

# Dampak Kebijakan Memperbaiki Kualitas Udara pada Pendapatan Masyarakat di Indonesia\*

Budy P. Resosudarmo

## Abstrak

*Dalam beberapa tahun terakhir tingkat pencemaran udara di beberapa kota besar di Indonesia telah mencapai ambang mencemaskan. Hal ini telah mendorong pemerintah Indonesia untuk mengembangkan program nasional memperbaiki kualitas udara dengan mengontrol jumlah pencemaran udara di kota-kota. Namun demikian, pemerintah Indonesia tentu saja tidak berharap pelaksanaan ini akan membebani masyarakat berpenghasilan rendah, terutama sekali mengurangi pendapatan mereka, dan selanjutnya akan menciptakan distribusi pendapatan yang semakin tidak merata.*

*Tulisan ini ingin memberikan analisa dampak penerapan program memperbaiki kualitas udara terhadap pendapatan masyarakat, terutama sekali masyarakat berpenghasilan rendah.*

## Pendahuluan

Dalam sebuah penelitian mengenai tingkat pencemaran udara di 20 kota besar di seluruh dunia, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa sekurangnya satu jenis pencemaran udara di kota-kota besar tersebut telah melebihi ambang batas toleransi pencemaran udara<sup>1)</sup> yang ditetapkan oleh WHO.<sup>2)</sup> WHO juga memperkirakan bahwa kurang lebih 600 juta orang hidup di kota yang tingkat pencemaran sulfur dioksida melebihi ambang batas pencemaran udara WHO, dan sekitar 1,25 milyar orang tinggal di kota-kota yang tingkat pencemaran debunya sudah sangat tinggi.<sup>3)</sup>

Kota-kota besar di Indonesia pun tidak luput dari permasalahan pencemaran udara ini. Hasil pemantauan yang dilakukan oleh stasiun-stasiun pemantau pencemaran udara Badan Meteorologi dan Geofisika di beberapa kota besar seperti Jakarta, Bandung, Surabaya, Medan, dan Manado menunjukkan, bahwa tingkat ambang pencemaran debu (*suspended particulate matter* atau SPM), timah hitam (*lead*), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)

---

\* Tulisan ini pernah dimuat di majalah *Prisma*, vol. 26, no. 6, tahun 1997, hal: 15-29, dengan judul "Kebijakan Memperbaiki Kualitas Udara: Dampaknya pada Pendapatan Masyarakat."

<sup>1)</sup> Ambang batas pencemaran udara adalah batas maksimum pencemaran udara dimana jika tingkat pencemaran udara di suatu tempat berada di atas batas itu diperkirakan akan menimbulkan berbagai masalah gangguan kesehatan, sebaliknya jika tingkat pencemaran udara di suatu tempat berada di bawah batas itu diperkirakan tidak menimbulkan masalah gangguan kesehatan.

<sup>2)</sup> United Nations Environment Programme (UNEP) dan the World Health Organization (WHO). *Urban Air Pollution in Megacities of the World*. Oxford: Blackwell, 1992.

<sup>3)</sup> Global Environment Monitoring System (GEMS)/AIR Monitoring Project, Monitoring and Assessment Research Center (MARC). *Assessment of Urban Air Quality*. London: Monitoring and Assessment Research Center, 1988.

terus naik sejak tahun 1980.<sup>4)</sup> Lebih jauh lagi stasiun-stasiun pemantau ini juga menunjukkan bahwa tingkat ambang debu, timah hitam, dan nitrogen dioksida di beberapa kota besar telah melebihi ambang batas toleransi pencemaran udara yang ditetapkan pemerintah Indonesia.

Misalnya, di beberapa bagian kota Jakarta, rata-rata per tahun ambang pencemaran debu mencapai  $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sementara itu ambang toleransi pencemaran debu rata-rata per tahun menurut standar Indonesia adalah  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Rata-rata per tahun ambang pencemaran timah hitam mencapai  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sementara batas toleransinya hanya  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Juga nitrogen dioksida rata-rata per tahunnya dapat mencapai  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sementara batas toleransinya adalah  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>5)</sup>

Contoh kota lainnya yang mengalami permasalahan pencemaran udara adalah Bandung dan Surabaya. Di beberapa bagian kota Bandung, rata-rata per tahun ambang pencemaran debu mencapai  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , timah hitam mencapai  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan nitrogen dioksida mencapai  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Adapun beberapa tempat di kota Surabaya, rata-rata per tahun ambang pencemaran debu mencapai  $270 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , timah hitam  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dan nitrogen dioksida  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .<sup>6)</sup>

Tingginya tingkat pencemaran udara yang melebihi batas standar toleransi pencemaran udara Indonesia diperkirakan telah menyebabkan gangguan kesehatan pada masyarakat. Pada 1982 Achmadi, dari Fakultas Kesehatan Masyarakat-Universitas Indonesia, secara konsisten menemukan rata-rata konsentrasi timah hitam pada air kencing anak-anak yang bersekolah di pusat kota Jakarta lebih tinggi dari pada rata-rata konsentrasi timah hitam pada air kencing anak-anak yang bersekolah di daerah pinggiran kota Jakarta (yang lalulintasnya tidak ramai).<sup>7)</sup> Pada 1987 Tri-Tugaswati, dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan, menunjukkan bahwa tingkat kandungan timah hitam pada darah dan air kencing supir-supir kendaraan umum di Jakarta dua kali lipat lebih tinggi dari pada kandungan timah hitam pada darah dan air kencing petani di pinggiran kota Jakarta.<sup>8)</sup> Dalam studi lainnya, Achmadi memperkirakan bahwa supir-supir kendaraan umum, pedagang kakilima dan orang-orang yang tinggal di daerah yang padat lalulintasnya memiliki kemungkinan 12,8 lebih besar terkena penyakit yang berhubungan dengan pencemaran udara dibandingkan dengan orang-orang yang tinggal di daerah pinggiran kota Jakarta (yang lalulintasnya tidak ramai).<sup>9)</sup> Pada 1994 Ostro dengan menggunakan metoda dosis-respons memperkirakan berbagai persoalan gangguan kesehatan yang terjadi akibat tingginya ambang pencemaran udara di Jakarta pada

---

<sup>4)</sup> Sutamihardja, R.T.M. Air Quality Management. Makalah yang dipresentasikan pada Lokakarya Urban Air in Jakarta, Jakarta, 26-27 Mei 1994.

<sup>5)</sup> Soedomo, M., K. Usman, dan M. Irsyad. *Analisis dan Prediksi Pengaruh Strategi Pengendalian Emisi Transportasi terhadap Konsentrasi Pencemaran Udara di Indonesia: Studi Kasus di Jakarta, Bandung dan Surabaya*. Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1991.

<sup>6)</sup> Idem.

<sup>7)</sup> Achmadi, U.F. "Efek Pencemaran Pb pada Siswa Sekolah Dasar Terpilih di DKI." Makalah Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, 1982.

<sup>8)</sup> Tri-Tugaswati, A., S. Suzuki, H. Koyama, dan T. Kawada. "Health Effects of Automotive Lead Air Pollution in Jakarta." *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 1 (1987): 23-7.

<sup>9)</sup> Achmadi, U.F. "Analisis Resiko Efek Pencemaran Udara CO dan Pb terhadap Penduduk Jakarta." Department of Public Health Working Papers, University of Indonesia, Jakarta, 1989

tahun 1990.<sup>10)</sup> Resosudarmo dan Thorbecke pada 1996 melengkapi perhitungan Ostro untuk kota Bandung dan Surabaya.<sup>11)</sup> Tabel 1 menunjukkan perkiraan persoalan kesehatan di Jakarta, Bandung, dan Surabaya yang disebabkan tingginya tingkat ambang pencemaran udara di kota-kota tersebut.

**Tabel 1. Persoalan Kesehatan yang Berkaitan dengan Pencemaran Udara di Jakarta, Bandung, and Surabaya pada 1990**

| Jenis Pencemaran | Persoalan Kesehatan            | Jumlah kasus |         |           |
|------------------|--------------------------------|--------------|---------|-----------|
|                  |                                | Jakarta      | Bandung | Surabaya  |
| Debu             | Kematian dini                  | 1.160        | 17      | 216       |
|                  | Rawat rumah sakit              | 2.071        | 30      | 386       |
|                  | Kunjungan ke gawat darurat     | 40.625       | 597     | 7.572     |
|                  | Jumlah hari tidak bekerja      | 6.380.639    | 93.733  | 1.189.311 |
|                  | Gangguan tenggorakan pada anak | 104.121      | 1.530   | 19.408    |
|                  | Serangan asma                  | 464.148      | 6.818   | 86.514    |
|                  | Gangguan tenggorokan           | 31.581.771   | 463.941 | 5.886.645 |
|                  | Kronik Bronhitis               | 10.562       | 155     | 1.969     |
| NO <sub>2</sub>  | Gangguan tenggorokan           | 1.773.427    | 14.213  | 177.989   |
| Timah hitam      | Kematian dini                  | 223          | 28      | 216       |
|                  | Darah tinggi                   | 135.656      | 20.256  | 35.156    |
|                  | Serangan jantung tidak fatal   | 183          | 28      | 44        |

Sumber: Resosudarmo, B.P. *The Impact of Environmental Policies on A Developing Economy: An Application to Indonesia*. Ph.D. Disertasi, Cornell University, 1996.

Terlihat pada Tabel 1 bahwa, diduga, 1.160 kasus kematian di Jakarta, 17 kasus kematian di Bandung dan 216 kasus kematian di Surabaya pada 1990 berkaitan dengan tingginya pencemaran debu di kota-kota tersebut. Tingginya pencemaran debu juga diperkirakan menyebabkan lebih dari 31 juta kasus gangguan tenggorokan di Jakarta, 0,4 juta kasus di Bandung dan 5 juta kasus di Surabaya pada 1990. Adapun tingginya pencemaran timah hitam diperkirakan menyebabkan adanya 223 kasus kematian dini di Jakarta, 28 kasus di Bandung dan 216 kasus di Surabaya pada 1990.

<sup>10)</sup> Ostro, B. "Estimating the Health Effects of Air Pollutants: A Method with an Application to Jakarta." Policy Research Working Paper No. 1301, World Bank, 1994. Silahkan baca juga tulisan McMichael, A.J., R. Anderson, P. Elliott, P. Wilkenson, A. Ponce de Leon, dan F.S. Soria. "Review of Methods Proposed, and Used, for Estimating the Population Health Risks of Exposure to Urban Air Pollution." London Review Group: London School of Hygiene and Tropical Medicine and St. George's Hospital Medical School, 1995 yang merupakan komentar dan kritik terhadap metoda perhitungan yang digunakan Ostro.

<sup>11)</sup> Resosudarmo, B.P. dan E. Thorbecke. "The Impact of Environmental Policies on Household Incomes for Different Socio-Economic Classes: The Case of Air Pollutants in Indonesia." *Ecological Economics*, 17 (6 1996): 83-94.

Berbagai kasus gangguan kesehatan dan kematian di Jakarta, Bandung dan Surabaya diduga juga terjadi diberbagai kota besar lainnya<sup>12)</sup> di Indonesia. Dengan banyaknya kasus-kasus kematian dan gangguan kesehatan per tahun di kota-kota besar terlihat betapa pentingnya mengontrol pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia. Lebih jauh lagi diketahui bahwa sekitar 70 persen pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia berasal dari kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan bermotor yang terus meningkat di Indonesia akan menyebabkan semakin tingginya tingkat pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia, dan pada akhirnya menyebabkan meningkatnya jumlah kasus gangguan kesehatan dan kematian dini di kota-kota besar di Indonesia. Semakin tingginya jumlah kasus gangguan kesehatan dan kasus kematian dini yang berhubungan dengan pencemaran udara inilah yang tentunya mencemaskan masyarakat di berbagai kota besar di Indonesia.

Karenanya, untuk mengurangi semakin tingginya tingkat ambang pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia dan tentunya juga mengurangi jumlah berbagai masalah kesehatan yang ditimbulkan, Kantor Menteri Lingkungan Hidup dengan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan-nya untuk mencanangkan program memperbaiki kualitas udara yang diberi nama Program Langit Biru pada awal 1990-an.

Namun perlu dipahami dan dianalisa, apakah pelaksanaan program mengontrol pencemaran udara ini akan membebani masyarakat berpendapatan rendah, dalam pengertian mengurangi pendapatan mereka dan selanjutnya menyebabkan distribusi pendapatan semakin tidak merata di Indonesia. Sebagai contoh, pemberian pajak penjualan pada solar yang berupa bahan bakar kendaraan bermotor. Kebijakan ini akan membebani sektor transportasi. Yang selanjutnya perlu dianalisa ialah kelompok sosial-ekonomi mana yang paling terpuak dengan terbebannya sektor transportasi. Tentu saja pemerintah Indonesia tidak berharap bahwa masyarakat berpendapatan rendah yang paling merasakan beban yang ada di sektor transportasi. Dalam pengertian, produktivitas kegiatan mereka menurun, sehingga pendapatan mereka menurun. Selanjutnya diamati bagaimana perubahan distribusi pendapatan yang terjadi. Perlu diingat bahwa menciptakan distribusi pendapatan yang semakin merata merupakan salah satu dari trilogi tujuan pembangunan Indonesia.

Tulisan ini, dengan menggunakan matriks neraca sosial (*Social Accounting Matrix* atau SAM), berusaha menganalisa dampak regulasi memperbaiki kualitas udara terhadap pendapatan dari berbagai kelompok sosial-ekonomi di Indonesia. Terutama sekali menjelaskan melalui jalur-jalur mana pendapatan dari kelompok masyarakat berpendapatan rendah berkurang akibat adanya regulasi pencemaran udara, dan melalui jalur-jalur mana pendapatan dari masyarakat berpendapatan rendah akan naik akibat regulasi tersebut.

SAM dipilih karena (1) sebagai suatu sistem pendataan SAM merangkum seluruh kegiatan transaksi ekonomi yang ada di suatu negara,<sup>13)</sup> dengan demikian

---

<sup>12)</sup> Diperkirakan terjadi juga di kota-kota dengan penduduk di atas 1 juta jiwa.

<sup>13)</sup> Sebuah SAM dapat juga dibuat untuk lingkup perekonomian yang lebih kecil dari negara, misalnya untuk tingkat propinsi, kabupaten, dan bahkan kota. Sebaliknya, sebuah SAM dapat juga dibuat untuk lingkup yang lebih besar dari negara, misalnya tingkat continental atau bahkan sebuah SAM dunia.

SAM dapat memberikan gambaran mengenai kegiatan ekonomi negara tersebut, (2) sebagai sistem pendataan SAM juga dapat dikembangkan untuk mencakup berbagai kegiatan yang mencemari lingkungan, (3) sebagai alat analisa SAM mampu menunjukkan dengan baik dampak dari suatu kebijakan terhadap berbagai agen yang terlibat dalam perekonomian di suatu negara, dengan demikian SAM mampu menunjukkan dampak kebijakan mengurangi pencemaran udara terhadap pendapatan dari berbagai kelompok sosial-ekonomi yang ada di suatu negara dan (4) sebagai alat analisis SAM relatif sederhana, dengan demikian mudah penerapannya.

Sebelum dilakukan analisa dampak kebijakan di bidang pencemaran udara terhadap pendapatan masyarakat dari berbagai sosial-ekonomi grup dengan menggunakan SAM, berikut ini akan diuraikan mengenai Program Langit Biru dan kemudian diikuti dengan penjelasan mengenai SAM.

## **Program Langit Biru**

Pada 1992 Kantor Menteri Lingkungan Hidup dengan Badan Pengendalian Dampak Lingkungan-nya mulai mengembangkan sebuah program nasional mengendalikan pencemaran udara. Program ini diberi nama Program Langit Biru (PLB). PLB ini dibagi atas dua bagian. Bagian pertama adalah PLB-Sumber Bergerak, sedangkan bagian kedua dari PLB diberi nama PLB-Sumber tidak Bergerak. Dalam pelaksanaannya PLB diharapkan dapat menjadi payung bagi program dan aktivitas yang dilakukan oleh berbagai instansi, seperti Pemerintah Daerah, Departemen Perindustrian, dan Departemen Perhubungan, dengan tujuan mengontrol pencemaran udara.

### PLB-Sumber Bergerak

Sasaran bagian pertama PLB ini adalah mengontrol polusi udara yang bersumber dari kendaraan bermotor. Bagian pertama PLB ini diharapkan dapat diimplementasikan dalam waktu dekat. Kebijakan-kebijakan yang dipertimbangkan untuk digunakan dalam mengontrol pencemaran udara adalah sebagai berikut:

- **Mengurangi Kandungan Timah Hitam (*Lead*) pada Bensin:** Kandungan timah hitam pada bensin saat ini adalah 0.40 g/l. Diharapkan dalam waktu dekat kandungan timah hitam ini dapat diturunkan menjadi 0.15 g/l (bensin dengan kandungan timah hitam yang rendah), lalu diturunkan kembali ke 0.04 g/l (bensin “tanpa timah hitam”). Dalam pelaksanaannya, diharapkan Pertamina dapat segera memodifikasi industri penyulingan yang ada hingga dapat mengurangi kandungan timah hitam pada bensin. Hal yang masih dirasakan sebagai penghambat adalah besarnya investasi yang harus ditanamkan untuk keperluan modifikasi ini. Diperkirakan biaya yang dibutuhkan bisa mencapai 1 triliun rupiah. Namun perlu diingat bahwa dengan biaya sebesar ini, selain dapat mengurangi kandungan timah hitam, dapat dihasilkan bensin dengan kualitas yang lebih baik; dengan demikian akan mengurangi pencemaran NO<sub>2</sub> dan gas beracun lainnya.
- **Mempromosikan Perbaikan Emisi Uap:** Tujuan dari kebijakan ini adalah mengurangi uap bensin yang terlepas ke udara pada saat mengisi tangki bensin.

Dalam pelaksanaannya pengusaha-pengusaha pompa bensin diminta memasang berbagai teknologi dan menerapkan berbagai prosedur yang dapat mengurangi terlepasnya uap bensin ke udara. Kebijakan ini relatif murah dan diperkirakan sangat efektif dalam mengurangi terlepasnya gas beracun ke udara. Hanya saja, pemerintah harus melakukan kontrol yang ketat agar pelaksanaan kebijakan ini dipatuhi oleh pengusaha-pengusaha pompa bensin.

- **Memperkenalkan Standar Gas Buang untuk Kendaraan Baru:** Akan dibuat sebuah standar gas buang yang ketat bagi kendaraan baru. Setiap kendaraan baru diwajibkan memiliki *catalytic converter*.<sup>14)</sup> Diharapkan dengan kebijakan ini pertumbuhan pencemaran udara dapat dikurangi dan dalam jangka panjang akan menurunkan tingkat ambang pencemaran udara.
- **Melarang Penggunaan Mesin Dua-tak:** Diperkirakan mesin-mesin dua-tak menghasilkan gas buang 40 persen lebih banyak dari mesin empat-tak untuk ukuran yang sama. Pabrik-pabrik pembuat mesin dua-tak dianjurkan untuk memodifikasi peralatannya hingga hanya menghasilkan mesin empat-tak. Adapun untuk kendaraan dua-tak yang sudah terlanjur beroperasi, secara bertahap dikurangi. Pelaksanaan pengurangan kendaraan dua-tak yang sudah beroperasi dapat dilakukan dengan membatasi usia kendaraan dua-tak yang dapat digunakan atau pembelian melakukan pembelian kendaraan-kendaraan tersebut untuk didaur ulang.
- **Menginspeksi Gas Buang Kendaraan:** Kebijakan ini dibuat untuk mengontrol pencemaran udara yang dilakukan oleh kendaraan yang sedang beroperasi. Tentunya kebijakan ini dibarengi dengan penentuan standar gas buang kendaraan bermotor, dimana secara bertahap standar gas buang kendaraan dibuat semakin ketat. Dalam pelaksanaannya, inspeksi ini dapat dilakukan bersamaan dengan saat memperpanjang masa berlakunya Surat Tanda Nomor Kendaraan (STNK) Bermotor, atau acapkali diadakan inspeksi mendadak di berbagai ruas jalan di kota-kota.
- **Compressed Natural Gas (CNG) sebagai Bahan Bakar Pengganti:** Kebijakan ini bermaksud menganjurkan penggunaan CNG sebagai pengganti bensin dan solar. Diperkirakan penggunaan CNG sebagai pengganti bensin dapat mengurangi jumlah gas buang hingga kurang lebih 90 persen. Pengurangannya akan lebih besar lagi untuk penggantian solar dengan CNG.<sup>15)</sup> Diperkirakan biaya yang dibutuhkan untuk mengubah sebuah mobil yang menggunakan bensin atau solar menjadi mobil yang menggunakan CNG adalah antara 2,5 juta hingga 10 juta rupiah. Kebijakan ini tentunya harus dibarengi dengan penyediaan tempat-tempat pengisian CNG dan insentif ekonomi lainnya, seperti subsidi untuk pengguna CNG atau pajak pada bensin dan solar.

### PLB-Sumber tidak Bergerak

Bagian kedua PLB ini bertujuan mengontrol jumlah pencemaran udara yang berasal dari sumber tidak bergerak seperti pabrik dan pembakaran sampah. Dibandingkan dengan PLB-Sumber Bergerak, diskusi mengenai pelaksanaan PLB-

<sup>14)</sup> *Catalytic converter* adalah suatu alat yang mampu mengurangi terbuangnya gas beracun ke udara dari kendaraan bermotor sampai kurang lebih 80 persen dari keadaan tanpa *catalytic converter*.

<sup>15)</sup> Nurrohim, A., M.S. Boedoyo, dan C. Malik. "Technological Options of Air Pollution Abatement, Cost, and Benefits." Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 1994.

Sumber tidak Bergerak relatif lebih sedikit. Beberapa kebijakan yang dipertimbangkan untuk diterapkan dalam rangka mengontrol pencemaran udara dari pabrik adalah sebagai berikut:

- **Mempromosikan Teknologi Efisien Energi:** Pada pertengahan tahun 1980 sebuah survey yang dilakukan terhadap 67 pabrik di Indonesia memperkirakan bahwa dengan penerapan teknologi efisien energi penggunaan bahan bakar di pabrik-pabrik tersebut dapat dikurangi sebanyak 23 persen tanpa mempengaruhi kinerja dari pabrik-pabrik tersebut.<sup>16)</sup> Dalam pelaksanaannya pemerintah diharapkan dapat membantu memberikan pengarahan bagi berbagai industri agar dapat lebih mengefisienkan penggunaan energinya. Subsidi mungkin perlu diberikan pada berbagai teknologi yang memang terbukti efisien.
- **Mendorong Pengembangan Kombinasi Pembangkit Tenaga dan Panas (Combine Heat and Power Generation atau CHP):** Diperkirakan penggunaan CHP dapat mengurangi penggunaan bahan bakar hingga kurang lebih 30 persen.<sup>17)</sup> Penerangan yang baik mengenai adanya teknologi ini diperlukan, bahkan jika memungkinkan diberikan subsidi bagi penggunaan teknologi ini.
- **Mendorong Penggunaan Teknologi Bebas Polusi:** Saat ini telah berkembang berbagai teknologi yang dapat meminimumkan, bahkan hingga menghilangkan sama sekali, terbuangnya polusi ke lingkungan. Seperti halnya dengan mendorong penggunaan teknologi efisien energi dan teknologi kombinasi pembangkit tenaga dan panas, pemerintah perlu melakukan promosi dan penerangan agar teknologi bebas polusi ini diterapkan oleh berbagai pihak. Jika memungkinkan subsidi bagi pengguna teknologi bebas polusi diberikan.
- **Melarang Penggunaan Batu Bara di Perkotaan:** Sebagai gantinya dianjurkan untuk menggunakan gas alam.
- **Memperkenalkan Standar Gas Buang untuk Industri:** Pabrik-pabrik diwajibkan secara bertahap untuk mengurangi jumlah gas buangnya hingga batas tertentu. Pelaksanaan standar gas buang ini hendaknya disertai dengan program pengawasan yang baik. Alat ukur yang akurat hendaknya diwajibkan dipasang pada setiap cerobong tempak keluarnya gas-gas yang dibuang ke lingkungan. Adanya standar gas buang ini diperlukan untuk mengurangi laju pertumbuhan ambang pencemaran udara dan, dalam jangka panjang, mengurangi ambang pencemaran tersebut.

Untuk mengontrol pencemaran udara yang berasal dari pembakaran sampah dipertimbangkan untuk membangun insinerator di berbagai kota besar di Indonesia. Tentunya pembangunan insinerator ini dibarengi dengan diciptakan manajemen pengangkutan sampah yang baik. Untuk kota seperti Jakarta diperkirakan menciptakan manajemen pengangkutan sampah yang baik akan mahal. Diperkirakan biaya untuk menangani masalah persampahan di Jakarta, membangun beberapa insinerator dan membenahi manajemen pengangkutan sampah, dapat mencapai 306 milyar rupiah. Sekitar 70 persen dari total biaya ini adalah untuk menciptakan manajemen pengangkutan sampah yang baik.

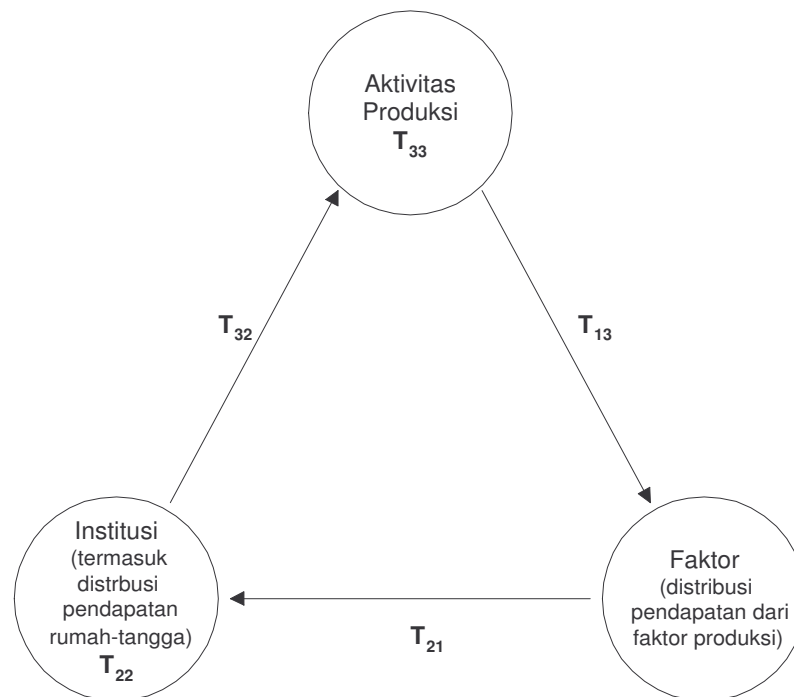
---

<sup>16)</sup> World Bank. *Indonesia. Energy and the Environment: A Plan of Action for Pollution Control*. Report No. 11871-IND, World Bank, 1993.

<sup>17)</sup> Ibid.

## Matriks Neraca Sosial (*Social Accounting Matrix*)

Matriks neraca sosial (SAM) merupakan alat bantu untuk mengamati aktivitas perekonomian di Indonesia dan kemudian menganalisa dampak sebuah regulasi terhadap kegiatan perekonomian tersebut. SAM adalah sebuah neraca ekonomi masukan ganda tradisional berbentuk matriks yang mencatat segala transaksi ekonomi antara agen, terutama sekali antara sektor produksi, institusi (termasuk rumah-tangga), dan faktor produksi, di dalam suatu ekonomi.



**Gambar 1. Transaksi Ekonomi Antara Agen di dalam Sebuah Perekonomian**

Gambar 1 menunjukkan transaksi ekonomi utama yang tercatat di dalam sebuah SAM (tanda panah menunjukkan arus uang). Matriks  $T_{13}$  merupakan matriks yang mencatat distribusi pendapatan dari aktivitas produksi ke faktor dalam produksi tersebut. Dalam hal ini gaji yang diterima para pekerja di suatu sektor produksi dan rente dari kapital di sektor produksi tersebut. Matriks  $T_{21}$  merupakan matriks yang merekam distribusi pendapatan dari faktor produksi ke berbagai institusi, termasuk rumah-tangga. Sebagai contoh, sebagian pekerja di sektor pertanian merupakan anggota dari kelompok masyarakat petani pemilik tanah kecil. Dengan demikian ada uang yang mengalir dari sektor pekerja tani ke kelompok masyarakat pemilik tanah pertanian kecil. Matriks  $T_{22}$  merupakan matriks yang mencatat transfer pendapatan berupa pajak dan subsidi dari berbagai institusi (termasuk pajak pendapatan rumah-tangga) ke pemerintah dan juga transfer pendapatan antara kelompok rumah tangga. Matriks  $T_{32}$  merupakan matriks permintaan terhadap barang dan jasa oleh institusi, dengan kata lain merupakan matriks uang yang dibayarkan pihak institusi ke sektor produksi untuk membeli barang dan jasa yang dikonsumsi. Matriks  $T_{33}$  merupakan matriks permintaan barang dan jasa

antarindustri. Selain matriks-matriks tersebut, SAM juga mencatat matriks transaksi ekonomi di sektor perbankan dan transaksi ekonomi dengan pihak luar negeri. Adapun letak matriks-matriks tersebut di dalam sebuah SAM dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan kerangka dasar dari sebuah SAM. Kolom mencatat agen/sector yang mengeluarkan uang, sedangkan baris mencatat agen/sector yang menerima uang. Misalnya, baris 1 kolom 3 (atau matriks  $T_{13}$ ) mencatat uang yang diterima para pekerja dan rente ekonomi untuk kapital. Baris 4a kolom 2 b mencatat besarnya tabungan domestik atau tabungan yang dimiliki oleh rumah tangga, pemerintah dan perusahaan dalam negeri. Dapat dilihat juga besarnya pajak yang dibayar oleh rumah tangga dan subsidi yang diterima suatu kelompok rumah tangga pada baris 2 kolom 2. Jadi, pada dasarnya sebuah SAM mencatat seluruh arus uang yang ada dalam sebuah perekonomian. Perlu diperhatikan bahwa angka-angka pada kolom Total harus sama dengan angka-angka pada baris Total. Artinya, jumlah pengeluaran (termasuk tabungan) dari suatu agen/sector sama dengan jumlah pendapatan yang diterimanya. Angka-angka yang sama pada kolom Total dan baris Total yang disebut keseimbangan dari sebuah SAM.

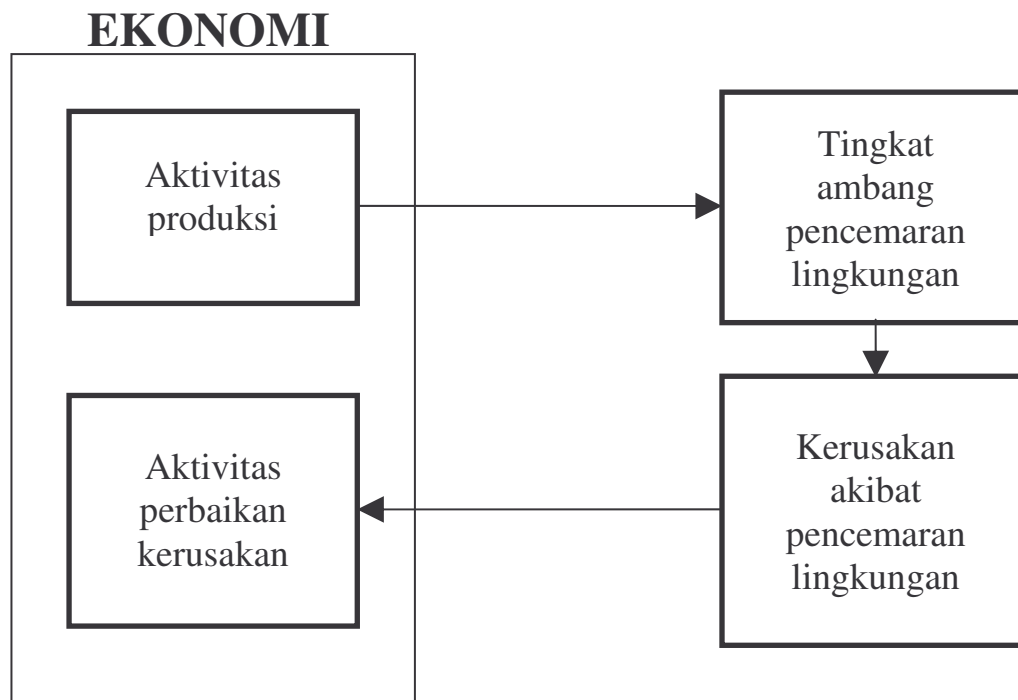
Sebuah SAM dapat dikembangkan menjadi Matrix Neraca Sosial dan Lingkungan (*Social and Environmental Accounting Matrix* atau SEAM) dengan menambahkan neraca lingkungan.<sup>18)</sup> Neraca lingkungan ini mencatat dampak dari aktivitas produksi terhadap kualitas lingkungan dan dampak dari penurunan kualitas lingkungan terhadap ekonomi.

---

<sup>18)</sup> Resosudarmo, B.P. dan E. Thorbecke. "The Impact of Environmental Policies on Household Incomes for Different Socio-Economic Classes: The Case of Air Pollutants in Indonesia." *Ecological Economics*, 17 (6 1996): 83-94.



Gambar 3 menunjukkan hubungan, yang diterapkan dalam tulisan ini, antara sistem ekonomi dan kualitas lingkungan atau tingkat ambang pencemaran lingkungan.<sup>19)</sup> Di sini pencemaran lingkungan diperlakukan sebagai produk sampingan dari aktivitas produksi yang menggunakan bahan “beracun” dan mencemari lingkungan. Bahan beracun di sini didefinisikan sebagai bahan baku yang, ketika digunakan dalam proses produksi, dapat mencemari lingkungan. Sebagai contoh bensin, solar dan pestisida. Pencemaran lingkungan dapat menyebabkan berbagai kerusakan seperti gangguan kesehatan, turunnya tingkat kesuburan tanah dan kerusakan pada bangunan dan kendaraan.<sup>20)</sup> Berbagai kerusakan ini menimbulkan berbagai biaya pada masyarakat. Biaya di sini adalah biaya yang dikeluarkan masyarakat sehubungan dengan berbagai aktivitas untuk memperbaiki kerusakan akibat tingginya tingkat pencemaran lingkungan.<sup>21)</sup> Dengan demikian, dari Gambar 3, terlihat adanya arus aliran tertutup antara sistem ekonomi dan kualitas lingkungan.



**Gambar 3. Hubungan antara Sistem Ekonomi dan Kualitas Lingkungan**

<sup>19)</sup> Metodologi mengembangkan SAM menjadi SEAM yang digunakan pada tulisan ini lebih sederhana dari pada metodologi pembuatan Matrix Neraca Sosial dan Lingkungan yang diusulkan United Nation. Baca *Integrated Environmental and Economic Accounting (Interim Version)*. Studies in Methods, Series F: 61, The United Nations, 1993. Namun demikian, metodologi yang digunakan dalam tulisan ini lebih mudah penerapannya.

<sup>20)</sup> Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan Forschungszentrum Jülich GmbH (KFA). *Environmental Impact of Energy Strategies for Indonesia: Final Summary Report*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 1993.

<sup>21)</sup> Definisi yang lebih tepat tentang biaya masyarakat akibat pencemaran lingkungan adalah dengan nilai yang hilang (*foregone opportunity*) akibat adanya pencemaran lingkungan.

Prinsip dasar memasukkan hubungan antara kegiatan ekonomi dan lingkungan (pada Gambar 3) ke dalam sebuah SAM ditunjukkan oleh Gambar 4; dengan kata lain, Gambar 4 menunjukkan sebuah simplifikasi dari SAM dengan neraca lingkungan (SEAM). Bagian kiri-atas dari Gambar 4 ( $\forall i, j = 1$  sampai 4) adalah SAM tradisional (bandingkan Gambar 2 dan Gambar 4); bagian lainnya adalah neraca lingkungan.

Dalam sebuah SAM dengan neraca lingkungan (SEAM), sektor-sektor produksi dibagi tiga menjadi sektor produksi “kotor”<sup>22)</sup>, sektor produksi “bersih” dan aktivitas memperbaiki kerusakan akibat tingginya tingkat pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan adalah produk sampingan dari aktivitas sektor produksi kotor. Dalam Gambar 4, tingkat ambang pencemaran lingkungan dicatat dalam kolom 5 baris 3a. Tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi menyebabkan kerusakan pada kehidupan masyarakat. Kolom 6 baris ke 5 mencatat kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh tingginya tingkat pencemaran lingkungan. Adapun kolom 3c baris ke 6 mencatat nilai kerusakan akibat pencemaran lingkungan bagi masyarakat, yang dalam tulisan ini dianggap sama dengan biaya kegiatan memperbaiki kerusakan akibat pencemaran lingkungan.

Tulisan ini membatasi neraca lingkungan pada neraca pencemaran udara. Adapun dampak tingginya pencemaran udara pada kehidupan masyarakat dikonsentrasikan pada dampak kesehatan masyarakat. Dengan demikian, biaya dari tingginya tingkat pencemaran udara bagi masyarakat terbatas hanya pada biaya pengobatan yang harus dikeluarkan masyarakat karena berbagai penyakit yang berhubungan dengan pencemaran udara. Tabel 2 adalah hasil estimasi dari biaya yang ditanggung masyarakat akibat tingginya tingkat pencemaran udara di Jakarta, Bandung dan Surabaya.

## **Analisa Dampak Kebijakan di bidang Pencemaran Udara**

Ada dua asumsi keadaan akibat penerapan kebijakan di bidang pencemaran udara (PLB):

Pertama adalah **Situasi Optimistik**. Keadaan di mana penerapan PLB di sebuah sektor tidak akan mengurangi aktivitas sektor tersebut, atau dengan kata lain tidak mengurangi produktivitas sektor tersebut. Situasi ini merepresentasikan keadaan setiap agen dalam sektor yang terkena PLB dapat segera beradaptasi sampai aktivitasnya tidak terganggu.

Kedua, **Situasi Pesimistik**. Keadaan di mana penerapan PLB di sebuah sektor akan mengurangi aktivitas sektor tersebut, atau dengan kata lain mengurangi produktivitas sektor tersebut. Sebagai contoh, penerapan standar emisi gas buang ternyata menyebabkan banyak kendaraan umum yang tidak dapat beroperasi.

---

<sup>22)</sup> Sektor produksi kotor adalah sektor-sektor produksi yang dalam melakukan proses produksinya mencemari lingkungan.



**Tabel 2. Estimasi Biaya Kesehatan yang Dikeluarkan Masyarakat Sehubungan dengan Tingginya Tingkat Pencemaran Udara di Indonesia pada 1990**

| Jenis Pencemaran | Persoalan Kesehatan            | Biaya Berobat<br>(dalam juta rupiah) |         |          |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------|----------|
|                  |                                | Jakarta                              | Bandung | Surabaya |
| Debu             | Rawat rumah sakit              | 3.106,40                             | 45,63   | 579,01   |
|                  | Kunjungan ke gawat darurat     | 609,37                               | 8,95    | 113,58   |
|                  | Gangguan tenggorakan pada anak | 156,18                               | 2,29    | 29,11    |
|                  | Serangan asma                  | 2.320,74                             | 34,09   | 432,57   |
|                  | Gangguan tenggorakan           | 26.844,51                            | 394,35  | 5.003,65 |
|                  | Kronik Bronhitis               | 184,83                               | 2,72    | 34,45    |
| NO2              | Gangguan tenggorakan           | 1.507,41                             | 12,08   | 151,29   |
| Timah hitam      | Darah tinggi                   | 1.695,70                             | 253,20  | 439,45   |
|                  | Serangan jantung tidak fatal   | 474,66                               | 72,76   | 115,53   |

Sumber: Resosudarmo, B.P. *The Impact of Environmental Policies on A Developing Economy: An Application to Indonesia*. Ph.D. Disertasi, Cornell University, 1996.

### *PLB-Sumber Bergerak*

Analisa dampak penerapan kebijakan pengurangan pencemaran udara di sektor transportasi, diasumsikan kebijakan ini mampu mengurangi jumlah pencemaran udara yang bersumber dari sektor transportasi.

Pada Situasi Optimistik, ada dua jalur dominan yang menunjukkan dampak penerapan PLB-Sumber Bergerak pada pendapatan berbagai kelompok sosial-ekonomi masyarakat:

Pertama, perbaikan kualitas udara akan mengurangi jumlah penderita penyakit akibat pencemaran udara. Pengurangan ini akan mengurangi jumlah biaya berobat yang harus dikeluarkan masyarakat, terutama sekali masyarakat kota golongan rendah. Lebih jauh lagi, uang ini (yang semula digunakan untuk biaya berobat) akan dapat digunakan masyarakat untuk membeli berbagai kebutuhan hidup yang lain, terutama sekali makanan. Dengan demikian terjadi peningkatan permintaan dari berbagai sektor produksi, terutama sekali produksi makanan. Peningkatan permintaan ini akan memacu sektor produksi untuk memproduksi lebih banyak. Sektor produksi yang lebih aktif pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan masyarakat. Karena terutama sekali sektor produksi makanan yang akan terpacu, maka diperkirakan masyarakat pertanian yang paling merasakan peningkatan pendapatan.

Kedua, pengurangan jumlah penderita penyakit yang berhubungan dengan pencemaran udara akan mengurangi aktivitas di bidang kesehatan yang berkaitan

dengan pengobatan penderita penyakit yang disebabkan tingginya pencemaran udara. Pengurangan aktivitas di bidang kesehatan ini akan mengurangi pendapatan mereka yang berkecimpung di sektor kesehatan dan industri obat-obatan.

Dari dua jalur tersebut dapat diperkirakan, bahwa pada **Situasi Optimistik**, penerapan kebijakan memperbaiki kualitas udara akan menaikkan pendapatan masyarakat tani dan menurunkan pendapatan masyarakat kota.

Pada **Situasi Pesimistik**, selain dua hal itu, ada satu hal lagi yang mempengaruhi pendapatan masyarakat (jalur 3). Pada **Situasi Pesimistik** ini diasumsikan, sektor transportasi berkurang aktivitasnya. Pengurangan kegiatan sektor transportasi menyebabkan biaya transportasi semakin mahal. Naiknya biaya transportasi akan mengakibatkan kurangnya kegiatan berbagai sektor kegiatan produksi dan pada akhirnya mengurangi pendapatan berbagai kelompok masyarakat.

Bagaimana dampak akhirnya pada pendapatan masyarakat tergantung pada jalur mana yang lebih dominan. Jika jalur 1 lebih dominan, diharapkan pendapatan masyarakat akan meningkat. Namun demikian, jika jalur 2 dan 3 yang lebih dominan, maka diperkirakan pendapatan masyarakat akan menurun.

### *PLB-Sumber tidak Bergerak*

Analisa dampak penerapan kebijakan pengurangan pencemaran udara di berbagai sektor industri (termasuk pembakaran sampah). Diasumsikan kebijakan ini mampu mengurangi jumlah pencemaran udara yang bersumber dari berbagai sektor industri.

Pada **Situasi Optimistik**, jalur-jalur dominan dampak penerapan kebijakan PLB-Sumber tidak Bergerak sama dengan **Situasi Optimistik** penerapan PLB-Sumber Bergerak. Hanya saja besarannya mungkin berbeda.

Pada **Situasi Pesimistik**, diasumsikan aktivitas berbagai sektor industri berkurang. Berkurangnya berbagai aktivitas sektor industri ini tentu saja akan mengurangi pendapatan berbagai kelompok sosial-ekonomi masyarakat.

### *Teknik Analisa dengan SAM*

Metoda *Constrained Fixed Price Multiplier* (CFPM) akan digunakan untuk mengetahui dampak akhir dari kebijakan di bidang pencemaran udara pada pendapatan masyarakat. Pada metoda ini diasumsikan bahwa (1) harga-harga relatif konstan, (2) perubahan dari keluaran beberapa sektor yang didefinisikan sebagai endogen sektor yang bebas (*non-constrained endogenous sectors*) merupakan fungsi dari perubahan sektor-sektor yang didefinisikan sebagai sektor eksogen, dan (3) ada beberapa sektor endogen yang tidak bebas berubah (*constrained endogenous sectors*).

SAM pada Gambar 3 dapat digambarkan kembali menjadi Gambar 5. Dalam Gambar 5, sektor produksi kotor dan aktivitas perbaikan akibat pencemaran

lingkungan dikategorikan sebagai sektor endogen yang tidak bebas (*constrained endogenous sectors*). Sektor produksi bersih, faktor dan institusi (tanpa pemerintahan) dikategorikan sebagai sektor endogen yang bebas (*non-constrained endogenous sectors*). Adapun pemerintahan dan sektor lainnya dikategorikan sebagai sektor eksogen.

|   |       |                 |                  | Sek. End  |        |          | Sek. Eks. |          | TOTAL    |
|---|-------|-----------------|------------------|-----------|--------|----------|-----------|----------|----------|
|   |       |                 |                  | Nonc.     | Cons.  | Sum      |           | Sum      |          |
| S<br>e<br>k<br>t<br>o<br>r<br>E<br>n<br>d<br>o<br>g<br>e<br>n | Nonc. | 1               | Faktor           | $M_{NC}$  | $M_Q$  | $n_{NC}$ | $X_{NC}$  | $x_{NC}$ | $y_{NC}$ |
|   |       | 2a              | Institusi        |           |        |          |           |          |          |
|   | 3b    | Produksi Bersih |                  |           |        |          |           |          |          |
| E<br>x<br>t<br>e<br>r<br>n<br>a<br>l                          | Cons. | 3a              | Produksi Kotor   | $M_R$     | $M_C$  | $n_C$    | $X_C$     | $x_C$    | $y_C$    |
|   |       | 3c              | Perbaikan Polusi |           |        |          |           |          |          |
| Sek. Eks.   |       | 2b              | Pemerintah       | $L_{NC}$  | $L_C$  | $l$      | $T$       | $t$      | $y_E$    |
|   |       | 4               | Sektor lainnya   |           |        |          |           |          |          |
| TOTAL   |       |                 |                  | $y_{NC}'$ | $y_C'$ |          | $y_E'$    |          |          |

Gambar 5. SAM Sederhana

Gambar 5 secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} y_{NC} \\ y_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n_{NC} \\ n_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_{NC} \\ x_C \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dengan mengasumsikan bahwa harga-harga tetap, maka dari persamaan 1 dapat diturunkan persamaan (2) seperti di bawah ini:

$$d \begin{bmatrix} y_{NC} \\ y_C \end{bmatrix} = d \begin{bmatrix} n_{NC} \\ n_C \end{bmatrix} + d \begin{bmatrix} x_{NC} \\ x_C \end{bmatrix} \quad (2)$$

atau

$$d \begin{bmatrix} y_{NC} \\ y_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{NC} & | & Q \\ R & | & C_C \end{bmatrix} \cdot d \begin{bmatrix} y_{NC} \\ y_C \end{bmatrix} + d \begin{bmatrix} x_{NC} \\ x_C \end{bmatrix} \quad (3)$$

dimana:

$\begin{bmatrix} C_{NC} & | & Q \\ R & | & C_C \end{bmatrix}$  adalah matriks marginal expenditure propensities

$C_{NC}$  adalah matriks non-constrained marginal expenditure propensities

$C_C$  adalah matriks constrained marginal expenditure propensities.

Sebuah matriks *marginal expenditure propensities* menunjukkan, untuk setiap sektor, berapa besar pengeluaran untuk barang dan jasa berubah jika pendapatan

berubah marginal dari keadaan semula. Perlu diperhatikan informasi mengenai *expenditure elasticities* dibutuhkan untuk menghitung matriks *marginal expenditure propensities*. Jika informasi mengenai *expenditure elasticities* ada, maka prosedur menghitung matriks *marginal expenditure propensities*, dengan juga memanfaatkan informasi dari SAM, adalah sebagai berikut:

- Hitung *average expenditure propensity* untuk setiap barang pada setiap sektor di dalam SAM. Maksudnya, *average expenditure propensity*  $a_{ij}$  adalah rata-rata perubahan pengeluaran sektor  $j$  pada barang  $i$  jika pendapatan dari sektor  $j$  berubah. Misalkan  $m_{ij}$  adalah sebuah angka pada matriks  $\left[ \begin{array}{c|c} M_{NC} & M_Q \\ \hline M_R & M_C \end{array} \right]$ , dan  $y_j$  adalah keluaran/pendapatan sektor  $j$ . *Average expenditure propensity*  $a_{ij}$  adalah:

$$a_{ij} = \frac{m_{ij}}{y_j} \quad (4)$$

- Hitung *marginal expenditure propensities* menggunakan informasi tentang *expenditure elasticities* dan *average expenditure propensities*. Misal  $e_{ij}$  adalah *expenditure elasticity* dari sektor  $j$  untuk barang  $i$ , dan  $c_{ij}$  adalah *marginal elasticity* dari sektor  $j$  untuk barang  $i$ , maka *marginal elasticity*  $c_{ij}$  didefinisikan sebagai:

$$c_{ij} = a_{ij} \cdot e_{ij} \quad (5)$$

Mari kembali ke persamaan (3). Persamaan (3) ini dapat dituliskan menjadi dua persamaan sebagai berikut:

$$dy_{NC} = C_{NC} \cdot dy_{NC} + Q \cdot dy_C + dx_{NC} \quad (6)$$

dan

$$dy_C = R \cdot dy_{NC} + C_C \cdot dy_C + dx_C \quad (7)$$

Lebih jauh lagi persamaan (7) dapat dimanipulasi menjadi berikut ini:

$$dx_C = -R \cdot dy_{NC} + (I - C_C) \cdot dy_C \quad (8)$$

Maka persamaan (6) dan (8) dapat digabung kembali menjadi:

$$\left[ \begin{array}{c|c} (I - C_{NC}) & 0 \\ \hline -R & I - I \end{array} \right] \cdot d \left[ \begin{array}{c} y_{NC} \\ x_C \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c|c} I & Q \\ \hline 0 & -(I - C_C) \end{array} \right] \cdot d \left[ \begin{array}{c} x_{NC} \\ y_C \end{array} \right] \quad (9)$$

atau

$$d \left[ \begin{array}{c} y_{NC} \\ x_C \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c|c} (I - C_{NC}) & 0 \\ \hline -R & I - I \end{array} \right]^{-1} \cdot \left[ \begin{array}{c|c} I & Q \\ \hline 0 & -(I - C_C) \end{array} \right] \cdot d \left[ \begin{array}{c} x_{NC} \\ y_C \end{array} \right] \quad (10)$$

dimana:

$\left[ \begin{array}{c|c} (I - C_{NC}) & 0 \\ \hline -R & I - I \end{array} \right]^{-1} \cdot \left[ \begin{array}{c|c} I & Q \\ \hline 0 & -(I - C_C) \end{array} \right]$  adalah matriks *constrained fixed price multipliers*.

Persamaan (10) menunjukkan hubungan antara sektor eksogen ( $x_{NC}$ ) dengan keluaran dari sektor endogen yang bebas ( $y_{NC}$ ), di mana keluaran dari sektor endogen yang tidak bebas ( $y_C$ ) tetap. Perhatikan juga bahwa persamaan (10) dapat dilihat sebagai persamaan yang menunjukkan perubahan dari keluaran sektor endogen yang bebas ( $y_{NC}$ ) sebagai fungsi dari perubahan keluaran sektor endogen yang tidak bebas ( $y_C$ ), di mana sektor eksogen dibuat tetap.

Untuk kasus pencemaran udara, keluaran dari aktivitas perbaikan, dalam hal ini pengobatan berbagai penyakit yang berhubungan dengan pencemaran udara, merupakan sektor endogen yang tidak bebas. Pendapatan dari setiap kelompok rumah tangga adalah salah satu dari keluaran sektor endogen yang bebas. Dengan demikian, jika pelaksanaan dari Program Langit Biru berhasil memperbaiki kualitas udara, yang berarti mengurangi biaya yang dikeluarkan masyarakat untuk pengobatan berbagai penyakit sehubungan dengan tingginya pencemaran udara, maka dengan persamaan (10) dapat diketahui dampak dari penurunan biaya pengobatan tersebut terhadap pendapatan masyarakat. Dengan kata lain dampak perbaikan kualitas udara terhadap pendapatan masyarakat.

Prosedur penerapan persamaan (10) adalah sebagai berikut:

1. Tentukan dampak dari Program Langit Biru terhadap kualitas udara di kota-kota besar dan terhadap keluaran dari sektor-sektor produksi (kotor) yang terkena pelaksanaan program tersebut (baik pada **Situasi Optimistik**, maupun pada **Situasi Pesimistik**). Tentukan pula berkurangnya biaya yang harus dikeluarkan oleh masyarakat untuk pengobatan penyakit yang berhubungan dengan kualitas udara akibat membaiknya kualitas udara.
2. Formulasikan sebuah matriks constrained fixed price multipliers yang baru. Tepatnya, yang menunjukkan bahwa “uang ekstra” (yang semula digunakan untuk biaya berobat dari penyakit yang berhubungan dengan kualitas udara) digunakan untuk membeli barang dan jasa lainnya, terutama makanan.
3. Hitung persamaan (10) dengan menggunakan matriks constrained fixed price multiplier yang baru, biaya berobat yang baru, dan keluaran dari sektor produksi kotor yang baru. Maka dampak dari penerapan Program Langit Biru terhadap pendapatan masyarakat dapat diketahui.

Tabel 3. Sektor di SAM

| FAKTOR  | INSTITUSI   | PRODUKSI   | SEKTOR LAINNYA  |
|---|---|--|---|
| Petani Upah Desa<br>Petani Upah Kota<br>Petani Nonupah Desa<br>Petani Nonupah Kota<br>Buruh Upah Desa<br>Buruh Upah Kota<br>Buruh Nonupah Desa<br>Buruh Nonupah Kota<br>Karyawan Upah Desa<br>Karyawan Upah Kota<br>Karyawan Nonupah Desa<br>Karyawan Nonupah Kota<br>Profesional Upah Desa<br>Profesional Upah Kota<br>Profesional Nonupah Desa<br>Profesional Nonupah Kota<br>Modal Tak Berbadan Hukum: Tanah<br>Modal Tak Berbadan Hukum: Bangunan<br>Modal Tak Berbadan Hukum Lainnya: Desa<br>Modal Tak Berbadan Hukum Lainnya: Kota<br>Modal Domestik Berbadan Hukum<br>Modal Pemerintah Berbadan Hukum<br>Modal Asing Berbadan Hukum | Pekerja Tani Tanpa Tanah<br>Petani Kecil<br>Petani Sedang<br>Petani Besar<br>Desa Golongan Rendah<br>Desa Bukan Pekerja<br>Desa Golongan Tinggi<br>Kota Golongan Rendah<br>Kota Bukan Pekerja<br>Kota Golongan Tinggi<br>Perusahaan<br>Pemerintah | Tanaman Pangan<br>Tanaman Lainnya<br>Ternak<br>Kehutanan dan Perburuan<br>Perikanan<br>Pertambangan metal dan minyak<br>Pertambangan Lainnya<br>Makanan dan Minuman<br>Kain dan Kulit<br>Kayu dan Konstruksi<br>Kertas dan Bahan Logam<br>Kimia dan Logam Dasar<br>Listrik, Gas, dan Air<br>Perdagangan dan Gudang<br>Restoran<br>Hotel<br>Transportasi Darat<br>Transportasi Laut dan Udara<br>Bank dan Asuransi<br>Real Estate<br>Public Service<br>Kesehatan-Polusi Udara<br>Jasa dan Lainnya | Neraca Kapital<br>Pajak Tak Langsung dan Subsidi<br>Luar Negeri |

### Contoh Numerik

Untuk dapat melihat hasil analisa menggunakan metoda CFPM, atau mendapatkan gambaran nyata tentang dampak akhir dari kebijakan di bidang pencemaran udara terhadap pendapatan masyarakat, tulisan ini akan menggunakan contoh numerik. SAM yang akan digunakan adalah SAM 1990. Data-data gangguan kesehatan akibat pencemaran udara adalah sebagai yang tercantum di Tabel 1. Tabel 3 menunjukkan sektor-sektor yang ada pada SAM yang digunakan.

Diasumsikan penerapan PLB-Sumber Bergerak akan mampu mengurangi jumlah pencemaran udara dari sektor sektor transportasi sebesar 50 persen. Adapun penerapan PLB-Sumber tidak Bergerak, diasumsikan mampu menurunkan pencemaran udara dari berbagai sektor industri sebanyak 30 persen.

Pada **Situasi Pesimistik**, diasumsikan kegiatan dari sektor yang terkena penerapan PLB akan berkurang sebanyak 10 persen. Hasil contoh numerik ini bisa terlihat pada Tabel 4.

**Table 4. Perkiraan Dampak dari Program Langit Biru terhadap Pendapatan Masyarakat**

(dalam persentasi perubahan pendapatan)

|                          | PLB-Sumber Bergerak |            | PLB-Sumber tidak Bergerak |            |
|--------------------------|---------------------|------------|---------------------------|------------|
|                          | Optimistik          | Pesimistik | Optimistik                | Pesimistik |
| Pekerja Tani Tanpa Tanah | 0.001%              | -0.490%    | 0.002%                    | -4.123%    |
| Petani Kecil             | *****               | -0.518%    | 0.001%                    | -4.160%    |
| Petani Sedang            | 0.001%              | -0.510%    | 0.002%                    | -4.280%    |
| Petani Besar             | 0.001%              | -0.504%    | 0.001%                    | -4.273%    |
| Desa Golongan Rendah     | 0.001%              | -0.738%    | 0.001%                    | -3.877%    |
| Desa Bukan Pekerja       | 0.001%              | -0.621%    | 0.002%                    | -3.440%    |
| Desa Golongan Tinggi     | 0.001%              | -0.751%    | 0.001%                    | -3.638%    |
| Kota Golongan Rendah     | -0.003%             | -0.901%    | -0.006%                   | -3.737%    |
| Kota Bukan Pekerja       | -0.002%             | -0.987%    | -0.004%                   | -4.103%    |
| Kota Golongan Tinggi     | -0.009%             | -0.857%    | -0.017%                   | -3.481%    |

Keterangan: \*\*\*\*\* = lebih kecil dari 0.0005%.

Sumber: Resosudarmo, B.P. dan E. Thorbecke. "The Impact of Environmental Policies on Household Incomes for Different Socio-Economic Classes: The Case of Air Pollutants in Indonesia." *Ecological Economics*, 17 (6 1996): 83-94.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa jika **Situasi Optimistik** yang terjadi, pendapatan dari kelompok masyarakat pertanian dan pedesaan akan meningkat. Namun demikian pendapatan masyarakat perkotaan akan menurun. Karena rata-rata pendapatan per orang masyarakat kota lebih tinggi dari pada masyarakat desa dan pertanian, maka mungkin sekali distribusi pendapatan akan semakin merata.

Pada Tabel 4 terlihat juga bahwa jika **Situasi Pesimistik** yang terjadi, pendapatan dari seluruh kelompok sosial-ekonomi masyarakat akan menurun. Lebih jauh lagi pada PLB-Sumber tidak Bergerak, secara persentasi, masyarakat pertanian yang paling banyak menderita penurunan pendapatan. Situasi yang seperti ini dapat menyebabkan distribusi pendapatan akan semakin tidak merata.

## Kesimpulan

Tulisan ini telah menunjukkan berbagai jalur dominan yang memperlihatkan dampak dari penerapan kebijakan memperbaiki kualitas udara pada pendapatan masyarakat. Dalam bagian Contoh Numerik ditunjukkan bahwa pada **Situasi Optimistik**, penerapan kebijakan memperbaiki kualitas udara mungkin sekali akan meningkatkan pendapatan masyarakat pertanian dan pedesaan yang pada akhirnya menciptakan distribusi pendapatan yang semakin merata. Adapun **Situasi Pesimistik**, penerapan kebijakan mengurangi pencemaran udara mungkin sekali akan merugikan semua kelompok sosial-ekonomi masyarakat. Lebih jauh lagi **Situasi Pesimistik** pada PLB-Sumber tidak Bergerak diperkirakan akan menyebabkan masyarakat pertanian paling menderita penurunan pendapatan. Situasi Pesimistik pada PLB-Sumber tidak Bergerak ini dikhawatirkan akan menyebabkan distribusi pendapatan semakin tidak merata.

Pelaksanaan setiap macam kebijakan memperbaiki kualitas udara memiliki probabilitas untuk menghasilkan **Situasi Pesimistik** maupun **Situasi Optimistik**. Dengan kata lain, ada kemungkinan pelaksanaan suatu kebijakan memperbaiki kualitas udara menyebabkan turunnya produktivitas sektor yang terkena kebijakan ini, atau pelaksanaan suatu kebijakan memperbaiki kualitas udara tidak menurunkan produktivitas sektor yang terkena kebijakan ini. Untuk dapat memperbesar probabilitas munculnya **Situasi Optimistik** maka, sekurangnya, tantangan yang dihadapi pemerintah Indonesia dalam menerapkan kebijakan memperbaiki kualitas udara adalah (1) merangsang digunakannya berbagai teknologi bersih lingkungan, (2) membantu agar biaya yang dikeluarkan dalam mengadopsi teknologi untuk mengurangi jumlah pencemaran udara dapat ditekan serendah mungkin, (3) menjaga agar sektor produksi yang terkena peraturan pencemaran udara tidak perlu mengurangi aktivitas produksinya dan (4) mengontrol dengan ketat hingga setiap individu maupun institusi mematuhi peraturan untuk mengurangi jumlah polusi yang dilepaskan ke lingkungan.

Berdasarkan keempat tantangan tersebut terlihat bahwa adanya teknologi bersih lingkungan yang biaya investasi dan operasinya murah hingga relatif tidak menambah biaya produksi merupakan faktor kunci. Pemerintah Indonesia hendaknya mendorong dikembangkannya teknologi-teknologi semacam ini. Dengan adanya teknologi bersih lingkungan yang murah, pelaksanaan dari kebijakan memperbaiki kualitas udara yang dilakukan pemerintah Indonesia akan menghasilkan **Situasi Optimistik**. Dengan demikian, pelaksanaan kebijakan memperbaiki kualitas udara ini, tidak hanya berhasil memperbaiki kualitas udara di Indonesia dan menurunkan angka kematian dan kasus kesehatan yang berhubungan dengan pencemaran udara, tapi juga meningkatkan pendapatan masyarakat berpendapatan rendah (masyarakat

pertanian dan pedesaan), dan pada akhirnya menciptakan distribusi pendapatan yang semakin merata di Indonesia.