

## **KAJIAN DAMPAK EKONOMI AKIBAT GANGGUAN PASOKAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *INPUT-OUTPUT* HIBRIDA**

Suparman\*, Rinaldy Dalimi\*\*

### **ABSTRAK**

**KAJIAN DAMPAK EKONOMI AKIBAT GANGGUAN PASOKAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MODEL *INPUT-OUTPUT* HIBRIDA.** Tidak dapat disangkal bahwa energi listrik memegang peranan penting dalam aktivitas ekonomi. Pada kenyataannya semua sektor ekonomi, langsung atau tidak langsung berhubungan dengan penggunaan energi listrik. Listrik diperlukan untuk mendukung kebutuhan manusia dan pertumbuhan ekonomi. Adanya gangguan pasokan listrik jelas akan menimbulkan kerugian baik ekonomi maupun non ekonomi. Perlu adanya strategi dalam hal melakukan pengurangan pasokan pada konsumen sehingga dapat meminimalkan kerugian yang ditimbulkan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk melakukan optimasi dampak dari adanya gangguan pasokan listrik secara makro ekonomi adalah model input-output. Penelitian ini bertujuan untuk membantu perencanaan dalam bidang kelistrikan guna menentukan kebijakan yang tepat dalam mengatasi gangguan pasokan listrik.

Kata-kata kunci: Dampak ekonomi, gangguan pasokan listrik, model input-output.

### **ABSTRACT**

**A STUDY OF ECONOMIC IMPACTS OF THE ELECTRIC DISRUPTION BY USING INPUT OUTPUT HYBRID MODEL.** The importance of the role of electricity in economic activities is undeniable. In fact, all economic sectors are directly or indirectly associated with electricity. Electricity is required to sustain human needs and economic growth. Electricity shortage will impact on both of economic or non economic aspect. The strategy on electricity curtailment to minimize economic or non economic losses is needed. One of the approach able to be applied to optimize the economic global effects incurred by deficiency of electricity supply is input-output model. This research aim to assist planning in the field of electricity utilize to determine correct policy in overcoming electricity supply disruption.

Keywords: Economic impacts, electricity disruption, input-output model

---

\* Pusat Pengembangan Energi Nuklir - BATAN, parmansu@yahoo.com

\*\* Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, rinaldy@eng.ui.ac.id

## PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia modern. Listrik hampir digunakan dalam segala bidang, industri, transportasi, penerangan dan digunakan dalam rumah tangga, membuktikan betapa pentingnya energi listrik dalam menunjang kehidupan manusia. Sehingga tidak dapat disangkal lagi kalau masalah listrik dalam aktivitas ekonomi merupakan sesuatu yang sangat vital. Jika pasokan dapat mencukupi permintaan (*demand*) yang ada, maka tidak timbul masalah. Masalah akan timbul jika permintaan yang meningkat tidak diimbangi dengan pasokan yang cukup, mungkin disebabkan karena adanya gangguan pada pembangkit, sehingga harus dilakukan pengurangan pasokan atau pemadaman listrik pada wilayah-wilayah tertentu.

Gangguan pasokan selain akan menimbulkan kerugian secara ekonomi kepada konsumen, juga akan menimbulkan dampak sosial masyarakat. Biaya kelangkaan (*shortage cost*) merupakan konsekuensi ekonomi dari pengurangan pelayanan ke konsumen. Biaya kelangkaan meliputi baik biaya langsung maupun tak langsung. Biaya langsung seperti hilangnya produksi, tertundanya produksi, kerusakan peralatan dan hilangnya kesempatan. Biaya tidak langsung, merupakan dampak lanjutan dari dampak langsung seperti berkurangnya kesempatan kerja, naiknya inflasi dan biaya ekonomi tak langsung dari hilangnya proses produksi.

Beberapa studi mengenai gangguan pasokan listrik dan dampaknya baik secara makro maupun mikro ekonomi telah banyak dilakukan. Sanghvi(1990) telah melakukan studi mengenai keandalan pasokan listrik dan kaitannya dengan biaya gangguan ke konsumen [1]. Shipley, R., Petton, A dan Dension, J. melakukan studi mengenai biaya keandalan. Doane, Hartman dan Woo menganalisa tanggapan pelanggan rumah tangga dengan melakukan *survey* pada tahun 1986 di Kalifornia Utara [2]. Sedangkan Woo dan Train mengitung biaya ekonomi dari pemadaman listrik pada sektor komersial [3].

Pendekatan berbeda dengan model *input-output* telah digunakan untuk studi mengenai dampak kelangkaan listrik. Bernstein dan Hegazy menerapkan analisis *input-output* untuk mempelajari dampak dari *power shortage* di Mesir [4]. C.Y Chen dan A. Vella menerapkan analisis *input-output* untuk mengestimasi biaya ekonomi dari kelangkaan listrik di Taiwan [5].

Pendekatan *input-output* telah lama menjadi salah satu instrumen analisis kuantitatif. Pendekatan ini memerlukan modifikasi dan kesesuaian dengan sektor-sektor suatu negara. Pendekatan *input-output* sangat mudah dilakukan dan tidak memiliki batasan penerapan secara khusus. Ada dua keunggulan yang dimiliki dari analisis *input-output*. Pertama, analisis *input-output* merupakan pendekatan yang komprehensif dan konsisten terhadap semua sektor ekonomi, termasuk aliran berbagai jenis energi, dan mudah digabungkan ke dalam model ekonometrik, simulasi atau optimalisasi. Kedua, merupakan teknik yang sesuai untuk membuat analisis kebijakan

pada berbagai tahapan. Meskipun demikian pendekatan *input-output* memerlukan data dasar sektor ekonomi yang luas dan komprehensif [6].

Dalam studi ini diterapkan model input-output tetapi sedikit berbeda dari studi terdahulu yaitu menggunakan model input-output hibrida. Model ini akan digunakan untuk melakukan kajian dampak ekonomi dari adanya gangguan pasokan listrik untuk kasus Indonesia.

## MODEL

Model *input-output* (I/O) menyatakan hubungan antara keluaran (*output*) dan besarnya permintaan akhir (*final demand*) yang bersifat linier. *Output* yang diproduksi oleh suatu sektor, misalnya sektor *i*, didistribusikan ke dua jenis pemakai. Pertama, pemakai yang menggunakan *output* tersebut untuk proses produksi lanjut, dan kedua, pemakai yang menggunakan *output* tersebut untuk pemakaian akhir. Pada pemakai pertama, *output* sektor *i* tersebut merupakan bahan baku atau input antara (*intermediate inputs*), sedangkan bagi pemakai kedua, *output* sektor *i* merupakan permintaan akhir (*final demand*)

Output dari suatu sektor (industri) dapat menjadi input sektor lain untuk proses industri lanjut. Sebagai contoh sebuah pabrik mobil menggunakan besi baja, kaca, karet dan bahan lain untuk memproduksi mobil. *Output* seperti besi, kaca, ban dan lainnya ini merupakan input antara. Dari perspektif pabrik ban, ban sebagai output, akan dikonsumsi oleh pemilik mobil (sebagai *final demand*), dan oleh industri lainnya seperti perusahaan bis, truk maupun oleh pabrik mobil

Dari pengertian di atas, total *output* (produksi) suatu sektor ( $X_i$ ) dapat didefinisikan dalam persamaan:

$$X_i = \sum_j X_{ij} + Y_i \quad (1)$$

di mana elemen  $X_{ij}$  mewakili *intermediate demand*, nilai input dari sektor *i* ke sektor *j* (*i* mewakili nomor baris dan *j* merupakan nomor kolom), dan  $Y_i$  mewakili *final demand* untuk sektor *i* (termasuk produksi untuk konsumsi rumah tangga atau pemerintah, tujuan investasi atau ekspor).

Elemen *intermediate demand*,  $X_{ij}$ , dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$X_{ij} = a_{ij} + X_j \quad (2)$$

di mana  $X_j$  merupakan *output* dari sektor  $j$  dan  $a_{ij}$  didefinisikan sebagai koefisien input output, atau koefisien input langsung. Koefisien ini dapat diterjemahkan sebagai jumlah input sektor  $i$  yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit output sektor  $j$ . Jika terdapat  $n$  sektor di dalam perekonomian, maka akan ada sebanyak  $n \times n$  koefisien  $a_{ij}$  tersebut.

Substitusi persamaan (1) dan (2) akan menghasilkan persamaan *output* sektor menjadi:

$$X_i = \sum_j a_{ij} X_j + Y_i \quad (3)$$

Jika dituliskan dalam bentuk persamaan matrik, maka persamaannya menjadi sebagai berikut

$$[X] = [A][X] + [Y] \quad (4)$$

atau  $[X] = [I - A]^{-1} [Y]$  (5)

di mana  $X$  adalah vektor keluaran sektor,  $Y$ , *final demand*,  $A$  adalah merupakan matrik koefisien teknik,  $I$  adalah matrik Identitas dan  $[I - A]^{-1}$ , adalah matrik invers Leontief's (model *input-output* dapat dibaca pada Miller dan Blair [7], serta Nazara, S.

Dalam penelitian ini digunakan model *input-output* hibrida (*hybrid*). Bullard dan Herendeen membangun model hibrida untuk digunakan dalam analisis energi. Ide dasar dari model hibrida adalah mengganti baris sektor energi dari satuan uang ke dalam satuan energi [9].

Berdasarkan persamaan (4), dibuat suatu sistem partisi. Model dipartisi dalam dua sektor, yaitu sektor kelistrikan dan sektor non-kelistrikan (6). *Output* dari sektor non-kelistrikan diasumsikan mengikuti solusi I/O standar, yaitu sebagai fungsi *final demand*. *Output* sektor kelistrikan tidak tergantung dari sektor non-kelistrikan.

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} \\ A_{12} \\ \vdots \\ A_{1n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

Jika  $X_2$  dan  $Y_2$  masing-masing mewakili *output* dan *demand* sektor non kelistrikan maka penyelesaian persamaan (6) akan menghasilkan persamaan (7) dan (8)

$$[X_1] = [A_{11}X_1] + [A_{12}X_2] + [Y_1] \quad (7)$$

$$[X_2] = [A_{21}X_1] + [A_{22}X_2] + [Y_2] \quad (8)$$

Persamaan (7) menggambarkan disposisi output sektor kelistrikan yang dinyatakan dalam besaran fisis (Watt). Hal ini menunjukkan keluaran total listrik (Watt) yang didistribusikan dalam sektor listrik itu sendiri (konsumsi internal), dan yang digunakan oleh sektor non-listrik untuk proses produksi dan yang digunakan oleh *final demand* (dalam hal ini sektor rumah tangga).

Matrik  $A_{11}$  mempunyai dimensi Watt/Watt dan koefisiennya yang menggambarkan proporsi dari total listrik (Watt) yang dikonsumsi oleh sektor listrik itu sendiri (*internal consumption*). Matrik  $A_{12}$  mempunyai dimensi watt/Rp dan koefisiennya menyatakan, untuk setiap sektor, yaitu rasio antara konsumsi listrik (watt) dan nilai dari *output* (dalam Rp).

Persamaan (8) menggambarkan keluaran sektor-sektor ekonomi yang dinyatakan dalam satuan uang. Hal ini mengindikasikan total keluaran dari sektor-sektor ekonomi (selain sektor kelistrikan) yang didistribusikan antara sektor kelistrikan, sektor-sektor ekonomi dan *final demand* setiap sektor. Matrik  $A_{21}$  mempunyai dimensi Rp/Watt dan koefisiennya menyatakan, untuk setiap sektor, hubungan antara nilai dari konsumsi listrik (dalam Rp.) dan keluaran dari sektor listrik (dalam Watt). Matrik  $A_{22}$  mempunyai dimensi Rp/Rp dan koefisiennya merupakan “koefisien teknik” dari sektor-sektor ekonomi.

Keluaran sektor listrik,  $X_1$ , bersifat eksogen. Besaran ini tidak dipengaruhi oleh tingkat keluaran sektor-sektor non-listrik,  $X_2$ . Kedua persamaan matrik dapat diselesaikan secara independen sebagai fungsi *final demands*,  $Y_1$  and  $Y_2$ .

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} [A_{12}X_2 + Y_1] \quad (9)$$

$$[X_2] = [I - A_{22}]^{-1} [A_{21}X_1 + Y_2] \quad (10)$$

Jika  $P = [I - A_{11}]^{-1}$  dan  $R = [I - A_{22}]^{-1}$ , maka dapat dihitung  $X_1$  dan  $X_2$  sebagai fungsi  $Y_1$  dan  $Y_2$ , yaitu dengan memasukkan persamaan (9) ke persamaan (10) dan sebaliknya akan didapat persamaan (11) dan (12) sebagai berikut:

$$[X_1] = [I - PA_{12}RA_{21}]^{-1} [P(A_{12}RY_2 + Y_1)] \quad (11)$$

$$[X_2] = [I - RA_{21}PA_{12}]^{-1} [R(A_{21}PY_1 + Y_2)] \quad (12)$$

Persamaan (11) digunakan sebagai model *supply demand*. Persamaan ini menggambarkan besarnya energi listrik ( $X_1$ ) yang harus dipasok untuk memenuhi *demand*  $Y_1$  dan  $Y_2$ . Jika terjadi gangguan pasokan, artinya nilai  $X_1$  berkurang, maka

harus dilakukan pengurangan *demand*  $Y_1$  dan  $Y_2$  sehingga sistem listrik mencapai kondisi aman (jumlah pasokan dapat mencukupi permintaan). Pengurangan demand  $Y_1$  dan  $Y_2$  pada setiap sektor akan berakibat berkurangnya produksi per sektor, artinya ada pengurangan nilai keluaran (output) sektor ekonomi ( $X_2$ ).

Pengurangan demand  $Y_1$  dan  $Y_2$  pada setiap sektor dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ekonomi dan non-ekonomi. Aspek ekonomi didasarkan pada dua informasi yaitu besarnya pengganda keluaran (*output multiplier*) sektor, yaitu nilai total dari *output* atau produksi yang dihasilkan oleh perekonomian guna memenuhi adanya perubahan permintaan akhir sektor tersebut. Sedangkan pertimbangan aspek non-ekonomi adalah aspek sosial, terutama di sektor rumah tangga.

Untuk mendapatkan solusi yang optimal dari pengurangan energi listrik ( $X_1$ ) pada sektor perekonomian dilakukan dengan memaksimalkan keluaran (*output*) sektor ( $X_2$ ) dari persamaan (12).

Konsekuensi dari adanya gangguan pasokan listrik berbeda satu sama lain. Perbedaan itu disebabkan oleh sifat konsumen yang berbeda pula. Gangguan pasokan pada sektor rumah tangga jelas berbeda dengan sektor industri atau sektor pertanian.

Pada sektor rumah tangga aspek sosial lebih utama daripada aspek ekonomi. Sedangkan pada sektor industri, aspek ekonomi menjadi sangat penting karena menyangkut produksi, tenaga kerja, material dan lain sebagainya. Waktu terjadinya gangguan juga sangat menentukan dampak ekonomi maupun sosial. Gangguan jam 20.00 misalnya, akan sangat berbeda dampaknya dibandingkan dengan gangguan yang terjadi pada jam 3 pagi, terutama pada aspek sosial. Pada jam 20.00, hampir semua masyarakat sedang menikmati acara TV atau kegiatan keluarga lainnya.

## STUDI KASUS

### Data

Untuk studi kasus telah diambil data–data input-output Indonesia tahun 2000 dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data konsumsi listrik berasal dari Neraca energi yang dikeluarkan BPS [10] [11]. Tabel *input-output* dibuat dalam bentuk agregasi 8 sektor, yaitu satu sektor kelistrikan, dan 7 sektor perekonomian. Besarnya konsumsi listrik setiap sektor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Besarnya Output dan konsumsi listrik per sektor per tahun

No.	Sektor	Output (juta Rupiah)	Konsumsi listrik (MWh)
1.	Pertanian, kehutanan, perikanan	307.436.017	546.668
2.	Pertambangan	196.815.149	10.002.811
3.	Industri	1.052.451.257	73.579.689
4.	Konstruksi	227.677.063	110.000
5.	Perdagangan, restoran dan hotel	396.214.277	12.218.652
6.	Transportasi	151.272.171	651.669
7.	Lainnya	338.596.205	2.935.565
8.	Rumah tangga	-	30.563.435
	Total	2.701.099.833	130.982.102

Dari tabel 1. dapat dilihat bahwa sektor industri merupakan sektor yang dominan dengan *output* sebesar 1.052.451.257 juta rupiah, dan konsumsi listrik sebesar 73.579.689 MWh atau lebih dari separuh total konsumsi listrik yaitu 56,2%. Sedangkan sektor rumah tangga mengkonsumsi sebesar 30.563.435 MWh atau sebesar 23,3% dari total konsumsi listrik nasional.

## Skenario

Strategi pengurangan pasokan selain mempertimbangkan aspek ekonomi perlu mempertimbangkan pula aspek sosial. Jika hanya mempertimbangkan aspek ekonomi semata, maka pilihan pertama yang mengalami pemadaman adalah sektor rumah tangga. Untuk itu dibuat beberapa skenario pemadaman yang mempertimbangkan kedua aspek tersebut.

Dalam studi ini disusun 4 buah skenario dengan kondisi pasokan daya listrik berkurang 15% dari semula. Skenario pengurangan beban pada sektor rumah tangga dan sektor perekonomian adalah sebagai berikut:

### Skenario 1.

Pasokan listrik baik ke sektor rumah tangga maupun ke sektor lainnya dapat dikurangi sampai 15%

### Skenario 2.

Sama seperti skenario pertama, hanya untuk sektor non-rumah tangga dapat dikurangi sampai 30%

### Skenario 3.

Pasokan ke sektor rumah tangga dikurangi sampai 30% dan untuk sektor lainnya dapat dikurangi sampai 15%

### Skenario 4.

Pasokan listrik ke semua sektor dapat dikurangi sampai 30%

Pengurangan pasokan listrik dihitung secara kumulasi dalam kurun waktu 1 tahun.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam suatu proses produksi, misalnya industri otomotif, bahan baku, bahan penolong dan sebagainya untuk memproduksi motor disebut sebagai input, yang merupakan *output* industri lain. Seandainya terjadi kenaikan permintaan motor, maka untuk mengantisipasi, industri otomotif perlu meningkatkan produksinya (*output*).

Upaya peningkatan produksi motor, pada tahap awal akan berdampak pada peningkatan jumlah *input* yang diperlukan untuk memproduksi motor, misalnya peningkatan kebutuhan akan ban. Pada tahap selanjutnya, peningkatan permintaan akan ban akan meningkatkan *input* industri ban yaitu karet. Dan kenaikan permintaan akan karet akan meningkatkan produksi karet, demikian seterusnya.

Dari uraian di atas dapat diperlihatkan bahwa peningkatan permintaan motor akan memberikan dampak tidak hanya terhadap industri otomotif, tetapi juga sektor lain yang terkait dengan produksi motor. Dengan perkataan lain, perubahan permintaan terhadap industri otomotif mempunyai dampak langsung dan dampak tidak langsung terhadap berbagai kegiatan ekonomi. Dampak ini disebut sebagai dampak pengganda (*multiplier*). Berkurangnya pasokan listrik berarti akan mengurangi jumlah produksi tidak hanya pada industri pemakai listrik, tetapi juga pada industri lain yang terkait dengan proses produksi. Dengan demikian ada efek ganda akibat dari berkurangnya pasokan listrik terhadap industri.

Untuk meminimalkan dampak ekonomi maka dilakukan strategi pengurangan pasokan listrik dengan memperhatikan besarnya dampak langsung dan tidak langsung. Parameter yang digunakan adalah angka pengganda *output* (*Output Multiplier*). Angka pengganda untuk masing-masing sector dapat dilihat pada tabel 3. Dari angka pengganda *output* akan dapat diperoleh informasi sektor mana yang mempunyai angka pengganda *output* kecil dan yang mempunyai angka pengganda *output* besar. Dari informasi ini akan ditentukan sektor mana yang perlu dikurangi pasokan listriknya lebih dulu, yaitu sektor yang angka pengganda *output* yang paling kecil.

Tabel 3. Angka Pengganda untuk Masing-masing Sektor

No.	Sektor	Output Multiplier
1	Pertanian, kehutanan, perikanan	1,160
2	Pertambangan	1,742
3	Industri	1,868
4	Konstruksi	1,782
5	Perdagangan, restoran dan hotel	1,615
6	Transportasi	1,651
7	Lainnya	1,472

Dari perhitungan angka pengganda output diketahui bahwa sektor pertanian, kehutanan dan perikanan mempunyai nilai yang paling kecil disusul oleh sektor lain-lain, sektor perdagangan, restoran dan hotel, sektor transportasi, sektor pertambangan, sektor konstruksi dan yang paling besar adalah sektor industri.

Hasil perhitungan untuk ke 4 skenario dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk skenario 1, di mana pasokan listrik untuk semua sektor dikurangi 15%, maka besarnya *output* turun 15% juga dari kondisi awal. Hal ini memang *demand* untuk semua sektor industri dikurangi 15% dan antara *demand* ( $Y_2$ ) dan *output* ( $X_2$ ) mempunyai hubungan linier. Pada skenario 2, dengan mengurangi pasokan listrik pada sektor industri sebesar 30% maka besarnya *output* akan turun 17%.

Tabel 4. Hasil Perhitungan

Skenario	Besarnya output (Juta Rp.)	Penurunan Output
Kondisi awal	2.393.663.816	
1	2.037.023.265	15 %
2	1.983.139.835	17 %
3	2.105.464.030	12 %
4	2.123.723.297	11 %

Sedangkan pada skenario 3 dan 4, di mana pasokan listrik sektor rumah tangga dikurangi sampai 30% maka secara keseluruhan besarnya *output* akan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi pada skenario 1 dan 2 yang hanya dikurangi 15%. Hal ini dikarenakan semakin besar pengurangan pasokan listrik pada sektor rumah tangga maka pengurangan *demand* pada sektor industri akan berkurang.

Skenario yang paling optimal nilai *output*nya dicapai oleh skenario 4, yaitu pengurangan pada sektor rumah tangga 30% dan pada sektor industri juga 30%. Ini bisa dijelaskan, karena dengan mengurangi sektor industri 30% maka hanya pada

sektor yang nilai penggandanya kecil yang akan berkurang terlebih dahulu. Tabel 5 memperlihatkan pengurangan *demand* untuk masing-masing skenario

Tabel 5. Pengurangan *demand* untuk Masing-masing Skenario (%)

Sektor	Sk-1	Sk-2	Sk-3	Sk-4
Pertanian kehutanan, perikanan	15	30	15	30
Pertambangan	15	13	14	1
Industri	15	0	0	0
Konstruksi	15	0	0	0
Perdagangan, restoran+hotel	15	30	15	30
Transportasi	15	30	15	30
Lainnya	15	30	15	30

Ket. Sk = Skenario

Dari tabel 5. terlihat bahwa untuk skenario 4 (Sk-4), dengan nilai *output* tertinggi, sektor-sektor yang mempunyai nilai pengganda *output* besar yaitu sektor industri, konstruksi dan pertambangan pasokan listriknya tidak berkurang. Ini karena optimasi dilakukan dengan mengurangi pasokan listrik dimulai dari sektor yang nilai pengganda *output*-nya kecil.

Salah satu yang perlu diingat bahwa model ini hanya melihat secara makro. Model ini tidak melihat industri secara individu dari pandangan mikro. Dalam model ini kerugian yang dialami oleh rumah tangga tidak dihargai secara ekonomi. Kerugian non ekonomi, seperti hilangnya kesempatan untuk menikmati acara TV misalnya, tidak dihargai. Model ini akan lebih baik kalau kerugian non-ekonomi tersebut dapat dituangkan dalam suatu biaya kerugian karena adanya gangguan listrik.

Pada kenyataannya pengurangan pasokan listrik dilakukan per wilayah, bukan sektoral. Untuk itu perlu dilakukan pemetaan wilayah dulu sehingga dapat diketahui di wilayah tersebut sektor mana yang dominan dan sektor mana yang tidak begitu dominan.

## KESIMPULAN

Beberapa persoalan riset kelistrikan dapat dikaji dan diselesaikan dengan model *input-output*. Salah satunya adalah optimasi pemadaman listrik sektoral. Hasil studi ini sangat tergantung pada keakuratan dari sumber data baik untuk tabel *input-output* maupun konsumsi listrik per sektor.

Guna meminimalkan dampak, khususnya dampak ekonomi, maka perlu dilakukan strategi pengurangan pasokan pada industri dengan mempertimbangkan dampak ganda industri tersebut. Pengurangan pasokan listrik dimulai dari sektor yang mempunyai dampak ganda kecil. Dari simulasi yang dibuat terlihat bahwa semakin besar pengurangan pada sektor rumah tangga maka akan semakin rendah dampak ekonomi yang ditimbulkan.

Model ini akan lebih tepat digunakan untuk kasus per-wilayah, bukan untuk Indonesia secara keseluruhan. Karena daerah (wilayah) satu sama lain karakteristiknya berbeda. Wilayah Bekasi karakteristiknya akan sangat berbeda dengan Bogor, misalnya. Di Bekasi mungkin sektor industri sangat dominan dibandingkan dengan wilayah Bogor.

Beberapa studi lanjutan masih diperlukan antara lain dengan mempertimbangkan faktor waktu dan durasi terjadinya pemutusan pasokan listrik. Waktu terjadinya pemutusan pasokan listrik akan sangat berpengaruh terutama pada sektor rumah tangga. Pada sektor rumah tangga pemutusan pasokan listrik pada siang hari tidak begitu berpengaruh dibandingkan dengan malam hari.

## DAFTAR PUSTAKA

1. MUNANGSIHE, M. DAN SANGHVI, A.P, *Reliability of electricity supply, outage cost and value of service*, The Energy Journal, **9** (1988) 1-18.
2. SANGHVI, A.P, *Measurement and application of customer interruption costs/value of service for cost-benefit reliability evaluation: some commonly raised issues*, IEEE Transactions on Power System, **5** (1990) 1333-44
3. SHIPLEY, R., PETTON, A. DAN DENSON, J., *Power reliability cost versus worth*, IEEE Transactions on Power Apparatus and System, **89** (1972) 2204-12.
4. BERNSTEIN, M.A. DAN HEGAZY, Y. *The economic cost of electricity shortage: a case study of Egypt*, The Energy Journal, **9** (1988) 173-88.

5. C.Y CHEN DAN A. VELLA, *Estimating the economic costs of electricity shortages using input-output analysis: the case of Taiwan*, Applied economics, **26** (1994) 1061-1069.
6. PURNOMO, Y., *Ekonomi Energi: Teori dan Praktik*, LP3ES, Jakarta, (2000) 297-304
7. MILLER, R AND P. BLAIR, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1985.
8. NAZARA, S, *Analisis Input-Output*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1997.
9. BULLARD, CLARK W., PENNER, PETER S. AND PILATI, DAVID A.. *Net energy analysis: handbook for combining process and input-output analysis*, Resources and Energy, (1978) 267-313.
10. ANONIM, *Tabel Input-output Indonesia tahun 2000*, Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2000.
11. ANONIM, *Neraca Energi Indonesia tahun 2000*, Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2000.

## DISKUSI

M. BUNJAMIN

Notasi matrik yang digunakan model i/o saya harap mengikuti standart matematik.

SUPARMAN

Notasi matrik dalam model i/o hibrida yang benar adalah :

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

$X_1$  mewakili sektor listrik

$X_2$  mewakili sektor ekonomi yang terdiri dari beberapa sektor, Terimakasih atas koreksinya.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Suparman
2. Tempat/Tanggal Lahir : Bantul, 12 Nopember 1963
3. Instansi : BATAN
4. Pekerjaan / Jabatan : Peneliti bidang energi
5. Riwayat Pendidikan : (setelah SMA sampai sekarang)
  - S1, Teknik Nuklir – UGM (lulus 1990)
  - S2, Teknik Elektro – UI (lulus 1998)
6. Pengalaman Kerja :
  - 1991 – sekarang: staf peneliti di PPEN - BATAN
7. Organisasi :
  - Anggota Komite Nasional Indonesia – World Energy Council (KNI – WEC)
8. Makalah yang dipublikasikan :
  - Analisis Strategi Pengurangan Emisi SO<sub>2</sub> Pada Sektor Tenaga Listrik Sebagai Upaya Mendukung Perencanaan Energi Yang Ramah Lingkungan, Lokakarya Energi Nasional Ke XVII, Jakarta 10-11 Maret 1999
  - Analisis Strategi Pengurangan Emisi SO<sub>2</sub> Pada Sektor Tenaga Listrik Sebagai Upaya Mendukung Perencanaan Energi Yang Ramah Lingkungan, Lokakarya Energi Nasional Ke XVII, Jakarta 10-11 Maret 1999
  - Energy Analysis Using Input-output model: Case Study of Indonesia, The 8<sup>TH</sup> International Conference on Quality in Research (QIR), FT-UI , Depok 9-10 August 2005