

PROSPEK DAN PERMASALAHAN DALAM TRANSFER TEKNOLOGI LINGKUNGAN DI INDONESIA

Oleh : Tusy Augustine Adibroto

Abstrak

Teknologi sebagai salah satu alat dalam melaksanakan pembangunan ternyata menjadi salah satu penyebab utama dari kerusakan lingkungan. Konsep Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan, Teknologi juga merubah orientasinya yang semula untuk kepentingan ekonomi semata menjadi berorientasi pada kelestarian fungsi dan kemampuan lingkungan. Untuk itu dikembangkan teknologi produksi bersih yang pada dasarnya merupakan upaya pengurangan dampak pada seluruh daur suatu produk teknologi, sejak pemilihan bahan baku produksi sampai dengan pembuangan limbah. Agenda 21 mengamanatkan agar negara-negara maju dapat membantu negara-negara berkembang dalam meningkatkan kualitas produk industrinya melalui transfer teknologi termasuk kemudahan akses informasi dan promosi teknologi tradisional serta peningkatan kapasitas endogenousnya. Pada kenyataannya, proses transfer teknologi tersebut dirasakan lebih banyak menguntungkan kepentingan negara maju bahkan cenderung dirasakan ketidakadilan atas kepemilikan sumberdaya, pengetahuan dan teknologi setempat. Dilain pihak, adanya kemampuan negara berkembang dalam mengembangkan teknologi ramah lingkungan yang lebih sesuai dengan kondisi, potensi dan kebutuhannya perlu mendapat perhatian, utamanya di dalam aspek pendanaan untuk diseminasi teknologi di dalam negara berkembang itu sendiri. Pada dasarnya diseminasi teknologi tersebut juga merupakan suatu bentuk transfer teknologi. Untuk itu, perlu kiranya dikoreksi praktek-praktek transfer teknologi yang selama ini terjadi dengan mencari sistem, mekanisme serta kelembagaan yang lebih baik yang dapat mendukung terciptanya kegiatan transfer teknologi ramah lingkungan yang menguntungkan semua pihak.

Katakunci : Teknologi Lingkungan, transfer teknologi ramah lingkungan, diseminasi teknologi.

1. PENDAHULUAN

Dampak negatif dari kerusakan lingkungan akibat pembangunan yang semata-mata bertujuan untuk kepentingan ekonomi – tanpa memperhatikan kelestarian fungsi dan kemampuan lingkungan – pada akhirnya dirasakan oleh manusia. Sebagai tanggapannya, untuk pertama kalinya pada tahun 1972 dilaksanakan Konperensi Lingkungan di Stockholm. Selanjutnya pada tahun 1987 terbit sebuah dokumen “*Our Common Future*” sebagai hasil pemikiran suatu komisi yang dikenal dengan *World Council for Economic Development* yang diketuai oleh Gro-Harlem Bruntland. Dokumen tersebut berisikan isu utama tentang perlunya perubahan paradigma pembangunan yang semula berorientasi pada pertumbuhan ekonomi menjadi pembangunan yang juga mempertimbangkan aspek lingkungan (yang memiliki keterbatasan, tidak bertambah serta memiliki siklus materi dan energi yang tertutup).

Paradigma baru tersebut mengubah norma-norma ekonomi lama berupa ekspansi pertumbuhan kuantitatif (*growth*) menjadi perkembangan kualitatif (*development*) dan selanjutnya dikenal sebagai konsep Pembangunan Berkelanjutan yang Berwawasan Lingkungan (PBBL). Konsep ini menjadi keputusan penting pada Konperensi Tingkat Tinggi Bumi tahun 1992 di Rio de Janeiro (sehingga dikenal sebagai Deklarasi Rio) selain keputusan penting lainnya yaitu suatu dokumen yang dikenal sebagai Agenda 21 yang merupakan langkah tindak. Kedua keputusan tersebut langsung diterima oleh seluruh perwakilan negara yang hadir (179 negara) dan berlaku sebagai kesepakatan bersama untuk ditindaklanjuti dan dilaksanakan di negaranya masing-masing.

Konsep PBBL kemudian membuahkan kesepakatan tentang pengembangan Konsep Produksi Bersih. Hal ini merupakan upaya perubahan pendekatan teknologi menjadi teknologi ramah lingkungan dalam produksi barang dan jasa pada suatu

^{*)} *Direktur Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan – BPPT.*

kegiatan pembangunan sehingga menjadi (Soeriaatmadja, 1999) :

- teknologi berlimbah rendah dan nir-limbah
- upaya pengurangan limbah dalam proses industri
- pencegahan pencemaran industri

Hal ini berarti salah satu pencapaian konsep PBBL akan tergantung pada kemampuan untuk mengurangi dampak lingkungan akibat

Demikian pula, perubahan sabun menjadi deterjen yang proses produksinya membutuhkan energi tiga kali lipat dari produksi sabun biasa mengakibatkan terjadinya pencemaran udara karena pembakaran bahan bakar dalam suatu reaksi pada temperatur tinggi. Selain itu deterjen tidak dapat terurai secara alami dan bersifat toksik.

$$\text{Dampak Lingkungan} = \text{jumlah penduduk} \times \text{pemanfaatan s.d per org} \times \text{dampak lingkungan per unit pemanfaatan s.d.a}$$

↑
↑
↑

populasi
kemakmuran
teknologi

pemanfaatan sumberdaya melalui perubahan pendekatan teknologi. Pertumbuhan yang kontinyu dalam lingkungan yang serba terbatas ini dapat dicapai melalui kekuatan pengembangan teknologi dalam rangka mencapai sumber atau alternatif baru jika suatu sumberdaya sudah terlihat menipis persediaannya. Hal tersebut dicapai melalui upaya-upaya daur ulang (*recycle*), minimisasi limbah, substitusi bahan, perubahan proses-proses produksi, pengendalian pencemaran dan penggunaan sumberdaya dengan lebih efisien. Pengembangan teknologi yang ramah lingkungan harus diikuti dengan pengetahuan terhadap siklus ekologi dari suatu jenis bahan (*material*) dan sesuai dengan sistem alami.

Barry Commoner pada 1972 (Beder, 1996), menyatakan bahwa peningkatan permasalahan lingkungan lebih diakibatkan oleh teknologi daripada akibat peningkatan jumlah penduduk atau kemakmuran.

Sebagai contoh, teknologi pertanian. Secara tradisional, pemupukan tanah dilakukan dengan menggunakan pupuk kandang. Untuk meningkatkan produksi, ternak dikumpulkan (daripada dilepas untuk merumput di manapun) dalam suatu *feedlots* (suatu area terbatas). Sehingga terjadi peningkatan konsentrasi kotoran ternak yang melebihi kemampuan pemulihan lingkungan. Hal tersebut mengakibatkan tercemarnya air tanah dalam maupun air permukaan (sungai) di sekitarnya. Selain itu, untuk meningkatkan produksi pakan ternak dikembangkan kebun-kebun yang menambahkan pupuk buatan (khususnya nitrogen) yang juga menciptakan permasalahan lingkungan karena zat-zat kimia tertentu yang mencemari sungai disamping penggunaan pestisida untuk maksud serupa.

Contoh lainnya, produksi tekstil yang menggunakan serat sintesis banyak berasal dari sumberdaya tidak terbarukan (*non-renewable*) seperti minyak bumi atau gas alam untuk menggantikan serat alam seperti kapas dan wol. Proses produksinya membutuhkan temperatur yang sangat tinggi yang menambah pencemaran udara dan penggunaan banyak energi. Selain itu, serat sintesis tidak dapat terurai secara alami.

Agenda 21 antara lain melalui pasal 33 tentang pendanaan internasional baik global maupun regional, pasal 34 tentang bantuan teknologi untuk negara berkembang, pasal 35 tentang penelitian ilmiah untuk pembangunan berkelanjutan, pasal 37 tentang mekanisme untuk peningkatan kapasitas mengamankan kegiatan-kegiatan transfer teknologi, kerjasama dan peningkatan kapasitas. Pasal-pasal tersebut secara implisit mendefinisikan bahwa yang dimaksud dengan teknologi ramah lingkungan tidak hanya sekedar teknologi individual tetapi merupakan total sistem yang meliputi pengetahuan, prosedur, barang dan jasa, peralatan dan prosedur secara organisasi dan manajerial. Hal tersebut berarti mencakup juga peningkatan SDM serta peningkatan kapasitas lokal termasuk aspek gender. Teknologi ramah lingkungan harus disesuaikan dengan kondisi sosial ekonomi dan budaya serta lingkungan hidup setempat. Sedangkan kerjasama teknologi dapat merupakan upaya bersama antara pemerintah, perusahaan / swasta dan institusi R & D baik dari pihak donor maupun penerima teknologi. Juga diamanatkan pentingnya kemudahan akses informasi serta tetap memperhatikan Hak Kepemilikan Intelektual (HaKI).

Salah satu implementasinya yaitu dari Pasal 34 bertujuan antara lain :

- a. Memperoleh kemudahan akses terhadap informasi termasuk informasi '*state of the art*' bagi negara-negara berkembang
- b. Mempromosikan, fasilitasi dan bantuan dana terhadap akses dan transfer teknologi termasuk HaKI bagi negara-negara berkembang
- c. Memfasilitasi pemeliharaan dan promosi teknologi tradisional (*environmentally sound indigenous technology*) yang mulai diabaikan
- d. Mendukung peningkatan kapasitas secara *endogenous* di negara-negara berkembang sehingga dapat mengkaji, adopsi, menguasai dan mengaplikasikan teknologi ramah lingkungan, yang kesemuanya melalui :
 - pengembangan SDM
 - penguatan kapasitas kelembagaan untuk implementasi R & D
 - mengintegrasikan kajian-kajian kebutuhan teknologi sesuai dengan rencana pembangunan nasional, tujuan dan prioritas
- e. Mempromosikan kerja sama teknologi yang berkelanjutan bagi pihak-pihak yang melakukan kerjasama dengan pengguna potensial

2. TRANSFER TEKNOLOGI

Transfer teknologi adalah suatu terminologi yang menyelaraskan kegiatan transfer teknologi dari suatu negara industri maju ke negara berkembang. Sehingga biasa diartikan merupakan suatu acara membantu negara-negara berkembang untuk membangun industri dalam rangka meningkatkan mutu kehidupan. Melalui Agenda 21 kegiatan tersebut juga diperuntukkan agar negara-negara berkembang yang dibantu dapat melaksanakan kegiatan pembangunan tanpa merusak lingkungan melalui transfer teknologi produksi bersih. Kegiatan tersebut dikenal sebagai 'kerjasama teknologi' yang ditujukan tidak hanya untuk kepentingan pembangunan negara-negara berkembang tersebut untuk lebih kompetitif tetapi juga dapat membantu mengembangkan 'teknologi barat' di negara-negara berkembang. Terminologi 'teknologi barat' disini untuk memperlihatkan jenis teknologi yang kompleks, *sophisticated*, padat modal dan tidak padat karya (Beder, 1996).

Menurut Tabor (1993), transfer teknologi dilaksanakan dengan :

- a. Melakukan *redesign* teknologi untuk mengurangi pencemaran dan konsumsi sumberdaya
- b. Melakukan inovasi teknologi yang menghasilkan produk baru dengan dampak terhadap lingkungan yang kecil dan pengurangan penggunaan sumberdaya melalui *recovery* limbah dan *recycle*
- c. Melakukan proses yang lebih meningkatkan nilai tambah sehingga mengurangi tekanan ekonomi terhadap sumberdaya yang sudah *over exploited*

Hal tersebut jelas lebih memperhatikan faktor teknologinya daripada faktor-faktor sosial politik. Belum lagi jenis teknologi yang ditransfer yang kurang sesuai dengan kebutuhan negara-negara berkembang. Aspek struktur sosial dan budaya kurang diperhatikan dalam kegiatan transfer teknologi karena fokus lebih ditekankan pada masalah-masalah paten, biaya dan akses terhadap informasi.

Kegiatan transfer teknologi ke negara-negara berkembang selain keberhasilan cukup banyak menghasilkan ketidaksuksesan, khususnya dalam aspek transfer pengetahuan untuk operasi dan pemeliharaan. Banyak terjadi, penduduk setempat yang tidak dapat mengoperasikan peralatan yang dibangun, bahkan lebih buruk lagi mereka memang tidak berkeinginan untuk belajar karena kurang sesuai dengan kebiasaan setempat. Belum lagi, transfer teknologi dilakukan melalui pembangunan peralatan/teknologi yang telah usang (*absolute*) dan 'berbahaya' terhadap lingkungan. Sebagai contoh, pembangunan pabrik pulp dan kertas berskala besar di Muara Enim, Sumatera Utara. Untuk kepentingan tersebut 18.000 jiwa penduduk harus dipindahkan, dilakukan penebangan hutan serta pembuangan limbah industri ke sungai yang mengancam 100.000 jiwa di sekitar Sungai Lematang yang menjadi sumber air bersih bagi 32 desa. Ironisnya, mega proyek tersebut dibiayai oleh *Bank of Scotland* sebesar USD 9 juta, padahal Bank tersebut merupakan 'Bank Hijau' yang banyak membantu warga desa di Skotlandia dalam melestarikan hutan di daerah mereka sendiri. Akibat keberadaan proyek tersebut, penduduk yang dahulunya bisa memperoleh Rp. 400.000,- / bln kini hanya mendapatkan Rp. 220.000,- / bln sebagai pekerja kasar serta kehilangan tanah milik mereka (Raka IDG et al., 1999).

Suatu Pembangkit Tenaga Nuklir dari USA (suatu jenis teknologi bersih dikaitkan dengan isu iklim global) yang dibangun di Filipina oleh Westinghouse seharga USD 2,3 milyar tidak pernah dapat dioperasikan karena dibangun di atas zona gempa bumi. Pemerintah Filipina sampai saat ini masih tetap melunasi 'pinjaman lunak' tersebut, belum lagi diduga 'bocornya' USD 80 juta ke lingkungan Kantor Kepresidenan Marcos (Todd, 1990).

Contoh lainnya, transfer teknologi yang dilakukan melalui mendatangkan sejumlah traktor (dengan harga yang lebih tinggi) yang tidak sesuai dengan kondisi suatu negara berkembang yang akhirnya tidak pernah digunakan. Demikian pula halnya dengan suatu jalan yang dibangun di Somalia oleh Kontraktor Itali seharga USD 100 juta pada tahun 1983 dimana jalan tersebut sudah tidak dapat digunakan lagi setelah 5 tahun kemudian, padahal 'pinjaman' harus dibayar dalam jangka waktu 40 tahun. Belum lagi, tiga dari enam pembangkit listrik yang dibangun dan dibiayai oleh *British Overseas Development* merupakan bangunan-bangunan yang tidak dapat dipertanggungjawabkan (Mc. Cully, 1991).

Contoh-contoh tersebut memperlihatkan bahwa 'bantuan' yang diberikan oleh negara-negara maju akhirnya hanya menguntungkan negara-negara maju itu sendiri karena dapat menjual peralatan yang diproduksi serta dapat membayar pakarpakarnya. Padahal, sesungguhnya yang dibutuhkan oleh negara-negara berkembang adalah teknologi yang berskala kecil, murah, mudah diadaptasi, padat karya. Jenis teknologi yang justru tidak dikembangkan di negara-negara maju.

Dilain pihak, dalam beberapa 'kerjasama teknologi' tanaman yang dibudidayakan oleh penduduk negara berkembang dikumpulkan oleh pakar negara maju sebagai sumber bahan genetik untuk kemudian dikembangkan dan dimintakan patennya. Sebagai contoh, benih keturunan (*strain*) dari sejenis kacang polong (*cowpea*) yang dibudidayakan di Nigeria yang sangat resisten terhadap kumbang penggerek (*weevils*) dikumpulkan oleh para ahli dari *Institute of Tropical Agriculture* dari Inggris dan sampelnya di bawa ke Inggris untuk kemudian dipatenkan serta lisensinya kemudian di jual ke perusahaan-perusahaan pembibitan. Petani-petani Nigeria sendiri tidak pernah dapat keuntungan finansial dari penemuan mereka tersebut. Hal tersebut

yang menyebabkan terjadinya kemasgulan dari negara berkembang ketika isu keanekaragaman hayati diperlakukan sebagai warisan global, karena dianggap menjadi upaya negara maju agar negara berkembang (dimana sebagian besar sumber keanekaragaman hayati berada) tidak bisa memperoleh keuntungan finansial atas sumberdaya dan pengetahuan lokal yang telah dikembangkan.

Contoh lainnya terjadi pada keahlian farmasi penduduk lokal yang hidup di kawasan lembah Amazon. Keharmonisan kehidupan penduduk lokal dengan lingkungannya saat ini malah tidak dinilai, bahkan varietas lokal yang sudah dikembangkan secara harmoni dengan alam serta merta digantikan dengan varietas baru yang disebut lebih produktif dari negara maju yang lebih membutuhkan banyak pupuk dan pestisida buatan sebab tidak tahan terhadap serangga dan kehidupan lokal. Sebenarnya, negara maju harus banyak belajar dari negara berkembang tentang teknologi dan pengelolaan sumberdaya yang lebih ramah lingkungan. Sehingga yang diperlukan adalah upaya untuk mengembangkan teknologi tradisional yang telah ada (Ling, 1991).

Selain itu, solusi terhadap masalah lingkungan sesungguhnya dapat terjadi melalui perubahan struktur sosial dan kelembagaan. Menurut Tabor (1993), selama ini pemerintah setempat lebih banyak menekankan pada mencari pemecahan masalah pencemaran akibat industri dan upaya pembangunan pabrik baru daripada meningkatkan kemampuan penduduk lokal untuk dapat mengelola sumberdaya alam di sekitarnya secara berkelanjutan. Bahkan, 'teknologi barat' yang ditransfer seringkali berbuntut dengan memindahkan suatu area penduduk lengkap dengan kebiasaan tradisional (yang justru biasanya lebih ramah lingkungan) yang dikenalnya. Kufour dari Ghana (Beder, 1996) berbicara atas nama negara-negara berkembang, bahwa yang dibutuhkan adalah proses kajian teknologi yang dapat membantu negara-negara berkembang untuk dapat mengembangkan teknologi tepat guna yang lebih ramah lingkungan dan dapat diterima secara sosial budaya. Hal tersebut dimaksudkan agar diperoleh kemampuan untuk mengembangkan kapasitas untuk menerima, memelihara, menguasai, mengadaptasi bahkan mengembangkan teknologi dan juga kemampuan untuk memperkecil dampak lingkungan dan kajian-kajian resiko.

3. PENGEMBANGAN TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN

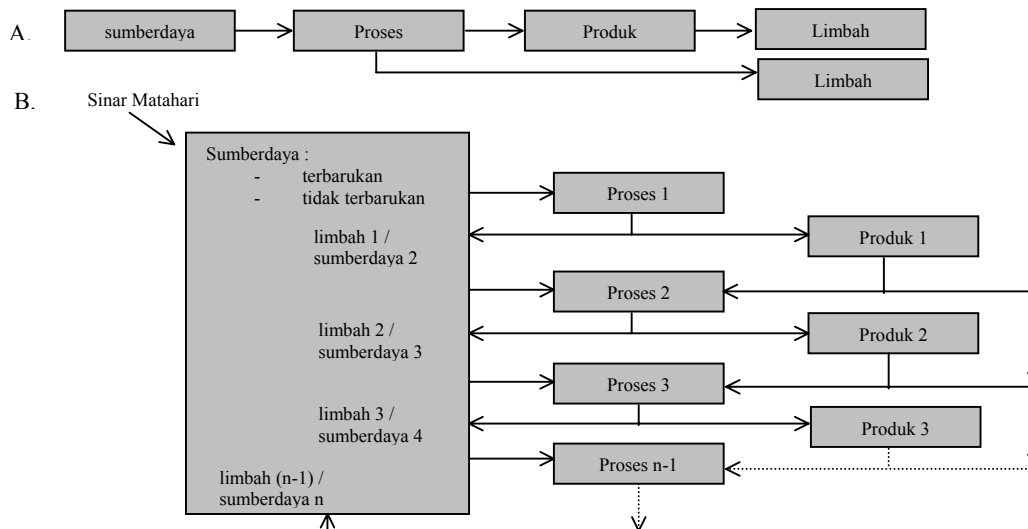
3.1 Teknologi Produksi Bersih

Konsep Teknologi Produksi Bersih merupakan amanat dari Agenda 21 dan merupakan jalan menuju pembangunan ekonomi dengan pemanfaatan teknologi (IPTEK) yang ramah terhadap lingkungan hidup. Empat strategi dalam perwujudan

mentah sampai ke pembuangan limbah produk tersebut

- Upaya penguasaan teknik pelaksanaan, penyempurnaan teknik yang sudah ada dan perubahan sikap, pandangan dan perilaku produsen

Pada konsep ini, pemanfaatan sumberdaya alam harus menjadi lebih efektif dan lebih efisien dengan cara menerapkan proses *re-use*, *recycle* dan *recovery* yang diharapkan dapat meminimalkan jumlah



Sumber : Ekings et al. (1992 dalam Adibroto TA, 2001).

Gambar 1. A. Proses Ekonomi Linier dan B. Proses Ekonomi Berdasar Siklus Alam

produksi bersih adalah sebagai berikut (modifikasi Soeriaatmadja, 1999) :

- Upaya penerapan strategi pencegahan yang berkelanjutan terhadap proses dan produk untuk mengurangi resiko terhadap manusia dan lingkungan hidup serta sumberdaya alamnya dengan mengikuti pola atau siklus alamiah dimana limbah suatu produk dapat dipakai sebagai bahan baku produk selanjutnya (lihat Gambar 1).
- Upaya untuk menggarap proses produksi dengan strategi yang meliputi pelestarian bahan mentah dan energi, penghilangan pemakaian B3 dan pengurangan kadar racun dari semua bentuk buangan dan limbah sebelum meninggalkan proses produksi
- Dalam proses menghasilkan produk, strategi produksi bersih memusatkan perhatian pada upaya pengurangan dampak lingkungan di seluruh daur suatu produk, mulai dari ekstraksi bahan

limbah. Metode penggarapan dilaksanakan dengan pemilihan bahan mentah dan bahan baku, perbaikan proses produksi, persebaran produk, transportasi produk dan pengolahan limbah. Sedangkan rekayasa dapat berupa konsep produksi, rancangan pengelolaan limbah dan rancangan sistem industri.

3.2 Teknologi Tepat Guna

Teknologi Tepat Guna didefinisikan sebagai teknologi yang disesuaikan dengan konteks psikososial dan biofisik suatu lokasi dan perioda dan didesain tidak dengan tujuan mendominasi alam melainkan dalam keharmonisan dengan alam (Willoughby, 1990). Hal tersebut berarti teknologi tepat guna berupaya agar teknologi yang dikembangkan sesuai dengan konteks penggunaan keduanya, dari aspek biofisik yang mempertimbangkan kesehatan, iklim, keanekaragaman dan ekologi ; serta aspek psikososial seperti kelembagaan sosial, politik, budaya, ekonomi, etika serta

kebutuhan personal / spiritual dari individu-individu. Pakar yang terkenal mengembangkan jenis teknologi ini adalah EF. Schumacher yang berbicara tentang 'intermediate technology' dalam bukunya 'Small is Beautiful : A Study of Economics as if People Mattered'. Teknologi jenis ini memang sangat cocok untuk negara-negara berkembang dan direkomendasikan untuk menolong golongan kurang mampu di negara berkembang untuk melangsungkan kehidupan dengan cara yang lebih baik.

Karakteristik Teknologi Tepat Guna :

1. Metoda dan harga mesin murah sehingga mudah diperoleh oleh setiap orang
2. Aplikasi bersifat skala kecil yang juga memungkinkan bagi alam untuk memulihkan diri secara alamiah maupun dapat dioperasikan tanpa perlu bantuan banyak orang lain
3. Mempunyai kemungkinan untuk pengembangan kreativitas

Teknologi tepat guna juga dapat dikembangkan sesuai dengan pendekatan teknologi bersih (pencegahan dan pengendalian pencemaran).

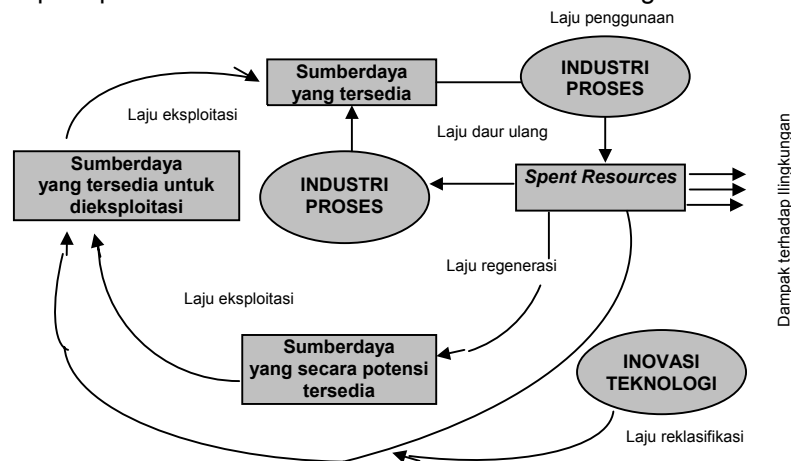
4. PENGALAMAN DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN DI P3TL – BPPT

Upaya mengkaji, mengembangkan serta menerapkan teknologi lingkungan telah dilakukan di BPPT sejak tahun 1983 yaitu dengan dibentuknya Direktorat Teknologi Pemukiman dan Lingkungan Hidup (Dit. TPLH) yang pada saat ini berubah namanya menjadi Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL). Sejak itu sampai dengan saat ini telah banyak hasil-hasil kajian teknologi lingkungan baik yang dikembangkan oleh para peneliti P3TL sendiri

maupun bekerjasama dengan peneliti dari negara lain, antara lain dengan :

- a. Negara Jerman, dalam mengembangkan penelitian di bidang konservasi dan pengembangan tanaman yang disesuaikan dengan kondisi Indonesia, maupun dalam mengembangkan teknologi produksi bersih pada Rumah Potong Hewan serta 'mobile unit' pengendalian pencemaran
- b. Negara Norwegia, dalam mengembangkan sistem pemantauan lingkungan perairan laut secara *near real-time*, dikenal dengan Seawatch Indonesia.

Dalam melaksanakan kegiatan-kegiatannya, P3TL mengacu kepada arahan yang ada pada GBHN, Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan (Agenda 21 Indonesia), Jakstra Ristek 2000-2004, Renstra BPPT dan kepada peraturan-peraturan perundang-undangan di bidang Lingkungan Hidup, peraturan perundang-undangan bidang lain yang relevan, serta Platform Teknologi Lingkungan. Selain itu kompetensi inti yang dibebankan kepada unit kerja P3TL berdasarkan Keputusan Ka. BPPT no. SK/072/Ka/BPPT/VIII/1998 meliputi Teknologi Produksi Bersih, Teknologi Daur Ulang dan Guna Ulang, Teknologi Manajemen Lingkungan, Simulasi Pemodelan Lingkungan serta Standarisasi Lingkungan. Dalam mengkaji dan mengembangkan teknologi lingkungan para peneliti diarahkan untuk memperoleh *output* teknologi yang murah, mudah dioperasikan dan dipelihara, mudah diperoleh suku cadangnya serta ditujukan untuk membantu pengguna – khususnya kalangan menengah kebawah (UKM / IKM) – serta jenis teknologi yang disesuaikan dengan kondisi, potensi dan kebutuhan lokal. Dengan demikian, teknologi



Sumber : Saswinadi S (1999 dalam IDG Raka, 1999).

Gambar 2. Daur sumberdaya dalam penjelmaan dan penggunaannya

yang dikembangkan sesuai dengan karakter Teknologi Produksi Bersih dan bersifat Teknologi Tepat Guna.

Program Utama Penguatan Kompetensi yang dikembangkan oleh P3TL sampai dengan tahun 2005 meliputi :

1. Program Pengembangan Teknologi Produksi Bersih dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan
2. Program Disain Habitat, Simulasi dan Standarisasi Lingkungan
3. Program Pengkajian, Pengembangan dan Penerapan Teknologi Konservasi, Pengendalian dan Pemulihan Kualitas Lingkungan Lahan dan Perairan serta Pemanfaatan Sumberdaya Hayati

Beberapa Kegiatan yang dikembangkan sesuai dengan Program Utama dapat dilihat pada Gambar 3.

Untuk memenuhi kebutuhan teknologi lingkungan sesuai dengan Program Utama sampai dengan tahun 2005, beberapa *Road map* Kegiatan Pengembangan Teknologi Lingkungan telah disiapkan, antara lain dapat dilihat pada Gambar 4. tentang Teknologi Penyediaan Air Bersih dan Pengolahan Limbah Cair serta Gambar 5. tentang Teknologi Produksi Bersih.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengalaman dalam mengembangkan teknologi lingkungan, baik secara mandiri maupun bekerjasama dengan negara maju, beberapa hal dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Teknologi merupakan salah satu alat bantu dalam melaksanakan pembangunan untuk pemenuhan kebutuhan dan kesejahteraan masyarakat. Sesuai dengan amanat Agenda 21, maka perlu disadari bahwa penggunaan teknologi harus diarahkan pada penggunaan teknologi yang berorientasi pada keterbatasan kemampuan sumberdaya alam baik sebagai bahan baku produk maupun penggunaan energi serta keseluruhan proses pemanfaatan sumberdaya alam dengan pendekatan minimisasi limbah (teknologi produksi bersih).
2. Kegiatan transfer teknologi – seperti yang diamanatkan oleh Agenda 21 pasal 34 – sebaiknya dibagi menjadi dua jenis yaitu :
 - a. transfer teknologi yang dilakukan oleh negara industri maju terhadap negara berkembang

- b. transfer teknologi yang dilakukan di dalam negara berkembang sendiri ke seluruh daerah yang membutuhkan-nya berdasarkan hasil kajian mandiri
3. Berdasarkan butir 2 (pengalaman melaksanakan ke dua jenis transfer teknologi) beberapa hal dapat disimpulkan :
 - a. Transfer teknologi yang dilakukan dari negara maju ke negara berkembang dirasakan kurang efektif dalam membantu negara berkembang bahkan cenderung lebih menguntungkan kepentingan negara maju, misalnya 'kewajiban' untuk menggunakan peralatan produksi negara maju. Serta dirasakan pula adanya ketidakadilan atas kepemilikan sumberdaya, pengetahuan dan teknologi setempat.
 - b. Teknologi yang dikembangkan secara mandiri oleh para peneliti negara berkembang mempunyai kesesuaian dengan kondisi dan situasi lokal yang lebih baik. Kendala yang dihadapi dalam upaya transfer teknologi ke daerah-daerah adalah perlunya dukungan finansial (yang sulit diperoleh melalui APBN). Untuk itu, sebaiknya dana yang terkumpul untuk kepentingan transfer teknologi (misalnya melalui GEF) dapat pula dialokasikan untuk kepentingan transfer teknologi ke daerah pada suatu negara berkembang.
 - c. Disarankan agar dana yang digunakan untuk transfer teknologi selain dapat dipergunakan untuk kepentingan instalasi peralatan maupun pelatihan dan pembinaan terhadap SDM lokal juga untuk kepentingan kajian kesesuaian teknologi terhadap kondisi sosial ekonomi dan budaya setempat. Hal tersebut dimaksudkan agar tercipta keberlanjutan penggunaan teknologi yang di-introduksikan
4. Pengalaman lainnya dari kegiatan transfer teknologi dari negara maju adalah adanya kenyataan bahwa pihak penerima teknologi menghadapi kendala dalam mengimplementasikan kegiatan-kegiatan walaupun telah tersedia peralatan maupun SDM yang siap mengoperasikan peralatan. Setelah dicermati beberapa kendala tersebut terjadi karena :
 - a. Produk teknologi yang di transfer merupakan '*state of the art*

- technology*' sehingga justru belum dikenal oleh pengguna potensial (*potential users*)
- b. Walaupun produk tersebut telah dicoba diperkenalkan kepada pengguna potensial, akan tetapi mereka masih ragu-ragu untuk memanfaatkannya dan bersikap menunggu sampai ada yang memanfaatkannya dan merekomendasikan untuk digunakan
 - c. Sistem penunjang teknologi tersebut masih belum sempurna dan belum dapat ditemukan secara luas di pasar
 - d. Pasar pengguna teknologi tersebut masih belum berkembang dengan baik sehingga biaya pengembangan teknologi tersebut dibebankan kepada biaya proyek (yang harus dibayar oleh Pemerintah Indonesia karena berupa 'pinjaman luar negeri')
5. Perlunya diciptakan sistem dan mekanisme serta kelembagaan yang lebih baik yang dapat mendukung terciptanya kegiatan transfer teknologi ramah lingkungan (bagi ke dua jenis transfer teknologi seperti pada butir 1) yang menguntungkan semua pihak / *stakeholders*.
8. Todd H, 1990 : *Ticking time bombs*, TWR no. 4, December, pp. 12-13.
 9. UN, 1992 : Agenda 21 : *Programme of Action for Sustainable Development*.
 10. Willoughly K, 1990 : *Technology Choise, A Critique of the Appropriate Technology Movement*, Westview Press, Boulder.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adibroto T.A, 2001 : *Pendekatan Keterkaitan Ekologis Hulu-Hilir dalam Penataan Ruang Berkawasan Pesisir Secara Berkelanjutan*, disertasi pada Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, ITB.
2. Beder S, 1996 : *The Nature of Sustainable Development*, Scribe Publications, Newham, Australia.
3. Laporan Rapat Kerja P3TL – BPPT, 14-15 Januari 2002.
4. Ling C.Y, 1991 : *Technology Transfer Will not Solve Environmental Crisis*, TWR no. 14/15, pp 30-32.
5. Mc. Cully, 1991 : *The Case againts Climate Aid*, Ecologist vol. 21, no. 6 Nov/Dec, ,pp. 244-251.
6. Raka IDG et al., 1999 : *Paradigma Produksi Bersih ; Mendamaikan Pembangunan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan*, Penerbit Nuansa, Bandung.
7. Tabor A, 1993 : *North-South Environmental Technology Transfer : A*