetapi "tidak memperhatikan alokasi terhadap tuntutan ("claims") luar-negeri (asing) dan

dalam negeri". Karena itu, jumlahnya kemana kapasitas (kemampuan) dalam negeri (lokal) dapat diterangkan dalam tingkat GDP bergantung pada jumlah atau besarnya keberadaan (modal) asing/LN dalam produksi yang dimiliki suatu negara.

Dari contoh-contoh ini, kita dapat menarik kesimpulan berikut :

- Sama sekali tidak terdapat sesuatupun sebagai suatu indikator sosial dan ekonomi yang tunggal. Tergantung pada sektor-sektor yang dilibatkan, indikator-indikator yang relevan akan dikumpulkan, yang mana harus "dikembangkan" atau "dikempeskan" dengan parameter-parameter yang tepat sedemikian hingga terpakai sebagai suatu alat perencanaan yang berhasil baik.
- Indikator-indikator dapat diperbandingkan antar negara, baik mengenai indikator-indikator lainnya semacam produktivitas atas luas tanah tertentu, atau mengenai waktu. Analisa deret-waktu ('Time-series analysis') dapat mengetahui alasan-alasan pasti bagi penurunan produksi gandum, sebagai contoh, dan dalam hubungannya dengan data lainnya semacam jumlah curah hujan selama periode waktu yang sama.

Dia dapat mewaspadakan pembuat-pembuat kebijaksanaan bagi kecenderungan-kecenderungan masa-depan perilaku yang sama.

Seperti tersebut diatas tadi, adalah tidak terdapat indikator tunggal yang

menyajikan seluruh aspek pembangunan ekonomi atau sosial, suatu indikator tunggal bagi iptek tidak mempunyai sesuatupun nilai yang nyata.

NILAI INDIKATOR - INDIKATOR IPTEK

Beberapa yang sering disebut indikator iptek yang ada mempunyai nilai nyata dalam hubungan (konteks) yang spesifik (khusus). Ciri-khasnya, indikator-indikator yang sering digunakan adalah berhubungan dengan tenaga-kerja iptek ('S&T manpower'), pembelanjaan litbang ('R&D expenditure'), paten dan publikasi. Indikator-indikator tersebut berharga untuk mengkaji aspek-aspek utama iptek hingga sampai pada :

- perbandingan internasional antara berbagai negara;
- tingkat perubahan untuk sembarang negara tertentu;
- suatu distribusi relatif potensi-potensi yang terdapat diantara berbagai sektor;
- ikhtisar/pandangan pokok (agregat) mengenai kegiatan ilmiah dan teknologis atau potensi (kemampuan) suatu negara, tetapi bukan "performance" (kegiatan) nyata yang perlu yang dilaksanakan dari potensi tersebut.

Arah-arrah pokok dalam pengembangan indikator-indikator iptek adalah mengkaji satu kapasitas (kesanggupan)

ilmiah dan teknologis negara, memonitor (memantau) kemajuan, mengevaluasi pelaksanaan ('performance') maupun meramalkan kecenderungan masa depan. Dengan indikator-indikator semacam, sasaran-sasaran iptek dapat berhubungan secara dekat dengan tujuan-tujuan pembangunan sosio-ekonomis; pembuat-pembuat kebijaksanaan dengan demikian akan dapat mengakui kepentingan nyata iptek sebagai suatu agen (sarana) bagi pemeliharaan pembangunan.

KECENDERUNGAN-KECENDERUNGAN YANG BERJALAN DALAM PEMANFAATAN INDIKATOR-INDIKATOR IPTEK

Tenaga-kerja

Praktek yang umum telah melihat pada :

- jumlah ilmuwan ('scientists') dan rekayasawan ('engineers') dalam bentuk-bentuk (batas-batas) kasar (agregat) sebagai persediaan ('stock');
- tingkat pertumbuhan dengan memperhatikan terhadap waktu;
- distribusi relatif laki-laki dan wanita dalam kategori-kategori kegiatan yang berbeda;
- distribusi antar disiplin yang berbeda;
- distribusi antar fungsi yang berbeda, semacam : litbang, pendidikan, sektor-sektor swasta dan umum;

- tenaga-kerja iptek sebagai suatu perbandingan (proporsi) terhadap jumlah penduduk;
- proporsi (perbandingan) dari tenaga-penunjang vs tenaga-ahli ('professionals');
- pendaftaran siswa pada perguruan (pendidikan) tinggi;
- jumlah lulusan dari berbagai disiplin iptek.

Setiap satu halnya ini memberikan pertanyaan-pertanyaan yang berbeda. Beberapa diantaranya adalah berguna bagi pembuatan keputusan tertentu, tetapi yang lainnya adalah tidak memiliki nilai penting (utama). Penghitungan tenaga-kerja, sebagai contohnya, sedikit sekali menilai atau sama sekali tidak menilai tentang kualitas tenaga-kerja iptek dan pekerjaannya. Gambaran-gambaran semacamnya, seperti jumlah ilmuwan dan rekayasawan per jutaan penduduk, tidak mempunyai nilai perbandingan (komparatif) apabila dua negara berbeda secara ukuran populasi (penduduk) totalnya dilibatkan.

Tabel 3

	Penduduk (dalam jutaan)	Jumlah ilmuwan & rekayasawan (Scientists & Engineers)
Niger	4,9 (1977)	20 (1976)
Nigeria	79.0 (1977)	31 (1977)

Sumber: "UNESCO Statistical Yearbook", 1985.

Besar (ukuran) tenaga-kerja seluruhnya akan optimal untuk sifat dan tingkat

pembangunan sosial dan ekonomi yang diharapkan oleh suatu negara tertentu. Selain daripada itu, data akan menghasilkan sangat sedikit nilai pembuatan keputusan.

Sehubungan dengan distribusi ilmuwan dan rekayasawan ('scientists & engineers') menurut jenis kelamin, jika peran nyata ilmuwan dan rekayasawan wanita tidak diperhitungkan, suatu pengkajian berdasar atas statistik semata akan tidak berarti. Mayoritas (sebagian besar) wanita dalam berbagai bidang ilmiah dan teknologis muncul dalam statistik ini, berkenaan dengan bahwa wanita agak menempati peranan pendukung ketimbang berada di garis-depan pekerjaan litbang.

Pembelanjaan (Anggaran)

Jenis-jenis statistik berikut dipergunakan berkenaan dengan pembelanjaan dalam bidang IPTEK:

- pembelanjaan keseluruhan (total) atas iptek;
- pembelanjaan sebagai suatu proporsi Produk Nasional Bruto ('GNP');
- pembelanjaan per kapita;
- pembelanjaan per disiplin ilmiah dan teknologis;
- pembelanjaan menurut sektor-sektor;
- tingkat pertumbuhan dalam pembelanjaan atas waktu.

Gambaran-gambaran pembelanjaan ini sering diberikan dalam mata-uang lokal, yang menyebabkan timbulnya

permasalahan dalam perbandingan secara internasional. Bahkan bila mereka dapat dikonversikan (dise-tarakan), yang perlu diingat adalah bahwa satu dolar yang dibelanjakan di suatu negara adalah berbeda nilainya dari satu dolar yang dibelanjakan di negara lain. Persoalan lain seperti dalam kasus tenaga-kerja adalah bahwa pem-belanjaan tertentu (yang diberikan) sendiri adalah bukan indikasi efisiensi (daya-guna) atau dampak ('impact') yang diakibatkan (dibuat) oleh investasi.

Penggunaan jenis-jenis indikator di atas dimulai pada tahun 1930-an. Survei-survei yang dilakukan oleh NSF-US ('National Science Foundation-United States') sejak tahun 1969, awalnya hanya mencakup data litbang ('R&D') dan kemudian diperluas dengan memasuk-kan analisa kegiatan ilmiah dan tek-nologis lainnya, telah dipakai sebagai suatu alat bagi pembuat-pembuat ke-bijaksanaan nasional dan telah juga memberikan umpan-balik kepada yang bekerja dalam bidang-bidang yang ber-hubungan dengan litbang ('R&D'). Hasil-hasil survei ini telah diterbitkan dua-tahunan dalam seri Indikator Ilmu Pengetahuan ('Science Indicators') sejak tahun 1973.

Inisiatif (langkah awal) yang telah dirintis oleh pemerintah AS melalui usaha-usaha NSF telah diikuti oleh OECD. OECD melibatkan dirinya dalam standarisasi statistik litbang pada tingkat internasional dan telah mener-

bitkan "Frascati Manual" pada tahun 1963. Manual mengalami serangkaian revisi sebagai satu hasil studi-studi perbandingan internasional tenaga-kerja dan pembelanjaan litbang yang di-panityai oleh OECD dan survei-survei berturutan yang dilakukan oleh ne-gara-negara anggotanya bagi terbentuknya "International Statistical Years" (Tahun-tahun Statistik Internasional) sejak tahun 1967.

Sementara usaha-usaha ini dibatasi untuk pengumpulan data di sedikit ne-gara berkembang, UNESCO telah mem-buat suatu langkah penting pada tingkat internasional dengan memasukkan ne-gara-negara sedang berkembang dalam pengukuran kegiatan-kegiatan ilmiah dan teknologis. "Rekomendasi Berkenaan Dengan Standarisasi Internasional Statistik Iptek" UNESCO yang telah diangkat pada tahun 1978, berisi garis-garis besar terperinci untuk lingkup dan batasan-batasan istilah, klasifikasi dan penyajian data statistik dan pengem-bangan jangka-panjang statistik iptek. Suatu "Manual untuk Statistik pada Kegiatan Ilmiah dan Teknologis" telah dipersiapkan juga pada tahun 1980. Atas dasar ini, UNESCO tiap tahun meng-himpun dan menerbitkan data nasional atas litbang dan pendidikan untuk kira-kira 80 negara dalam "Buku- tahunan Statistik" ('Statistical Year-book') sejak tahun 1969.

Walaupun usaha-usaha oleh UNES- CO telah sedemikian rupa, penerapan

gambaran-gambaran tenaga-kerja dan pembelanjaan untuk mengkaji status kegiatan ilmiah dan teknologis pada negara-negara sedang berkembang telah terintangi secara serius oleh kekurangan data yang terbaru ('updated').

Patent

Peran pokok paten adalah mendorong pembukaan invensi-invensi (dapat) untuk kepentingan umum secara bebas sebagai ganti bagi suatu monopoli untuk suatu waktu yang terbatas atau sebagai ganti kerugian istimewa yang diberikan lewat keputusan pemerintah. Data paten tersedia secara lengkap bagi kebanyakan negara maju karena mereka merekam hampir seluruh kemajuan teknologi suatu negara maupun untuk negara-negara lainnya yang berhubungan (bergabung) dengan negara tersebut, dimana data tersebut dipakai sebagai alat yang menyenangkan bagi penginterpretasian (penafsiran) status teknologis suatu negara.

Sementara itu, pada negara-negara yang sedang berkembang (termasuk Indonesia pent.), data paten mempunyai kekurangan-kekurangan yang serius. Pertama-tama, sangat sedikit negara yang mempunyai suatu sistem paten. Bagi mereka yang telah mempunyai beberapa jenis (data paten-pent.) dari suatu sistem, sangat sedikit paten yang terdaftar, khususnya yang dari masyarakat (penduduk). Dalam Statistik Hak Milik Industrial WIPO ("WIPO Indus-

trial Properties Statistics") tersedia data paten untuk 60 negara sedang berkembang. Namun demikian, kegunaan indikator-indikator paten untuk mengukur luaran ('output') teknologis suatu negara masih diipertanyakan, apabila nilai-nilai yang diberikan adalah sangat tidak berarti (lihat Tabel 4 dibawah ini).

Tabel 4

Jumlah paten yang diberikan kepada masyarakat (1980)	jumlah Negara
tak seorangpun	14
kurang dari 10 orang	12
10 - 50 orang	13
51 - 100 orang	5
lebih dari 100 orang	7
angka pasti tidak diberikan	9
Total :	60

Untuk sampai pada satu kesimpulan dari kelangkaan data paten semacam ini bahwa kegiatan-kegiatan inovatif yang berasal dari negara-negara sedang berkembang yang mengarah kepada kegiatan-kegiatan produktif adalah sangat sedikit, tidak memerlukan suatu analisa yang terperinci. Banyak negara-negara sedang berkembang yang berada dalam kondisi-kondisi yang serupa, yaitu mereka akan lebih menyukai mengadopsi (mengambil) atau memodifikasi teknologi-teknologi yang dikembangkan di luar negeri, ataupun kasus-kasus kegiatan inovatif yang relatif sedikit di negerinya itu tidak "dapat dipatenkan".

Pada sisi lain, satu jenis informasi yang dapat diperoleh dari data paten di negara-negara sedang berkembang adalah jumlah/banyaknya paten luar-negeri yang terdaftar dan tingkat pertumbuhan paten luar negeri (asing) pada suatu negara, yang dapat membantu pembuat-pembuat kebijaksanaan untuk mengetahui suatu watak (sifat) ketergantungan, besarnya transaksi-transaksi teknologis antar-negara; serta nilai moneterinya apakah berpihak kepada ataukah bertentangan dengan negara itu.

Indikator Bibliometrik

Yang sering disebut indikator bibliometrik meliputi :

- jumlah publikasi/terbitan (buku-buku, jurnal-jurnal dan artikel-artikel) di dalam dan di luar negeri;
- publikasi menurut disiplin ilmiah dan teknologis;
- jumlah kutipan di dalam dan di luar negeri;
- jumlah pengarang-pengarang penerbitan.

Ini adalah suatu (bidang) indikator IPTEK yang relatif kontroversial (diperdebatkan). Permulaannya, ada sarjana-sarjana dan ahli-ahli sejarah ilmu pengetahuan yang mendapatkan minat pada bibliometrika sejak awal tahun 1960-an, sebagai suatu alat penelitian dalam sejarah ilmu-pengetahuan. Price telah menggunakan data publikasi untuk menganalisa dan membandingkan pola-pola pertumbuhan jangka-panjang ilmu-

pengetahuan dunia, dipandang dari segi jumlah ilmuwan, makalah-makalah (karangan) ilmiah dan jurnal-jurnal ilmiah. Karyanya mempunyai suatu pengaruh kuat pada bidang baru yang disebut "scientometric", studi indikator IPTEK yang pada dasarnya kuantitatif. Pada tingkat institusional, Lembaga Informasi Ilmiah (ISI : 'the Institute for Scientific Information') yang didirikan pada tahun 1960 di Philadelphia adalah yang terkemuka untuk mengumpulkan dan penyebaran informasi secara ilmiah berdasar atas data publikasi dan kutipan yang diperoleh dari kurang-lebih 4000 jurnal-jurnal yang terpilih secara seksama, untuk tujuan pensaranaan penelitian seluruh dunia.

Nilai dan manfaat indikator bibliometrik bagi negara-negara sedang berkembang, walau bagaimanapun, adalah jauh berkurang, karena alasan-alasan berikut :

- i) jalan keluar ('outlets') untuk negara-negara sedang berkembang (buku-buku, penerbit-penerbit, jurnal-jurnal) adalah jauh lebih sedikit.
- ii) Pada tahap pembangunan yang sedang berjalan, ilmu-pengetahuan dan perekayasaan di negara-negara sedang berkembang adalah lebih berkonsentrasi pada kegiatan-kegiatan semacam seperti modifikasi, pengembangan-pengembangan (perbaikan), penyesuaian (adaptasi) -- yang dapat mengakibatkan (menghasilkan) temuan-temuan berharga

tetapi tidak memerlukan nilai layak untuk diterbitkan. Lagipula, norma (kaidah) ilmiah untuk supaya mendiseminasikan (menyebarkan) temuan-temuan orang adalah belum ditetapkan di negara-negara sedang berkembang. Meskipun demikian, hal ini tidak berarti mencerminkan negara-negara tersebut kekurangan kapasitas (kesanggupan) dalam bidang ipteknya.

- iii) Akses (perolehan) jurnal-jurnal terbaru dan bahan-bahan referensi adalah lebih sukar didapat oleh kebanyakan negara-negara sedang berkembang, bahkan pada bidang-bidang dimana kegiatan litbang ('R&D') yang kompeten sanggup dikerjakan. Oleh karena itu, ilmuwan-ilmuwan dan rekayasawan di negara-negara ini terintangi dalam menerbitkan temuan-temuan mereka secara tepat-waktu.
- iv) Fasilitas pendukung bagi penerbitan karya seseorang semacam hadiah-hadiah atau bantuan (grants), kemudahan pencetakan, dan lain-lain, adalah agak terbatas.
- v) Dalam kasus buku, apabila ada akses (perolehan) bahan-bahan publikasi (terbitan) luar-negeri melalui bantuan asing, penerbit-penerbit lokal (setempat) segan menerbitkan bahan-bahan lokal. Sebaliknya, ada suatu keengganan umum dari pihak penerbit-penerbit di negara-negara sedang berkembang menerbitkan

karya-karya dari negara-negara sedang berkembang, baik karena alasan-alasan kualitas, formatnya maupun gaya-bahasanya. Akibatnya, ilmuwan dan rekayasawan di negara-negara sedang berkembang kebanyakan dirugikan.

Sekalipun segala rintangan ini ada, indikator bibliometrik dapat berfaedah pada suatu tingkat disagregatif ('tidak bersama-sama'):

- i) Sebagai suatu alat untuk mengevaluasi gambaran ('performance') dan kecenderungan kegiatan penelitian di tingkat lembaga;
- ii) Menyelidiki dengan kritis kegunaan dan nilai karya (pekerjaan) tertentu laporan-laporan yang tidak diterbitkan itu, mimeograf (alat pelipatganda/kopian), dan sebagainya, yang mencari jalannya kedalam persediaan ('stock') literatur yang diterbitkan dapat menunjukkan beberapa kepan-tasan karya yang dilaksanakan;
- iii) Mengkaji dampak karya ilmiah dan teknologis yang diterbitkan dari jumlah kutipan-kutipan yang dibuat. Penganjur-penganjur indeks (daftar kutipan membantah bahwa perhitungan kutipan mengukur besarnya dampak karya ilmiah tertentu yang diterbitkan. Walaupun demikian, indeks kutipan akan dipergunakan secara berhati-hati karena dia tidak mengukur kualitas karya ilmiah yang diterbitkan, juga tidak memberikan sesuatupun informasi pada bagaima-

mana bagusnya suatu karya ilmiah yang diterbitkan adalah berguna didalam mendorong kegiatan-kegiatan ilmiah dan teknologis lainnya. Juga, tingkat kutipan seorang pengarang Dunia Ketiga bergantung kepada pengakuan yang dia peroleh dari pengarang-pengarang di negara-negara maju;

- iv) Memperkirakan besarnya kerjasama penelitian melalui karangan/penulisan bersama ('co-authorship').

METODOLOGI-METODOLOGI YANG DIPERGUNAKAN

Pemakaian Indikator Secara Konvensional

Indikator iptek sendiri adalah paling sering dipergunakan untuk perbandingan berdasarkan waktu, untuk melihat kemajuan diantara program-program dan proyek-proyek yang berbeda, untuk mengevaluasi gambaran ('performance'), atau antar-negara untuk mengetahui status sistem-sistem ilmiah dan teknologis masing-masing. Sejumlah faktor-faktor yang menentukan validitas (keabsahan) indikator secara kontekstual (berhubungan) ialah, semacam ketersediaan data, metode pengumpulan data yang distandarisir, kebiasaan diperbandingkannya istilah-istilah dan klasifikasi yang dipergunakan, dan sebagainya. Ada juga kondisi-kondisi awal ('pre-conditions') tertentu untuk melaksanakan kegiatan ilmiah dan teknologis; dimana terdapat kekurangan-kekurangan

penafsiran datanya juga terabaikan. Kondisi-kondisi awalnya termasuk: infrastruktur dasar, staf dan jasa-jasa penunjang, dana yang mencukupi dan akses (perolehan) informasinya.

Manfaat atau relevansi indikator-indikator iptek khusus, kadang-kadang dites melalui analisa korelasi (saling-hubungan) antar mereka dan dihubungkan dengan indikator-indikator sosial dan ekonomi. Sebagai contohnya, perhitungan (jumlah) publikasi (terbitan) berhubungan baik dengan indikator-indikator iptek lainnya maupun dengan indikator-indikator sosial/ekonomi seperti GNP.

Indikator-Indikator Parsial Yang Konvergen (Memusat)

Irvine dan Martin, antara lain, telah menyatakan bahwa tidak terdapat indikator berperihal tunggal untuk mengukur kontribusi-kontribusi (sumbangan) bagi pengetahuan ilmiah yang dibuat oleh para ilmuwan; agaknya suatu kombinasi indikator-indikator parsial akan perlu dipergunakan, sambil menjaga pengaruh "faktor-faktor lain" pada suatu batas yang minimum.

Dalam mengukur luaran penelitian dasar dan gambaran kegiatan ('performance') ilmuwan, mereka mengusulkan untuk membedakan antara (i) kegiatan ilmiah, (ii) produksi ilmiah dan (iii) kemajuan (perkembangan) ilmiah. Indikator masukan konvensional hanya dapat dipergunakan untuk mengukur kategori (i). Indikator kuantitatif yang

diturunkan dari data publikasi atau kutipan dan tinjauan ilmuwan terkemuka ('peer review') dapat, apabila masing-masing dipergunakan secara terpisah dari yang lainnya, dipandang sebagai ukuran-ukuran ('measures') produksi ilmiah tetapi bukan sebagai ukuran-ukuran langsung dan mutlak dari kemajuan ilmiah. Pendekatan memusat memudahkan evaluasi kegiatan penelitian. Jika seluruh indikator parsial yang relevan berlaku mengumpul, kecenderungan-kecenderungan tertentu menjadi jelas, tetapi bila mereka tidak berjalan (berlaku) mengumpul, persoalan-persoalan atau masalah-masalah ('issues') mungkin teridentifikasi.

Analisa Distributif

Data masukan yang tersedia semacam biaya litbang dan tenaga-kerja menunjukkan bagaimana sumberdaya nasional terdistribusi melintasi sektor-sektor dan bidang-bidang pembangunan. Indikator-indikator publikasi (terbitan) dan kutipan ('citation') dapat menunjukkan besarnya pencapaian-pencapaian yang manakah terkonsentrasi diantara sedikit ilmuwan. Pada tingkat internasional, indikator-indikator iptek yang tersedia mungkin dipergunakan untuk mengukur persamaan atau ketidaksamaan distribusi sumberdaya, pengetahuan atau ketrampilan ilmiah dan teknologis. Ketidaksamaan distribusi dapat diukur dalam bentuk suatu Kurva Lorenz dan menghasilkan Index G ini.

Seseorang dapat mengatakan bahwa semakin tinggi index G ini, semakin besar ketidaksamaan distribusi.

Nilai-nilai Korespondensi

Suatu penerapan menarik analisa korelasi telah dilakukan oleh UNESCO pada tahun 1978, dimana dua belas indikator telah dihubungkan melalui analisa regresi yang mengarah kepada suatu nilai korespondensi diantara indikator-indikator ini. Pada saat pendekatan khusus ini tidak menghasilkan sembarang temuan ('findings') yang berarti, dia memberikan (arti) kemungkinan norma-norma pendekatan yang sedang berkembang untuk alokasi sumberdaya, intensitas kegiatan ilmiah dan teknologis dan pertanyaan-pertanyaan kebijaksanaan yang lain, sesuai dengan kategori-kategori negara-negara yang berbedabeda dan berkenaan dengan faktor-faktor relevansi yang diketahui lainnya.

PERSPEKTIF-PERSPEKTIF (PENGHARAPAN) UNTUK MASA-DATANG

Pembahasan (diskusi) yang terdahulu mengarah kepada kesimpulan bahwa indikator-indikator iptek yang tersedia adalah berguna secara potensial, tetapi secara praktis tidak mencukupi sebagai suatu alat pembuatan kebijaksanaan bagi negara-negara yang sedang berkembang. Kekurangan data valid (sah) tertentu yang dipakai sebagai suatu dasar untuk indikator-indikator kuantitatif konven-

sional, usaha-usaha diperlukan untuk mengembangkan jenis-jenis indikator baru baik yang berdasar atas informasi kuantitatif maupun kualitatif. Statistik tenaga kerja dan anggaran, sebagai contohnya, dapat berguna apabila mereka tidak dipergunakan secara terpisah, tetapi dalam konteks kebutuhan-kebutuhan pembangunan dan sumberdaya yang tersedia pada suatu negara. Kebijakan-kebijaksanaan yang berhubungan dengan pengeralahan sumberdaya manusia akan memperhitungkan perbedaan-perbedaan yang ada antara persediaan ('stock') ilmuwan dan ahli-ahli teknologi, pada suatu pihak, dan yang terlihat secara aktif didalam kegiatan-kegiatan litbang, di pihak yang lain. Koordinasi antara kebijakan-kebijaksanaan pendidikan adalah penting juga. Tingkat investasi akan mencerminkan prioritas yang diberikan terhadap pengembangan suatu disiplin atau sektor khusus pada IPTEK.

Dalam rangka mengevaluasi gambaran ('performance') dan kecenderungan kegiatan ilmiah dan teknologis, pengkajian-pengkajian kualitatif oleh pakar-pakar, hasil yang dicapai akan lebih penting daripada sekedar angka (jumlah) publikasi semata. Metode-metode semacam tinjauan pakar terkemuka ('peer-review') akan berguna dalam hal ini.

Secara keseluruhan, sasaran penyusunan indikator-indikator iptek berguna bagi negara-negara yang sedang berkembang, yang akan mempermudah

pembuat-pembuat kebijaksanaan dalam melengkapi suatu skema konseptual untuk menghubungkan kegiatan-kegiatan ilmiah dan teknologis dengan tujuan-tujuan pembangunan. Indikator-indikator akan dapat meramalkan kebutuhan-kebutuhan masa depan dalam bidang iptek, mengkaji pencapaian-pencapaian masa lalu maupun memantau kemajuan yang dibuat, dan sebagainya. Meskipun demikian, adalah perlu diingat bahwa indikator-indikator tidak dapat lebih dari pada sekedar suatu alat. Adalah masih terserah kepada pembuat-pembuat kebijaksanaan untuk melakukan suatu pemanfaatan secara efektif alat tersebut dan mengimple-mentasikan ukuran-ukuran ('measures') kebijaksanaannya untuk mencapai sekumpulan sasaran-sasaran selanjutnya.

REFERENSI :

Frame, J. Davidson. "Measuring Scientific Activity in Lesser Developed Countries," *Scientometrics* vol. 2, No. 2 (1980), pp. 133-145.

Frame, "J. Davidson. "International Research Collaboration," *Social Studies of Science* Vol. 9 (1979), pp. 481-497.

Freeman, Christopher. "Recent Developments in Science and Technology Indicators : A Review," *Science Policy Research Unit, University of Sussex*, November 1982.

Garfield, Eugene. "Science in the Third World," *Science Age* October-November 1983, pp. 59-65.

McGranahan, Donald, Eduardo Pizarro, Claude Richard. "Measurement and Analysis of Socio-Economic Development," UNRISD, 1985.

Morita-Lou, Hiroko. Science and Technology Indicators for Development. Westview Press. 1985.

National Science Foundation. Science Indicators, 1984.

OECD. Science and Technology Indicators.

United Nations. UN Statistical Yearbook, 1983/1984.

UNESCO. Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities, ST-80/WS/8, 1980.

UNESCO. Statistical Yearbook, 1985.

Walker, Richard D. "Patents as Information - an Unused Resource", IFLA Journal Vol. 10 (1984), No. 2, p. 175.

WIPO Industrial Properties Statistics.

World Bank. World Development Report, 1985.