

**ANALISIS PENGARUH FAKTOR METEOROLOGI TERHADAP KONSENTRASI PM10
MENGUNAKAN REGRESI LINIER BERGANDA
(Studi kasus: Daerah Dago Pakar dan Cisaranten, Bandung)**

*ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL FACTORS TO PM10 CONCENTRATION
USING MULTIPLE LINEAR REGRESSION
(CASE STUDY: DAGO PAKAR AND CISARANTEN WETAN AREAS, BANDUNG)*

Ana Turyanti*

Laboratorium Meteorologi dan Kualitas Udara, Dept. Geofisika dan Meteorologi, FMIPA-IPB
Gedung FMIPA Wing 19 Lv. 4 Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
* Corresponding Author. E-mail: aturyanti@gmail.com

Penyerahan Naskah: 15 Januari 2011
Diterima untuk diterbitkan: 27 Mei 2011

ABSTRACT

Air pollution was influenced by meteorological condition. Atmospheric stability and wind are very important meteorological factors such as solar radiation, temperature, relative humidity, wind and its stability. This study analyzes the influence of meteorological factors to PM10 concentration in Bandung, West Java, as the case study. We used the data from Air Quality System Monitoring (AQMS) at Dago Pakar Station as the reference of background area and Cisaranten Wetan as the reference of industrial area. This study used multiple linear regression method to analyze the influence of solar radiation, temperature, relative humidity (RH) and wind velocity to concentration of PM10. The result of this analysis is the meteorological factors that influence PM10 concentration are different for both of location. At Dago, wind velocity is not a significant factor influencing fluctuation of PM10 concentration. However, for Cisaranten Wetan it significantly influences the PM10 concentration with negative correlation. The meteorological factors at Dago that significantly influence PM10 concentration are solar radiation (Rad), temperature (T) and relative humidity (RH), with the equation $Y_i = -87.334 + 0.023Rad + 3.184T + 0.621RH$; while at Cisaranten Wetan, the significant meteorological factors are radiation, relative humidity and wind velocity (V), with equation $Y_i = 16.0842 + 0.028Rad + 0.504RH - 9.184V$. Wind velocity at Cisaranten Wetan had a larger range than that of Dago. This wind has a velocity of 5 m/sec which potentially transports particulates to other areas that can decrease PM10 concentration.

Keyword: air pollution, meteorological factors, multiple linear regression analysis, PM10, wind speed

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah membawa dunia kepada industrialisasi dan tingkat konsumsi energi yang semakin tinggi. Hal ini membawa konsekuensi bertambahnya limbah yang terbuang ke lingkungan, termasuk di antaranya yang dibuang ke udara. Maka di kota-kota dengan tingkat industrialisasi dan transportasi yang tinggi kemungkinan timbul pencemaran udara tak dapat dihindarkan.

Dampak pencemaran udara sudah sejak lama diketahui, namun perhatian terhadap hal tersebut

masih kurang, karena dampak dari pencemaran udara baru akan terasa setelah jangka waktu yang lama. Menurut WHO (2006) lebih dari 2 juta kematian mendadak setiap tahun berkaitan dengan dampak polusi udara baik *outdoor* maupun *indoor*, dan lebih dari setengah kasus penyakit akibat pencemaran udara terjadi di negara berkembang. Hasil penelitian di Athena menunjukkan bahwa peningkatan kandungan NO₂ di udara sebesar 10 µgm⁻³ dapat meningkatkan jumlah penderita penyakit pernafasan sebesar 0.7%; sementara peningkatan 10 µgm⁻³ O₃ mengakibatkan peningkatan sebesar 0.64 untuk penyakit yang sama (Mentzakis, Delfino 1999). Selain itu pencemaran

udara ambien juga dapat mengakibatkan resiko bayi lahir cacat (Ritz *et al.* 2002).

Secara ekonomi, pencemaran udara menimbulkan kerugian yang sangat tinggi, sehingga perlu ditanggulangi. Sebagai contoh, hasil penelitian Syahril *et al.* dalam Bappenas (2006), biaya ekonomi akibat pencemaran udara di DKI Jakarta yang dihitung dalam bentuk biaya kesehatan dan kehilangan produktivitas pada tahun 2015 diduga akan mencapai US \$ 400 juta per tahun, jika tidak ada upaya pencegahan dan pengendalian. Sedangkan estimasi di Kota Bandung, biaya kesehatan akibat pencemar PM10 saja, mencapai Rp.12,7 miliar per tahun (Suhadi *dalam* Bappenas 2006).

Tingkat konsentrasi polutan di suatu tempat tidak hanya disebabkan oleh banyaknya sumber emisi, tetapi juga dipengaruhi oleh laju perubahan baik fisik maupun kimia dari pencemar serta distribusi atau penyebaran polutan di udara (Yerramilli *et al.* 2012). Sehingga untuk mengetahui sejauh mana emisi dari suatu sumber dapat membahayakan atau menimbulkan gangguan, perlu pemahaman mengenai karakteristik atmosfer yang erat hubungannya dengan kondisi meteorologi setempat.

Menurut Arya (1999) mekanisme dispersi polutan dipengaruhi karakteristik meteorologi dan topografi setempat. Meteorologi terdiri dari unsur-unsur radiasi matahari, suhu dan tekanan udara, angin, curah hujan, kelembaban, serta evaporasi. Faktor meteorologi yang berpengaruh langsung terhadap penyebaran polutan adalah angin (meliputi arah dan kecepatan) serta stabilitas atmosfer. Sementara itu bentuk topografi akan turut mempengaruhi karakteristik meteorologi setempat.

Radiasi tidak secara langsung mempengaruhi dispersi, tetapi mempengaruhi fluktuasi suhu dan tekanan yang akan mempengaruhi angin dan stabilitas atmosfer. Selain itu energi radiasi mempengaruhi terbentuknya kabut fotokimia. Radiasi juga mempengaruhi konsentrasi NO_x di atmosfer melalui perubahan suhu yang diakibatkannya. Pada musim panas NO yang dikonversi menjadi NO_x meningkat sesuai dengan peningkatan radiasi matahari. Suhu udara berkorelasi kuat dengan konsentrasi NO₂ yang tinggi, sebagaimana terjadi di beberapa kota besar di Jepang (Gotoh 1993). Hal ini di dukung oleh padatnya lalu lintas di perkotaan, seperti hasil penelitian di Bahrain yang menunjukkan konsentrasi NO_x tertinggi adalah di wilayah perkotaan dengan kepadatan lalu lintas tinggi (Madany dan Danish 1993).

Kelembaban dan curah hujan lebih berpengaruh pada proses *removal*, namun akan berkaitan dengan peningkatan keasaman air hujan. Hujan akan

bereaksi dengan SO₂ dan akan meningkatkan keasaman air hujan yang dapat menyebabkan asidifikasi sumber air serta penurunan unsur hara tanah (Pidwirny dan Gow 1996); juga menyebabkan korosi logam dan bahan bangunan lain.

Dispersi polutan dipengaruhi oleh angin (arah dan kecepatan), yang akan mempengaruhi ke arah mana dan seberapa tinggi konsentrasi polutan di daerah tersebut. Arah angin akan menentukan arah daerah paparan, sedangkan kecepatan angin akan menentukan seberapa jauh pencemar akan terbawa sepanjang arah angin dominan. Menurut hasil penelitian Hakiki (2008), peningkatan kecepatan angin akan mengakibatkan pencemar mudah jatuh pada jarak yang dekat lebih dengan sumber pencemar.

Faktor-faktor meteorologi tersebut saling berkait, dan juga dipengaruhi oleh kondisi permukaan. Permukaan bervegetasi tumbuhan akan menyebabkan radiasi banyak terserap dan tidak segera memanaskan udara di atasnya. Berbeda dengan permukaan beton yang memantulkan radiasi lebih banyak daripada yang diserap sehingga akan memanaskan udara di atasnya dan mengakibatkan suhu lebih tinggi. Suhu yang tinggi akan menyebabkan udara mengembang naik dengan cepat, sehingga memicu ketidakstabilan udara.

Salahsatu wilayah yang menarik untuk dikaji kondisi meteorologinya serta pengaruhnya terhadap dispersi pencemar adalah Kota Bandung, yang merupakan bagian dari sebuah cekungan, yaitu Cekungan Bandung (Alimaman, 2004) dengan karakteristik meteorologi yang khas. Di sisi lain, Kota Bandung merupakan salah satu kota besar dan ibukota provinsi di Indonesia dengan penduduk cukup padat, sektor industri dan transportasinya juga berkembang pesat, yang berpotensi menjadi sumber pencemar. Hasil pengamatan Lestari dan Savitri (2003) menunjukkan kandungan partikulat di udara ambien sekitar Jalan Braga, Kota Bandung sudah melebihi ambang batas, dan kontribusi PM₁₀ terhadap total konsentrasi sebesar 75-79%. Sejak akhir tahun 2000 data ISPU di kota Bandung menunjukkan peningkatan jumlah hari yang dikategorikan sebagai Tidak Sehat dan Sangat Tidak Sehat (Driejana 2004).

Pencemaran udara di Kota Bandung bersumber dari kendaraan bermotor dan industri. Menurut Utama (2004), sumber pencemar yang mengemisi polutan paling besar di kota Bandung adalah sektor transportasi diikuti oleh industri, domestik dan pembakaran sampah, sedangkan emisi partikulat di kota Bandung adalah sekitar 1483 ton per tahun. Kotamadya Bandung pada dasarnya merupakan pusat kota dengan perkembangan pemukiman, transportasi maupun sarana komersial tinggi sehingga akan menjadi sumber emisi polutan sendiri

yang akan menambah konsentrasi zat pencemar di udara. Menurut Bibero dan Young (1974), di kota besar yang berkaitan dengan bangunan gedung-gedung dan permukaan yang menyerap radiasi matahari dan memantulkan panasnya kembali ke udara akan menyebabkan peningkatan suhu udara sehingga kemungkinan terjadi *urban elevated inversion*.

Penulisan makalah ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara kondisi meteorologi setempat terhadap konsentrasi PM10 di udara ambien. Studi kasus dilakukan di Dago dan Cisaranten, Bandung. Dago Pakar mewakili lokasi dengan kondisi lingkungan masih alami, sedangkan Cisaranten Wetan mewakili daerah industri di Bandung.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan berupa data yaitu :

1. Data konsentrasi PM10 dan data meteorologi 30 menit di Dago Pakar tanggal 1-5 Mei 2002
2. Data konsentrasi PM10 dan data meteorologi 30 menit di Cisaranten wetan tanggal 1-5 Mei 2004

Kedua data didapat dari BPLHD Jawa Barat yang berasal dari stasiun *Fix Monitoring* yang ada di kedua tempat. Peta lokasi stasiun terdapat pada Gambar 1.

Metode

Metode yang digunakan untuk menganalisis pengaruh faktor meteorologi terhadap pencemaran udara dalam hal ini adalah analisis regresi linier berganda. Hal ini digunakan karena faktor meteorologi yang mempengaruhi pencemaran udara lebih dari satu faktor. Persamaan umum yang mewakilinya adalah (Mattjik dan Sumertajaya 2002):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} \dots + \beta_p X_{pi} + \epsilon_i \quad (1)$$

Y_i = konsentrasi pencemar PM10

X_i = faktor meteorologi yaitu Radiasi global, suhu udara, kelembaban relatif (RH) dan kecepatan angin

β_i = slope/gradien

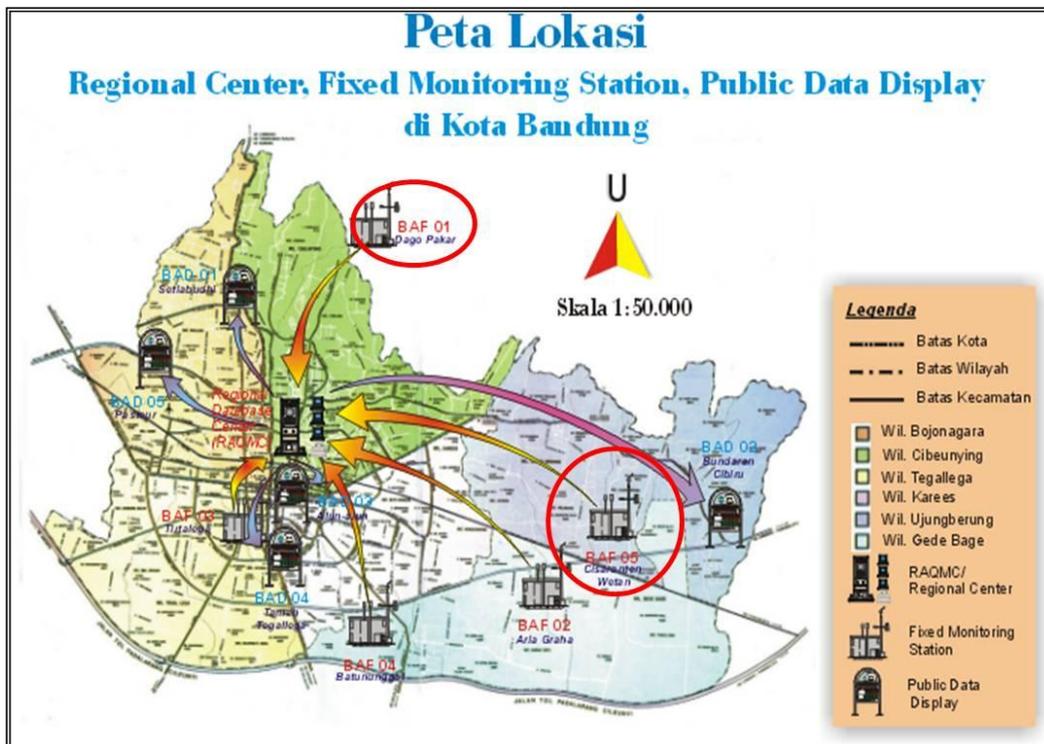
ε_i = error ke-i

Selanjutnya dilakukan analisis ragarm (ANOVA), untuk melihat *p-value*, dengan α = 0.05. Bentuk hipotesis yang diuji dari analisis ragam adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{ada } i \text{ dimana } \beta_i \neq 0$$

Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel.



Gambar 1 Peta lokasi stasiun pemantau kualitas udara Kota Bandung. (Sumber : Regional Center)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis regresi linier berganda terhadap PM10 dan faktor meteorologi di lokasi Dago Pakar menunjukkan bahwa kecepatan angin tidak berpengaruh nyata terhadap konsentrasi PM10 (Tabel 1), karena nilai $p\text{-value} > \alpha=0.05$.

Selanjutnya untuk mendapatkan persamaan konsentrasi PM10 dengan faktor meteorologi lainnya, maka dilakukan analisis regresi linier berganda dengan mengeluarkan kecepatan angin dari data yang dianalisis. Hasil analisis regresi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil analisis pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 di Dago

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R								
	0.332							
R Square								
	0.11							
Adjusted R Square								
	0.095							
Standard Error								
	20.579							
Observations								
	240							

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	4	12334.81	3083.7	7.28	0			
Residual	235	99520.64	423.49					
Total	239	111855.5						

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-69.959	52.891	-1.323	0.187	-174.16	34.242	-174.16	34.242
Rad global	0.024	0.008	2.934	0.004	0.008	0.04	0.008	0.04
Suhu udara	2.77	1.415	1.958	0.051	-0.017	5.557	-0.017	5.557
RH	0.553	0.26	2.123	0.035	0.04	1.066	0.04	1.066
Kec Angin	-1.451	1.92	-0.756	0.45	-5.233	2.331	-5.233	2.331

Tabel 2. Hasil analisis pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 di Dago tanpa pengaruh kecepatan angin

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R								
	0.3288							
R Square								
	0.1081							
Adjusted R Square								
	0.0968							
Standard Error								
	20.5602							
Observations								
	240							

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	12092.78	4030.93	9.54	0			
Residual	236	99762.67	422.72					
Total	239	111855.45						

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-87.334	47.593	-1.835	0.068	-181.09	6.427	-181.096	6.427
Rad global	0.023	0.008	2.867	0.005	0.007	0.039	0.007	0.039
Suhu udara	3.184	1.303	2.443	0.015	0.616	5.751	0.616	5.751
RH	0.621	0.244	2.544	0.012	0.14	1.102	0.14	1.102

Maka didapatkan persamaan yang mewakili hubungan antara faktor meteorologi dengan konsentrasi PM10 adalah:

$$Y_i = -87.334 + 0.023Rad + 3.184T + 0.621RH \quad (2)$$

Jika dilihat dari R², maka besarnya keragaman PM10 di daerah Dago Pakar yang dapat dijelaskan oleh faktor meteorologi hanya 9.68%, yang berarti sisanya sebesar 90.32% dijelaskan oleh faktor lain selain faktor meteorologi suhu, RH dan radiasi.

Tentu saja hal ini berkaitan dengan faktor lain yang mempengaruhi terutama jumlah emisi itu sendiri. Oleh karena itu, dalam makalah ini dicoba juga dianalisis pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 di daerah Cisaranten, yang mewakili daerah industri. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 3.

Dilihat dari hasil analisis di atas, maka nilai *p-value* suhu (T) masih > dari 0.05, sehingga perlu dianalisis lagi dengan mengeliminasi faktor suhu, sehingga didapatkan seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil analisis pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 di Cisaranten Wetan

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.605							
R Square	0.366							
Adjusted R Square	0.355							
Standard Error	20.085							
Observations	224							

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	4	51067.42	12766.86	31.65	0			
Residual	219	88350.35	403.43					
Total	223	139417.8						

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-144.9263	84.1324	-1.7226	0.0864	-310.7391	20.8865	-310.7391	20.8865
T	4.4303	2.2723	1.9497	0.0525	-0.0481	8.9088	-0.0481	8.9088
RH	1.1805	0.3859	3.059	0.0025	0.4199	1.9411	0.4199	1.9411
Rad	0.022	0.0081	2.7096	0.0073	0.006	0.038	0.006	0.038
Va	-9.1109	2.0642	-4.4137	0	-13.1792	-5.0425	-13.1792	-5.0425

Tabel 4. Hasil analisis pengaruh faktor meteorologi terhadap konsentrasi PM10 di Cisaranten Wetan

<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.596							
R Square	0.355							
Adjusted R Square	0.346							
Standard Error	20.213							
Observations	224							

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	49533.9	16511.3	40.4	0			
Residual	220	89883.9	408.6					
Total	223	139417.8						

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	16.0842	16.1747	0.9944	0.3211	-15.7929	47.9614	-15.7929	47.9614
RH	0.5044	0.1704	2.9607	0.0034	0.1686	0.8401	0.1686	0.8401
Rad	0.0279	0.0076	3.683	0.0003	0.013	0.0428	0.013	0.0428
Vangin	-9.1845	2.077	-4.422	0	-13.2778	-5.0911	-13.2778	-5.0911

Berdasar analisis di atas didapat persamaan:

$$Y_i = 16.0842 + 0.028Rad + 0.504RH - 9.184V \quad (3)$$

Koefisien keragamannya adalah 34.6%, sehingga pengaruh faktor meteorologi terhadap keragaman konsentrasi PM10 di Cisaranten lebih besar dibandingkan di Dago. Faktor suhu tidak berpengaruh terhadap keragaman konsentrasi PM10 di Cisaranten, sedangkan kecepatan angin memiliki pengaruh negatif, yang artinya semakin tinggi kecepatan angin, konsentrasi PM10 di Cisaranten semakin kecil. Hal ini dapat dijelaskan bahwa partikulat dapat terbawa ke tempat lain oleh adanya angin. Hal ini sesuai dengan penelitian Maraziotis *et al.* (2008), bahwa terdapat korelasi negatif antara konsentrasi partikulat dengan kecepatan angin. Demikian pula di Jakarta fluktuasi kecepatan angin memiliki korelasi -0.47 dengan konsentrasi PM10 (Turyanti dan Santikayasa 2007).

Jika digambarkan maka ada perbedaan karakteristik pola kecepatan angin antara Dago dan Cisaranten (Gambar 2). Di Dago, kisaran kecepatan angin adalah dari 0.15 m/det hingga 4.3 m/det. Kisaran kecepatan angin di Cisaranten lebih lebar, yaitu dari 0.00 m/det (*calm wind*) hingga 5 m/det. Kecepatan angin 5 m/det berpotensi membawa partikulat ke tempat lain, dan konsentrasi di Cisaranten berkurang.

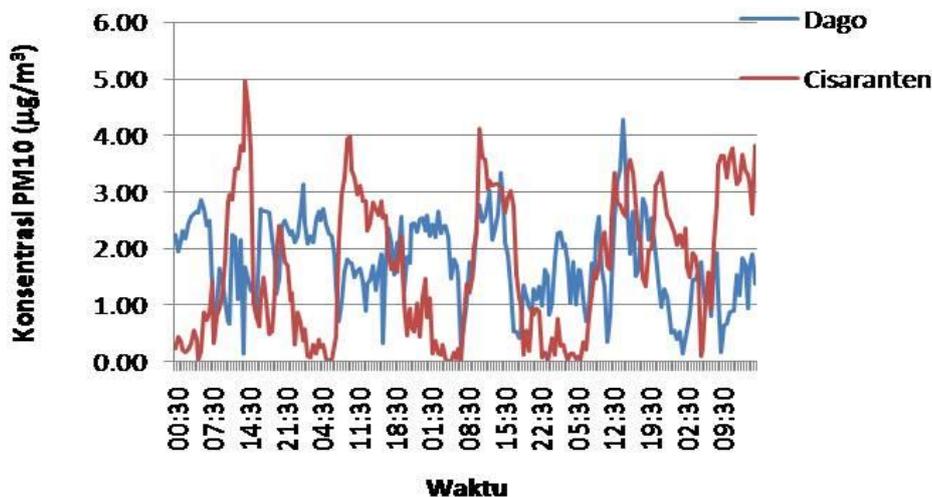
Menurut Geiger *et al.* (1995), penyebaran partikulat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Jika kecepatan angin meningkat, butiran pasir di permukaan akan bergulir dan bertumbukan dengan yang lainnya, dan pada kecepatan angin 5 m s⁻¹ butiran yang tertumbuk akan melayang ke udara dan jatuh lagi ke permukaan, sedangkan jika angin lebih cepat, maka partikel kecil akan bertahan di udara.

Hal ini didukung oleh beberapa penelitian lain seperti hasil penelitian Barmpadimos *et al* (2011),

yang menunjukkan bahwa variabel yang paling penting yang mempengaruhi konsentrasi PM10 salahsatunya adalah *wind gust* (hembusan angin yang cukup kencang) terutama di musim panas. Selain itu, penelitian Ul-Saufie, Yahya dan Ramli (2011), menunjukkan bahwa faktor angin, suhu dan RH bersama-sama mempengaruhi fluktuasi konsentrasi PM10.

Berdasar penelitian Lestari *et al.* (2003), kecepatan angin yang rendah (*calm wind*) serta kondisi atmosfer yang stabil di Kota Bandung menyebabkan polutan sulit terdispersi sehingga terakumulasi dan mencapai konsentrasi absolut maksimum di kawasan tertentu. Kecepatan angin di sekitar daerah batas lereng dan lembah di Cekungan Bandung yang relatif lemah terutama pada sore hari menjelang malam (pukul 18.00) serta pada dini hari (pukul 03.00), merupakan karakteristik dari angin lereng yang berbatasan dengan lembah yang relatif lebih datar (Turyanti 2005). Menurut Monti *et al* (2002), waktu-waktu transisi pagi dan sore memang dicirikan dengan adanya kecepatan angin rendah. Karakteristik ini akan menyebabkan timbulnya masalah polusi udara karena akan mereduksi dispersi dan transport polutan. Hal ini juga sesuai dengan Oke (1978) bahwa kecepatan angin rata-rata menurun dan berada pada kondisi minimum di permukaan yaitu di sekitar perbatasan lereng dan lembah.

Penelitian Turyanti (2005) menunjukkan kecenderungan terjadinya angin lemah juga terjadi di permukaan cekungan Bandung pada siang hari terutama sekitar pukul 12.00 yang akan mempengaruhi kualitas udara Kota Bandung. Pada saat tersebut aktivitas kota cukup tinggi, terutama sektor transportasi, sehingga adanya angin lemah di permukaan akan menyebabkan polutan sulit mengalami pengenceran dan cenderung terakumulasi di permukaan.



Gambar 2 Fluktuasi kecepatan angin di Dago dan Cisaranten.

KESIMPULAN

Berdasar hasil analisis regresi berganda, didapatkan bahwa faktor meteorologi yang berpengaruh terhadap konsentrasi pencemar khususnya PM10 akan berbeda antar lokasi. Di Dago faktor kecepatan angin tidak nyata berpengaruh tetapi di Cisaranten berpengaruh sangat nyata terhadap keragaman konsentrasi PM10. Di Cisaranten faktor suhu tidak mempengaruhi konsentrasi PM10, sedangkan kecepatan angin berpengaruh negatif terhadap konsentrasi pencemar PM10.

Persamaan konsentrasi PM10 yang didapatkan di daerah Dago adalah $Y_i = -87.334 + 0.023Rad + 3.184T + 0.621RH$, dengan $R^2 = 9.68\%$ Sedangkan persamaan konsentrasi PM10 yang didapatkan di daerah Cisaranten adalah $Y_i = 16.0842 + 0.028Rad + 0.504RH - 9.184V$, dengan $R^2 = 34.6\%$.

Kisaran kecepatan angin di Cisaranten lebih lebar daripada di Dago, dan terdapat hembusan angin mencapai 5 m/det di Cisaranten yang berpotensi membawa partikulat ke daerah lain, sehingga menurunkan konsentrasi PM10 setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pak Agus dari Regional Center Jawa Barat, serta Ibu Andria dari BPLHD Jawa Barat sehubungan dengan penggunaan data dari AQMS Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimaman R. 2004. Pengkajian perencanaan penataan "Cekungan Bandung" secara lintas sektoral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman – Departemen KIMPRASWIL. <http://www.bplhdjabar.go.id>
- Arya SP. 1999. *Air Pollution Meteorology and Dispersion*. NY : Oxford University Press
- [Bappenas] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan Pemerintah Kota *Strategi Bandung*. 2006. *Strategi dan Rencana Aksi Lokal Kota Bandung untuk Peningkatan Kualitas Udara Perkotaan*. Jakarta : Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
- Barmpadimos I, Hueglin C, Keller J, Henne S, Prévôt SH. 2011. Influence of meteorology on PM10 trends and variability in Switzerland from 1991 to 2008. *Atmos. Chem. Phys.* 11: 1813-1835
- Bibero RJ, Young IG. 1974. *Systems Approach to Air Pollution Control*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- BPLHD [Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah] Propinsi Jawa Barat. Data PM10 Dago dan Cisaranten
- Driejana. 2004. Pencemaran udara di kota Bandung mencemaskan. WJPES. <http://www.bplhdjabar.go.id>
- Geiger R, Aaron RH, Todhunter P. 1995. *The Climate Near the Ground*. Friedr.Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden.
- Gotoh T. 1993. Relation between heat islands and NO₂ pollution in some Japanese cities. *Atmospheric Environment* 27B (1):121-128.
- Pidwirny M, Gow T. 1996. Acid Rain and Deposition. *Living Landscape : Thompson-Okanagan : Past, Present and Future*. [Http://royalokanagan.bc.ca/mpidwirn/atmosphereandclimate/acidprecip.html](http://royalokanagan.bc.ca/mpidwirn/atmosphereandclimate/acidprecip.html)
- Hakiki M. 2008. Pendugaan Konsentrasi Permukaan Polutan Sulfur Dioksida (SO₂) menggunakan Model Gaussian (Studi Kasus : PT Yamaha Motor Manufacturing, Jakarta) [skripsi]. Bogor : Departemen Geofisika dan Meteorologi, Institut Pertanian Bogor.
- Lestari P, Savitri. 2003. Atmospheric particulate concentration measured in an urban area Bandung. *Pure.appl.geophys.* 160 : 107-116.
- Lestari P, Utama MP, Tahar A, Siagian U. 2003. Estimation of ambient air quality from transport sector using simple dispersion model for Bandung city. *Seminar of Better Air Quality*, Manila, Desember 2003.
- Madany IM, Danish S. 1993. Spatial and temporal patterns in nitrogen dioxide concentrations in a hot desert region. *Atmospheric Environment* 27A (15):2385-2391.
- Marazioti E, Sarotis L, Marazioti C, Marazioti, P. 2008. Statistical analysis of inhalable (PM10) and fine particles (PM2.5) concentrations in urban region of Patras, Greece. *Global NEST Journal* 10 (2) : 123-131
- Mattjik AA, Sumertajaya M. 2002. *Perancangan percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Jilid I edisi 2. Bogor : IPB Press
- Mentzakis E, Delfino D. 1999. Effects of air pollution and meteorological parameters on human health in the city of Athens, Greece. *International Journal of Environment and Pollution* 40 (1-2) : 210-225
- Monti P, Fernando HJS, Princevac M, Chan WC, Kowalewski TA, Pardyjak ER. 2002. Observation of flow and turbulence in the nocturnal boundary layer over a slope. *J. Atmos. Sci.* 59:2513-2534.
- Oke TR. 1978. *Boundary Layer Climates*. London : Methuen & Co. Ltd.
- Ritz B, Fei Y, Fruin S, Chapa G, Shaw GM, Harris JA. 2002. Ambient Air Pollution and Risk of Birth Defects in Southern California. *Am J Epidemiol* 2002;155:17-25
- Turyanti A. 2005. Pola Angin Cekungan Bandung menggunakan Model Meteorologi Skala Meso (MM5) untuk Pendugaan Dispersi Polutan Kota

- Bandung. [tesis]. Bandung : Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Turyanti A, Santikayasa IP. 2007. Analisa Pola Unsur Meteorologi dan Konsentrasi Polutan di Udara Ambien (Studi Kasus Kota Jakarta dan Bandung). *Jurnal Agromet Indonesia* 20 (2): 25-37
- Ul-Saufie AZ, Yahya AS, Ramli NA. 2011. Improving multiple linear regression model using principal component analysis for predicting PM10 concentration in Seberang Prai, Pulau Pinang. *International Journal of Environmental Sciences* 2(2):403-409
- Utama MP. 2004. Estimasi Kualitas Udara Ambien Kota Bandung dengan Menggunakan Model Dispersi MUAIR. [Tugas Akhir]. Bandung : Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- [WHO] World Health Organization. 2006. *WHO Air Quality Guidelines For Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide And Sulfur Dioxide. Global Update 2005. Summary of Risk Assessment.*
<http://www.euro.who.int/Document/E87950.pdf> .
- Yerramilli A, Dodla VBR, Yerramilli S. 2012. Air Pollution, Modeling and GIS based Decision Support Systems for Air Quality Risk Assessment. *College of Science Engineering & Technology, Jackson State University, Jackson MS, USA.*
<http://www.intechopen.com>. [diakses : 15 Mei 2012]