

PEMANTAUAN KUALITAS UDARA DI DAERAH RAWASARI DAN PULOGADUNG, JAKARTA

A.Tri-Tugaswati*, Sukar*, Athena Anwar*, dan
Sri Soewasti Soesanto*

ABSTRACT

AIR QUALITY MONITORING IN RAWASARI AND PULOGADUNG, JAKARTA

Total suspended particulate matter (TSP), sulphur dioxide (SO₂) and nitrogen dioxide (NO₂) have been monitored at Rawasari district and industrial area Pulogadung in Jakarta as part of the Global Environmental Monitoring System (GEMS/WHO)/Air Network since 1978. This study reports the yearly trend of TSP, SO₂, NO₂ during 1986-1995, and water soluble sulfate and nitrate content in particulate during 1986-1990, in both sites.

There are similar patterns of the yearly change of TSP, SO₂, NO₂ in both sites during the monitoring period of 1986-1995, and sulphate and nitrate during the monitoring period of 1986-1990. The TSP levels in Rawasari and Pulogadung area are stable during 1986-1995 in the range of 150-300 µg/m³. The annual average concentrations of SO₂ and NO₂ up to 2.50 µg/m³ and 14.71 µg/m³, respectively, are observed. The sulphate levels in both sites tend to decrease, while the nitrate levels tend to increase. The sum of sulphate and nitrate content comprised at maximum of 8.20% of the total mass of TSP in Rawasari site, and 7.40% of mass of TSP in Pulogadung industrial site.

Kata petunjuk (Keywords): pencemaran udara, debu partikulat (TSP), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), sulfat, nitrat.

PENDAHULUAN

Pemantauan kualitas udara yang meliputi parameter partikel debu (total suspended particulates = TSP), sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂), dilakukan di lokasi Rawasari dan Pulogadung (RS dan PG) di Jakarta. Pemantauan udara ini merupakan partisipasi Pemerintah Indonesia sejak tahun 1978. dalam program sistem pemantauan

lingkungan global yang dikembangkan oleh WHO. Indonesia merupakan salah satu di antara sekitar 50 negara anggota WHO yang ikut berpartisipasi dalam program *Global Environmental Monitoring System/United Nations Environmental Programme* (GEMS/UNEP). Pemantauan kualitas udara ini dilaksanakan oleh Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan (PPEK), Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan sejak tahun 1979.

* Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Jl. Percetakan Negara No. 29, Jakarta 10560.

Bahan pencemar udara TSP, SO₂ dan NO_x, terutama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan hampir semua kota besar di dunia ini tercemar akibat bahan pencemar tersebut.¹⁾ Kandungan TSP, SO₂ dan NO_x di udara dalam kadar tinggi dapat memberikan dampak negatif pada kesehatan manusia. Tergantung dari ukuran dan komposisi kimiawinya. TSP dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan bagian atas maupun bawah, di samping juga dapat menyebabkan menurunnya daya tembus pandang mata dan terjadinya berbagai reaksi fotokimia di atmosfer yang tidak diharapkan. Efek sinergistik juga dapat terjadi apabila TSP dengan ukuran 0.1-10 mikron yang cenderung lebih lama tinggal melayang di udara, bereaksi dengan SO₂ dan masuk ke dalam alveoli paru, sehingga menyebabkan kerusakan fungsi faal paru. Bahan pencemar nitrogen dioksida atau NO_x (gabungan dari NO + NO₂) umum berada di udara sebagai hasil berbagai proses pembakaran dengan suhu tinggi. Kadar NO_x yang tinggi di udara dapat menyebabkan berbagai reaksi fotokimia di atmosfer dan menyebabkan gangguan pula pada saluran pernafasan. Akibat adanya bahan-bahan pencemar udara ini dapat menjadi lebih parah apabila terjadi pemaparan secara kontinyu pada kelompok penduduk yang lemah seperti bayi, anak balita, para lanjut usia dan pasien penyakit saluran pernafasan yang kronis^{2,3)}.

Laporan ini menyajikan hasil pemantauan TSP, SO₂ dan NO_x, termasuk kandungan sulfat dan nitrat dalam partikel debu di udara di kedua lokasi tersebut, yang dilaksanakan pada periode monitoring tahun 1986 sampai dengan 1995. Pemantauan pada periode 1979-1985 tidak dilaporkan karena stasiun pemantauan sering berpindah lokasi, akibat perubahan situasi lingkungan setempat.

BAHAN DAN CARA

Daerah Penelitian

Stasiun Rawasari (RS) terletak di Kelurahan Johar Baru, Jakarta Pusat yang merupakan wilayah campuran permukiman (63%) dan perkantoran (37%). Wilayah ini mempunyai luas 1,25 km² dan kepadatan penduduk sekitar 23.000 jiwa/km². Peralatan pengambilan sampel udara di stasiun ini diletakkan di bagian atap lantai empat Gedung Badan Litbang Kesehatan, Jl.Percetakan Negara 29, Jakarta Pusat.

Stasiun Pulogadung (PG) terletak di kawasan industri yang dikelola oleh P.T.JIEP (Jakarta Industrial Estate Pulogadung). Luas kawasan ini sekitar 5,9 km². Di dalam kawasan ini terdapat berbagai jenis industri yang potensial mencemarkan udara seperti industri logam, baja, asam sulfat dan asbes, di samping emisi dari pembakaran bahan bakar yang digunakan untuk proses industri. Peralatan pengambilan sampel udara diletakkan di tempat terbuka dan diupayakan agar terhindar dari kemungkinan pencemaran yang berasal dari sumber lokal.

Metoda pengambilan sampel dan analisis

Pengambilan sampel udara dan analisis TSP, SO₂ dan NO_x dilakukan sesuai dengan metodologi yang disarankan dalam publikasi WHO No.24 *Selected Methods of Measuring Air Pollutants*.⁴⁾ Metode pengambilan sampel dan analisis yang dilakukan dalam pemantauan ini juga merupakan metode yang dipilih/dianjurkan dalam penetapan baku mutu lingkungan oleh Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup.

Partikulat (TSP) di udara diambil dengan *High-Volume Sampler* (GMW-2000 dan SIBATA), dengan melewati udara pada

kecepatan aliran yang berkisar antara 1-1,7 m³/menit melalui filter serat gelas (*glass-fibre*). Partikulat dengan ukuran 0,1-100 µm akan terhisap ke dalam alat dan kandungan partikulat di udara diukur secara gravimetri, dengan koefisien variasi sekitar 3,7%.

Bahan pencemar gas di udara seperti SO₂ dan NO₂, diambil dengan menggunakan *West & Gaeke Sampler*. Untuk menangkap kedua gas pencemar udara tersebut, sampel udara dilewatkan melalui *impinger* dengan kecepatan aliran udara untuk *sampling* SO₂ diatur sekitar 0,2 liter/menit, dan untuk NO₂ sekitar 0,6 liter/menit. Masing-masing *impinger* diisi dengan larutan absorbent tetrakloromercurat untuk SO₂, dan larutan Griess-Saltzman untuk NO₂. Setelah pengambilan sampel dilakukan selama 24 jam, masing-masing larutan absorbent selanjutnya dianalisis secara kolorimetri^{3,6} untuk menentukan kadar SO₂ dan NO₂ di udara. Pengambilan sampel udara dilakukan setiap 6 hari sekali meliputi hari kerja dan hari Minggu. Periode waktu pengukuran adalah selama 24 jam kontinu dan dilakukan sepanjang tahun. Kalibrasi peralatan dilakukan setiap 6 bulan sekali.

Satu dari 5 filter sampel partikulat (TSP) setiap bulan dari periode *sampling* 1986-1990, secara acak dipilih untuk ditentukan kandungan sulfat dan nitrat yang larut dalam air. Kadar sulfat dalam partikulat udara ditentukan secara turbidimetri dengan reaksi terhadap BaCl₂⁷, sedangkan nitrat ditentukan dengan cara yang digunakan oleh Jutze and Foster⁸ menggunakan 2,4-xilenol, dengan masing-masing koefisien variasi 5% dan 13%.

Analisis data

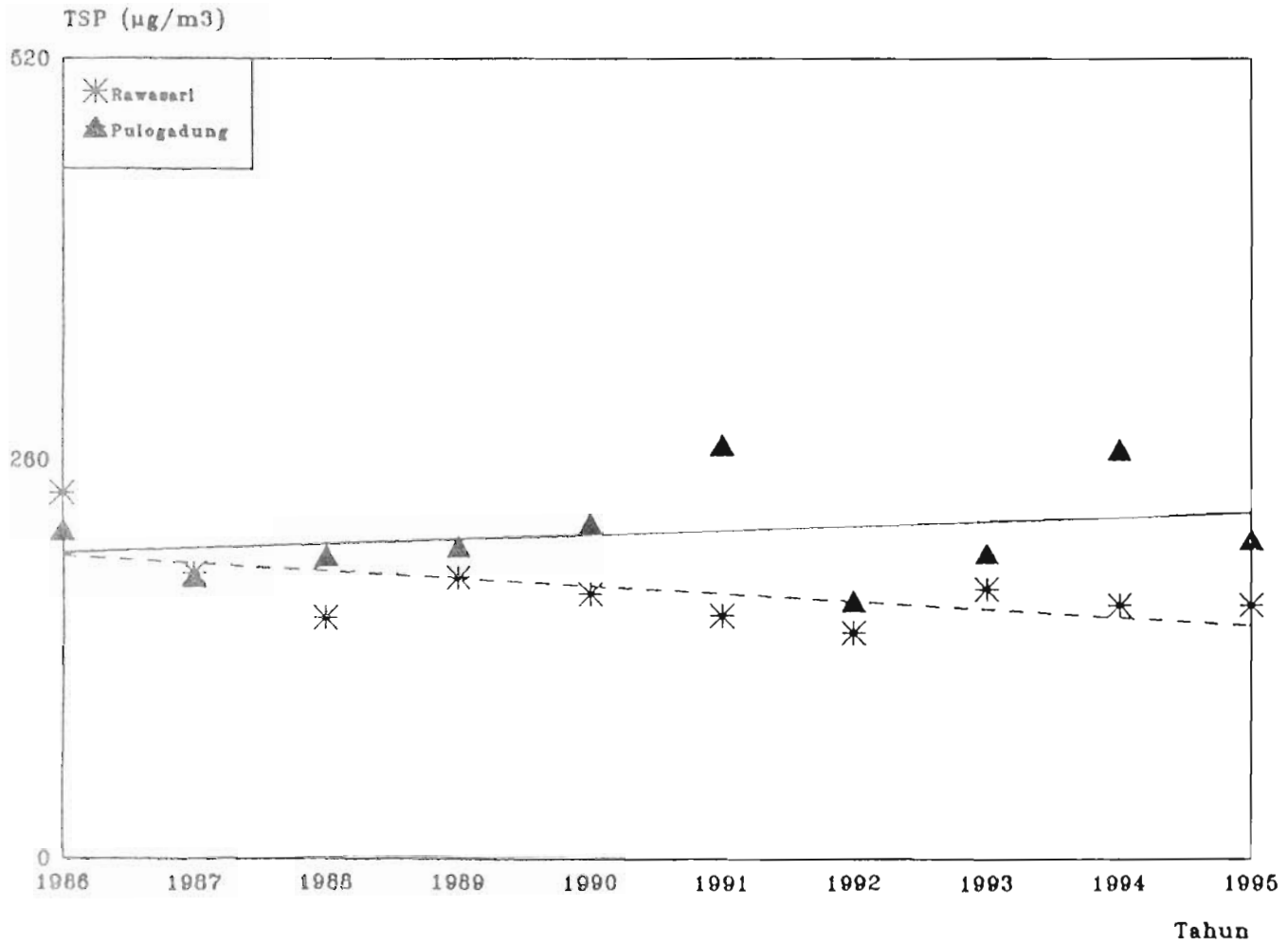
Analisis kecenderungan tingkat pencemaran udara ini dilakukan dengan menggu-

nakan data rata-rata tahunan pada pemantauan kualitas udara di lokasi Rawasari dan Pulogadung yang dilakukan selama periode tahun 1986 sampai dengan 1995^{9,10}. Kecenderungan tingkat pencemaran udara diuji secara statistik menggunakan *Spearman rank correlation coefficient* (r_s) terhadap masing-masing parameter di tiap stasiun pemantauan, dengan derajat kepercayaan (*level of confidence*) 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji statistik terhadap parameter udara yang sama di kedua lokasi pemantauan, tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara lokasi pemantauan Rawasari dan Pulogadung ($r_{TSP}=0,66$; $r_{SO_2}=0,61$; $r_{NO_2}=0,74$). Selama periode pemantauan kualitas udara 1986-1995, kadar rata-rata tahunan TSP, SO₂ dan NO₂ yang melampaui batas kadar maksimum yang diperbolehkan menurut kriteria DKI Jakarta, hanya ditemukan untuk parameter TSP di stasiun Pulogadung pada tahun 1991 dan 1994. Kadar rata-rata tahunan TSP di stasiun PG berkisar antara 168-270 µg/m³, dengan jumlah sampel yang menyimpang dari kriteria kualitas udara DKI Jakarta sebanyak 14-46%. Sedangkan kadar rata-rata tahunan TSP di stasiun RS berkisar antara 142-239 µg/m³, dan tidak ditemukan sampel yang melampaui kadar maksimum TSP yang diperbolehkan menurut kriteria kualitas udara DKI Jakarta ($TSP \leq 260 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Kualitas udara dilihat dari parameter TSP di stasiun RS dan PG (Gambar 1) menunjukkan kecenderungan (*trend*) yang stabil, dengan kadar yang berkisar antara 150-300 µg/m³. Kecenderungan tingkat pencemaran TSP di lokasi RS terlihat sedikit menurun ($r_s=-0,50$) tetapi tidak bermakna. Dibandingkan dengan kualitas beberapa kota besar lainnya di Asia,



Gambar 1: Kurva Kecenderungan Tingkat Pencemaran TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di Rawasari dan Pulogadung, Jakarta, Tahun 1986-1995.

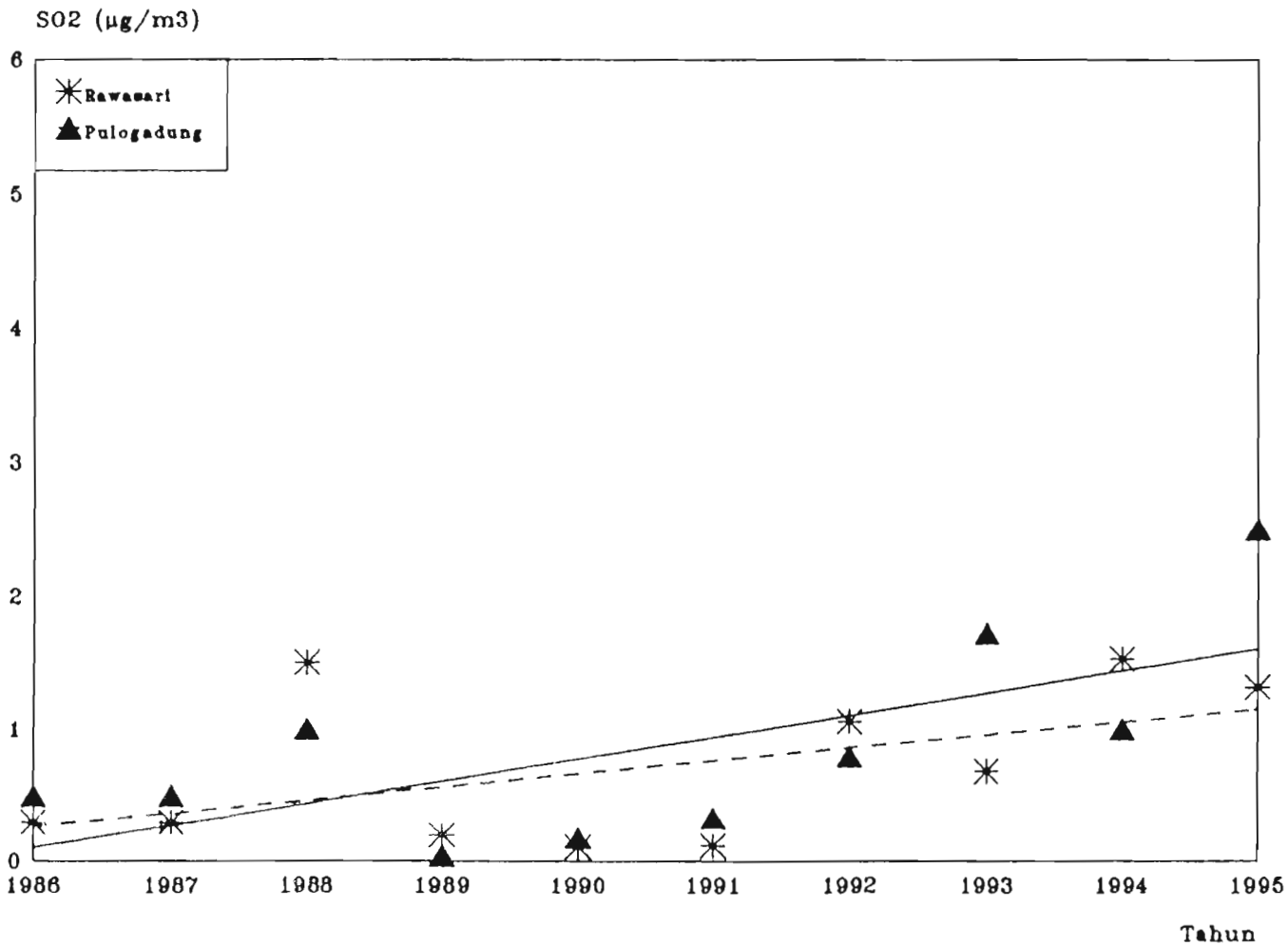
kisaran kadar tersebut kurang lebih sama dengan Bangkok, Manila dan Karachi; dan masih lebih rendah dibandingkan dengan Beijing, New Delhi dan Teheran.¹¹⁾ Kadar TSP di Jakarta walaupun tidak melampaui kadar maksimum TSP menurut kriteria DKI Jakarta, tetapi telah melampaui kadar yang disarankan oleh WHO untuk *suspended particulate matter* (partikulat dengan ukuran ≤ 10 mikron atau PM_{10}). Debu PM_{10} adalah ukuran partikulat udara yang dianggap membahayakan kesehatan karena dapat langsung masuk ke dalam paru-paru melalui pernafasan. Partikulat udara jenis PM_{10} yang berikatan dengan senyawa-senyawa berbahaya lainnya di udara seperti SO_2 , sulfat atau nitrat, dapat bersifat sinergistik dan mengakibatkan dampak yang lebih parah terhadap kesehatan. Karena keterbatasan kemampuan peralatan sampling, sampai saat ini belum diketahui seberapa besar kandungan PM_{10} di udara yang dianggap membahayakan kesehatan manusia. Dari data pemantauan TSP, sering ditemukan sampel dengan kandungan TSP yang melampaui kriteria kualitas udara, sehingga sangat penting diketahui jumlah PM_{10} yang terkandung di udara.

Sumber utama TSP di DKI Jakarta diperkirakan berasal dari kendaraan bermotor, selain rumah tangga, industri dan pembakaran sampah. Jumlah kendaraan bermotor di Jakarta tercatat meningkat dari 1,1 juta pada tahun 1982 menjadi 1,9 juta pada tahun 1992.¹²⁾ Kontribusi dari kendaraan bermotor terhadap pencemaran TSP di Jakarta diperkirakan sebesar 44,1%.¹³⁾ Sumber lainnya seperti rumah tangga dinyatakan sebagai kontributor kedua dari emisi TSP sebesar 33%, sedangkan emisi dari industri dan pembakaran sampah masing-masing memberikan kontribusi sebesar 14,6% dan 8,4%. Hasil estimasi ini menyatakan bahwa kontribusi dari rumah tangga juga penting untuk mendapat perhatian yang lebih serius. Sumber TSP di daerah permukiman diperkira-

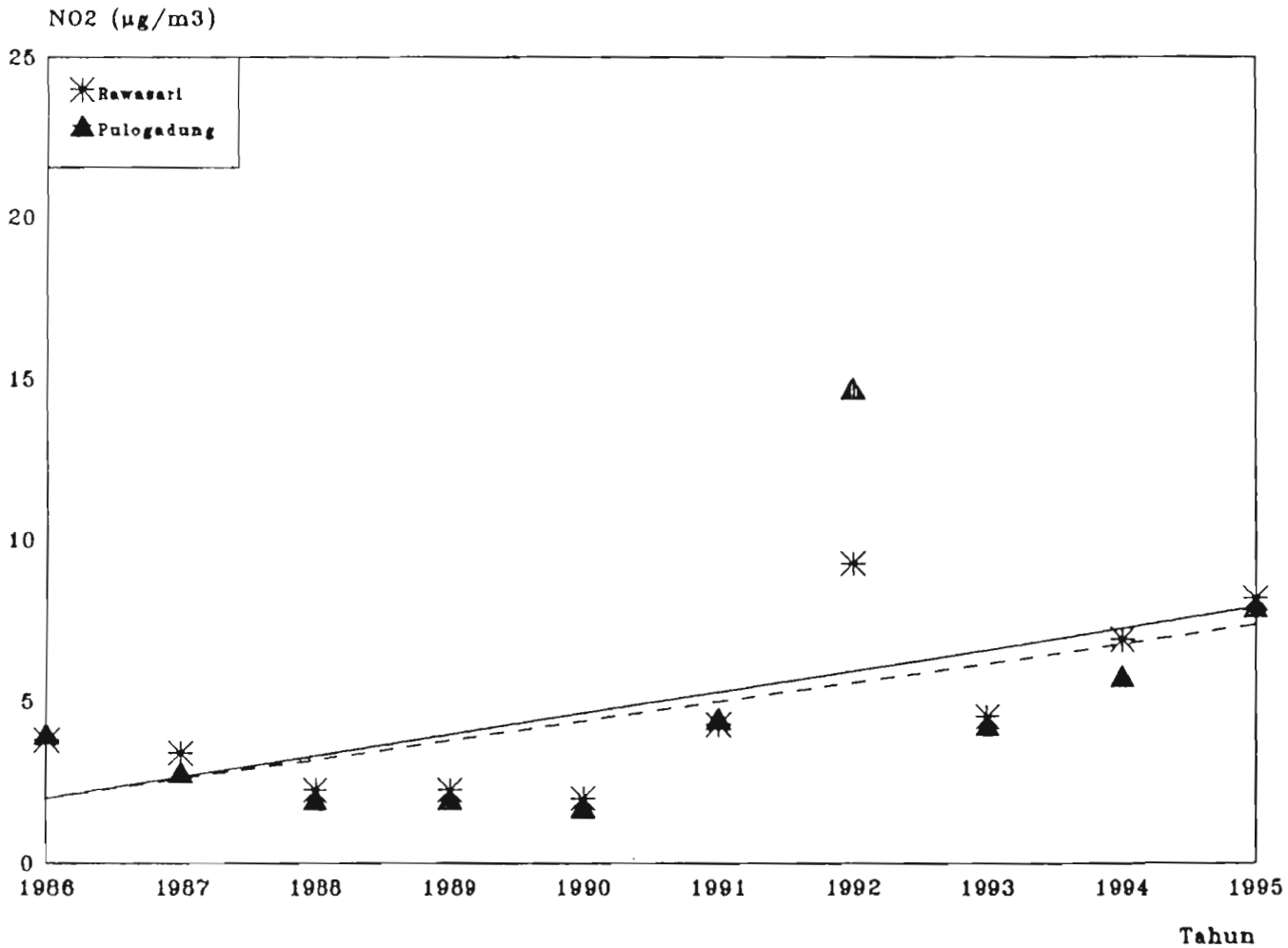
kan karena kemacetan lalu lintas pada jam-jam sibuk yang sering terjadi di berbagai jalan besar di Jakarta membuat banyak kendaraan bermotor mencari jalan alternatif masuk ke dalam lingkungan permukiman, dan menyebabkan menurunnya kualitas udara di daerah tersebut.¹⁴⁾ Kecenderungan tingkat pencemaran TSP yang stabil dan tidak sejalan dengan peningkatan yang pesat dari jumlah kendaraan bermotor sebagai sumbernya, diperkirakan karena perbaikan kondisi jalan kendaraan bermotor yang makin baik dan kondisi dari kendaraan bermotor sendiri yang makin tinggi kualitasnya dari tahun ke tahun.

Dari data pemantauan SO_2 dan NO_2 selama periode pemantauan 1986-1995, tidak ditemukan sampel dengan kadar yang melampaui kriteria kualitas udara DKI Jakarta, baik di stasiun RS maupun PG. Kadar rata-rata tahunan SO_2 dan NO_2 selama periode 1986-1995 di stasiun pemantauan udara RS dan PG (Gambar 2 dan Gambar 3), masih jauh di bawah kadar maksimum yang diperbolehkan dalam kriteria kualitas udara di DKI Jakarta ($SO_2 \leq 260 \mu g/m^3$ dan $NO_2 \leq 92,5 \mu g/m^3$). Terlihat bahwa kadar SO_2 dan NO_2 di kedua lokasi cenderung meningkat dari tahun ke tahun, tetapi peningkatan tersebut hanya bermakna untuk parameter NO_2 ($r_s = +0,70$ di lokasi RS dan $r_s = +0,67$ di lokasi PG).

Selain dari dua stasiun pemantauan udara di lokasi PG dan RS, Pemerintah DKI Jakarta c.q. Kantor Pengkajian Perkotaan dan Lingkungan (KP2L) mempunyai jaringan pemantauan kualitas udara di 11 lokasi yang tersebar di seluruh wilayah DKI Jakarta dan dioperasikan sejak tahun 1980. Walaupun data hasil pemantauan di seluruh stasiun tidak selalu sama karena tergantung dari sumber lokalnya, kecenderungan (*trend*) dari tingkat kualitas udara hasil pemantauan pada periode pemantauan yang sama, tidak jauh berbeda.^{15,16)}



Gambar 2 : Kurva Kecenderungan Tingkat Pencemaran SO2 (µg/m3) di Rawasari dan Pulogadung, Jakarta, Tahun 1986-1995.



Gambar 3: Kurva Kecenderungan Tingkat Pencemaran NO₂ (µg/m³) di Rawasari dan Pulogadung, Jakarta, Tahun 1986-1995.

Sumber utama emisi SO₂ di Jakarta berasal dari industri (63%), sedangkan NO₂ pada umumnya berasal dari kendaraan bermotor (73%).¹³⁾ Dibandingkan dengan daerah perkotaan di negara Asia lainnya, kadar SO₂ dan NO₂ dan di udara Jakarta relatif rendah. Sulfur dioksida (SO₂) merupakan hasil pembakaran bahan bakar fosil. Rendahnya kadar SO₂ yang dilaporkan menyatakan bahwa industri yang menggunakan bahan bakar fosil relatif berukuran kecil. Berdasarkan pengamatan, sumber emisi SO₂ memang bukan merupakan masalah di DKI Jakarta. Sumber emisi SO₂ terbesar yang didapatkan di negara-negara lain adalah dari pembakaran batu bara yang digunakan untuk proses industri maupun domestik (tungku dapur dan penghangat ruang saat musim dingin). Sedangkan di DKI Jakarta batu bara tidak merupakan sumber energi yang potensial. Khusus untuk parameter NO₂, kadar yang relatif rendah ini masih perlu diteliti lebih lanjut, mengingat sumber utamanya adalah emisi kendaraan bermotor yang jumlahnya meningkat dari tahun ke tahun.

Gambar 4 dan Gambar 5 menyajikan kecenderungan tingkat pencemaran sulfat dan nitrat di udara pada stasiun RS dan PG. Terdapat pola kecenderungan tingkat pence-

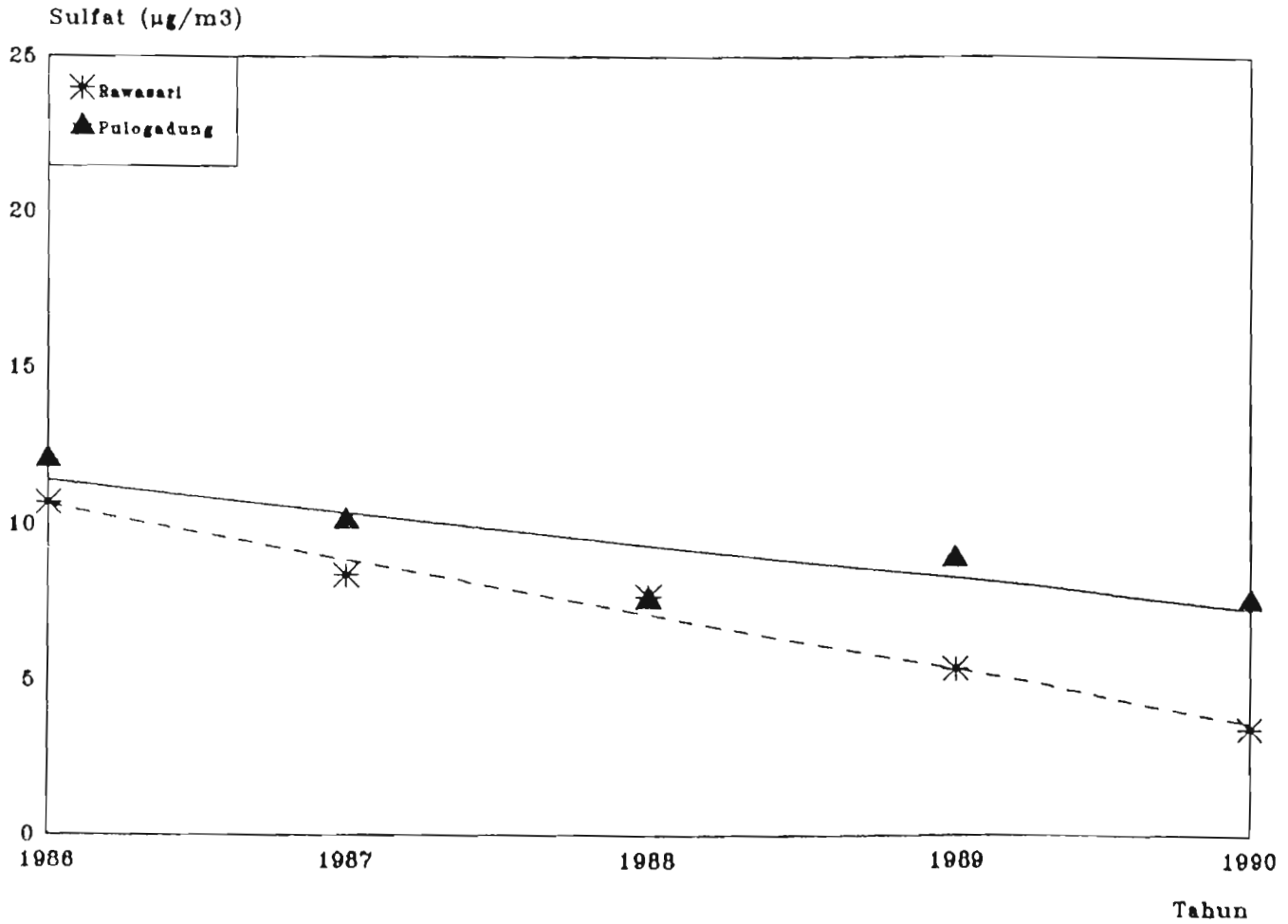
maran yang sama dari parameter sulfat dan nitrat di stasiun pemantauan RS dan PG. Kadar rata-rata tahunan sulfat baik di stasiun RS dan PG selama periode pemantauan 1986-1990 cenderung menurun. Sedangkan kadar nitrat cenderung meningkat. Kecenderungan menurunnya kadar rata-rata tahunan sulfat dalam partikulat udara menunjukkan menurunnya emisi sulfat di udara.

Tabel 1 menyajikan kadar rata-rata tahunan sulfat dan nitrat, dan persentase massanya yang terkandung dalam TSP selama periode pemantauan 1986-1990 di stasiun RS maupun stasiun PG. Jumlah maksimum sulfat dan nitrat yang terkandung dalam TSP masing-masing di stasiun RS dan PG, adalah 8,06% dan 7,40%. Kadar sulfat dalam TSP lebih bervariasi dibandingkan dengan kadar nitrat, baik dalam µg/m³ maupun berdasarkan persentasenya.

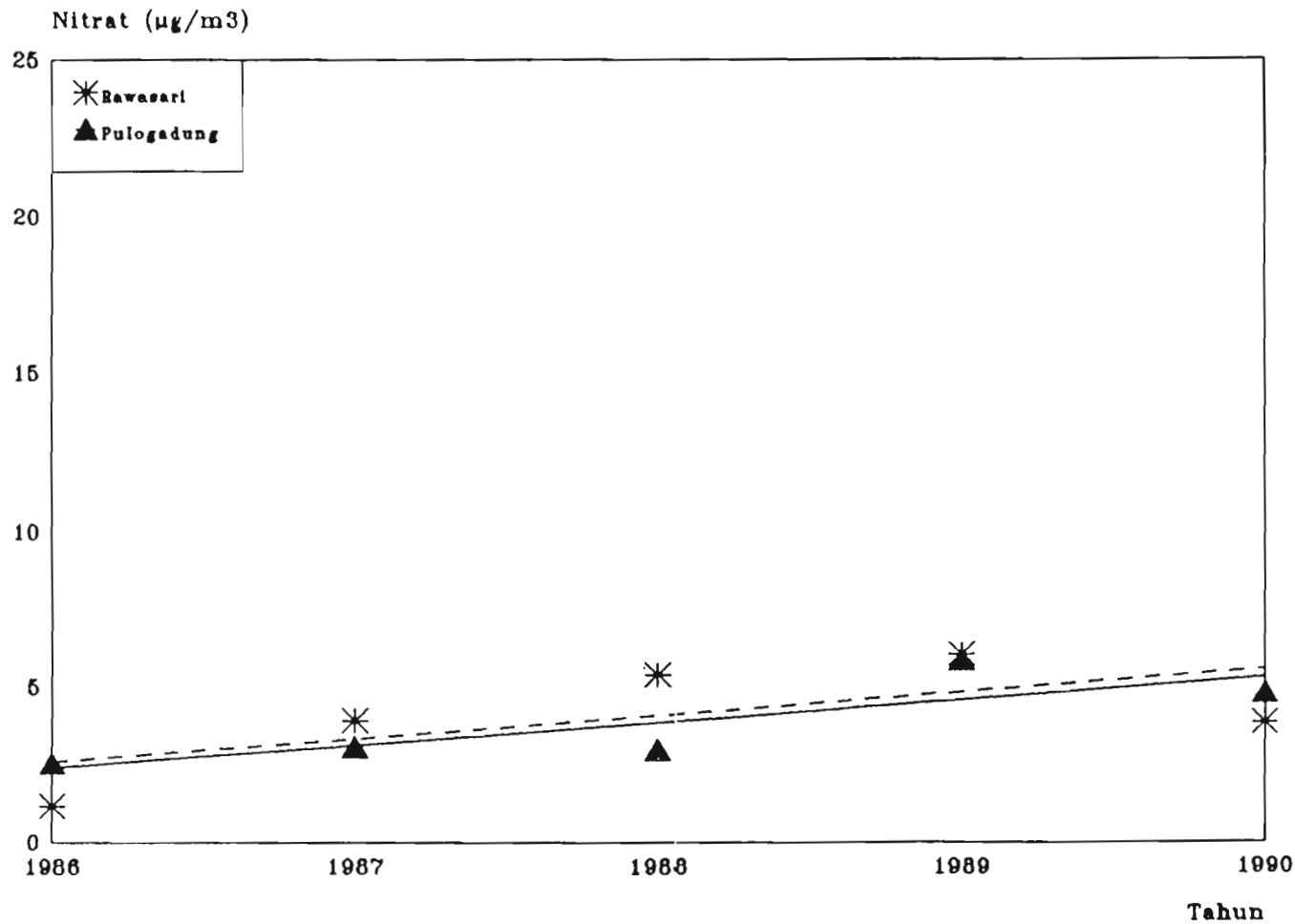
Pemantauan sulfat dan nitrat dipandang perlu karena diketahui cenderung terikat pada partikulat udara berukuran kecil (sekitar 0,1-1 µm) yang dapat terhisap langsung masuk dalam paru-paru. Karena sifatnya yang korosif, sulfat dan nitrat kadar tinggi dalam partikulat udara dapat mengganggu kesehatan karena menyebabkan iritasi kronis pada alat pernafasan.

Tabel 1. Kadar rata-rata tahunan (µg/m³) dan % massa sulfat dan nitrat dalam partikulat udara di stasiun RS dan PG, 1986-1990.

Tahun pemantauan	Rawasari (RS)					Pulogadung (PG)				
	Sulfat		Nitrat		Total	Sulfat		Nitrat		Total
	µg/m ³	%massa	µg/m ³	%massa	%	µg/m ³	%massa	µg/m ³	%massa	%
1986	10,70	2,64	1,19	0,25	2,89	12,17	2,88	2,55	0,60	3,48
1987	8,39	5,35	3,93	2,56	7,91	10,22	4,81	3,07	1,54	6,35
1988	7,71	4,71	5,38	3,49	8,20	7,68	4,58	2,98	1,42	6,00
1989	5,36	3,00	6,05	3,10	6,10	9,00	4,53	5,85	2,87	7,40
1990	3,43	2,00	3,85	1,91	3,91	7,62	3,04	4,80	1,95	4,99



Gambar 4 : Kurva Kecenderungan Kadar Sulfat ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Dalam Partikulat di Rawasari dan Pulogadung, Jakarta, Tahun 1986-1990.



Gambar 5: Kurva Kecenderungan Kadar Nitrat ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Dalam Partikulat di Rawasari dan Pulogadung, Jakarta, Tahun 1986-1990.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pemantauan kualitas udara yang dilakukan di stasiun Rawasari dan Pulogadung pada periode 1986-1995, menyatakan bahwa:

1. Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara kualitas udara di lokasi Rawasari dan Pulogadung, dilihat dari parameter TSP, NO₂, SO₂, sulfat maupun nitrat.
2. Kadar rata-rata partikulat (TSP) cenderung stabil dengan kadar yang berkisar antara 150-300 µg/m³, baik di stasiun pemantauan Rawasari maupun Pulogadung. Terdapat beberapa sampel udara dengan kadar TSP yang tidak memenuhi kriteria kualitas udara DKI Jakarta.
3. Terdapat kecenderungan meningkatnya kadar rata-rata tahunan SO₂ dan NO₂ baik di lokasi Rawasari maupun Pulogadung, walaupun tidak terdapat satu pun sampel yang melampaui kadar maksimum SO₂ dan NO₂ yang ditetapkan dalam kriteria DKI Jakarta.

Analisis kandungan sulfat dan nitrat dalam partikulat pada periode pemantauan kualitas udara 1986-1990, menyatakan bahwa terdapat kecenderungan meningkatnya kadar rata-rata tahunan nitrat di stasiun RS dan PG, serta kecenderungan menurunnya kadar rata-rata tahunan sulfat dalam partikulat. Total jumlah ion sulfat dan ion nitrat yang terkandung dalam partikulat, masing-masing sebesar 8,20% di lokasi Rawasari dan 7,60% di lokasi Pulogadung.

Di dalam pelaksanaan pemantauan kualitas udara, sangatlah penting untuk menentukan ukuran partikel dan komposisi dari partikulat udara, sehingga dapat dilakukan

evaluasi terhadap kemungkinan adanya bahaya bagi kesehatan. Karena sarana (peralatan) yang kurang memadai, sampai saat ini tidak dapat ditentukan apakah partikel debu tersebut berbahaya bagi kesehatan karena dapat memasuki jaringan paru atau hanya merupakan debu yang mengganggu secara estetika. Mengingat data pemantauan menyatakan kadar TSP yang cukup tinggi di Jakarta, perlu dilakukan pengukuran partikulat udara menggunakan peralatan yang dapat mengukur PM₁₀.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Badan Litbang Kesehatan dari anggaran rutin (DIK). Khusus untuk analisis sulfat dan nitrat dalam partikulat udara, kami mendapat bantuan fasilitas dan dana dari Universitas Gunma, Jepang. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Sdr. Rosphita, Sdr. Muhasim, dan Sdr. Haryono, staf Puslit Ekologi Kesehatan yang telah membantu pelaksanaan pemantauan udara di lapangan maupun persiapan analisis di laboratorium. Selain itu kami ucapkan juga terima kasih kepada Prof. DR. S. Suzuki dan Dr. Y. Kiryu dari Fakultas Kedokteran Universitas Gunma, Jepang, yang telah membantu dalam analisis di laboratorium dan evaluasi data.

DAFTAR RUJUKAN

1. World Health Organization (1976). WHO Air Quality Monitoring Project. First Progress Report (1 Jan - 31 Dec, 1976). WHO, Geneva.
2. World Health Organization (1979). Environmental Health Criteria 8: Sulphur Oxides and Suspended Particulate Matter. WHO: Geneva, Switzerland.

3. World Health Organization (1977). Environmental Health Criteria 4: Oxides of Nitrogen. WHO:Geneva, Switzerland.
4. UNEP/WHO (1976). Selected Methods of Measuring Air Pollutants. World Health Organization Offset Publication 24. WHO-Geneva.
5. US-EPA Title 40: Protection of Environment; Part 50: National Secondary Ambient Air Quality Standards. Federal Register 36(84): 8186, April 30, 1971.
6. Saltzman, B.E. (1954). Colorimetric micro-determination of nitrogen dioxide in the atmosphere. *Anal.Chem.* 26:1949-1954.
7. Nezu, T., Otoshi, T. and Hasegawa, T. (1990). Analysis of Sulfates and Nitrates in the airborne particles - A comparison of turbidimetric method, 2,4 -xylenol method and Ion Chromatography. *Bull.Jap.Env.Sanit.Cen.* No.17
8. Jutze, G.A. and Foster, K.E. (1967). Recommended standard method for atmospheric sampling of fine particulate matter by filter media - High Volume Sampler. *J. Air Pollut. Control Ass.* 17: 17-25.
9. Tri-Tugaswati, A. dan Sukar (1987-1990). Laporan akhir penelitian monitoring pencemaran udara di Jakarta 1986/1987 s/d 1990/1991. Badan Litbang Kesehatan, Jakarta.
10. Tri-Tugaswati, A., Sukar dan A. Athena (1991-1995). Laporan akhir penelitian monitoring pencemaran udara di Jakarta 1991/1992 s/d 1994/1995. Badan Litbang Kesehatan, Jakarta.
11. World Health Organization (1990). Urban Air Pollution in Megacities in the World. WHO-Geneva.
12. Kantor Statistik Jakarta (1993). Jakarta Dalam Angka. DKI Jakarta.
13. Departemen Perhubungan, Republik Indonesia (1994). Final Report of First Jabotabek Urban Development Project. Jakarta.
14. Tri-Tugaswati, A., S. Suzuki, Y. Kiryu, and T. Kawada (1995). Automotive air pollution in Jakarta with special emphasis on lead, particulate, and nitrogen dioxide. *Jpn.J.of Health and Human Ecology* 61:261-275.
15. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup dan Bapedal (1993). Third Jabotabek Urban Development Project, Phase I Report, 20-27. Jakarta.
16. Rax, R. (1995). Pemantauan kualitas udara dan tingkat kebisingan DKI Jakarta 1994-1995. Makalah dalam Lokakarya Baku Mutu Udara Ambient dan Tingkat Kebisingan di Wilayah DKI Jakarta. KP2L-DKI Jakarta, 24 Agustus 1995.