

Analisa Dampak Gangguan Pasokan Listrik Pada Sektor Ekonomi Dengan Menggunakan Model Input-Output Hibrida

Suparman dan Rinaldy Dalimi

Program Pascasarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

Kampus UI Depok 16424, Indonesia

Email: parmansu@yahoo.com, rinaldy@eng.ui.ac.id

Abstrak

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 menganalisis dampak dari adanya gangguan pasokan listrik secara makro ekonomi adalah model input-output. Parameter yang digunakan dalam strategi pengurangan pasokan listrik adalah angka pengganda keluaran (output multiplier) sektor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengurangan listrik ke konsumen dengan mempertimbangkan angka pengganda keluaran maka akan dapat meminimalkan dampak.

Kata kunci: Analisis dampak, gangguan pasokan dan model input-output.

Abstract

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 disruption will impact on both of economic or non economic aspect. The strategy on electricity supply curtailment to minimize economic or non economic losses is needed. One of the approach able to be applied to analysis the macroeconomic effects incurred by deficiency of electricity supply is input-output model. Parameter applied in strategy of electrical curtailment is output multiplier. Result of simulation indicates that electricity curtailment by considering output multiplier hence will be able to minimize the macroeconomics impact.

Keywords: Impacts analysis, electricity disruption and input-output model

1. Pendahuluan

Energi, termasuk listrik, sangat erat kaitannya dengan pembangunan ekonomi. Ada keterkaitan erat antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi. Ini membuktikan bahwa segala aktivitas ekonomi tidak bisa terlepas dari masalah energi.

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. Dalam kondisi pasokan dapat mencukupi permintaan

(demand) yang ada, maka tidak timbul masalah. Masalah akan timbul 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 [1]. Biaya kelangkaan meliputi baik biaya langsung maupun tak langsung.

Biaya langsung seperti hilangnya produksi, tertundanya produksi, kerusakan peralatan dan hilangnya kesempatan. Biaya tidak langsung, dilain pihak, meliputi dampak lanjutan dari dampak langsung seperti berkurangnya kesempatan kerja, naiknya inflasi dan biaya ekonomi tak langsung dari hilangnya proses produksi.

Untuk mengurangi dampak, khususnya dampak ekonomi, dari adanya gangguan pasokan, perlu adanya strategi pengurangan pasokan pada sektor-sektor perekonomian sehingga dampak ekonomi langsung maupun tidak langsung dapat diminimalkan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah model input-output. Model ini dapat menghitung dampak dari pemadaman listrik pada sektor perekonomian secara keseluruhan. Model inilah yang akan dipakai dalam penelitian ini.

Beberapa studi mengenai gangguan pasokan listrik dan dampaknya baik secara makro maupun mikro ekonomi telah banyak dilakukan. Sanghvi (1990) melakukan melakukan studi mengenai keandalan pasokan listrik dan kaitannya dengan biaya gangguan ke konsumen [2]. Shipley, R., Petton, A dan Dension, J. melakukan studi mengenai biaya keandalan [3]. Doane, Hartman dan Woo (1986) menganalisa tanggapan pelanggan rumah tangga dengan melakukan survey pada tahun 1986 di Kalifornia Utara [4]. Sedangkan Woo dan Train (1988) mengitung biaya ekonomi dari pemadaman listrik pada sektor komersial [5].

Pendekatan berbeda dengan model input-keluaran telah digunakan untuk studi mengenai dampak dari adanya kelangkaan listrik. Bernstein dan Hegazy (1998) menerapkan analisis input-output untuk mempelajari dampak dari *power shortage* di Mesir [6]. C.Y Chen dan A. Vella (1994) menerapkan analisis input-output untuk mengestimasi biaya ekonomi dari kelangkaan listrik di Taiwan [1].

Empat pendekatan yang dibangun oleh para ahli dalam penilaian dampak gangguan pasokan listrik adalah [1]:

- 1) Willingness-to-pay/accept (WTP/WTA): berdasarkan kuestioner, berapa biaya

yang konsumen mau membayar untuk menghindari kelangkaan listrik atau jumlah yang mau diterima dari konsekuensi adanya kelangkaan listrik.

- 2) Analisis faktor produksi: kerugian-kerugian karena adanya gangguan pasokan listrik ditaksir berdasarkan bahan-bahan atau kesempatan yang terbuang
- 3) Survei: kerugian ditaksir berdasarkan survei melalui kuisisioner ke konsumen
- 4) Analisis Input-output: dampak dari adanya gangguan listrik atas seluruh perekonomian diperkirakan dari suatu model yang saling terkait satu sama lain antara industri yang berbeda.

Masing-masing pendekatan mempunyai keuntungan dan kerugian. Model survei, sebagai contoh, sering bias karena responden mempunyai ketertarikan finansial [7]. Dari suatu perspektif perencanaan nasional, pemerintah dan dan konsumen kedua-duanya perlu untuk mampu menilai dampak-dampak secara makro ekonomi dari adanya gangguan pasokan listrik.

Pendekatan input-output telah lama menjadi salah satu instrumen analisis kuantitatif. Pendekatan ini memerlukan modifikasi dan disesuaikan dengan sektor-sektor suatu wilayah atau 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 analisa kebijakan pada berbagai tahapan. Namun, pendekatan input-output juga mempunyai keterbatasan yaitu kebutuhan akan data dasar sektor ekonomi yang luas dan komprehensif [8].

Tujuan dari studi ini adalah menganalisis dampak secara makro ekonomi akibat dari adanya gangguan pasokan listrik ke konsumen guna mendapatkan strategi yang tepat sehingga dampak yang ditimbulkan dapat diminimalkan. Sebuah model yang

merupakan pengembangan dari model input-output diterapkan. Model ini sedikit berbeda dari studi terdahulu yaitu menggunakan model input-output hibrida.

2. Metodologi

2.1. Kerangka Model

Dalam penelitian ini digunakan model input-output hibrida (hybrid). Bullard dan Herendeen (1975) membangun model hibrida untuk digunakan dalam analisis energi [9]. Ide dasar dari model hibrida adalah mengganti baris sektor energi ke dalam satuan energi dari satuan uang dalam tabel input-output konvensional.

Model input-output menyatakan hubungan antara keluaran (output) dan besarnya permintaan akhir yang bersifat linier. Jika dituliskan dalam suatu persamaan matrik dapat dituliskan seperti dalam persamaan (1).

$$[X] = [A][X] + [Y] \quad (1)$$

atau

$$[X] = [I - A]^{-1} [Y] \quad (2)$$

dimana X adalah vektor keluaran sektor, Y, permintaan akhir, A adalah merupakan matrik koefisien teknik, I adalah matrik Identitas dan $[I - A]^{-1}$, adalah matrik invers Leontief's (mengenai model input-output dapat dibaca pada Miller dan Blair (1985), Nazara, S. (1997)) [10][11].

Berdasarkan persamaan (1), dibuat suatu sistem partisi. Model dipartisi dalam dua kelompok, sektor kelistrikan dan sektor non-kelistrikan (3). Keluaran dari sektor non-kelistrikan diasumsikan mengikuti solusi I/O standar, yaitu sebagai fungsi permintaan akhir. Keluaran sektor kelistrikan tidak tergantung dari sektor non-kelistrikan.

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} \\ A_{12} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Jika X_2 dan Y_2 masing-masing mewakili keluaran dan permintaan sektor non kelistrikan maka penyelesaian persamaan (3) akan menghasilkan persamaan (4) dan (5):

$$[X_1] = [A_{11}X_1] + [A_{12}X_2] + [Y_1] \quad (4)$$

$$[X_2] = [A_{21}X_1] + [A_{22}X_2] + [Y_2] \quad (5)$$

Persamaan (4) menggambarkan disposisi keluaran sektor kelistrikan yang dinyatakan dalam besaran fisis (Watt). 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 permintaan akhir (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 keluaran (dalam Rp).

Persamaan (5) menggambarkan keluaran sektor-sektor ekonomi yang dinyatakan dalam satuan uang. Mengindikasikan total keluaran dari sektor-sektor ekonomi (selain sektor kelistrikan) yang didistribusikan antara sektor kelistrikan, sektor-sektor ekonomi dan permintaan akhir 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 , adalah bersifat eksogen. Besaran ini tidak dipengaruhi oleh tingkat keluaran sektor-sektor non-listrik, X_2 . Kedua persamaan matrik dapat diselesaikan secara independen sebagai fungsi permintaan akhir, Y_1 and Y_2 .

$$[X_1] = [I - A_{11}]^{-1} [A_{12}X_2 + Y_1] \quad (6)$$

$$[X_2] = [I - A_{22}]^{-1} [A_{21}X_1 + Y_2] \quad (7)$$

Jika $P = [I - A_{11}]^{-1}$ dan $R = [I - A_{22}]^{-1}$, kita dapat menghitung X_1 dan X_2 sebagai fungsi Y_1 dan Y_2 , yaitu dengan memasukkan persamaan (6) ke persamaan (7) dan sebaliknya akan didapat persamaan (8) dan (9) sebagai berikut:

$$[X_1] = [I - PA_{12}RA_{21}]^{-1} [P(A_{12}RY_2 + Y_1)] \quad (8)$$

$$[X_2] = [I - RA_{21}PA_{12}]^{-1} [R(A_{21}PY_1 + Y_2)] \quad (9)$$

Persamaan (8) digunakan sebagai model pasokan-permintaan (supply and demand). Persamaan ini menggambarkan besarnya energi listrik (X_1) yang harus dipasok untuk memenuhi permintaan Y_1 dan Y_2 . Jika terjadi gangguan pasokan, artinya nilai X_1 berkurang, maka harus dilakukan pengurangan permintaan Y_1 dan Y_2 sehingga sistem listrik mencapai kondisi aman (jumlah pasokan dapat mencukupi permintaan).

Jika $\alpha = [I - PA_{12}RA_{21}]^{-1}$ dan $\beta = [I - RA_{21}PA_{12}]^{-1}$ maka persamaan (8) dan (9) dapat disederhanakan menjadi:

$$[X_1] = \alpha [P(A_{12}RY_2 + Y_1)] \quad (10)$$

$$[X_2] = \beta [R(A_{21}PY_1 + Y_2)] \quad (11)$$

Untuk mendapatkan solusi yang optimal dari pengurangan energi listrik (X_1) pada sektor perekonomian adalah dengan memaksimalkan keluaran (output) sektor (X_2) dari persamaan (11).

Persoalannya dapat disusun dalam pemrograman linier sebagai berikut:

Cari, Y_1, Y_2

s.r.s: $\beta [R(A_{21}PY_1 + Y_2)] = X_2$ maksimum

d.p.:

$$\begin{aligned} \alpha [P(A_{12}RY_2 + Y_1)] &\leq X_1 \\ X_1 &= X_1^0 - S \\ 0 &\leq Y_1 \leq Y_1^0 \\ 0 &\leq Y_2 \leq Y_2^0 \end{aligned}$$

dimana:

X_1^0 = kondisi awal pasokan listrik

S = besarnya kekurangan pasokan

Y_1^0 = kondisi awal permintaan listrik sektor rumah tangga

Y_2^0 = kondisi awal permintaan non listrik sektor ekonomi

Konsekwensi 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.

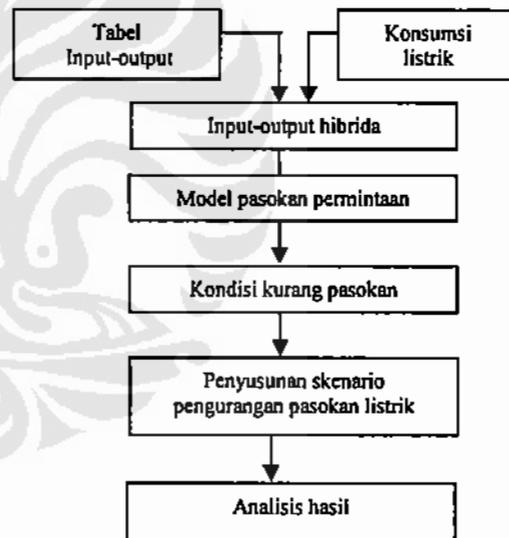
Di sektor rumah tangga aspek ekonomi tidak begitu penting, disini aspek sosial yang utama. Sedangkan sebaliknya di sektor industri aspek ekonomi menjadi sangat penting karena menyangkut produksi, tenaga kerja, material dan lain sebagainya. Begitu juga waktu terjadinya gangguan sangat

menentukan dampak ekonomi maupun sosial. Gangguan jam 20.00 misalnya, akan sangat berbeda dampaknya dibandingkan kalau terjadi pada jam 3 pagi, terutama pada aspek sosial. Pada jam 20.00, waktu tersebut hampir semua masyarakat sedang menikmati acara TV atau kegiatan keluarga lainnya.

Strategi pengurangan pasokan selain mempertimbangkan aspek ekonomi tentunya aspek sosial menjadi faktor yang tak kalah penting. Kalau hanya mempertimbangkan aspek ekonomi semata, maka pilihan pertama yang mengalami pemadaman adalah sektor rumah tangga.

2. 2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dijelaskan dalam gambar 1, dimana langkah-langkah pengerjaan adalah sebagai berikut:



Gambar 1.
Diagram Alir Penelitian

Dari model input-output konvensional dan informasi konsumsi listrik per sektor disusun suatu model input-output hibrida. Dari model ini dibangun model pasokan permintaan, yaitu besarnya pasokan listrik (X_1) sebagai fungsi permintaan, baik pada sektor rumah tangga (sebagai permintaan akhir, Y_1) maupun permintaan pada sektor-sektor non listrik, Y_2 .

Jika terjadi gangguan pada pasokan listrik, X_1 berkurang, maka dilakukan

pengurangan permintaan Y_1 dan Y_2 sampai kondisi sistem aman. Pengurangan permintaan Y_1 dan Y_2 pada setiap sektor dilakukan berdasarkan skenario yang dibuat dengan mempertimbangkan aspek ekonomi dan non-ekonomi. Aspek ekonomi didasarkan dua informasi yaitu besarnya pengganda keluaran (output multiplier) sektor, yaitu nilai total dari keluaran atau produksi yang dihasilkan oleh perekonomian untuk memenuhi adanya perubahan permintaan akhir sektor tersebut. Sedangkan pertimbangan aspek non-ekonomi adalah aspek sosial terutama di sektor rumah tangga.

Pengurangan dilakukan sampai kondisi sistem kelistrikan aman, artinya dimana pasokan dapat mencukupi permintaan.

3. Studi Kasus

Dilakukan studi kasus dengan mengambil data input-output Indonesia tahun 2000 dari BPS (Badan Pusat Statistik). Untuk data konsumsi listrik berasal dari Neraca energi yang dikeluarkan BPS [11][12]. Tabel input-output dibuat dalam bentuk agregasi 8 sektor. Satu sektor kelistrikan, dan 7 sektor merupakan sektor perekonomian. Dimana sektor dan besarnya konsumsi listrik seperti terlihat dalam Tabel 1. dan Tabel 2.

Terlihat bahwa sektor industri merupakan sektor yang dominan dengan keluaran sebesar 1.052.451.257 juta rupiah. Begitu juga dalam konsumsi listrik, sektor industri mengkonsumsi 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.

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

Skenario 1.

Kasus dimana pasokan listrik baik ke sektor rumah tangga maupun ke sektor lainnya dapat dikurangi sampai 15%

Tabel 1.
Besarnya Keluaran (juta Rp.) Per Sektor

No.	Sektor	Keluaran
1.	Pertanian, kehutanan, perikanan	307.436.017
2.	Pertambangan	196.815.149
3.	Industri	1.052.451.257
4.	Konstruksi	227.677.063
5.	Perdagangan, restoran dan hotel	396.214.277
6.	Transportasi	151.272.171
7.	Lainnya	338.596.205

Tabel 2.
Besarnya Konsumsi Listrik (MWh) Per Sektor

No.	Sektor	Konsumsi listrik
1.	Pertanian, kehutanan, perikanan	546.668
2.	Pertambangan	10.002.811
3.	Industri	73.579.689
4.	Konstruksi	110.000
5.	Perdagangan, restoran dan hotel	12.218.652
6.	Transportasi	651.669
7.	Lainnya	2.935.565
8.	Rumah tangga	30.563.435
	Total	130.982.102

Skenario 2.

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

Skenario 4.

Pasokan listrik baik ke semua sektor dapat dikurangi sampai 30%

Untuk pengolahan tabel input-output dilakukan dengan program PyIO (Python Module for Input-Output Analysis) [13], sedangkan optimasi dilakukan dengan program Matlab.

4. 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 perlu dilakukan strategi pengurangan pasokan listrik dengan memperhatikan besarnya dampak langsung dan tidak langsung. Parameter yang digunakan adalah angka pengganda keluaran (Output Multiplier). Dari besaran ini akan dapat diperoleh informasi sektor mana yang mempunyai angka pengganda output kecil dan yang mempunyai angka pengganda output besar. Kemudian ditentukan sektor mana yang perlu dikurangi pasokan listriknya lebih dulu, yaitu sektor yang angka pengganda keluarannya paling kecil.

Langkah awal adalah menghitung angka pengganda keluaran. Dari angka pengganda keluaran akan dapat diperoleh informasi sektor mana yang mempunyai angka pengganda keluaran rendah dan yang mempunyai angka pengganda keluaran tinggi. Dari informasi ini akan ditentukan

sektor mana yang perlu dikurangi pasokan listriknya lebih dulu, yaitu sektor yang angka pengganda keluarannya paling rendah.

Tabel 3.
Angka Pengganda Masing-masing Sektor

No.	Sektor	Angka pengganda
1.	Pertanian, kehutanan, perikanan	0,160
2.	Pertambangan	0,742
3.	Industri	0,868
4.	Konstruksi	0,782
5.	Perdagangan, restoran dan hotel	0,615
6.	Transportasi	0,651
7.	Lainnya	0,472

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

Hasil dari optimasi untuk ke 4 skenario dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk skenario 1. dimana pasokan listrik untuk semua sektor dikurangi 15%, maka besarnya keluaran turun 15% juga dari kondisi awal. Hal ini memang permintaan untuk semua sektor perekonomian dikurangi 15% dan antara permintaan (Y_2) dan keluaran (X_2) mempunyai hubungan linier. Skenario 2, yaitu dengan mengurangi pasokan listrik pada sektor ekonomi sebesar 30% maka besarnya keluaran akan turun 17%.

Tabel 4.
Hasil Optimasi

Skenario	Besarnya keluaran (Juta Rp.)	Penurunan Keluaran
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 2 dan 3, dimana pasokan listrik sektor rumah tangga dikurangi

sampai 30% maka secara keseluruhan besarnya keluaran 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 permintaan pada sektor ekonomi akan berkurang. Hal ini akan meningkatkan besarnya keluaran.

Skenario yang paling tinggi nilai keluarannya dicapai oleh skenario 4, yaitu pengurangan pada sektor rumah tangga 30% dan pada sektor ekonomi juga 30%. Ini bisa dijelaskan, karena dengan mengurangi sektor ekonomi 30% maka hanya pada sektor yang nilai penggandanya rendah yang akan berkurang terlebih dahulu.

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

Tabel 5.
Pengurangan Permintaan
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

5. Kesimpulan

Dari simulasi yang dilakukan dapat dibuat kesimpulan:

1. Guna meminimalkan dampak, khususnya dampak ekonomi, maka perlu dilakukan strategi pengurangan pasokan pada industri dengan mempertimbangkan dampak ganda industri tersebut.
2. Pengurangan pasokan listrik dimulai dari sektor atau industri yang mempunyai dampak ganda kecil.
3. 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.
4. Model ini akan lebih tepat digunakan untuk kasus per-wilayah, bukan untuk Indonesia secara keseluruhan.
5. Dari simulasi yang dibuat terlihat bahwa semakin besar pengurangan pada sektor rumah tangga maka akan semakin rendah dampak ekonomi yang ditimbulkan

Daftar Acuan

- [1]. C.Y Chen dan A. Vella. Estimating the economic costs of electricity shortages using input-output analysis: the case of Taiwan, *Applied economics*, 1994, 26, 1061-1069
- [2]. Munangsihe, M. Dan Sanghvi, A.P., Reliability of electricity supply, outage cost and value of service, *The Energy Journal*, 1988, 9, 1-18
- [3]. 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*, 1990, 5, 1333-44
- [4]. Shipley, R., Petton, A. Dan Dension, J., Power reliability cost versus worth, *IEEE Transactions on Power Apparatus and System*, 1972, 89, 2204-12
- [5]. Woo, C.K. dan Train, K. Cost of electricity power interruption to commercial firms, *The Energy Journal*, 1988, 9, 161-72
- [6]. Bernstein, M.A. dan Hegazy, Y. The economic cost of electricity shortage: a

- case study of Egypt, *The Energy Journal*, 1988, 9, 173-88
- [7]. Michiel de Nooij, Carlijn Bijvoet and Carl Koopmans, The Demand For Supply Security, *Research Symposium European Electricity Markets The Hague*, September 2003
- [8]. Purnomo, Y., *Ekonomi Energi: Teori dan Praktik*, LP3ES, Jakarta, 2000 hal. 297-304
- [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*, 1: 1978, pp. 267-313,
- [10]. Miller, R and P. Blair, *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Prentice Hall, Inc., New Jersey, '1985
- [11]. Nazara, S., *Analisis Input-Output*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1997
- [12]. Nazara, S., dkk. *Input-Output Analysis with Python*, 2003, Regional Economics Application Laboratory, Web page: www.uiuc.edu/unit/real
- [13]. *Tabel Input-output Indonesia tahun 2000*, Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2000.
- [14]. *Neraca Energi Indonesia tahun 2000*, Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2000.