

Hubungan Antara Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di Kawasan Kota Yogyakarta

Trihadi Nurahmansyah

Universitas Islam Indonesia, Indonesia

E-mail : trihadinurahmansyah@yahoo.com

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Kota Yogyakarta berpengaruh terhadap penurunan kualitas udara di Kota Yogyakarta. Asap dari kendaraan bermotor tersebut dapat menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kepadatan lalu lintas terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di kawasan Kota Yogyakarta. Penelitian dilakukan di sembilan titik kawasan Kota Yogyakarta. Pengambilan sampel $PM_{2,5}$ dan PM_{10} menggunakan alat E-Sampler, pengambilan sampel TSP menggunakan HVAS, pengambilan sampel kepadatan lalu lintas dilakukan pada pagi hari, siang hari, sore hari dan malam hari yang dilakukan masing-masing 1,5 jam untuk mewakili jumlah kendaraan bermotor dalam satu hari. Sedangkan untuk pengambilan sampel meteorologi menggunakan alat weather link.

Pengukuran kepadatan lalu lintas total untuk sepeda motor tertinggi pada lokasi Simpang Empat Wirobrajan dengan jumlah 35.038 unit, untuk jenis light vehicle terjadi di Jalan Solo (Saphir Square) dengan jumlah 7.437 unit, dan untuk jenis heavy vehicle terjadi pada pagi hari dan terdapat di Simpang Empat Wirobrajan dengan jumlah 552 unit. Konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP tertinggi di lokasi Simpang Empat Gedong Tengen, sebesar 52,122 $\mu g/Nm^3$ untuk $PM_{2,5}$, 45,355 $\mu g/Nm^3$ untuk PM_{10} dan 267,963 $\mu g/Nm^3$ untuk TSP. Untuk pemantauan konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} tidak terdapat nilai konsentrasi yang melebihi BMUA. Sedangkan untuk TSP terdapat satu lokasi yang konsentrasi pencemarnya telah melebihi dari BMUA dan merupakan konsentrasi tertinggi pada penelitian ini untuk parameter TSP, yaitu terjadi pada Simpang Empat Gedong Tengen. Hasil penelitian menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara kepadatan lalu lintas terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di kawasan Kota Yogyakarta. Sedangkan untuk hubungan kepadatan lalu lintas khususnya kendaraan jenis heavy vehicle terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} terdapat hubungan yang kuat. Untuk hubungan kepadatan lalu lintas khususnya kendaraan jenis heavy vehicle terhadap konsentrasi TSP menunjukkan hubungan yang cukup.

Kata kunci : Pencemaran Udara, Kepadatan Lalu Lintas, Particulate Matter 2,5 ($PM_{2,5}$), Particulate Matter (PM_{10}), Total Suspended Particulate (TSP)

1. Pendahuluan

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan kota pelajar, dimana terdapat puluhan ribu mahasiswa yang datang untuk *study* atau belajar di kota Yogyakarta. Dengan banyaknya sekolah dan perguruan tinggi di kota Yogyakarta maka jumlah pelajar dan mahasiswa di Yogyakarta semakin tahun semakin meningkat. Meningkatnya jumlah mahasiswa dan pelajar di Kota Yogyakarta maka akan berdampak terhadap laju kepadatan lalu lintas di Kota Yogyakarta itu tersebut.

Dengan meningkatnya laju kepadatan lalu lintas di Kota Yogyakarta maka sudah pasti berdampak pada kualitas lingkungan di Kota Yogyakarta terutama dalam hal pencemaran udara. Asap yang dihasilkan dari kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemaran udara. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan gas dan partikel yang berbahaya di udara ambient.

Parameter $PM_{2,5}$ yang juga sering disebut partikulat halus ini merupakan parameter yang sangat kritis berdampak pada kesehatan. Partikulat udara halus yang berukuran mikron atau submikron sangat berbahaya karena dapat berpenetrasi menembus bagian terdalam dari paru-paru, sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya infeksi saluran pernafasan akut, kanker paru-paru dan bahkan kematian. Partikulat halus ini pula yang diperkirakan memberi kontribusi besar pada angka kematian yang diakibatkan oleh gangguan kesehatan terkait pencemaran udara (Muhayatur, 2008).

Terdapat hubungan antara ukuran partikulat polutan dengan sumbernya. Partikulat yang berdiameter lebih besar dari 10 mikron dihasilkan dari proses-proses mekanis seperti erosi angin, penghancuran dan penyemprotan, dan pelindasan benda-benda oleh kendaraan atau pejalan kaki. Partikulat yang berukuran diameter 1 – 10 mikron termasuk tanah, debu, dan produk-produk pembakaran dari industri lokal dan pada tempat-tempat tertentu juga terdapat garam laut (BPLHD Jawa Barat, 2009).

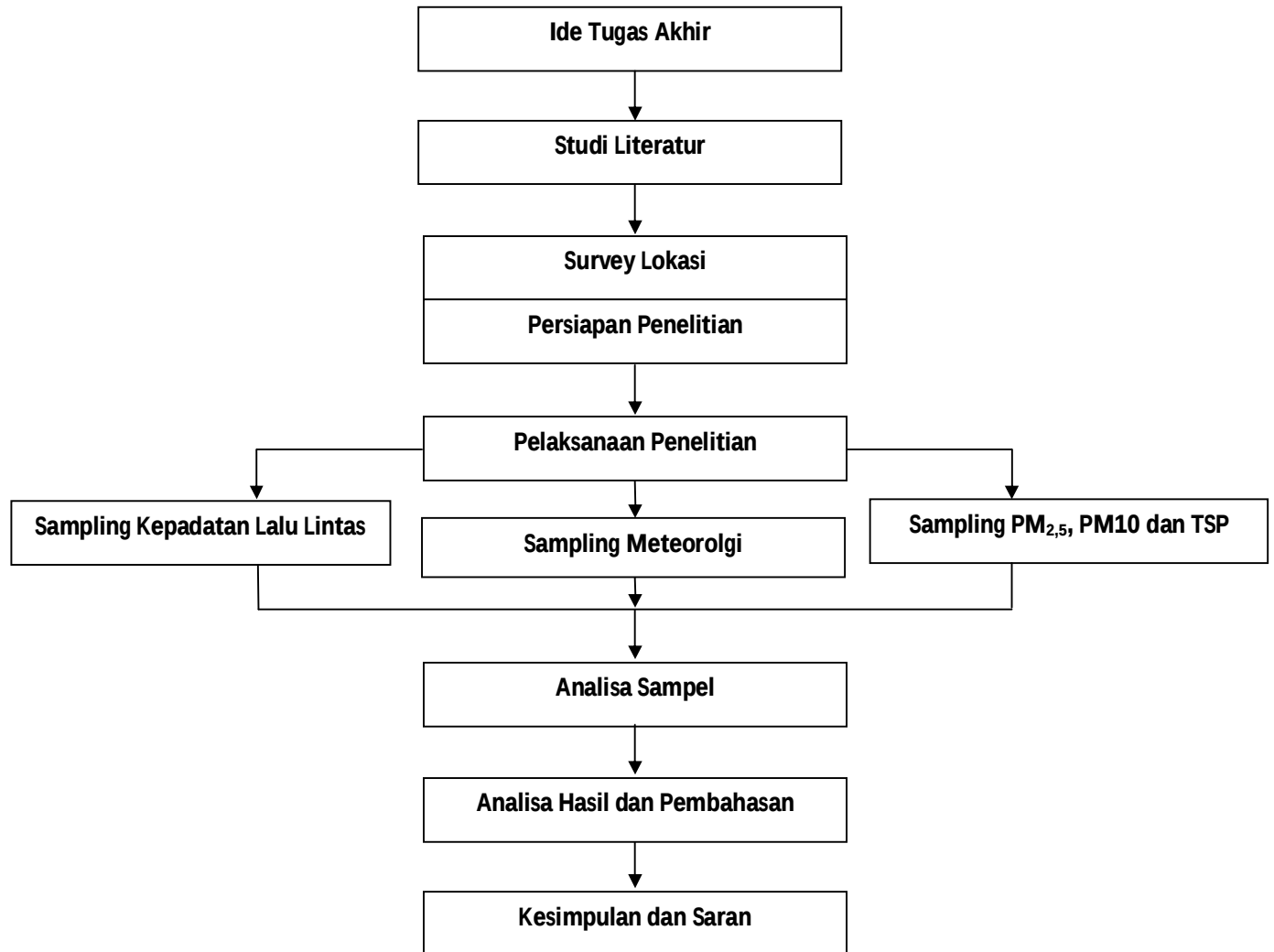
TSP (*Total Suspended Particulate*) merupakan campuran dari debu, PM_{10} (*Particulate Matter 10*) dan $PM_{2,5}$ (*Particulate Matter 2,5*). Dalam kasus pencemaran udara baik dalam maupun diluar ruang gedung (*Indoor and Outdoor Pollution*) TSP sering dijadikan salah satu indikator pencemaran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat bahaya, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan untuk melihat hubungan antara kepadatan lalu lintas terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di kawasan Kota Yogyakarta dan

hubungan antara kepadatan lalu lintas khususnya kendaraan jenis *heavy vehicle* (bus besar, truk 2AS dan truk 3AS) terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di kawasan Kota Yogyakarta.

2. Metode

Fase yang dilakukan dalam penelitian mulai dari ide tugas akhir, studi literatur, survey lokasi, persiapan penelitian, pelaksanaan penelitian (meliputi sampling kepadatan lalu lintas, sampling konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP), analisa sampel, analisa hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran (gambar 2. 1).



Gambar 2. 1 Diagram Alir Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di 10 titik kawasan Kota Yogyakarta. Sampling yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi sampling kepadatan lalu lintas dan sampling konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP. Adapun metode yang dilakukan adalah:

a. Sampling kepadatan lalu lintas

Sampling kepadatan lalu lintas dilakukan dalam sebanyak 4 kali (pagi, siang, sore dan malam) dengan durasi waktu setiap sampling adalah 1,5 jam. Alat yang digunakan adalah counter penghitung.

b. Sampling $PM_{2,5}$ dan PM_{10} .

Sampling $PM_{2,5}$ dan PM_{10} dilakukan secara bergantian. Sampling $PM_{2,5}$ dilakukan pagi hari dengan durasi waktu 1-3 jam. Sedangkan untuk sampling PM_{10} dilakukan setelah sampling $PM_{2,5}$, durasi untuk sampling PM_{10} antara 10-12 jam. Alat yang digunakan pada sampling $PM_{2,5}$ dan PM_{10} adalah E-Sampler.

c. Sampling TSP

Sampling TSP dilakukan selama 24 jam, alat yang digunakan dalam sampling TSP ini adalah HVAS (High Volume Air Sampler).

d. Sampling Meteorologi (Suhu Udara, Tekanan Udara, Kelembaban, Arah dan Kecepatan Angin)

Pengambilan data meteorologi seperti suhu udara, tekanan udara, kelembaban, arah dan kecepatan angin digunakan sebagai standar pengambilan sampling udara. Pengambilan data tersebut menggunakan alat weather link yang dimana dalam alat tersebut dapat diketahui sekaligus kondisi suhu udara, tekanan udara, kelembaban, arah dan kecepatan angin. Pencatatan data dilakukan setiap satu jam sekali selama 24 jam.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa analisa, analisa yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah:

a. Analisa Kepadatan Lalu Lintas

Analisa kepadatan lalu lintas dilakukan dengan mengklasifikasi kendaraan berdasarkan jenisnya yang kemudian dapat diketahui nilai kepadatan total (smp/jam) dari penelitian ini. Selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan di setiap lokasi. . Persamaan yang digunakan dalam menghitung derajat kejenuhan dapat dilihat pada persamaan 1 yang dijabarkan pada persamaan

$$D = Q / C \dots\dots\dots(\text{Persamaan 1})$$

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sf} \times FC_{sp} \times FC_{cs} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2})$$

Dengan : D = Derajat Kejenuhan

Q = Volume Lalu Lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (kendaraan/jam)

FC_w = Faktor Koreksi Lebar Jalur

FC_{sf} = Faktor Koreksi Hambatan Sampling

FC_{sp} = Faktor Koreksi Pemisah Arah

FC_{cs} = Faktor Korelasi Ukuran Kota

b. Analisa konsentrasi PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP

Pada dasarnya prinsip umum dalam penghitungan konsentrasi partikulat berupa *Particulate Matter 2,5 (PM_{2,5})*, *Particulate Matter 10 (PM₁₀)* dan *Total Suspended Particulate (TSP)* adalah sama, yaitu:

$$\text{Konsentrasi partikulat} = \frac{\text{Berat Isi}-\text{Berat Kosong}}{\text{Volume yang masuk}} \dots\dots(\text{Persamaan 3})$$

Dengan,

Volume Udara = Debit Udara yang masuk x Waktu Sampling

c. Analisa hubungan antara kepadatan lalu lintas terhadap PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP

Untuk mengetahui hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP di udara menggunakan analisis korelasi berganda. Untuk mengetahui derajat asosiasi antara kedua variabel dalam statistika dikenal dengan nama analisis korelasi (Sugiyono, 2005). Persamaan yang digunakan dalam uji korelasi berganda dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut:

$$r_{y,x1..xk} = \frac{a_1 \sum x_1 y + a_2 \sum x_2 y + \dots + a_k \sum x_k y}{\sum y^2} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 4})$$

Setelah dilakukan perhitungan koefisien korelasi (r), kita dapat melakukan pengambilan keputusan dalam analisis korelasi dengan tingkat angka signifikansi sebesar 0,05 atau pada taraf kepercayaan 95%. Hasil dari penghitungan dibandingkan dengan menggunakan kriteria sebagai berikut:

- Jika angka signifikansi hasil penelitian > 0,05, maka H₀ ditolak.
- Jika angka signifikansi hasil penelitian > 0,05, maka H₁ diterima.

Menurut Sugiyono (2005), jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai dari variabel Y juga akan tinggi pula. Sedangkan jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel tersebut mempunyai hubungan yang terbalik. Artinya jika nilai dari variabel X tinggi, maka nilai dari variabel Y akan menjadi rendah ataupun sebaliknya. Dalam melakukan interpretasi dalam kekuatan hubungan antara variabel dapat dikelompokkan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

- 0 : Tidak ada korelasi antar variabel
- $> 0 - 0,25$: Korelasi sangat lemah
- $> 0,25 - 0,5$: Korelasi cukup
- $> 0,5 - 0,75$: Korelasi kuat
- $> 0,75 - 0,99$: Korelasi sangat kuat
- 1 : Korelasi sempurna

3. Hasil dan Pembahasan

a. Kondisi Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sepuluh titik lokasi Kota Yogyakarta. Dalam penelitian ini terdapat beberapa tempat yang dimana tempat itu merupakan batas Kota Yogyakarta dan tempat yang berada di pusat Kota Yogyakarta. Pada setiap lokasi penelitian ini masing-masing titik lokasi mempunyai karakter yang berbeda-beda. Sehingga dari penelitian dapat diketahui beberapa perbedaan dalam besar-kecilnya konsentrasi partikulat itu tersebut dihasilkan. Berikut adalah titik lokasi yang dijadikan sebagai objek peniltian.

Tabel 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

No	Hari dan Tanggal	Lokasi Penelitian
1	Selasa, 25 Mei 2010	Simpang Empat Kantor Pos Pusat Yogyakarta
2	Sabtu, 29 Mei 2010	Simpang Tiga Malioboro Hotel INA GARUDA
3	Selasa, 1 Juni 2010	Pingit, Jalan Magelang
4	Sabtu, 5 Juni 2010	Simpang Empat Gedong Tengen
5	Selasa, 8 Juni 2010	Simpang Empat Wirobrajan
6	Sabtu, 12 Juni 2010	Simpang Empat Terminal Giwangan
7	Sabtu, 19 Juni 2010	Simpang Tiga Kotagede (Tom Silver)
8	Selasa, 22 Juni 2010	Jalan Kusumanegara Simpang Empat SGM
9	Sabtu, 26 Juni 2010	Jalan Solo Batas Kota Sleman

(Sumber: Data Primer 2010)

b. Hasil Pengukuran Meteorologi

Hasil rata-rata pengukuran suhu, kelembaban udara, kecepatan angin dan keadaan cuaca di sepuluh lokasi penelitian. Hasil pengukuran dari setiap lokasi tidak selalu sama. Hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi	Suhu (⁰ C)	Kelembaban (% RH)	Kec. Angin (m/s)	Cuaca
1	32.8	63	1.2	Panas
2	31.7	85	0.3	Hujan
3	33.4	83	0.7	Mendung
4	31.2	87	0.7	Mendung
5	32.2	79	0.9	Cerah-Hujan
6	30.7	86	3.1	Cerah-Hujan
7	32.8	61	2.2	Cerah
8	32	53	2	Cerah
9	31	64	1.3	Cerah

(Sumber: Data Primer 2010)

Hasil pengukuran ini diambil dari rata-rata sampling selama satu hari. Kondisi cuaca di kawasan Kota Yogyakarta sering berubah-ubah ini merupakan salah satu faktor terjadinya pencemaran udara di kawasan Kota Yogyakarta. Faktor-faktor di atas dapat meringankan maupun justru memberatkan. Arah dan kecepatan angin bila bersifat positif, mampu menimbulkan pengenceran. Sedangkan kelembaban dan curah hujan dapat berpengaruh positif pada debu. Kota-kota di daerah pantai tentu memiliki faktor topografi/geografi yang lebih menguntungkan dibandingkan kota-kota di daerah pegunungan, dimana kelembaban, arah dan kecepatan angin kota pantai relatif tidak mengalami hambatan (Achmadi,1997).

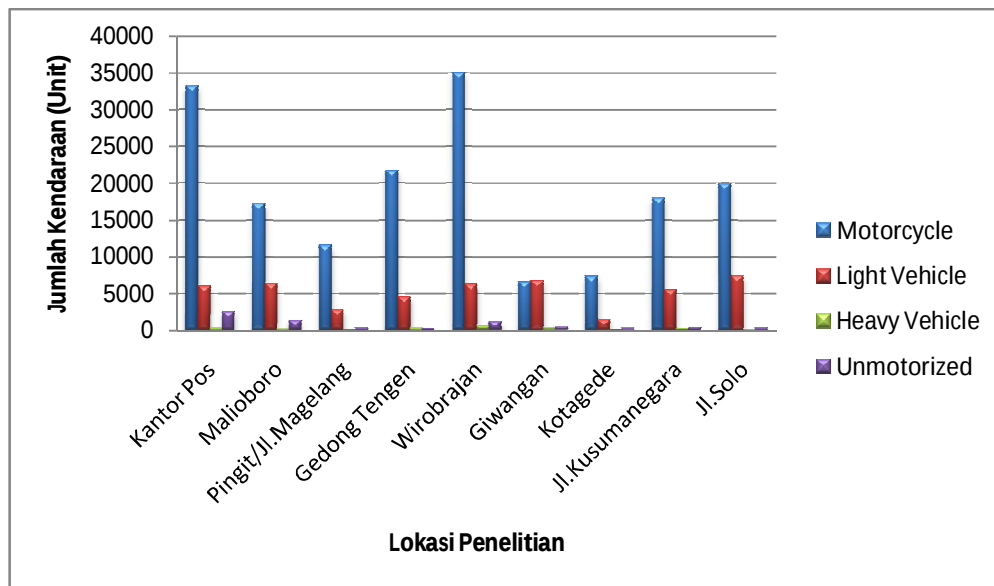
c. Hasil Pengukuran Kepadatan Lalu Lintas

Penghitungan volume kepadatan lalu lintas ini dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang melewati di lokasi penelitian. Penghitungan jumlah kendaraan ini terbagi dalam 4 kategori waktu penghitungan dan 4 kategori jenis kendaraan di setiap lokasi penelitian. Dalam kategori waktu terbagi menjadi pagi (06.30-08.00), siang (11.30-12.00), sore (15.30-17.00) dan malam (23.30-01.00). Untuk kategori jenis kendaraan juga terbagi menjadi 4 kategori, yaitu: jenis *motorcycle* (sepeda motor), *light vehicle* (kendaraan ringan), *heavy vehicle* (kendaraan berat) dan *unmotorized* (kendaraan tidak bermesin). Hasil survey kepadatan lalu lintas dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.3 Volume Lalu Lintas

Waktu	Jenis	LOKASI								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pagi	Motorcycle	6169	3895	3713	16697	14172	693	2021	5039	4797
	Light Vehicle	1016	1294	1065	2091	2113	286	283	1736	1596
	Heavy Vehicle	19	23	43	86	266	48	30	63	21
	Unmotorized	621	444	88	49	472	79	63	116	126
Siang	Motorcycle	11114	7598	3815	2381	10543	2452	1718	5605	6447
	Light Vehicle	2300	2696	329	456	2097	562	498	1916	2622
	Heavy Vehicle	158	89	59	87	142	96	34	60	38
	Unmotorized	918	531	84	146	325	124	113	105	55
Sore	Motorcycle	14158	2820	3286	2381	10323	2736	3211	6710	5946
	Light Vehicle	2253	1419	1162	1849	2035	5624	496	1698	2294
	Heavy Vehicle	66	48	42	71	144	91	78	104	23
	Unmotorized	980	233	132	31	363	188	43	166	71
Malam	Motorcycle	1789	2930	785	280	0	693	393	687	2711
	Light Vehicle	407	949	291	108	0	244	110	136	925
	Heavy Vehicle	0	0	2	2	0	92	8	2	8
	Unmotorized	94	155	3	6	0	23	28	8	27
TOTAL	Motorcycle	33230	17243	11599	21739	35038	6574	7343	18041	19901
	Light Vehicle	5976	6358	2847	4504	6245	6716	1387	5486	7437
	Heavy Vehicle	243	160	146	246	552	327	150	229	90
	Unmotorized	2613	1363	307	232	1160	414	247	395	279

(Sumber: Data Primer 2010)



Gambar 3.1 Survey Total Volume Kendaraan

Dari tabel 3.3 dan gambar 3.1 dapat diketahui bahwa lokasi Wirobrajan merupakan daerah dengan kepadatan tertinggi untuk jenis sepeda motor (*motorcycle*) dan kendaraan berat (*heavy vehicle*), dengan jumlah 35.038 unit sepeda motor dan 552 unit kendaraan berat. Untuk jumlah kendaraan ringan (*light vehicle*) tertinggi berada di lokasi Jl. Solo atau Saphir Square dengan jumlah 7.437 unit. Wirobrajan merupakan daerah dengan tingkat kepadatan tertinggi, hal ini dikarenakan lokasi Wirobrajan merupakan salah satu jalan

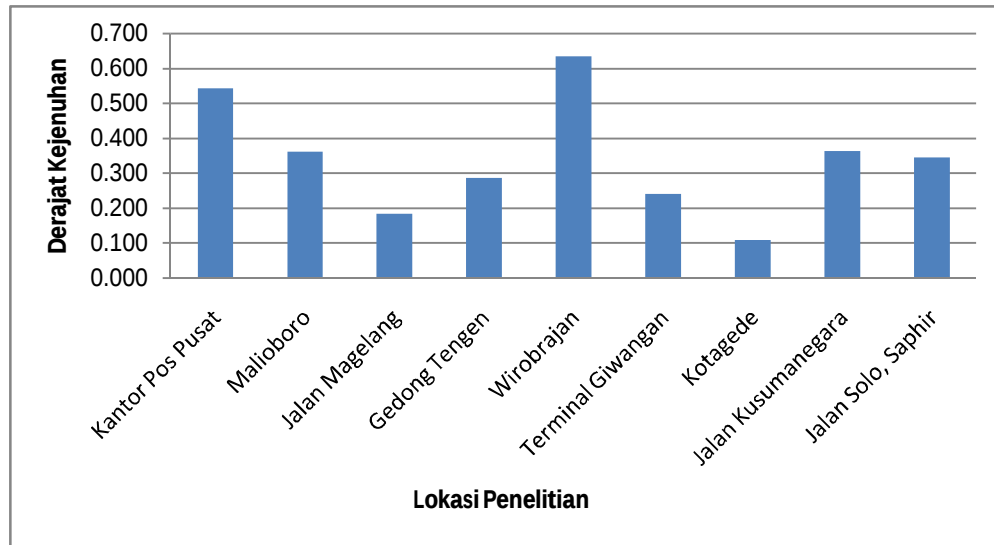
utama atau akses keluar masuknya kendaraan dari daerah Kulon Progo maupun Jawa Tengah bagian barat menuju pusat Kota Yogyakarta.

Sedangkan untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan yaitu dengan menghitung nilai derajat kejenuhan (D) dan menganggap yang digunakan adalah jalan perkotaan dan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil dari penghitungan derajat kejenuhan (D) pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan gambar yang terdapat dibawah ini.

Tabel 3.4 Derajat Kejenuhan Di Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Derajat Kejenuhan (D)
1	Kantor Pos Pusat	0,544
2	Hotel INA Garuda Malioboro	0,360
3	Jalan Magelang	0,184
4	Simpang Empat Gedong Tengen	0,286
5	Simpang Empat Wirobrajan	0,635
6	Simpang Empat Terminal Giwangan	0,241
7	Simpang Tiga Kotagede	0,110
8	Jalan Kusumanegara	0,363
9	Jalan Solo, Saphir Square	0,345

(Sumber: Data Primer 2010)



Gambar 3.2 Diagram Derajat Kejenuhan di Lokasi Penelitian

Pada Gambar 3.2 Diagram Derajat Kejenuhan dapat diketahui bahwa dalam diagram tersebut menunjukkan lokasi Simpang Empat Wirobrajan mempunyai derajat kejenuhan yang paling tinggi dengan nilai derajat kejenuhannya sebesar 0,635. Hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut merupakan gerbang pintu masuk-keluarnya kendaraan menuju Kota Yogyakarta, sehingga arus lalu lintas di lokasi tersebut cukup padat.

Sedangkan untuk lokasi yang menunjukkan derajat kejenuhan paling kecil terdapat pada lokasi Kotagede. Lokasi Kotagede memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 0,110. Pada lokasi bukan merupakan jalan utama menuju pusat Kota Yogyakarta sehingga pada lokasi ini kepadatan lalu lintasnya tidak sebesar di lokasi yang lainnya.

Untuk mengetahui parameter tingkat pelayanan jalan pada lokasi penelitian dapat dilakukan dengan memasukkan nilai derajat kejenuhan yang didapatkan pada Tabel 3.5 yang menunjukkan angka batas lingkup atau derajat kejenuhan. Batas lingkup tersebut berfungsi untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan dengan karakteristik-karakteristik yang telah terdapat pada tabel tersebut.

Tabel 3.5 Parameter Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik - Karakteristik	Batas Lingkup V/C
A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.	0,00 – 0,19
B	Dalam zone arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya.	0,20 – 0,44
C	Dalam zone arus stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya.	0,45 – 0,74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi. Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir (diterima).	0,75 – 0,85
E	Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti.	0,85 – 1,0
F	Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.	Lebih besar dari 1,0

(Sumber: Highway Capacity Manual)

Berdasarkan Tabel 3.5 Parameter Tingkat Pelayanan Jalan, maka dapat diketahui karakteristik masing-masing jalan berdasarkan derajat kejenuhan yang terdapat pada lokasi tersebut. Karakteristik masing-masing jalan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Tingkat Pelayanan Jalan pada Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Derajat Kejenuhan (D)	Tingkat Pelayanan
1	Kantor Pos Pusat	0,544	C
2	Hotel INA Garuda Malioboro	0,360	B
3	Jalan Magelang	0,184	A
4	Simpang Empat Gedong Tengen	0,286	B
5	Simpang Empat Wirobrajan	0,635	C
6	Simpang Empat Terminal Giwangan	0,241	B
7	Simpang Tiga Kotagede	0,110	A
8	Jalan Kusumanegara	0,363	B
9	Jalan Solo, Saphir Square	0,345	B

(Sumber: Data Primer 2010)

Dari tabel 3.6 diketahui bahwa lokasi Kotagede dan Jalan Magelang masuk dalam tingkat pelayanan kategori A, untuk lokasi Kantor Pos Pusat dan Wirobrajan masuk dalam kategori C, sedangkan lokasi yang lain masuk dalam kategori B. Untuk penjelasan setiap kategori dapat dilihat pada tabel 3.5.

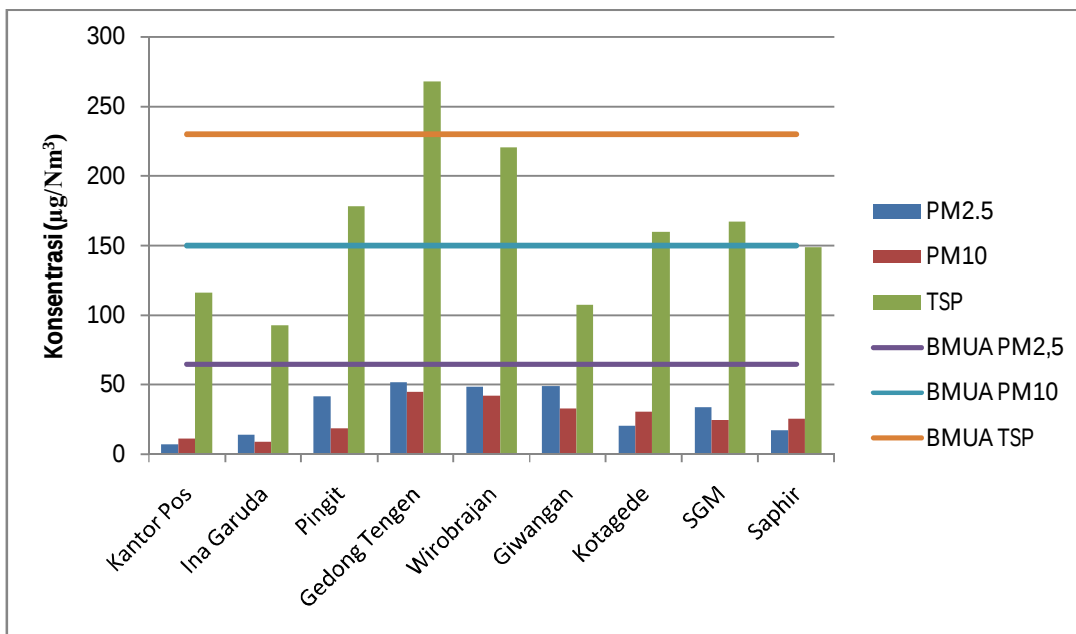
d. Hasil Pengukuran $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP

Hasil dari pengukuran *Particulate Matter* 2,5 ($PM_{2,5}$), *Particulate Matter* 10 (PM_{10}) dan TSP di sepuluh titik kawasan Kota Yogyakarta ini mendapatkan hasil yang berbeda-beda di setiap lokasi, hal ini disebabkan karena banyak faktor yang mempengaruhinya. Hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 3. 7 dan gambar 3.3 di bawah ini:

Tabel 3.7 Hasil Pengukuran $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP

No	Lokasi Penelitian	Hasil Pengukuran $PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Hasil Pengukuran PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Hasil Pengukuran TSP ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
1	Simpang Empat Kantor Pos Pusat Yogyakarta	7.445	11.703	116.147
2	Simpang Tiga Malioboro Hotel INA GARUDA	14.385	9.290	92.730
3	Pingit, Jalan Magelang	41.952	18.911	178.173
4	Simpang Empat Gedong Tengen	52.122	45.355	267.963
5	Simpang Empat Wirobrajan	48.617	42.179	220.600
6	Simpang Empat Terminal Giwangan	49.192	33.270	107.641
7	Simpang Tiga Kotagede (Tom Silver)	20.527	30.829	159.574
8	Jalan Kusumanegara Simpang Empat SGM	33.820	25.204	167.566
9	Jalan Solo Batas Kota Sleman	17.546	26.095	148.866

(Sumber: Data Primer 2010)



Gambar 3.3 Diagram Hasil Pengukuran PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP di Kota Yogyakarta

Keberadaan konsentrasi PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP tertinggi terdapat pada lokasi simpang empat Gedong Tengen dengan nilai konsentrasi sebesar 52,122 µg/ Nm³ untuk PM_{2,5}, 45,355 µg/Nm³ untuk PM₁₀ dan 267,963 µg/Nm³ untuk TSP. Faktor kurangnya vegetasi hijau dan banyaknya bangunan di daerah sekitar Gedong Tengen menyebabkan nilai konsentrasi PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP merupakan yang tertinggi daripada lokasi lain. Keberadaan konsentrasi PM_{2,5} dan PM₁₀ di kawasan Kota Yogyakarta masih tergolong relatif aman, hal ini dikarenakan keberadaan konsentrasi PM_{2,5} dan PM₁₀ di kawasan Kota Yogyakarta masih berada di bawah Baku Mutu Udara Ambien yang ditetapkan oleh pemerintah. BMUA yang ditetapkan oleh pemerintah dalam PP no 41 tahun 1999 untuk parameter PM_{2,5} adalah 65 µg/ Nm³ dan untuk parameter PM₁₀ sebesar 150 µg/ Nm³. Nilai BMUA untuk parameter PM_{2,5} dan PM₁₀ tersebut masih jauh dari hasil penelitian yang dilakukan di kawasan Kota Yogyakarta pada tahun 2010. Sedangkan untuk parameter TSP, lokasi Gedong Tengen konsentrasinya telah melebihi dari BMUA yang ditetapkan oleh pemerintah. Nilai BMUA untuk parameter TSP dalam PP no 41 tahun 1999 sebesar 230 µg/ Nm³.

e. Hubungan Antara Kepadatan Lalu Lintas dengan Konsentrasi PM_{2,5}, PM₁₀ dan TSP

Hasil analisis korelasi antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}), *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) di udara ambient dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hubungan Analisis Korelasi Berganda Antara Kepadatan Lalu Lintas dengan Konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}), *Particulate Matter* 10 (PM₁₀) dan *Total Suspended Particulate* (TSP)

		Correlations			
		PM2.5	PM10	TSP	kepadatan
PM2.5	Pearson Correlation	1	.766*	.642	-.095
	Sig. (2-tailed)		.016	.062	.808
	N	9	9	9	9
PM10	Pearson Correlation	.766*	1	.770*	.006
	Sig. (2-tailed)	.016		.015	.987
	N	9	9	9	9
TSP	Pearson Correlation	.642	.770*	1	.042
	Sig. (2-tailed)	.062	.015		.914
	N	9	9	9	9
kepadatan	Pearson Correlation	-.095	.006	.042	1
	Sig. (2-tailed)	.808	.987	.914	
	N	9	9	9	9

(Sumber: Data Primer 2010)

Dari hasil analisis pada tabel diatas, untuk kepadatan lalu lintas dengan *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}) menunjukkan koefisien korelasi (r) = - 0,095. Ini berarti menunjukkan hubungan yang negatif antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}) dan hubungan yang terjadi sangat lemah ($0 < r < 0,25$). Artinya semakin tinggi nilai kepadatan lalu lintas yang terjadi, maka nilai konsentrasi *Particulate Matter* 2,5 (PM_{2,5}) justru semakin rendah ataupun sebaliknya. Angka signifikansi (p) yang dihasilkan dari hubungan kedua variabel ini menunjukkan angka 0,808 pada taraf kepercayaan 95%, angka ini $> 0,05$, sehingga hubungan yang terjadi tidak signifikan.

Hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi *Particulate Matter* 10 menunjukkan koefisien korelasi (r) = 0,006. Hal tersebut menunjukkan hubungan yang

positif antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi PM_{10} . Hubungan yang terjadi pada variabel ini termasuk dalam hubungan yang sangat lemah karena nilai (r) berada pada ($0 < r < 0,25$). Angka signifikansi (p) dari hubungan dua variabel ini adalah 0,987, hal ini berarti menunjukkan hubungan yang tidak signifikan karena nilai signifikasnsi (p) dari dua variabel ini $> 0,05$ pada taraf kepercayaan 95%.

Sedangkan untuk hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi Total Suspended Particulate (TSP) menunjukkan hubungan koefisien korelasi (r) = 0, 042. Artinya hubungan dua variabel kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi *Total Suspended Particulate* menunjukkan hubungan yang positif dengan hubungan korelasi yang sangat lemah karena koefisien korelasi (r) terletak antara ($0 < r < 0,25$). Angka signifikansi (p) dari hubungan dua variabel ini sebesar 0,915. Artinya hubungan dua variabel ini tidak signifikan karena nilai signifikansi (p) pada taraf kepercayaan 95% dalam hubungan ini lebih dari 0,05.

f. Hubungan Antara Kepadatan Lalu Lintas Khususnya Kendaraan Jenis *Heavy Vehicle* dengan Konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP

Kendaraan jenis *heavy vehicle* diperkirakan memiliki hubungan yang kuat dengan konsentrasi *Particulate Matter 2,5* ($PM_{2,5}$), *Particulate Matter 10* (PM_{10}) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) di udara ambien. Hasil analisis hubungan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hubungan Analisis Korelasi Berganda Antara Kendaraan Jenis *Heavy Vehicle* dengan Konsentrasi *Particulate Matter 2,5* ($PM_{2,5}$), *Particulate Matter 10* (PM_{10}) dan *Total Suspended Particulate* (TSP)

		PM2.5	PM10	TSP	KEPADATAN
PM2.5	Pearson Correlation	1	.766*	.642	.570
	Sig. (2-tailed)		.016	.062	.109
	N	9	9	9	9
PM10	Pearson Correlation	.766*	1	.770*	.539
	Sig. (2-tailed)	.016		.015	.134
	N	9	9	9	9
TSP	Pearson Correlation	.642	.770*	1	.302
	Sig. (2-tailed)	.062	.015		.429
	N	9	9	9	9
KEPADATAN	Pearson Correlation	.570	.539	.302	1
	Sig. (2-tailed)	.109	.134	.429	
	N	9	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dari tabel 3.9 dapat dilihat bahwa hubungan antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP terdapat adanya suatu hubungan korelasi yang positif.

Untuk hubungan antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi $PM_{2,5}$ memiliki hubungan yang kuat dengan nilai korelasi (r) = 0.570. Signifikansi dari hubungan antara kendaraan jenis *heavy vehicle* adalah 0.109, disini dapat kita simpulkan bahwa hubungan ini tidak signifikan karena signifikansi (p) > 0.05. Hubungan antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi PM_{10} menunjukkan suatu hubungan yang kuat dan suatu korelasi yang positif. Korelasi (r) antara kedua variabel ini sebesar 0.539. Angka signifikansi dari kedua hubungan ini adalah 0.134. Artinya hubungan antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi PM_{10} adalah tidak signifikan karena nilai signifikansi (p) pada taraf kepercayaan 95% dalam hubungan ini lebih dari 0,05.

Sedangkan hubungan antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi *Total Suspended Particulate* menunjukkan koefisien korelasi (r) = 0,302. Hal tersebut menunjukkan hubungan yang positif antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi TSP. Hubungan yang terjadi pada variabel ini termasuk dalam hubungan yang cukup karena nilai (r) berada pada ($0 < r < 0,25$). Angka signifikansi (p) dari hubungan dua variabel ini adalah 0,429, hal ini berarti menunjukkan hubungan yang tidak signifikan karena nilai signifikasnsi (p) dari dua variabel ini > 0,05 pada taraf kepercayaan 95%.

Dari analisis korelasi antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP dapat diketahui bahwa ternyata keberadaan konsentrasi partikulat tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh kendaraan jenis *heavy vehicle*. Hal ini dapat dilihat karena hubungan yang terjadi antara kendaraan jenis *heavy vehicle* dengan konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP adalah tidak signifikan. Faktor meteorologi seperti arah dan kecepatan angin, kondisi cuaca di lokasi penelitian mempunyai pengaruh terhadap konsentrasi partikulat, disamping faktor penempatan alat, arah angin dan kondisi fisik di lokasi selama penelitian.

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang dilakukan dalam penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP tertinggi di lokasi Simpang Empat Gedong Tengen, sebesar 52,122 $\mu g / Nm^3$ untuk $PM_{2,5}$, 45,355 $\mu g / Nm^3$ untuk PM_{10} dan 267,963 $\mu g / Nm^3$ untuk TSP. Untuk pemantauan konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} tidak

terdapat nilai konsentrasi yang melebihi dari Baku Mutu Udara Ambien PP No.41 Tahun 1999. Sedangkan untuk TSP terdapat satu lokasi yang konsentrasi pencemarnya telah melebihi dari BMUA dan merupakan konsentrasi tertinggi pada penelitian ini untuk parameter TSP, yaitu terjadi pada Simpang Empat Gedong Tengen.

- Hasil analisis statistik menunjukkan adanya hubungan negatif yang sangat lemah antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi *Particulate Matter 2,5* ($PM_{2,5}$). Untuk hubungan kepadatan lalu lintas dengan *Particulate Matter 10* (PM_{10}) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) menunjukkan hubungan positif yang sangat lemah. Hal ini menunjukkan adanya faktor lain yang lebih berpengaruh terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di udara ambien.
- Hasil analisis statistik menunjukkan adanya suatu hubungan positif yang kuat antara kepadatan lalu lintas jenis kendaraan *heavy vehicle* terhadap konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} . Sedangkan untuk hubungan kepadatan lalu lintas jenis kendaraan *heavy vehicle* terhadap konsentrasi TSP menunjukkan suatu hubungan yang cukup.

5. Saran

Untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang kualitas udara ambien kawasan Kota Yogyakarta maka perlu dilakukan monitoring secara berkala agar pengambil keputusan dapat mengambil kebijakan yang terkait dengan kualitas udara ambien di kawasan Kota Yogyakarta.

6. Rekomendasi

Perlunya penelitian lebih lanjut tentang komposisi kimia dan logam yang terkandung dalam $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di kawasan Kota Yogyakarta, agar dapat diketahui tingkat bahaya $PM_{2,5}$, PM_{10} dan TSP di kawasan Kota Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Achmadi, U.F. 1997. *Dampak Pencemaran Udara Bagi Kesehatan Masyarakat*. Jurnal Himpunan Karangan Ilmiah DIBidang Perkotaan dan Lingkungan, Vol : 1/ 1997/ 1998. Yogyakarta: Kantor Pengkajian Perkotaan dan Lingkungan (KPPL).
- Anonim (2009). *BPLHD Jawa Barat, 2009*. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Provinsi Jawa Barat
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, *Kualitas Udara Ambien Kota Yogyakarta 2008*, <http://bapedalda-diy.go.id> (23-10-2010 pukul 21.00)
- Fajar Gumbira (2006). *Analisis Konsentrasi dan Komposisi Partikulat (TSP, PM₁₀, DAN PM_{2,5}) di Udara Ambien Kampus Universitas Andalas Limau Manis dan Sekitarnya*. Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- Muhayatun, 2008. *Konsentrasi PM_{2,5} dan PM₁₀ Udara Ambien Di Bandung dan Lembang Tahun 2000 – 2006*. Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia. Batan. Bandung.
- Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*
- Pudjiastuti, W. 2002. *Debu Sebagai Bahan Pencemar yang Membahayakan Kesehatan Kerja*. <http://www.depkes.go.id/downloads/debu/pdf> (23-10-2010 pukul 21.45)
- Sugiyono. 2005. *Statistika Untuk Penelitian (Cetakan Ketujuh)*. Alfabeta, CV. Bandung, Indonesia.
- Suhariyono, DKK 2004, *Perkiraan Deposisi Partikel Udara (PM₁₀/PM_{2,5} Dan TSP) pada saluran Pernafasan Penduduk Cilegon Menggunakan Pedrangkat Lunak Ludep*. Puslitbang Keselamatan Radiasi dan biomedika Nuklir (P3KRBN) -BATAN, Jakarta.
- <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16641/3/Chapter%20II.pdf> diakses pada (23-10-2010 pukul 21.10)
- <http://andalucygroup.blogspot.com/2009/02/lab-udara-lagi-pm-10.html> diakses pada (23-10-2010 pukul 21.20)
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Particulate> diakses pada (23-10-2010 pukul 22.00)