

PERHITUNGAN BIAYA EKSTERNALITAS PLTGU GAS MUARA KARANG

Masdin, Sc.S.Herdinie *)

ABSTRAK

PERHITUNGAN BIAYA EKSTERNALITAS PLTGU GAS MUARA KARANG. Salah satu sasaran dari studi "*Comprehensive Assessment of Different Energy Sources for Electricity Generation in Indonesia*" adalah perhitungan biaya eksternalitas dengan menggunakan program Simfacts. Sasaran studi ini adalah mendukung perencanaan dan proses pengambilan keputusan energi dan listrik nasional dengan mempertimbangkan tekno-ekonomi, sosial, bijaksanaan, dan lingkungan. Salah satu pembangkit yang menjadi perhatian adalah PLTGU Muara Karang berbahan bakar gas dengan daya keluaran 500 MWe, yang berada di wilayah bagian utara Jakarta. Secara geografis wilayah ini sangat padat dengan penduduk dan di sekitarnya merupakan salah satu pusat bisnis dan industri di Indonesia. Hasil perhitungan menunjukkan besar dampak kesehatan yang terjadi sebanyak 51.400 kasus tiap tahun dengan 86,05% kasus yang terjadi adalah gangguan pernapasan tingkat rendah baik orang dewasa maupun anak-anak oleh polutan nitrat dan biaya kesehatan total yang dibebankan sebesar 1.830.000 US.\$ dengan 78,85% dari polutan nitrat dan 21,15% dari polutan NO₂. Biaya Eksternalitas yang diakibatkan oleh PLTGU Gas Muara Karang selama tahun 2000 diperoleh sebesar 0,11 cent per kWh per tahun (berdasarkan data pada tahun 2000).

ABSTRACT

CALCULATION OF EXTERNALITY COST FOR MUARA KARANG GAS COMBINED-CYCLE. One of study objectives on "*Comprehensive Assessment of Different Energy Sources for Electricity Generation in Indonesia*" is to calculate externality cost by using Simfacts Program. The goal of this study is to support planning and decision making for energy and electricity development by taking into account the techno-economic, social, policy and environment. Muara Karang Gas Combined-Cycle Plant with 500 MWe capacity. It is one of power plants in Jawa-Bali System, which lies in a highly populated area of northern Jakarta and close to the central area of bussiness and industrial activities. The result of calculation indicated that the health impact reaches 51.400 cases per year with 86.05 % of which is asthma for adults and children due to nitrate and total damage cost expended is around 1.830.000 US.\$ with 78.85% of Nitrate and 21.15% of NO₂. The externality cost of Muara Karang Gas Combined-Cycle is 0.11 cent per kWh per year (based on data in year 2000).

*) Staf Bidang Sistem Energi - P2EN

I. PENDAHULUAN

Salah satu sasaran dari studi "*Comprehensive Assessment of Different Energy Sources for Electricity Generation in Indonesia*" adalah perhitungan biaya eksternalitas dengan menggunakan program Simpacts. Sasaran studi ini adalah mendukung perencanaan dan proses pengambilan keputusan energi dan listrik nasional dengan mempertimbangkan tekno-ekonomi, sosial, bijaksana, dan lingkungan.

Pembangunan sektor kelistrikan pada hakikatnya adalah upaya pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan untuk menghasilkan energi listrik melalui ilmu pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Namun demikian kegiatan pembangkitan energi listrik juga menimbulkan perubahan pada kondisi lingkungan maupun masyarakat di sekitar pembangkit. Contoh dampak non material adalah dampak pada kesehatan masyarakat. Keadaan ini berlangsung lama dan terus-menerus. Akumulasi bahan pencemar dalam tubuh manusia dapat mencapai jumlah yang melampaui batas keselamatan, sehingga akan menimbulkan dampak pada kesehatan masyarakat.

Kesadaran terhadap kesehatan masyarakat dan perlindungan lingkungan dewasa ini telah memacu untuk melakukan perhitungan biaya kuantitatif yang harus ditanggung masyarakat akibat polusi/gangguan yang mengakibatkan degradasi kesehatan, kerugian material dan non material, maupun lingkungan. Biaya ini disebut biaya eksternalitas. Jadi biaya eksternalitas adalah biaya yang ditanggung oleh masyarakat luas sebagai pihak yang dirugikan dan belum terkompensasi.

Pengembangan PLTGU-Gas dalam bentuk pembangkit listrik kogenerasi yang memiliki efisiensi tinggi semakin memberikan peluang sebagai salah satu pembangkit masa depan yang perlu dikembangkan dan ditingkatkan lebih lanjut. Di samping itu, dengan menggunakan bahan bakar gas alam, pencemaran lingkungan dapat ditekan sekecil mungkin.

Dalam makalah ini akan ditinjau seberapa besar nilai ekonomi dampak pencemaran yang diakibatkan oleh PLTGU-Gas, untuk keperluan ini akan ditinjau PLTGU-Gas Muara Karang yang berada di dalam wilayah pantai utara Jakarta, dengan kepadatan penduduk yang tinggi.

Nilai ekonomi dampak pencemaran terhadap kesehatan yang dibahas di sini disebut sebagai perhitungan biaya eksternalitas pembangkit yang harus ditanggung. Model perhitungan ini telah dibentuk dalam suatu paket program perhitungan yang disebut sebagai program Simpacts.

II. METODOLOGI PERHITUNGAN

Studi ini menggunakan suatu metodologi yang telah dikembangkan dalam suatu paket program Simpacts. Program Simpacts terdiri dari 3 modul utama, yakni modul AirPacts, Modul NukPacts dan modul Hydropacts. Modul AirPacts diperuntukkan sebagai perangkat perhitungan dampak dan biaya kerusakan terhadap kesehatan masyarakat, hasil pertanian dan bahan bangunan terhadap emisi atmosfer non radioaktif yang dikeluarkan secara rutin. NukPacts diperuntukkan sebagai perangkat perhitungan konsekuensi kesehatan akibat emisi udara radioaktif yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik tenaga nuklir mulai dari operasi rutin, bila terjadi kecelakaan dan setelah pembuangan lestari limbah bahan bakar bekas nuklir. Sedangkan modul HydroPacts diperuntukkan sebagai perhitungan dampak biaya lingkungan dan biaya sosial terhadap pembangunan fasilitas pembangkit listrik tenaga air.

Pada makalah ini, perhitungan biaya eksternalitas dari PLTGU Gas Muara Karang akan dilakukan dengan menggunakan modul AirPacts. Modul ini membutuhkan data input berikut, [3, 4]

1. Data Penduduk: kerapatan penduduk regional dalam wilayah radius 1000 km dari tampak pembangkit yang mencakup wilayah daratan dan lautan dan kerapatan penduduk lokal dalam wilayah ukuran 100 x 100 km² dengan skala pembagian sel-sel berukuran 5 x 5 km².
2. Data Meteorologi: arah angin, kecepatan angin, tinggi anemometer, temperatur lingkungan, dan klas distribusi Pasquill.
3. Data Teknis Pembangkit: Tipe Pembangkit, kapasitas terpasang, produksi listrik, kondisi cerobong berupa jumlah, diameter dan tingginya, temperatur gas buang, kecepatan gas buang, jenis polutan dan kecepatan deplesi.
4. Exposure Response Function, ERF, merupakan data tentang korelasi antara respon masyarakat penerima terhadap polutan yang dihasilkan. Respon masyarakat penerima yang dapat terjadi diassumsikan dari hasil kajian masyarakat Eropa yang tercakup dalam dokumen proyek ExternE 1998. ERF memiliki bentuk satuan berupa banyaknya kasus/tahun per orang per konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sedangkan perhitungannya meliputi :

1. Penghitungan penyebaran polutan (*dispersion of pollutants*) ke lingkungan sampai mencapai lokasi penerima (*receptor*).
2. Menghitung dampak kuantitasnya (*impact evaluation*)
3. Mengkonversikan dampak/kerusakan tersebut dalam besaran uang (*monetary evaluation*). Satuan ini membandingkan biaya kesehatan yang dihitung dalam dokumen ExternE 1998.

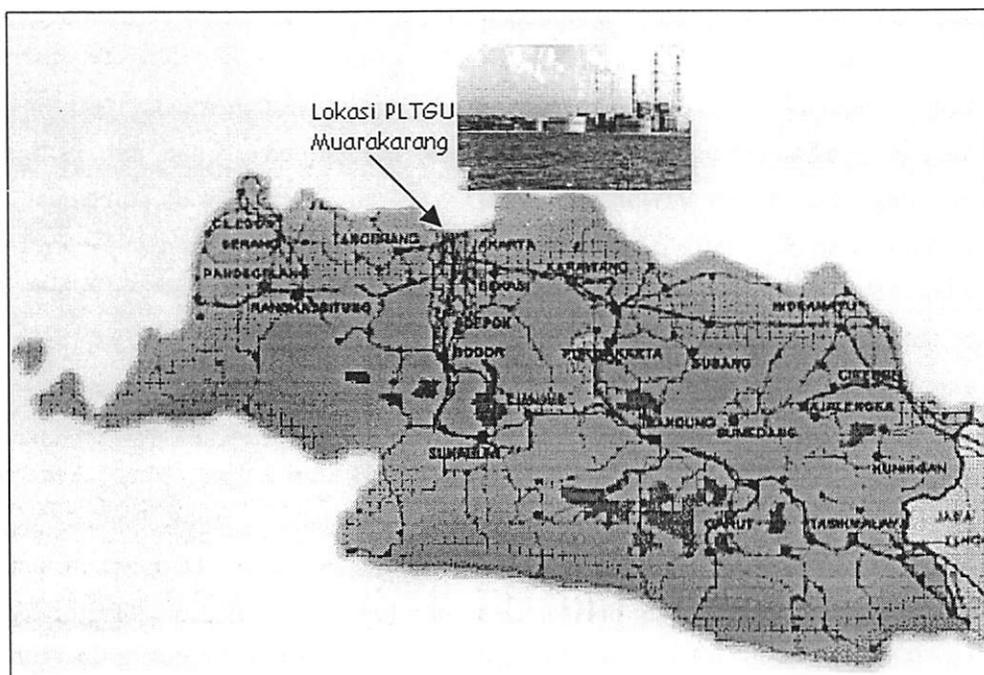
Analisis model perhitungan yang dicakup dalam modul AirPacts dimulai dari pelepasan emisi, transportasi emisi, risiko paparan, rute paparan, dampak fisik dan terakhir adalah perhitungan biaya kerusakan yang terjadi.

III. DATA MASUKAN UNTUK PROGRAM AIRPACTS

1. Lokasi Geografis dan Penduduk

Lokasi geografis PLTGU Gas Muara Karang berada di dalam wilayah bagian utara kota Jakarta, yang dikelilingi oleh berbagai kegiatan bisnis dan industri yang sangat padat. Letak geografisnya adalah 253.35 derajat bujur timur dan 6.12 derajat lintang selatan. [5]

Wilayah lokal yang dibutuhkan mencakup wilayah sekitar Bogor, Tangerang dan Bekasi. Lokasi geografisnya dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi geografis PLTGU Gas Muara Karang

Distribusi penduduk lokal yang berada di sekitar PLTGU Gas Muara Karang ini telah disusun dan ditabelkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Populasi Lokal dalam sel-sel berukuran 5 x 5 km.
[5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]

	47.5	42.5	37.5	32.5	27.5	22.5	17.5	12.5	7.5	2.5	2.5	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	
47.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9673	26877	13979	4194	0	0	0
12.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8061	31172	29030	15377	11184	24182	0
7.5	29518	50776	63386	31693	9508	1E+05	96430	0	0	0	0	0	0	0	6449	32243	31386	28816	27959	27959	0
2.5	62661	79232	79232	79232	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	13969	9313	0	23282	46564	42628	32243	32243	31600	30101	27959	0
2.5	46089	79232	79232	79232	2E+05	2E+05	2E+05	3E+05	3E+05	3E+05	3E+05	2E+05	2E+05	2E+05	75987	32243	32243	32243	32243	31600	0
7.5	23994	70946	79232	79232	2E+05	79232	2E+05	2E+05	3E+05	3E+05	4E+05	5E+05	4E+05	3E+05	92468	32243	32243	32243	32243	32243	0
12.5	29518	79232	79232	79232	1E+05	79232	2E+05	2E+05	2E+05	3E+05	3E+05	3E+05	3E+05	2E+05	39470	32243	32243	32243	32243	32243	0
17.5	25651	68184	79232	79232	27959	79232	2E+05	2E+05	2E+05	3E+05	3E+05	3E+05	2E+05	56333	32243	32243	32243	32243	32243	32243	0
22.5	23994	65422	79232	79232	27959	79232	2E+05	2E+05	2E+05	2E+05	3E+05	3E+05	3E+05	32332	32309	32243	32243	32243	32243	30958	0
27.5	23994	25732	53631	53631	31031	60613	1E+05	2E+05	32455	32420	32243	32243	32243	29758	0						
32.5	23994	23994	31990	32685	32685	37340	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32584	32376	32464	32318	30953	32243	30315	0
37.5	23994	23994	27470	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32650	32553	32261	28601
42.5	23994	25732	47193	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	45355	62002
47.5	23994	23994	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	32685	30558	27959

2. Data Meteorologi

Data Meteorologi yang diperlukan dapat dipilih dalam 2 (dua) operasi, yakni data cuaca yang lengkap yang terdiri dari arah angin (satuan derajat dari utara), kecepatan angin (cm/det.) dan temperatur lingkungan (derajat Kelvin), yang tercatat dalam setiap jam dalam satu tahun penuh tertentu dan data berupa distribusi kelas Pasquill (A sampai Z). Karena data meteorologi pada daerah Muara Karang tidak tersedia secara lengkap dan dengan pertimbangan kemiripan lokasi antara Muara Karang dan Muria, maka dalam studi ini data cuaca yang lengkap diperoleh dari hasil pemantauan di daerah Muria, Jepara, Jawa Tengah. Data cuaca lengkap ini dapat dikonversikan ke dalam distribusi kelas Pasquill pada Tabel 2. [14]

Tabel 2. Data cuaca dan distribusi Pasquill

Temperatur Udara (K)	: 301.6
Kecepatan Angin (m/s)	: 5.4
Tinggi Anemometer (m)	: 40
Pasquill Distribution Class A (%)	: 0.6
Pasquill Distribution Class B (%)	: 3.9
Pasquill Distribution Class C (%)	: 8.3
Pasquill Distribution Class D (%)	: 58.6
Pasquill Distribution Class E (%)	: 16.4
Pasquill Distribution Class F (%)	: 12.2
Tinggi Rata-rata 'mixing layer' (m)	: 528.1

3. Data Teknis PLTGU Gas Muara Karang

PLTGU Gas Muara Karang terdiri dari 1 unit pembangkit listrik dengan total kapasitas terpasang sebesar 500 MWe.

Data cerobong mencakup jumlah cerobong, diameter cerobong, temperatur gas buang dan kecepatan gas buang yang keluar dari pembangkit. Data cerobong secara teknis dapat dilihat pada Tabel 3. di bawah ini

Tabel 3. Data Cerobong PLTGU Gas Muara Karang [1, 2]

Tinggi (m)	Jumlah	Diameter (m)	Temperatur gas Buang (°C)	Kecepatan Gas Buang (m/sec)
107	1	5.5	135	n.a

*) diukur pada inlet cerobong. Temperatur yang hilang dari inlet sampai outlet berkisar antara 0.2 – 0.5 °C per meter of cerobong [2].

Data teknis lainnya yang dibutuhkan sebagai input pada model AirPacts adalah emisi polutan berupa SO₂, NO_x, SPM (*Suspended Particulate Matter*), and VHC (*Volatile Hydro Carbon*) dan produksi listrik per tahun (tahun 2000) ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Emisi Polutan PLTGU (Bahan Bakar Gas Alam) [1, 2]

Unit	Produksi Listrik (GWh/year)	Polutan Emisi			
		SO ₂ (ton/year)	NO _x (ton/year)	SPM (ton/year)	VHC* (ton/year)
PLTGU	1642.84	-	2940.68	-	0
Total		-	2940.68	-	0

*) nilai yang direkomendasikan oleh tenaga ahli dari IAEA, Dieter Wilde, 2002.

4. Parameter 'EXPOSURE RESPONSE FUNCTION'

Exposure Response Function, ERF, merupakan suatu korelasi yang mengkaitkan respon masyarakat yang terkena dampak kesehatan berupa serangan asma, radang tenggorokan, derita paru-paru dan penyakit lainnya, serta dampak harta benda berupa kerugian hasil pertanian dan kerusakan bahan bangunan akibat pelepasan emisi pembangkit.

Data Exposure Function, ERF, yang berlaku di Indonesia masih belum tersedia dengan baik. Untuk studi dalam makalah ini, data tersebut diambil dari hasil studi dalam proyek ExternE yang dilaksanakan di Eropa sampai tahun 1998. Dampak kesehatan yang dapat mengakibatkan kematian diistilahkan sebagai suatu kehilangan harapan hidup (Loss of Life Expectancy, LLE) atau akhir dari kehilangan hidup (Years of Life Lost, YOLL). Hasil dari proyek ExternE menyimpulkan bahwa polusi yang mengakibatkan kematian akut berlangsung antara 6 sampai 9 bulan, sedangkan untuk paparan jangka panjang kematian rata-rata memerlukan waktu sampai 11 tahun.

Korelasi dampak kesehatan ini dapat dituliskan dalam bentuk [3]

$$\text{Slop ERF} = \text{IRR} \times \text{Incidence Level} \times f_{\text{pop}} \times \text{Baseline} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana

- ERF = Exposure Response Function
- Slop ERF = Banyaknya kasus yang terjadi per tahun per orang per $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- IRR = Increased Risk Ratio
- f_{pop} = Fraksi populasi

Parameter ERF yang dapat diturunkan untuk kasus PLTGU Gas Muara Karang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Slop untuk Exposure Response Function

Exposure Response Function	Polutan	ERF Slope	Jenis Dampak
Long-term Mortality (YOLL) - Recommended; Adults over 30; Nitrates [Rabl 2001]	Nitrates	2.60E-04	Mortalitas Jangka-Panjang
Restricted Activity Days - Recommended; Adults over 18; Nitrates [Rabl 2001]	Nitrates	2.20E-02	Morbiditas
Lower Resp. Symptoms - Recommended; Asthmatic Adults; Nitrates [Rabl 2001]	Nitrates	9.73E-02	Morbiditas
Lower Resp. Symptoms - Recommended; Asthmatic Children; Nitrates [Rabl 2001]	Nitrates	4.10E-02	Morbiditas
Respiratory Hospital Admissions - Recommended; ALL; Nitrates [Rabl 2001]	Nitrates	2.56E-06	Morbiditas
Chronic Bronchitis - Recommended; Adults over 18; Nitrates [Rabl 2001]	Nitrates	4.48E-05	Morbiditas
Respiratory Hospital Admissions; ALL; NO ₂ [Ponce de Leon, 1996]	NO ₂	1.56E-06	Morbiditas
Short-term Mortality (YOLL); ALL; NO ₂ [APHEA, 1997]	NO ₂	1.70E-06	Mortalitas Jangka-Pendek

5. Monetary Unit Cost

Monetary Unit Cost merupakan suatu model konversi biaya yang digunakan pada suatu negeri yang bertujuan untuk mendapatkan nilai ekuivalennya terhadap biaya yang dibuat dalam dokumen ExternE 1998 dengan menggunakan nilai US \$ pada tahun 2000. Faktor konversi ini dapat diturunkan dari persamaan berikut, [3]

$$\text{Unit Cost di Indonesia} = \text{Unit Cost di Eropa} \times (\text{PPPGNP}_{\text{Indonesia}} / \text{PPPGNP}_{\text{Eropa}})^{\gamma} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana,

- PPPGNP = Power Purchase Parity (PPP) Gross Domestic Product (GDP).
- γ = Income Elasticity Factor

Dengan mengasumsikan nilai 2 407 US.\$ untuk PPPGNP_{Indonesia} , 20.269 US \$ untuk PPPGNP_{Eropa} dan $\gamma = 1$, maka Monetary Unit Cost dari ERF tersebut dapat dibuat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tabel *Monetary Unit Costs*.

Exposure Response Function	Monetary Unit Cost
<i>Long-term Mortality (YOLL) - Recommended; Adults over 30; Nitrates [Rabl 2001]</i>	1.1994E+04
<i>Restricted Activity Days - Recommended; Adults over 18; Nitrates [Rabl 2001]</i>	1.3780E+01
<i>Lower Resp. Symptoms – Recommended; Asthmatic Adults; Nitrates [Rabl 2001]</i>	9.5000E-01
<i>Lower Resp. Symptoms – Recommended; Asthmatic Children; Nitrates [Rabl 2001]</i>	9.5000E-01
<i>Respiratory Hospital Admissions - Recommended; ALL; Nitrates [Rabl 2001]</i>	5.3914E+02
<i>Chronic Bronchitis - Recommended; Adults over 18; Nitrates [Rabl 2001]</i>	2.1114E+04
<i>Respiratory Hospital Admissions; ALL; NO₂ [Ponce de Leon, 1996]</i>	5.3914E+02
<i>Short-term Mortality (YOLL); ALL; NO₂ [APHEA, 1997]</i>	2.0663E+04

IV. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Pada makalah ini akan diperlihatkan seberapa besar dampak dan nilai ekonomis dampak kesehatan yang diakibatkan oleh emisi polutan pembangkit selama satu tahun dengan tahun data pengambilan 2000. Besar dampak yang diakibatkan dinyatakan dalam banyaknya kasus dampak kesehatan yang terjadi di masyarakat (kasus per tahun) dan nilai ekonomis dampak kesehatan yang harus dibebankan dinyatakan dalam US.\$ per tahun.

1. Dampak Kesehatan Masyarakat

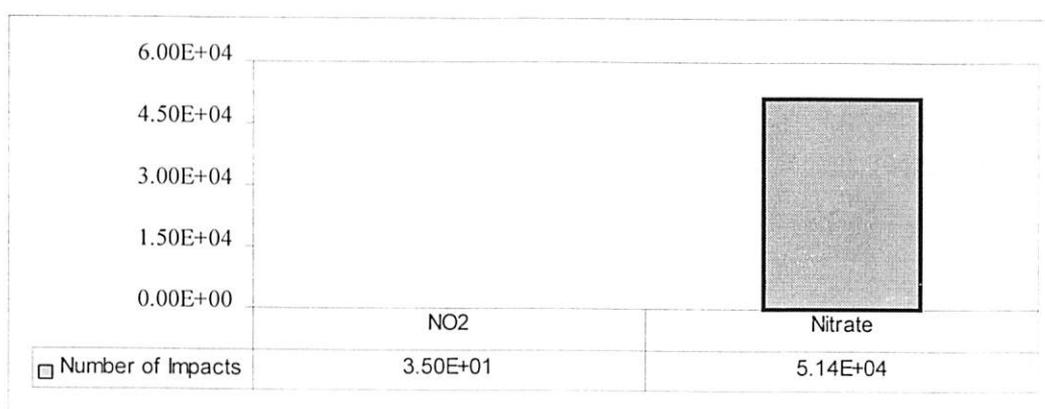
Hasil perhitungan dampak kesehatan masyarakat yang dihasilkan dengan menggunakan modul Airpact untuk data tahun 2000 dapat diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah kasus untuk setiap jenis kesehatan.

Exposure Response Function	Polutan	Dampak	Fraksi
<i>Long-term Mortality (YOLL) - Recommended; Adults over 30; Nitrates</i>	Nitrates	8.31E+01	0.16%
<i>Restricted Activity Days - Recommended; Adults over 18; Nitrates</i>	Nitrates	7.03E+03	13.69%
<i>Lower Resp. Symptoms - Recommended; Asthmatic Adults; Nitrates</i>	Nitrates	3.11E+04	60.55%
<i>Lower Resp. Symptoms - Recommended; Asthmatic Children; Nitrates</i>	Nitrates	1.31E+04	25.50%
<i>Respiratory Hospital Admissions - Recommended; ALL; Nitrates</i>	Nitrates	8.19E-01	0.00%
<i>Chronic Bronchitis - Recommended; Adults over 18; Nitrates</i>	Nitrates	1.43E+01	0.03%
<i>Respiratory Hospital Admissions; ALL; NO₂</i>	NO ₂	1.68E+01	0.03%
<i>Short-term Mortality (YOLL); ALL; NO₂</i>	NO ₂	1.82E+01	0.04%
TOTAL		5.14E+04	100.00%

Dampak kasus terbanyak terjadi pada gangguan pernapasan akibat polutan nitrat, kasusnya adalah kesehatan asma pada orang dewasa sebesar 31.100 kasus per tahun (mendominasi sebesar 60,55%) dan kesehatan asma pada anak-anak sebesar 13 100 kasus per tahun (mendominasi sebesar 25,5%), serta kasus terganggunya kegiatan harian pada orang dewasa akibat nitrat sebesar 7.030 kasus per tahun (mendominasi sebesar 13,60%).

Polutan yang yang paling dominan mengakibatkan dampak kasus kesehatan adalah polutan nitrat yang merupakan polutan sekunder, yakni sebanyak 51.400 kasus selama tahun 2000 (mendominasi sebesar 99,9%). Fraksi polutan yang diakibatkan dapat diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dampak (kasus per tahun) berdasarkan Jenis Polutan

2. Nilai Ekonomi Dampak Kesehatan Masyarakat

Hasil perhitungan dampak kesehatan masyarakat yang dihasilkan dengan menggunakan modul Airpact untuk data tahun 2000 dapat diperlihatkan pada Tabel 8.

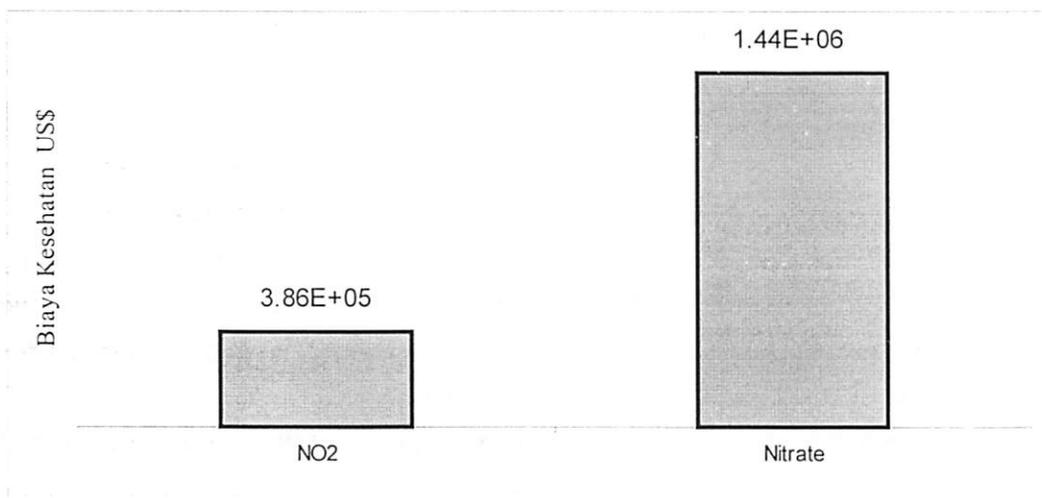
Tabel 8. Biaya kesehatan yang dikeluarkan untuk setiap tipe kesehatan.

Exposure Response Function	Pollutant	Damage Cost	Fraksi
Long-term Mortality (YOLL) - Recommended; Adults over 30; Nitrates	Nitrates	9.97E+05	54.62%
Restricted Activity Days - Recommended; Adults over 18; Nitrates	Nitrates	9.69E+04	5.31%
Lower Resp. Symptoms – Recommended; Asthmatic Adults; Nitrates	Nitrates	2.96E+04	1.62%
Lower Resp. Symptoms – Recommended; Asthmatic Children; Nitrates	Nitrates	1.25E+04	0.68%
Respiratory Hospital Admissions - Recommended; ALL; Nitrates	Nitrates	4.41E+02	0.02%
Chronic Bronchitis - Recommended; Adults over 18; Nitrates	Nitrates	3.03E+05	16.60%
Respiratory Hospital Admissions; ALL; NO ₂	NO ₂	9.05E+03	0.50%
Short-term Mortality (YOLL); ALL; NO ₂	NO ₂	3.77E+05	20.65%
<i>Total of Damage Cost in US \$</i>		1.83E+06	100.00%

Dampak biaya kesehatan yang harus dibebankan terbesar terjadi pada kematian jangka panjang pada orang dewasa berusia lebih dari 30 tahun akibat polutan nitrat, nilai ekonomi yang harus ditanggung sebesar sebesar 997.000 US.\$ per tahun (sebesar 54,62 %); kematian jangka pendek untuk seluruh masyarakat akibat polutan NO₂, nilai ekonomi yang harus ditanggung sebesar 377.000 US.\$ per tahun (20,65%); serta kejadian bronkitis kronik untuk orang dewasa berusia di atas 18 tahun, nilai ekonomi yang harus ditanggung sebesar 303.000 US.\$ (16,60%). Secara keseluruhan biaya kesehatan total yang harus ditanggung oleh masyarakat adalah sebesar 1.830.000 US.\$ selama tahun 2000.

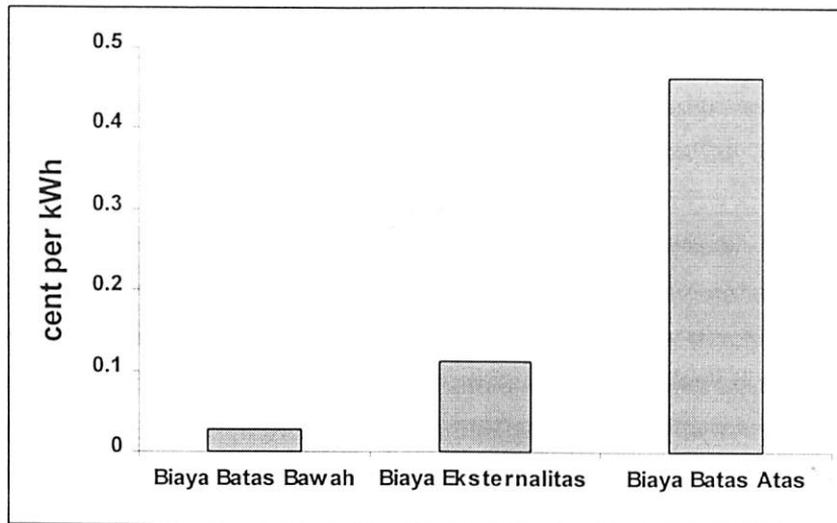
Bila PLTGU Gas Muara Karang selama tahun 2000 memproduksi listrik sebesar $1,64 \times 10^9$ kWh, maka biaya kesehatan per kWh disebut dengan biaya eksternalitas yang besarnya menjadi 0,11 cent per kWh.

Biaya kesehatan yang harus ditanggung sebagian besar diakibatkan oleh polutan nitrat, yakni sebesar 1.440.000 US.\$ dan NO₂ sebesar 380.000 US.\$. Fraksi biaya kesehatan dapat diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Biaya Kesehatan terhadap Jenis Polutan.

Perhitungan besar biaya eksternalitas dalam Modul Airpact ini didasarkan atas pertimbangan data statistik yang memiliki nilai keyakinan cukup tinggi, yakni data diambil berdasar rentang distribusi statistik sebesar 68%, biaya eksternalitas yang diperoleh dari studi ini sebesar 0,11 cent per kWh berada nilai perhitungan terendah sebesar 0,028 cent per kWh dan nilai perhitungan tertinggi sebesar 0,463 cent per kWh. Perbandingan nilai distribusi dapat diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Nilai Statistik Biaya Eksternalitas yang diperhitungkan.

V. KESIMPULAN

1. Emisi polutan yang dihasilkan oleh PLTGU Gas Muara Karang hanya terdiri dari 2 (dua) jenis yakni NO_2 dan nitrat.
2. Besar dampak kesehatan adalah sebesar 51.400 kasus tiap tahun, yang sebagian besar diakibatkan oleh polutan nitrat dengan kasus yang banyak terjadi adalah gangguan pernapasan tingkat rendah baik orang dewasa maupun anak-anak.
3. Biaya kesehatan total yang terjadi sebesar 1.830.000 US.\$ selama tahun 2000, yang sebagian besar polutan nitra untuk kasus kematian jangka panjang pada orang dewasa berusia lebih dari 30 tahun dan polutan NO_2 untuk kematian jangka pendek pada seluruh masyarakat.
4. Secara keseluruhan biaya kesehatan total yang harus ditanggung oleh masyarakat adalah sebesar 1.830.000 US.\$ selama tahun 2000 dan biaya eksternalitas yang dihitung sebesar 0.11 cent per kWh.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Profil Unit Pembangkitan Muara Karang, PJB2 PT. PLN (Persero).
2. BPPT-KFA, *Study on Environmental Impacts of Energy Strategies for Indonesia, Final Summary Report, May 1993.*
3. *Joseph V. Spadaro, AirPacts Input Data: Exposure Response Functions, International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria, 2000.*
4. *Spadaro, Joseph V., Airborne Pollution, IAEA, Vienna, May 2000.*
5. Jakarta in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.
6. *Central Jakarta in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
7. *North Jakarta in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
8. *South Jakarta in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
9. *West Jakarta in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
10. *East Jakarta in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
11. *Bekasi in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
12. *Bogor in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
13. *Tangerang in Figures 2000, BPS – Statistics DKI Jakarta.*
14. *Technical Report on Meteorology (Step-3), INPB-REP409, 1996.*