

PEMETAAN TINGKAT KONSENTRASI PARTIKULAT AKIBAT AKTIVITAS TRANSPORTASI DI WILAYAH SURABAYA PUSAT

MAPPING OF PARTICULATE CONCENTRATION CAUSED BY TRANSPORTATIONS IN THE CENTER OF SURABAYA CITY

Mohammad Razif dan Suryani Indah Prasasti
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya
email: razif@its.ac.id

Abstrak

Partikulat berdiameter kurang dari sepuluh micron (PM_{10}) diketahui merupakan pencemar udara yang dominan akibat dari aktivitas transportasi di Kota Surabaya. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung tingkat konsentrasi partikulat sebagai langkah awal dalam pembuatan peta pola sebaran dan pengendalian pencemaran udara. Penelitian dilakukan pada beberapa ruas jalan yang diprediksi sebagai sumber pencemar yang tinggi, yaitu Jl. Basuki Rahmat, Jl. Gubernur Suryo, Jl. Panglima Sudirman, Jl. Pemuda dan Jl. Kayun, Surabaya. Pengambilan sampel mengacu pada Kep. Gub Kepala Daerah Tk. I Jatim No 128 Th. 1997. Penelitian di beberapa titik sampling telah dihasilkan konsentrasi partikulat yang melebihi baku mutu udara ambien berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 tahun 1999 yaitu sebesar lebih dari $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kata kunci : PM_{10} , pola sebaran partikulat.

Abstract

Particulate that has diameter less than 10μ (PM_{10}) is known as the dominant transportation air pollutant in Surabaya City. This research was done with counting particulate concentration level as an early stage in providing a distribution pattern map and air pollution control. The research was implemented in road segment which was predicted as the highest pollutant source. The roads included Basuki Rahmat, Gubernur Suryo, Panglima Sudirman, Pemuda and Kayun, Surabaya. The sampling method followed the East Java Province Governor Decree No128/1997. The research resulted in particulate concentration, which exceeded the ambient air quality standards according to Indonesian Government Regulation No 41/1999 of $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Key words : particulate (PM_{10}), spread pattern.

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, kurang lebih 70% pencemaran udara disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor (Soedomo, 1992). Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat berbahaya yang dapat menimbulkan dampak negatif, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kesehatan manusia (Mukono, 1997) yang berbeda tingkatan dan jenis zat pencemarnya, bergantung pada macam ukuran dan komposisi kimianya.

Pada penelitian awal tanggal 15 Juli 2005 dilakukan pengukuran tingkat konsentrasi partikulat dengan menggunakan *High Volume Sampler (HVS)*, di sekitar Jl. Basuki Rahmat Surabaya

dengan hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Depan gedung BRI Tower : $304,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Depan gedung Bank Jatim : $277,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Depan gedung Gamedia : $249,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Depan gedung Bunas : $253,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Depan gedung Mc. Donald : $231,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat peta dari hasil pengukuran tingkat konsentrasi partikulat di beberapa titik sampling pada wilayah studi dengan menggunakan program Winsurf. Dari peta tingkat konsentrasi partikulat yang diperoleh dilakukan pengaplikasian untuk menentukan:

- a. Analisis hubungan antara konsentrasi partikulat dengan jumlah kendaraan

- b. Analisis hubungan antara tingkat konsentrasi partikulat dengan tata guna lahan
- c. Analisis hubungan antara tingkat konsentrasi partikulat dengan arah dan kecepatan angin
- d. Analisis hubungan antara tingkat konsentrasi partikulat dengan karakteristik wilayah studi

2. METODOLOGI

Hal pertama yang selalu dilakukan dalam penelitian tingkat konsentarsi partikulat adalah membuat peta pola sebaran partikulat. Pemetaan diartikan sebagai penggambaran secara visual tingkat konsentrasi partikulat yang terjadi di tiap-tiap titik sampling. Pemetaan dilakukan setelah pengukuran tingkat konsentrasi partikulat setiap hari sampling. Peta ini menunjukkan lokasi sumber-sumber partikulat berada. Dengan cara menghubungkan titik-titik yang mempunyai tingkat partikulat yang sama didapatkan kontur partikulat (arah penyebaran tingkat konsentrasi

partikulat). Untuk melakukan pemetaan tingkat konsentrasi partikulat dan untuk mengetahui iso kontur konsentrasi partikulat, digunakan perangkat lunak winsurf.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hubungan Tingkat Konsentrasi Partikulat dengan Jumlah Kendaraan pada saat Maksimum

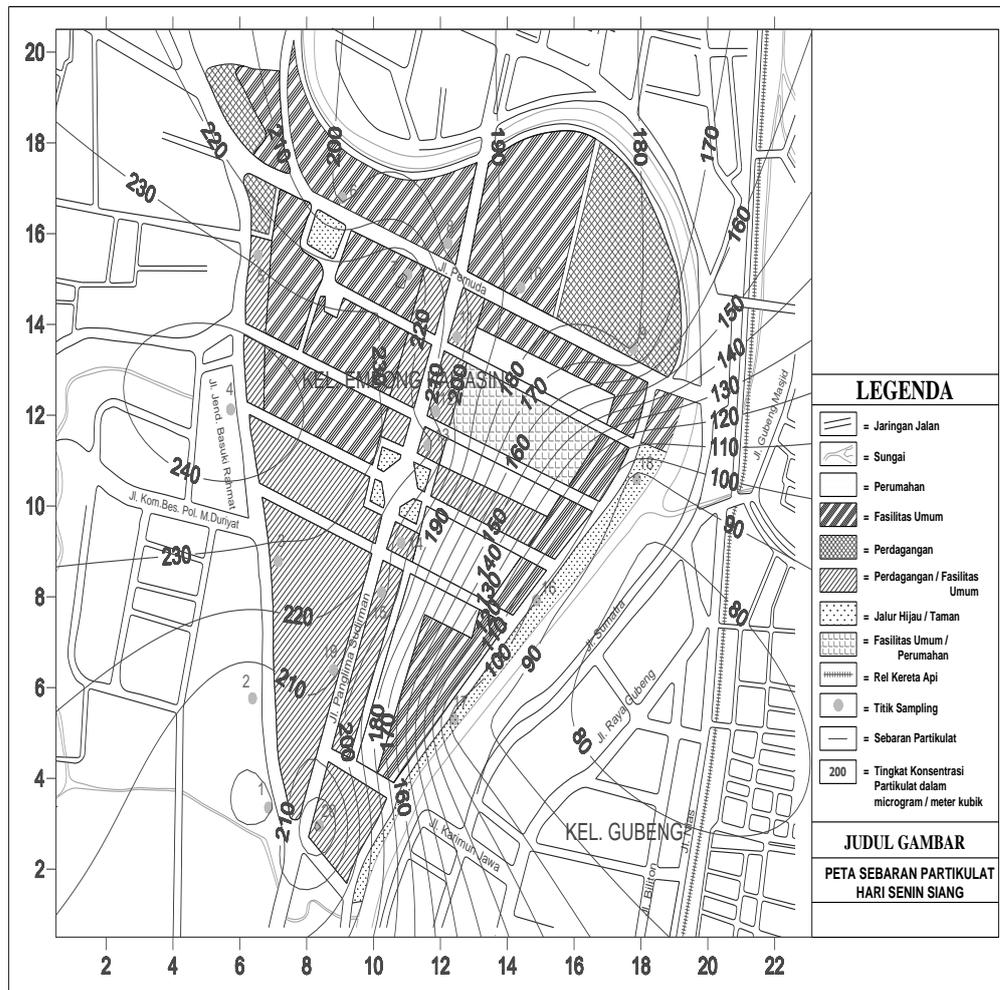
Pada sub bab ini dibahas korelasi atau hubungan antara tingkat konsentrasi partikulat yang dihasilkan dengan jumlah kendaraan yang melintas di kawasan penelitian. Berdasarkan hasil pengamatan dilakukan pembedaan dalam perhitungan berdasarkan jenis kendaraan yaitu: kendaraan roda-2, kendaraan roda-4 solar, truk dan bus. Korelasi antara jumlah kendaraan dengan tingkat konsentrasi partikulat, diperlihatkan di Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 1. Korelasi Jumlah Kendaraan dengan Tingkat Konsentrasi Partikulat pada Hari Senin Interval Pagi Hari (06.00-12.00)

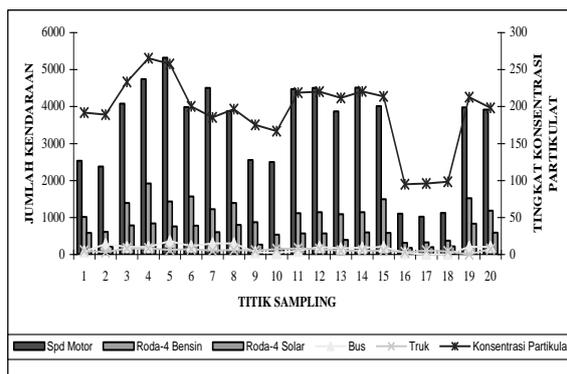
Titik Sampel	Jenis Kendaraan					Jumlah	Kosentrasi Partikulat ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	Spd Motor	Roda 4 Bensin	Roda 4 Solar	Bus	Truk		
Gedung BRI Tower	2532	1013	578	4	5	4132	191,67
Gedung Bank Jatim	2379	609	206	14	3	3211	188,89
Gedung Gramedia	4078	1392	785	10	8	6273	233,33
Gedung Bunas	4738	1915	835	10	8	7506	265,15
Gedung Mc. Donald	5321	1431	755	18	6	7531	257,58
Gedung SMU Trimurti	3985	1568	775	11	7	6346	200,00
Gedung SD Kaliasin	4501	1220	599	15	5	6340	185,19
Gedung Balai Pemuda	3875	1389	797	15	6	6082	196,30
Gedung Bank Maspion	2551	871	265	3	5	3695	175,00
Gedung Garden Palace	2500	531	140	2	7	3180	166,67
Jl. Embong Kenongo	4470	1115	567	5	8	6165	218,52
Jl. Embong Tanjung	4502	1138	570	10	7	6227	220,00
Gedung Gothe Institut	3870	1087	390	8	5	5360	211,67
Jl. Embong Kemiri	4510	1139	595	9	5	6258	220,37
Gedung Hotel tanjung	4012	1494	581	10	5	6102	213,64
Jl. Kayun	1102	308	178	2	3	1593	94,72
Gedung Indosat Kayun	1021	327	199	0	5	1552	95,83
Gedung RS Kayun	1120	374	214	0	4	1712	98,15
Hotel Elmi	3975	1519	831	10	0	6335	212,50
Gedung Wisma Darmala	3915	1178	587	10	7	5697	198,15

Data pada Tabel 1 dibuat peta kontur tingkat konsentrasi partikulat pada Gambar 1.

Selanjutnya dibuat pola diagram grafik seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Pola Sebaran Partikulat pada Hari Senin



Gambar 2. Hubungan antara Jumlah Kendaraan dengan Tingkat Konsentrasi Partikulat pada Hari Senin Pagi

Pada peta kontur pemetaan konsentrasi partikulat pada hari Senin dengan interval waktu pagi (06.00-12.00 WIB) dapat dilihat beberapa titik yang memiliki tingkat konsentrasi partikulat yang telah

melebihi standart baku mutu udara ambien yaitu $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seperti yang telah ditentukan di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor. 41 tahun 1999 (Anonim, 1999). Hal ini terjadi karena banyaknya jumlah beberapa jenis kendaraan yang melintasi jalur-jalur utama tersebut.

Tingkat konsentrasi yang paling maksimum terletak di titik sampling ke-4 yaitu pada lokasi perkantoran di depan gedung Bunas, dimana tingkat konsentrasi PM_{10} mencapai angka $265,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jumlah total kendaraan mencapai 7506 kendaraan/interval pagi, sedangkan pada titik dengan tingkat konsentrasi partikulat terendah ($94,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$) berada pada titik sampling ke-16 di Jl. Kayun. Dari segi jumlah transportasi yang melintas, rata-rata kendaraan yang paling banyak dalam 1 interval waktu berada pada titik ke-5 yaitu

berada di depan McDonald di Jl. Basuki Rahmat dengan volume kendaraan mencapai 7531 kendaraan/interval pagi. Pada lokasi ke-5 merupakan jalur arus lalu lintas dengan satu arah dan mengalami percabangan yaitu menuju ke arah Jl. Embong Malang dan ke arah Jl. Gubernur Suryo. Dari pembacaan grafik pada Gambar 2 terlihat bahwa konsentrasi partikulat pada titik sampel ke-4 lebih besar dibandingkan pada titik ke-5, yang dibatasi jumlah kendaraan lebih banyak. Hal ini disebabkan pada lokasi titik sampel ke-4 memiliki kapasitas jalan yang lebih kecil, sehingga laju kendaraan relatif menurun. Hal ini mengakibatkan tingkat pencemaran udara semakin tinggi dibandingkan dengan lokasi di titik ke-5.

Dari penjelasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa volume kendaraan sangat berpengaruh terhadap tingkat konsentrasi PM_{10} yang dihasilkan dimana perubahannya mengikuti jumlah kendaraan yang terhitung. Berarti kendaraan yang melintas menyebabkan semakin tingginya tingkat konsentrasi PM_{10} yang dihasilkan. Berdasarkan kajian yang ada, peningkatan angkutan massal dapat mereduksi PM_{10} antar 4,10 %-32,61 % (Chamida, 2004).

Hubungan Antara Tingkat Konsentrasi Partikulat dengan Tata Guna Lahan

Pembahasan berpedoman pada PPRI Nomor 41 Tahun 1999, dimana baku mutu udara ambien memiliki konsentrasi standar sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Peruntukan lahan pada wilayah studi berpedoman pada RDTRK Kota Surabaya Tahun 2003-2013. Kawasan wilayah studi merupakan daerah pusat kota yang peruntukan lahannya adalah pusat perdagangan, bisnis dan perkantoran. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa hampir semua wilayah studi merupakan wilayah dengan jalur kepadatan kendaraan yang tinggi. Intensitas kendaraan ini berfluktuasi menurut pola aktivitas penduduk, karena jalur ini merupakan jalan yang menjadi alternatif utama.

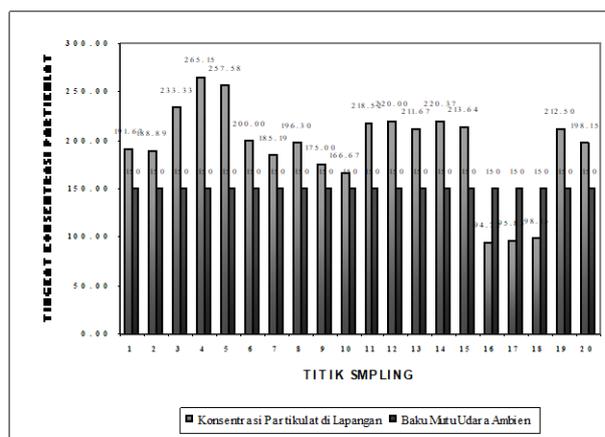
Peruntukan lainnya adalah perkantoran, permukiman kampung/perumahan, perdagangan dan fasilitas umum lainnya. Perkembangan yang terjadi diawali dari bangunan tempat tinggal yang berubah menjadi tempat usaha, seperti Tunjungan Plaza, Mc. Donald, Surabaya Plaza, Balai Pemuda. Peruntukan lahan perkantoran misalnya Gedung BRI Tower, Gedung Bank Jawa Timur, Gedung In-

dosat, Gedung Wisma Dharmala. Sedangkan fasilitas umum berupa Gedung Hotel Elmi, Gedung Hotel Tanjung, Gedung Sekolah SMU Trimurti dan Gedung Sekolah SD Kaliasin. Tabel 2. dibawah ini menyajikan tingkat konsentrasi partikulat pada saat maksimum sebagai bahasan dalam subbab ini.

Tabel 2. Tingkat Konsentrasi Partikulat Maksimum Pada Hari Senin dengan Interval Waktu Pagi Hari (06.00-12.00 WIB)

No	Titik Sampel	Konsentrasi Partikulat (mg/m ³)
1	Gedung BRI Tower	191,67
2	Gedung Bank Jatim	188,89
3	Gedung Gramedia	233,33
4	Gedung Bunas	265,15
5	Gedung Mc. Donald	257,58
6	Gedung SMU Trimurti	200,00
7	Gedung SD Kaliasin	185,19
8	Gedung Balai Pemuda	196,30
9	Gedung Bank Maspion	175,00
10	Gedung Garden Palace	166,67
11	Jl. Embong Kenongo	218,52
12	Jl. Embong Tanjung	220,00
13	Gedung Gothe Institut	211,67
14	Jl. Embong Kemiri	220,37
15	Gedung Hotel tanjung	213,64
16	Jl. Kayun	94,72
17	Gedung Indosat Kayun	95,83
18	Gedung RS Kayun	98,15
19	Hotel Elmi	212,50
20	Gedung Wisma Darmala	198,15

Berikut ini disajikan Gambar 3. mengenai grafik perbandingan antara baku mutu udara ambien dengan konsentrasi partikulat di lapangan.



Gambar 3. Grafik Perbandingan antara Baku Mutu Udara Ambien dengan Konsentrasi Partikulat di Lapangan

Dari hasil perhitungan dan pengamatan di lapangan, daerah wilayah studi diperlukan adanya peninjauan ulang mengenai peruntukan lahannya mengingat hasil tingkat konsentrasi partikulat telah melebihi baku mutu udara ambien.

Analisis Hubungan Tingkat Konsentrasi Partikulat dengan Arah dan Kecepatan Angin

Angin dapat mempengaruhi perpindahan polutan karena angin dapat membawa polutan sesuai dengan arahnya dengan kecepatan tertentu. Penentuan arah mata angin berpedoman kepada data arah mata angin dan kecepatan angin yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Juanda Surabaya yang mencakup Surabaya secara keseluruhan dengan interval waktu tiap jam. Hal ini disesuaikan dengan jadwal pengukuran tingkat konsentrasi partikulat yang dilakukan pada bulan Oktober-Nopember 2005.

Pada peta pola sebaran partikulat untuk hari Senin-pagi dapat dilihat bahwa tingkat konsentrasi partikulat terbesar berada pada sisi Barat diikuti dengan konsentrasi partikulat yang lebih kecil, yang secara berurutan mengarah ke arah Timur, dimana di sisi tersebut bertepatan di wilayah dengan konsentrasi PM₁₀ terendah, di Jl. Kayun. Arah angin pada saat dilakukan penelitian pada hari Senin dengan interval waktu pagi berdominasi dari arah 120° dari arah Timur dan terkadang pula terjadi pergerakan yang berlawanan. Perubahan arah angin ini diakibatkan karena terdapat banyaknya gedung-gedung bertingkat. Sehingga pada hasil pengamatan terdapat perbedaan arah angin dan juga perbedaan kecepatan angin. Perubahan kecepatan angin di troposfer tergantung pada kondisi permukaan tanah, waktu dan ketinggian bangunan yang tidak seragam. Pada Tabel 3. dan Tabel 4. disajikan tabel kecepatan dan arah angin pada hari Senin dan Hari Minggu.

Tabel 3. Tabel Kecepatan dan Arah Angin pada Hari Senin

Interval	Senin	
	Kecepatan (Knots)	Arah Angin (Derajat)
06.00 - 12.00	25	120
13.00 - 17.00	18	100
18.00 - 24.00	12	120
01.00 - 05.00	0	5

Sumber: BMG Juanda, Surabaya

Tabel 4. Tabel Kecepatan dan Arah Angin pada Hari Minggu

Interval	Minggu	
	Kecepatan (Knots)	Arah Angin (Derajat)
07.00 - 12.00	15	90
13.00 - 18.00	12	90
19.00 - 24.00	10	110
01.00 - 05.00	0	9

Sumber: BMG Juanda, Surabaya

Dari bahasan yang ada dapat disimpulkan bahwa arah angin tidak terlalu dominan dalam mempengaruhi pola sebaran partikulat. Jika berpengaruhpun hanya terjadi pada saat dini hari dengan perbedaan tingkat konsentrasi partikulat yang ditimbulkan. Selain itu, partikulat yang menyebar di udara akan terpantul jika terdapat gedung atau bangunan yang tinggi (lebih dari tiga tingkat) dan cenderung menyebar mengikuti bentuk bangunannya.

Analisis Tentang Hubungan Konsentrasi Partikulat dengan Karakteristik Wilayah Studi

Wilayah studi ini merupakan wilayah pusat kota yang peruntukan lahannya digunakan sebagai pusat perdagangan, perkantoran dan bisnis kota Surabaya. Peruntukan lahan ruang wilayah Surabaya pusat adalah sebagai pusat pemerintahan kota Surabaya dimana memiliki pola arus lalu lintas yang cukup padat. Data karakteristik wilayah studi berdasarkan fungsi dan tingkat pelayanannya didapat dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya. (Tabel 5.)

Tabel 5. Karakteristik Tingkat Pelayanan Jalan di wilayah penelitian

No	Nama Jalan	V/C Ratio	Tingkat Pelayanan Jalan	Kelas Jalan Berdasarkan Fungsinya
1	Jl. Basuki Rahmat	0.99	E	Arteri Sekunder
2	Jl. Gubernur Suryo	0.9	E	Arteri Sekunder
3	Jl. Panglima Sudirman	0.8	D	Arteri Sekunder
4	Jl. Pemuda	0.9	E	Arteri Sekunder
5	Jl. Kayun	0.6	C	Arteri Sekunder

Sumber : Hasil Output Transportasi Lalu Lintas, Dinas Perhubungan Surabaya, Februari 2005

Berdasarkan hasil survey dan pengamatan dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya menunjukkan bahwa kelima ruas jalan yang merupakan wilayah studi penelitian memiliki beberapa karakteristik jalan, salah satunya mengenai kondisi arus jalan yang tidak stabil yang diakibatkan oleh jumlah kendaraan/volume kendaraan yang memenuhi kapasitas jalan sehingga kecepatan laju kendaraan terkadang terhenti. Hal ini menyebabkan emisi gas buang kendaraan bermotor menurunkan kualitas udara ambien di wilayah tersebut. Untuk rata-rata tingkat konsentrasi partikulat di beberapa ruas jalan wilayah studi, disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat Konsentrasi Partikulat Rata-rata pada Jalan-jalan di Wilayah Studi

Lokasi	Konsentrasi Partikulat ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Jumlah kendaraan
Jl. Basuki Rahmat	227.32	5731
Jl. Gubernur Suryo	193.83	194
Jl. Pemuda	170.83	3438
Jl. Panglima Sudirman	213.55	6021
Jl. Kayun	96.23	1619

Pada Tabel 6. konsentrasi partikulat tertinggi berada di Jl. Basuki Rahmat sedangkan untuk nilai rata-rata tingkat konsentrasi partikulat terendah berada di Jl. Kayun. Hal ini karena data sekunder yang didapatkan dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya (Anonim, 2005) menyatakan bahwa Jl. Basuki Rahmat memiliki tingkat ratio V/C atau tingkat kejenuhan jalan dengan point E yaitu sebesar 0,99, dimana pada point E ini memiliki ciri yaitu memiliki arus lalu lintas yang tidak stabil dan kapasitas jalan telah terpenuhi oleh volume kendaraan yang mengakibatkan terhentinya laju kendaraan.

Adapun pengaruh lain dalam meningkatkan konsentrasi partikulat selain volume kendaraan adalah pengaruh kegiatan perpajakan di badan jalan yang menurunkan kapasitas ruas jalan.

Dengan adanya karakteristik jalan yang sudah ada maka permasalahan tingkat pencemaran partikulat yang relatif sangat tinggi ini dapat diatasi dengan cara peninjauan ulang terhadap kebijakan Pemerintah Kota mengenai peruntukan lahan di wilayah studi. Dilakukannya peninjauan ulang bertujuan untuk memperbaiki kondisi yang sudah ada menjadi lebih baik agar konsentrasi partikulat yang dihasilkan dari kegiatan transportasi ataupun kegiatan yang lainnya ditekan seminimal mungkin.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat konsentrasi partikulat (PM_{10}) yang dihasilkan dari aktivitas transportasi ini se-bandung perubahan jumlah kendaraan, dengan melihat faktor meteorologisnya. Adapun konsentrasi partikulat yang dihasilkan telah melebihi baku mutu udara ambien yaitu lebih dari $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ disebabkan karena peruntukan lahan wilayah studi sebagai pusat perdagangan dan bisnis. Arah angin dan kecepatan berperan dalam penyebaran tingkat konsentrasi partikulat. Dari pengamatan gedung-gedung bertingkat yang berada di wilayah studi dapat mengurangi laju hembusan angin. Terdapat bagian jalan yang beralih fungsi menjadi kegiatan lain, seperti bahu jalan dijadikan lahan parkir, menimbulkan turunnya kapasitas jalan, yang berakibat kemacetan jalan sehingga meningkatkan jumlah partikulat dari kendaraan bermotor.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1997). **Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur Nomor 128 tahun 1997 tentang Baku Cara Pengambilan Contoh Udara Ambien.** Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, Surabaya.
- Anonim (1999). **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.** Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, Surabaya.
- Anonim (2005). **Hasil Output Transportasi Lalu Lintas.** Dinas Perhubungan Kota Surabaya.
- Chamida (2004). **Strategi Pengendalian Pencemaran Udara Berupa Kebijakan Berdasarkan Pemanfaatan Model Matematika Penyebaran Pencemar Udara (PM_{10}) di Kota Surabaya.** Thesis. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP, ITS, Surabaya.
- Soedomo, M. (1992). **Status Pencemaran Udara di Lima Kota Besar, DKI Jakarta, Surabaya, Bandung, Semarang dan Medan.** LPM ITB-BAPEDAL, Jakarta.