

## BAB 6 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 6.1. *Dose-Response Function*

Dampak kesehatan per kasus dapat dihitung dengan mengetahui koefisien *Dose-Response Function*; perubahan kandungan polutan di udara; dan jumlah penduduk suatu wilayah yang terkena dampak. Fungsi *Dose-Response* telah mengidentifikasi dan mengadaptasi berbagai literatur, sehingga ditemukan variasi koefisien estimasi dari berbagai studi. Tiga alternatif asumsi dampak kesehatan dikemukakan yakni estimasi batas bawah (*lower*), titik tengah (*central*) dan batas atas (*upper*). Semua perhitungan dalam penelitian ini menggunakan koefisien estimasi sentral. Perubahan kandungan polutan di udara dihitung dari selisih antara baku mutu polutan dengan rata-rata kandungan polutan di udara di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Sedangkan jumlah penduduk yang terkena dampak kesehatan dihitung berdasarkan dampak per kasus.

#### 6.1.1. Analisis Dampak Kesehatan Akibat PM10

Koefisien estimasi yang digunakan dalam perhitungan dampak kesehatan karena PM10 disajikan pada tabel 6.1.

Tabel 6.1. Koefisien estimasi sentral *Dose-Response Function*

Jenis Dampak	Koefisien Estimasi Sentral
Kematian dini	0,00000672
Rawat Rumah Sakit	0,000012
Kunjungan gawat darurat	0,0002354
Jumlah hari tidak kerja	0,0575
Gangguan tenggorokan pada anak	0,00169
Serangan asma	0,0326
Gangguan tenggorokan	0,183
Bronkhitis kronis	0,0000612

Rata-rata kandungan PM10 di udara Kabupaten Bantul pada tahun 2007 sebesar  $171,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bila dibandingkan dengan baku mutunya sebesar  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maka perubahan kandungan PM10 di udara Kabupaten Bantul sebesar  $58,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kabupaten Bantul pada tahun 2007 memiliki penduduk sebanyak 831.657 orang. Menurut Achmadi (1994) dalam Harmaini (1998), kasus jumlah hari tidak bekerja (RAD) hanya dialami oleh penduduk dewasa dan komposisinya diperkirakan sebesar 65 persen dari jumlah penduduk. Sedangkan untuk kasus gangguan tenggorokan pada anak (LRI), yang diaplikasikan untuk penduduk di bawah usia 18 tahun, komposisinya adalah 35 persen dari jumlah penduduk. Kasus serangan asma (AS), menurut Dixon (1996), diperkirakan penderitanya sebesar 8,25 persen dari jumlah penduduk.

Dampak kesehatan yang timbul karena kasus kematian dini adalah:

$$\text{Dampak} = \text{koefisien } Dose\text{-}Response * \Delta PM10 * \Sigma \text{ penduduk terkena dampak} \\ = 0.00000672 * 58,23 * 831.657 = 325 \text{ kasus}$$

Hasil perhitungan dampak perubahan PM10 terhadap per kasus kesehatan disajikan pada table 6.2.

Tabel 6.2  
Dampak perubahan PM10 terhadap per kasus kesehatan tahun 2007

Jenis Dampak	Dampak kesehatan per kasus
Kematian dini	325
Rawat Rumah Sakit	581
Kunjungan gawat darurat	11.400
Jumlah hari tidak kerja	1.809.974
Gangguan tenggorokan pada anak	28.645
Serangan asma	130.245
Gangguan tenggorokan	8.862.212
Bronkhitis kronis	2.964

Sumber : data diolah

Hasil estimasi dampak kesehatan yang disebabkan oleh PM10 pada tahun 2007 memperlihatkan bahwa terdapat 325 kasus kematian dini; 581 kasus rawat rumah sakit; 11.400 kunjungan gawat darurat; 1.809.974 jumlah hari tidak

bekerja; 28.645 kasus gangguan tenggorokan pada anak; 130.245 kasus serangan asma; 130.245 kasus gangguan tenggorokan; dan 2.964 kasus bronkitis kronis.

### 6.1.2. Analisis Dampak Kesehatan Akibat Timbal

Koefisien estimasi sentral yang digunakan dalam perhitungan dampak kesehatan karena timbal disajikan pada tabel 6.3.

Tabel 6.3.  
Koefisien estimasi sentral *Dose-Response Function*

Jenis Dampak	Estimasi sentral
Penurunan IQ	0,975
Hipertensi	0,0726
Jantung koroner	0,00034
Kematian dini	0,00035

Sumber: Dixon (1996)

Rata-rata kandungan timbal di udara Kabupaten Bantul pada tahun 2007 sebesar  $0,656 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bila dibandingkan dengan baku mutunya yang sebesar  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , maka perubahan kandungan timbal di udara Kabupaten Bantul sebesar  $0,344 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Kasus penurunan IQ diaplikasikan pada anak-anak di bawah usia 18 tahun sebanyak 35 persen dari total penduduk, kasus hipertensi diaplikasikan untuk penduduk berusia 20-70 tahun sebanyak 60 persen dari total penduduk. Kasus jantung koroner dan kematian dini diaplikasikan pada penduduk berusia 40-59 tahun sebanyak 14 persen dari total penduduk.

Hasil perhitungan dampak perubahan timbal terhadap per kasus kesehatan disajikan pada tabel 6.4.

Tabel 6.4.

Dampak perubahan timbal terhadap per kasus kesehatan tahun 2007

Jenis Dampak	Dampak per kasus
Penurunan IQ	97.628
Hipertensi	12.462
Jantung koroner	14
Kematian dini	107

Sumber: data diolah

Hasil estimasi dampak kesehatan yang disebabkan oleh timbal pada tahun 2007 memperlihatkan bahwa terdapat 97.628 kasus penurunan IQ pada anak; 12.462 kasus hipertensi; 14 kasus jantung koroner; dan 107 kasus kematian dini.

### 6.1.3. Valuasi Ekonomi

Valuasi ekonomi dampak kesehatan akibat gas buang kendaraan bermotor menggunakan dua pendekatan yaitu *cost of illness approach* untuk mengestimasi perubahan morbiditas dan *willingness to pay approach* untuk mengestimasi perubahan mortalitas.

Valuasi ekonomi dimulai dengan menghitung biaya kesehatan di Amerika sebagai basis data, dengan memperhitungkan laju inflasinya. Dalam penelitian ini hanya dibahas valuasi ekonomi dampak kesehatan yang diakibatkan gas buang kendaraan bermotor pada tahun 2007, sedangkan pada tahun 2008 tidak dibahas karena belum adanya data yang akurat yang dapat dijadikan acuan dalam perhitungan valuasi ekonomi.

Biaya kesehatan di Amerika pada tahun 2002 untuk kasus kematian dini sebesar US\$ 3.414.418 per kasus. Dengan laju inflasi sebesar 2,8 persen per tahun, maka biaya kesehatan tahun 2007 adalah US\$ 3.409.644.

Selanjutnya, menghitung rasio *purchasing power parity* sebagai pembandingan biaya kesehatan di Amerika dan Indonesia. Perhitungan *purchasing power parity* menggunakan perbandingan *Gross National Product per capita* Indonesia dan

Amerika pada tahun 2007. Besarnya rasio *purchasing power parity* pada tahun 2007 adalah 0,0449373.

Selain itu, untuk menghitung nilai ekonomi diperlukan nilai tukar Rupiah terhadap Dolar US pada tahun 2007, yaitu US\$ 1 sama dengan Rp 9.386,- .

Nilai ekonomi per kasus dihitung dengan mengalikan biaya kesehatan di US; rasio *purchasing power parity*; dan nilai tukar (kurs). Perhitungan nilai ekonomi per kasus untuk kematian dini akibat PM10 tahun 2007 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Nilai ekonomi} &= \text{rasio paritas daya beli} * \text{nilai tukar} * \text{biaya kesehatan} \\ &= 0,0449373 * 9.386 * 3.409.644 \\ &= 1.438.123.501 \end{aligned}$$

Tabel 6.5 menyajikan valuasi ekonomi dampak kesehatan akibat perubahan PM10 tahun 2007.

Tabel 6.5  
Valuasi ekonomi dampak perubahan PM10 tahun 2007

Jenis dampak	Biaya kesehatan per kasus (Rp)	Total(Rp)
Kematian dini	1.438.123.501	468.011.466.526
Rawat Rumah Sakit	12.983.058	7.544.826.781
Kunjungan gawat darurat	123.664	1.409.748.457
Jumlah hari tidak kerja	27.727	50.185.175.992
Gangguan tenggorokan pd anak	156.535	4.483.912.233
Serangan asma	47.856	6.233.020.935
Gangguan tenggorokan	7.157	63.427.393.290
Bronkhitis kronis	178.898	530.209.355
		601.825.753.569

Sumber: data diolah

Jadi bila terjadi kenaikan kandungan PM10 dalam udara ke ambang batas, maka biaya yang harus dikeluarkan untuk kompensasi kesehatan pada kasus kematian dini sebesar Rp. 1.438.123.501 per kasus. Total nilai ekonomi dapat diperoleh

Kasus rawat rumah sakit memerlukan biaya kompensasi sebesar Rp 12.983.058; kunjungan gawat darurat sebesar Rp. 123.664; jumlah hari tidak bekerja sebesar Rp. 27.727; gangguan tenggorokan pada anak sebesar Rp. 156.535; serangan asma sebesar Rp. 47.856; gangguan tenggorokan sebesar Rp. 7.157; dan bronkitis kronis sebesar Rp. 178898 per kasus. Total biaya kompensasi yang dikeluarkan bila terjadi kenaikan kandungan PM10 dalam udara sampai ke ambang batas sebesar Rp 601.825.753.569

Sedangkan bila terjadi kenaikan kandungan timbal dalam udara sampai ambang batas, maka biaya yang harus dikeluarkan untuk kompensasi kesehatan pada kasus penurunan IQ pada anak sebesar Rp 2.147.647; hipertensi sebesar Rp 21.502.574; jantung koroner sebesar Rp 103.208; dan kematian dini sebesar Rp 1.407.441.281 per kasus. Total biaya kompensasi yang dikeluarkan bila terjadi kenaikan kandungan timbal dalam udara sampai ambang batas sebesar Rp 627561441598. Valuasi ekonomi dampak kesehatan akibat perubahan timbal tahun 2007 masing-masing disajikan pada tabel 6.6 .

**Tabel 6.6**  
**Valuasi ekonomi dampak perubahan timbal tahun 2007**

<b>Jenis dampak</b>	<b>Biaya kesehatan per kasus (Rp)</b>	<b>Total (Rp)</b>
Penurunan IQ	2.147.647	209.670.991.426
Hipertensi	21.502.574	267.966.807.959
Jantung koroner	103.208	1.405.470
kematian dini	1.407.441.281	149.922.236.743
		<b>627.561.441.598</b>

Sumber : data diolah

#### **4.2. Exposure-response function**

Dampak kesehatan yang dihindari karena penurunan kandungan PM10 dan timbal, dapat dihitung menggunakan metode *Exposure-response function*. Metode ini digunakan dengan mengalikan koefisien ER-function; tingkat dampak

Koefisien ER-function merupakan prosentase perubahan dampak per unit polutan, yang nilainya diasumsikan sama dengan koefisien estimasi tengah *Dose-Response Function*. Tingkat dampak kesehatan dihitung per 100.000 orang, diperoleh dari perhitungan tingkat dampak dengan metode *Dose-Response*. Penurunan kandungan polutan di udara dihitung dengan penurunan 25 persen rata-rata kandungan PM10 dan timbal di udara Kabupaten Bantul tahun 2007. Variabel lainnya adalah jumlah penduduk Kabupaten Bantul yang sebanyak 831.657 orang pada tahun 2007.

Tabel 6.7. Estimasi dampak penurunan 25 persen kandungan PM10 dan timbal di udara Kabupaten Bantul tahun 2007

Jenis dampak	Dampak yang dapat dihindari
Kematian dini	0,7658
Rawat RS	2,4420
Gawat darurat	939,7030
Juml hr tdk kerja	36.444.059,6451
Tenggrokn pd anak	16.951,9302
Asma	1.486.848,9531
Tenggorokan	567.910.478,8502
Bronkhitis kronis	63,5156
Total	605.859.345,8050
Penurunan IQ	1.153.671,3412
Hipertensi	10.965,5222
Jantung koroner	0,0561
Kematian dini	0,4248
Total	1.164.637,3443

Sumber : data diolah

Perhitungan dampak yang dapat dihindari karena penurunan 25 persen kandungan PM10 di udara pada kasus kematian dini adalah sebagai berikut:

Dampak = koefisien ER-function \*tingkat dampak kesehatan

\*penurunan 25% kandungan PM10\* jumlah penduduk

$$= 0,00000672 * 0,0032 * 42,9425 * 831.657$$

$$= 0,7658 \text{ kasus}$$

Dampak yang dapat dihindari karena penurunan kandungan PM10 di udara Kabupaten Bantul sebesar 25 persen pada tahun 2007 terdapat 605.859.345,8050

kasus. Penurunan 25 persen kandungan timbal di udara Kabupaten Bantul pada tahun 2007 dapat dihindari 1.164.637,3443 dampak .

Tabel 6.8. Valuasi ekonomi dampak penurunan 25% kandungan PM10 di udara Kabupaten Bantul tahun 2007

Jenis Dampak	2007	
	Biaya kesehatan per kasus (Rp)	Total(Rp)
kematian dini	1.438.123.501	1.101.317.226
rawat RS	12.983.058	31.704.228
gawat darurat	123.664	116.207.659
jumlah hr tdk kerja	27.727	1.010.485.210.376
tenggrokn pd anak	156.535	2.653.569.539
asma	47.856	71.154.578.603
tenggorokan	7.157	4.064.570.102.959
bronkhitis kronis	178.898	11.362.803
		5.150.124.053.393

Sumber : data diolah

Berdasarkan valuasi ekonomi, keuntungan yang diperoleh bila kandungan PM10 di udara Kabupaten Bantul pada tahun 2007 diturunkan sebanyak 25 persen adalah Rp 5.150.124.053.393. Hal ini ditunjukkan pada table 6.8.

Tabel 6.9. Valuasi ekonomi dampak penurunan 25% kandungan timbal di udara Kabupaten Bantul tahun 2007

Jenis dampak	2007	
	Biaya kesehatan per kasus (Rp)	Total (Rp)
Penurunan IQ	2.147.647	2.477.679.360.577
Hipertensi	21.502.574	235.786.948.688
Jantung koroner	103.208	5.792
kematian dini	1.407.441.281	597.821.049



Sedangkan bila kandungan timbal di udara Kabupaten Bantul pada tahun 2007 diturunkan 25 persen maka keuntungan yang diperoleh sebesar Rp. 2.714.064.136.106. Valuasi ekonomi penurunan kandungan PM10 dan timbal di udara Kabupaten Bantul tahun 2007 disajikan pada tabel 6.0