

BAB 5

METODE PENELITIAN

5.1. Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber yaitu Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Propinsi DIY; Dinas Kesehatan Kabupaten Bantul ; Badan Pusat Statistik Propinsi DIY ; BAPEDALDA Propinsi DIY; Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Kabupaten Bantul , dan Polres Kabupaten Bantul . Data yang digunakan adalah baku mutu timbal dan PM₁₀ untuk Kabupaten Bantul ; dan kandungan timbal dan PM₁₀ di udara di berbagai titik lokasi di Kabupaten Bantul .

Data yang digunakan untuk valuasi ekonomi adalah biaya kesehatan di Amerika tahun 2007, GNP per kapita Indonesia dan Amerika tahun 2007 untuk menghitung rasio paritas daya beli (*purchasing power parity*), dan nilai tukar rupiah terhadap dolar Amerika (kurs) tahun 2007.

5.2. Definisi Operasi Variabel

- a. Kendaraan bermotor adalah kendaraan yang digerakkan dengan motor yang diijinkan untuk beroperasi di jalan raya oleh badan yang berwenang (*Salt Like City-County, Health Departemant, USA, 1998*).
- b. Gas buang kendaraan bermotor adalah zat atau bahan pencemar yang dikeluarkan langsung dari pipa pembuangan pada kendaraan bermotor (pasal 1, ayat 1, Kep.Men LH 1993).
- c. Kesehatan masyarakat diproksi dengan dampak penyakit yang diderita masyarakat akibat polusi udara, khususnya akibat PM₁₀ dan timbal. Dampak kesehatan akibat PM₁₀ dihitung dengan perawatan rumah sakit; kunjungan gawat darurat; jumlah hari tidak bekerja pada orang dewasa; gangguan pemapasan pada anak-anak yang berusia dibawah 18 tahun; asma; bronkitis kronis; dan kematian dini (*Ostro*

1994). Sedangkan dampak kesehatan akibat timbal dihitung dengan penurunan IQ pada anak; hipertensi; jantung koroner; dan kematian dini.

- d. Timbal atau plumbum adalah logam berwarna kelabu keperakan yang sangat beracun dan tidak memiliki nilai gizi. Beberapa pakar yakin bahwa penggunaan timah secara ekstensif sebagai bahan pengawet minuman anggur di zaman Romawi Kuno mengakibatkan kemunduran mental dan merupakan salah satu faktor penyebab keruntuhan kerajaan tersebut.¹⁾
- e. Benda partikulat (*particulate Matter* = PM) adalah partikel-partikel amat kecil dan halus yang dapat menembus ke dalam paru-paru yang hanya dilindungi oleh dinding tipis setebal molekul. Asap dan jelaga adalah contoh benda partikulat. Biasanya disebut sebagai PM₁₀ karena benda partikulat tersebut berukuran lebih kecil daripada 10 mikron. Kebanyakan partikel halus itu bersal dari senyawa sulfur dan nitrogen yang dalam selang waktu beberapa jam atau beberapa hari berubah dari gas menjadi padat.²⁾

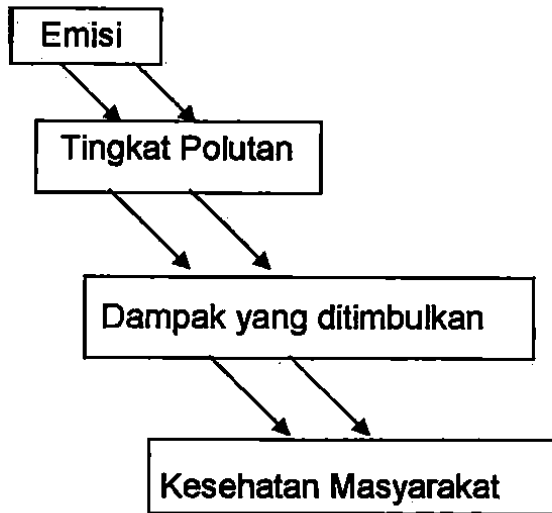
5.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Bantul, dimana banyak terdapat pusat-pusat kegiatan ekonomi dan obyek wisata. Selain itu, karena banyaknya industri menengah ke bawah di Kabupaten Bantul yang kebanyakan karyawannya menggunakan sepeda motor, begitu juga banyak buruh bangunan yang bekerja di luar Kabupaten Bantul menggunakan alat transportasi sepeda motor menuju ke tempat kerja.

5.4. Metode Analisis Dampak

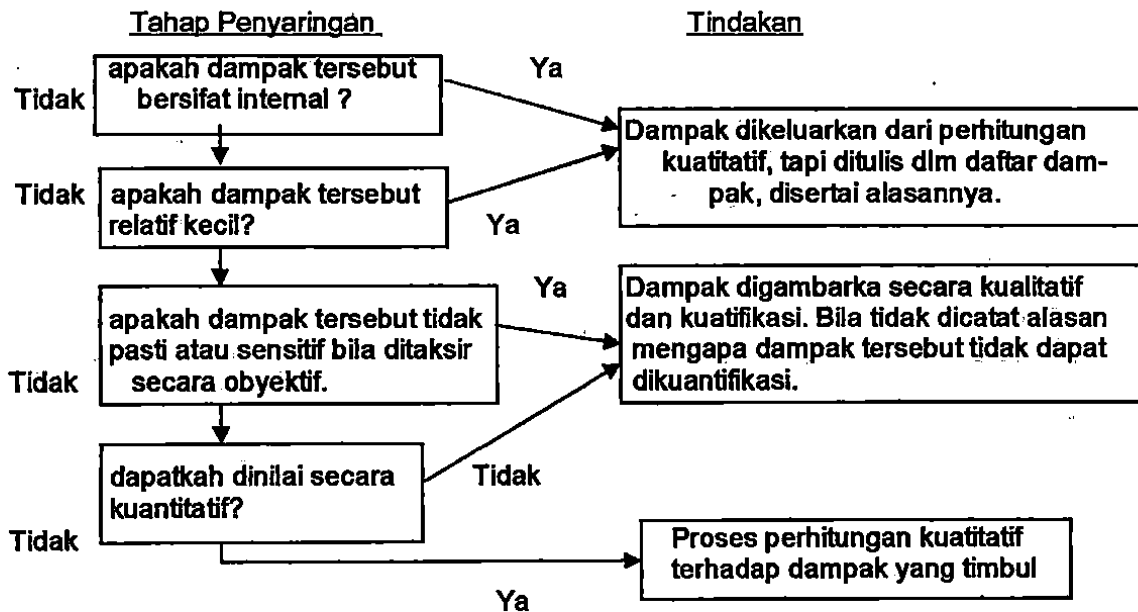
Polusi udara menimbulkan dampak yang buruk bagi kesehatan. Penilaian terhadap dampak ini seringkali dihindari karena adanya kesulitan untuk menetapkan dampak yang secara langsung mempengaruhi kesehatan atau kesulitan dalam menetapkan penilaian moneter pada dampak tersebut, baik terhadap kesehatan maupun produktivitas (Dixon, 1996). Untuk menganalisis

sampai pada pengaruhnya terhadap kesehatan masyarakat, yang ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 5.1
Mata rantai dampak polusi udara

Mata rantai tersebut untuk mengetahui emisi yang menyebabkan polusi udara; tingkat kandungan polutan dalam udara; dan dampak yang ditimbulkan terhadap kesehatan masyarakat.



Gambar 5.2.

Dampak yang ditimbulkan oleh polutan disaring melalui proses penyaringan dampak yang ditunjukkan gambar 3.2. Proses penyaringan dampak, terdiri dari empat langkah (*Economic Analysis Project, Appendix 24, 1994*), yaitu mengetahui sifat dampak; besar kecilnya pengaruh dampak; sensitivitas dampak bila ditaksir secara obyektif; dan penilaian kuantitatif dampak.

5.5. Metode Analisis Ekonomi

Penilaian ekonomi, menurut ADB (1996 : 203) dalam penelitian Harmaini (1996), dapat dilakukan setelah penyaringan dampak, dengan pendekatan *willingness to pay (WTP)* dan *cost of illness (COI)*.

Nilai moneter per kasus dengan kedua pendekatan tersebut diperoleh dengan penyesuaian paritas daya beli (*purchasing power parity*) negara yang bersangkutan (Lvovsky, 1998). Nilai moneter ini dikalikan dengan jumlah kasus terhadap setiap jenis dampak, kemudian hasilnya dijumlahkan. Nilai akhir yang diperoleh merupakan total dampak kesehatan setiap perubahan kualitas udara.

5.6. Alat Analisis

5.6.1. Dose-Response Functions

Penelitian yang menggunakan metode *dose response* kebanyakan dilakukan di negara-negara industri (Lvovsky, 1998). Walaupun demikian, metode ini dapat digunakan di negara berkembang dengan cara ekstrapolasi dan terbukti hasilnya cukup valid.

Penilaian ekonomi dampak polusi udara akibat gas buang kendaraan bermotor terhadap kesehatan masyarakat dilakukan dengan menentukan empat faktor utama yaitu koefisien *dose-response*, jumlah penduduk yang terkena dampak, perubahan polutan yang diukur, dan penilaian ekonomi terhadap kesehatan.

Tahap pertama adalah mengestimasi dampak polusi udara pada kesehatan

dose-response menggambarkan estimasi perubahan yang terjadi pada kasus kesehatan masyarakat dengan perubahan pada kualitas udara. Tahap selanjutnya adalah mengalikan koefisien *dose-response* dengan jumlah penduduk yang terkena dampak polusi udara. Dampak polusi udara timbul pada semua penduduk atau sebagian, seperti kelompok anak-anak atau kelompok orang dewasa saja. Tahap ketiga adalah menghitung dampak kesehatan akibat polusi udara dengan menggunakan penghitungan perubahan kualitas udara. Perubahan aktual tergantung pada standar kualitas udara yang digunakan dan data yang diperoleh. Standar kualitas udara biasanya mengacu pada standar okal yang ditetapkan suatu negara, standar *Environmental Protection Agency* (EPA) Amerika Serikat, dan standar *World Health Organization* (WHO). Perubahan kualitas udara juga dapat dihitung dengan membuat prosentase terhadap penurunannya, misalnya 10 persen. Metode ini mengasumsikan bahwa perubahan polusi udara adalah proporsi sederhana terhadap perubahan gas buang kendaraan bermotor, diasumsikan dapat menurunkan kandungan polutan dalam udara dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat sebesar 10 persen.

Ostro (1996) dalam beberapa penelitiannya, menggunakan metode ini untuk melakukan estimasi dampak kesehatan akibat polusi udara. Metode ini disebut juga *dose-response relationship* karena merupakan hubungan (*relationship*) antar konsentrasi polutan (*dose*) dan dampaknya secara fisik (*response*) terhadap kesehatan masyarakat. Persamaan matematis metode ini adalah (Ostro, 1994) :

$$dH_i = b_i \times POP_i \times dA$$

dimana :

dH_i adalah perubahan resiko kesehatan masyarakat di daerah i

b_i adalah koefisien *dose-response* terhadap kesehatan masyarakat di daerah i

POP_i adalah masyarakat di daerah i yang terkena resiko kesehatan

dA adalah perubahan polutan udara dibawah ambang batas

Dampak kesehatan masyarakat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *mortality* (kematian) dan *morbidity* (kesakitan).

Tahap terakhir adalah melakukan penilaian ekonomi dengan menghitung estimasi manfaat yang diperoleh terhadap kesehatan masyarakat. Penilaian ekonomi berdasarkan estimasi *willingness to pay* (kemauan untuk membayar) untuk menurunkan resiko yang mengakibatkan *premature mortality*. Sedangkan pendekatan *cost of illness* (biaya kesehatan) digunakan dalam melakukan penilaian ekonomi untuk mengestimasi perubahan pada *morbidity*.

Berbagai penelitian terdahulu mengungkapkan variasi koefisien estimasi *dose-response*. Koefisien estimasi atas dan bawah mencerminkan batas dampak kesehatan aktual, yang menitikberatkan pada koefisien estimasi tengah. Penelitian ini hanya memusatkan pada dampak polusi udara terhadap kesehatan. Dampak yang berakibat pada non kesehatan seperti kerusakan bangunan, kerusakan vegetasi, dan degradasi lingkungan tidak dibahas.

5.6.1.1. Dampak Kesehatan Akibat PM₁₀

a. Kematian Dini (*Premature mortality*)

Kematian dini yang disebabkan oleh tingginya kandungan PM₁₀ di udara merupakan salah satu masalah utama. Beberapa literatur mengungkapkan bahwa penelitian tentang dampak PM₁₀ terhadap kematian dini memperlihatkan hasil yang konsisten. Estimasi tengah bagi dampak perubahan PM₁₀ sebanyak 10 µg/m³ adalah 0,96 persen yang merupakan nilai rata-rata dari variasi estimasi antar 0,31 persen dan 1,49 persen. Beberapa penelitian lainnya menyatakan bahwa perubahan 10 persen PM₁₀ menyebabkan perubahan 1 persen pada kematian. Estimasi tengahnya adalah 1,30 persen yang merupakan nilai rata-rata variasi estimasi sebesar 0,33 persen dan 2,06 persen. Dengan menggunakan asumsi tingkat kematian kasar, estimasi dampak polusi udara terhadap kematian karena perubahan PM₁₀ adalah :

$$\text{Prosentase perubahan kematian} = 0,096 \times \text{perubahan PM}_{10}$$

Bawahnya 0,062. Estimasi tengah pada kasus kematian dini dihitung dengan :
Perubahan kematian = $0,096 \times \text{perubahan PM}_{10} \times 1/100 \times \text{tingkat kematian kasar}$
 $\times \text{jumlah penduduk}$

Bila tingkat kematian kasar diasumsikan sebesar 0,007 maka perubahan kematian per orang adalah :

Estimasi atas = $9,10 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

Estimasi tengah = $6,72 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

Estimasi bawah = $4,47 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

b. Kesakitan (*morbidity*)

Dampak penyakit yang ditimbulkan oleh polusi udara dihitung dengan :

1. Perawatan rumah sakit (*respiratory hospital admissions = RHA*),

Estimasi atas = $15,6 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

Estimasi tengah = 12×10^{-6} perubahan PM_{10}

Estimasi bawah = $6,57 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

2. Kunjungan gawat darurat (*emergency room visits = EVR*),

Estimasi atas = $342,5 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

Estimasi tengah = $234,5 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

Estimasi bawah = $128,3 \times 10^{-6}$ perubahan PM_{10}

3. Jumlah hari tidak bekerja orang dewasa (*restricted activity days = RAD*)

Estimasi atas = $0,0903$ perubahan PM_{10}

Estimasi tengah = $0,0575$ perubahan PM_{10}

Estimasi bawah = $0,0404$ perubahan PM_{10}

4. Gangguan pernapasan pada anak (*lower respiratory illness in children = LRIs*),

Estimasi atas = $0,0238$ perubahan PM_{10}

Estimasi tengah = $0,00169$ perubahan PM_{10}

Estimasi bawah = $0,0008$ perubahan PM_{10}

5. Penyakit asma (*asthma attacks = Aas*),

Estimasi atas = $0,273$ perubahan PM_{10}

Estimasi tengah = $0,0326$ perubahan PM_{10}

Estimasi bawah = 0,0163* perubahan PM₁₀

6. Penyakit saluran pernafasan (*respiratory symphoton* = RS)

Estimasi atas = 0,274* perubahan PM₁₀.

Estimasi tengah = 0,183* perubahan PM₁₀

Estimasi bawah = 0,091* perubahan PM₁₀

7. Bronkitis kronis (*chronic bronchitis* = CB),

Estimasi atas = 91,8* 10⁻⁶* perubahan PM₁₀

Estimasi tengah = 61,2* 10⁻⁶* perubahan PM₁₀

Estimasi bawah = 30,6* 10⁻⁶* perubahan PM₁₀

5.6.1.2. Dampak Kesehatan Akibat Polusi Timbal

Timbal dihasilkan oleh kendaraan bermotor dari sumber yang stasioner termasuk cairan primer dan sekunder dan daur ulang baterai. Timbal ini dikeluarkan oleh kendaraan bermotor akibat penggunaan bahan bakar yang didalamnya terdapat kandungan timbal, tidak dapat dihilangkan dalam proses pembakaran mesin kendaraan bermotor.

Timbal menyatakan kematian dini dan dampak klinis terhadap kesehatan karena terdapat kandungan timbal dalam darah manusia. Pada orang dewasa, kandungan timbal dalam darah ini menyebabkan penyakit hipertensi dan jantung koroner. Sedangkan pada anak-anak, kandungan timbal dalam darah menyebabkan penurunan tingkat kecerdasan (IQ = intelligentsia question).

a. Kematian dini (premature mortality)

Estimasi mortality akibat kandungan timbal digunakan perhitungan :

Estimasi atas = 20* 10⁻⁵* perubahan timbal

Estimasi tengah = 35* 10⁻⁵* perubahan timbal

Estimasi bawah = 65* 10⁻⁵* perubahan timbale

b. Kesakitan (morbidity)

1. Hipertensi

Estimasi perubahan pada hipertensi akibat perubahan kandungan timbal di udara yang menimbulkan dampak kesehatan dihitung dengan

Estimasi atas = $4.480 \cdot 10^{-5}$ * perubahan timbal
Estimasi tengah = $7.260 \cdot 10^{-5}$ * perubahan timbal
Estimasi bawah = $9.780 \cdot 10^{-5}$ * perubahan timbal

2. Jantung Koroner

Resiko terkena penyakit jantung koroner akibat timbal, merupakan perubahan fungsi dari tekanan darah distolik. Dampak jantung koroner akibat kandungan timbal digunakan perhitungan :

Estimasi atas = $18 \cdot 10^{-5}$ * perubahan timbal
Estimasi tengah = $34 \cdot 10^{-5}$ * perubahan timbal
Estimasi bawah = $50 \cdot 10^{-5}$ * perubahan timbal

3. Penurunan IQ

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dampak penurunan perkembangan syaraf otak, diantaranya adalah (Dixon, 1996) :

- Penurunan tingkat kecerdasan
- Kehilangan daya ingat dalam jangka pendek,
- Kemampuan membaca dan menulis di bawah rata-rata,
- Ketidakseimbangan fungsi motorik visual,
- Kemampuan berhubungan dengan orang lain rendah,
- Kemampuan bekerjasama dalam kelompok rendah, dan
- Ketidakseimbangan pada waktu memberikan reaksi

Hubungan antara kandungan timbal dalam darah dan IQ dapat diasumsikan dengan persamaan :

$$\Delta IQ = 0.975 \cdot (PbA_2 - PbA_1)$$

dimana :

ΔIQ adalah penurunan IQ pada anak-anak

PbA_1 adalah baku mutu timbal

PbA_2 adalah kandungan timbal di udara

5.6.2. Exposure-Response Functions

Metode *Exposure-Response Functions* digunakan untuk mengetahui dampak perubahan jumlah penduduk terhadap perubahan polusi. Metode ini menggunakan kombinasi distribusi penduduk dan kualitas udara di suatu wilayah. Hubungan *exposure-respons* diperoleh dari informasi epidemiologi dan pengukuran kualitas udara oleh stasiun pemantau. Secara statistik, hubungan *exposure-respons* menunjukkan beberapa faktor hubungan sebab-akibat (*cause-effect chain*) antara dampak kualitas udara terhadap kesehatan, yang ditunjukkan pada gambar 3.1.

Dampak kesehatan (y) adalah fungsi dari derajat perubahan kesehatan dan perubahan tingkat polutan di udara (ΔC). Perhitungan terhadap perubahan dampak kesehatan (Δy) berdasarkan pada *exposure-response* (ER) function.

Salah satu cara untuk menghindari dampak polusi udara yang berupa *mortality* (kematian dini) dan *morbidity* (kesakitan) adalah dengan menurunkan kandungan polutan dalam udara. Perhitungan yang dilakukan adalah :

$$I = Y \cdot Y_b \cdot C_{popW} \cdot Pop$$

dimana : I adalah dampak yang ditimbulkan

Y adalah perubahan dampak per unit polutan

Y_b adalah tingkat dampak kesehatan (dampak per 100.000 orang)

C_{popW} adalah perubahan dampak per orang (polutan per orang)

Pop adalah jumlah penduduk (orang)