

Penentuan Korelasi Curah Hujan, Ketinggian Lapisan Inversi dan Hubungannya dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya

Novi K. Sari, Hastuadi Harsa, dan Rachmat Boedisantoso

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: boedisantoso@its.ac.id

Abstrak— Kota Surabaya memiliki pencemaran tinggi yang dipengaruhi oleh meteorologi dan lapisan inversi. Dispersi polutan terbatas sampai ketinggian lapisan inversi atau *mixing height*. Penelitian ini menentukan perubahan curah hujan terhadap ketinggian lapisan inversi, perubahan curah hujan terhadap ketinggian lapisan inversi dan ketinggian lapisan inversi terhadap udara ambien kota Surabaya. Data yang digunakan adalah profil temperatur melalui penerbangan Radiosonde BMKG Juanda, curah hujan harian wilayah dari BMKG Perak 1 dan Juanda pada musim hujan serta rata-rata harian kualitas udara ambien di Stasiun 1,4, dan 5 kota Surabaya selama tahun 2009-2014. Penentuan korelasi menggunakan korelasi *Pearson*. *Mixing height* lebih rendah pada musim hujan akibat ketinggian awan yang rendah dan pengaruh jenis inversi. *Mixing height* memiliki korelasi positif lemah dengan curah hujan (0,120). Sebaliknya *mixing height* berkorelasi negatif lemah terhadap kualitas udara ambien kecuali SO_2 ($-0,088 \leq r \leq -0,581$). Curah hujan memiliki korelasi lemah terhadap semua parameter ambien, kecuali SO_2 memiliki korelasi lebih kuat ($-0,122 \leq r \leq -0,308$).

Kata Kunci— Curah Hujan, Ketinggian Lapisan Inversi, Korelasi *Pearson*, Kualitas udara ambien.

I. PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang menerapkan kebijakan lingkungan terkait pencemaran udara. Kebijakan lingkungan yang diterapkan diantaranya adalah Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 mengenai pengendalian pencemaran udara. Pada kebijakan tersebut, pemerintah kota Surabaya berupaya menginformasikan kualitas udara ambien dalam bentuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) sebagai pelaporan hasil pemantauan kualitas udara kepada masyarakat [1]. Kualitas udara ambien perlu dinyatakan dalam indeks, sehingga masyarakat dapat mengetahui seberapa buruk kualitas udara yang akan berpengaruh pada kesehatan mereka. Hal tersebut dalam rangka peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pencemaran yang terjadi [2]. Kualitas udara ambien di kota Surabaya yang terpantau pada stasiun pemantau kualitas udara memiliki 5 parameter kunci yang diukur yaitu : PM_{10} , SO_2 , O_3 ,

NO_2 , dan CO [1]. Parameter tersebut merupakan polutan yang dapat mengganggu kesehatan manusia [2].

Saat ini, keberadaan stasiun pemantau masih menjadi media informasi dan evaluasi kualitas ambien kota. Data-data rekaman stasiun pemantau belum sepenuhnya digunakan untuk merencanakan perbaikan kualitas udara secara kuantitatif. Hal ini sebagai salah satu kontributor tidak langsung, kota Surabaya menduduki peringkat ketiga setelah Bangkok dan Jakarta sebagai kota di kawasan Asia yang memiliki pencemaran udara tertinggi [3]. Peringkat ini mengindikasikan kualitas udara yang buruk ditandai dengan konsentrasi polutan yang tinggi dimana akan mengganggu kesehatan manusia [2].

Dalam kenyataannya, konsentrasi polutan yang tinggi terjadi karena sumber pencemar yang besar, dan dapat tereduksi akibat penyebaran polutan secara vertikal maupun horizontal. Penyebaran ini sangat dipengaruhi volume dispersi yang tersedia di atmosfer. Penyebaran secara vertikal terbatas sampai lapisan inversi atau *mixing height*. Apabila *mixing height* tinggi maka kesempatan polutan untuk bercampur dengan parcel udara lain akan semakin tinggi [4]. Penyebaran polutan dapat terhambat dengan adanya lapisan inversi. Lapisan inversi seperti topi yang menutup pergerakan udara secara vertikal [5]. Polutan yang terdapat didalam udara akan terperangkap pada lapisan bawah inversi udara yang lebih dingin tidak dapat naik menembus lapisan inversi yang lebih hangat [6]. Polutan yang terperangkap akan mengendap pada udara permukaan yang manusia hirup [4].

Selain data seri pada stasiun pemantau, kota Surabaya juga memiliki dua stasiun Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) yaitu BMKG Perak dan BMKG Juanda. Data BMKG ini cukup lengkap dan dapat digunakan untuk mengevaluasi volume dispersi yang tersedia, dengan menganalisa korelasi parameter meteorologi, *Mixing height* dan konsentrasi parameter ISPU. Penelitian ini akan menentukan korelasi perubahan curah hujan terhadap ketinggian lapisan inversi, perubahan curah hujan terhadap udara ambien, dan korelasi antara ketinggian lapisan inversi dan kualitas udara ambien kota Surabaya. Hasil korelasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk memprediksi kualitas udara di kota Surabaya pada penelitian selanjutnya.

II. METODE

A. Data Analisa

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian, ketinggian lapisan inversi atau mixing height, dan konsentrasi polutan SO₂, NO₂, dan O₃. Data mixing height didapatkan dari penerbangan Radiosonde di BMKG Juanda. Penerbangan Radiosonde dilakukan pada pukul 00.00 dan



Gambar 1. Lokasi BMKG dan SUF.

12.00. Data curah hujan menggunakan curah hujan harian wilayah didapatkan dari BMKG Juanda dan BMKG Perak 1. Data konsentrasi SO₂, NO₂, dan O₃ didapatkan dari stasiun pemantau (SUF) 1, 4, dan 5 kota Surabaya. Lokasi stasiun pemantau dapat dilihat pada gambar 1.

B. Pelingkupan Data

Penentuan ketinggian lapisan inversi yaitu dengan menentukan *mixing height*. Hal tersebut disebabkan *mixing height* merupakan tempat pencampuran maksimal [7]. Penggunaan data pada *mixing height* adalah nilai rata-rata inversi harian dari ketersediaan data yang ada yaitu rata-rata data pukul 00.00 dan 12.00 karena data tersebut dapat mewakili ketinggian lapisan inversi pada siang dan malam hari. Pelingkupan data berikutnya adalah data curah hujan pada musim penghujan. Data tersebut menggunakan nilai rata-rata harian wilayah ($t=24$ jam). Penentuan nilai curah hujan wilayah menggunakan metode aritmatik yang dapat digunakan menggunakan rumus [8] :

$$CH_{wil} = \frac{CH_1 + CH_2 + CH_3 \dots + CH_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n CH_i}{n} \quad (1)$$

Dengan CH_{wil} Curah hujan wilayah, CH curah hujan pada stasiun i , dan n adalah jumlah stasiun penakar hujan.

C. Penelitian Data

Penelitian data dilakukan dengan penentuan *mixing height* yaitu menggunakan profil temperatur vertikal dari data Radiosonde pada stasiun meteorologi terdekat [9]. *Mixing height* yang didapatkan dianalisa ketinggian dan jenis inversinya.

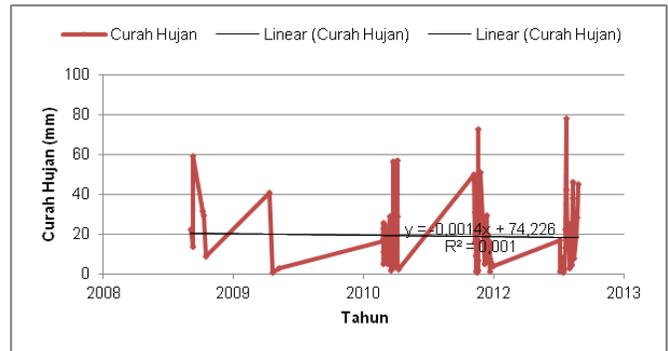
Penentuan korelasi menggunakan analisa korelasi sederhana yaitu korelasi *Pearson*. Analisa korelasi tersebut menggunakan

software *Microsoft Excel*. Pada analisa ini dibedakan gugus independen (x) dan gugus dependen (y). Pada korelasi *Pearson*, nilai yang menjadi gugus independen (x) adalah yaitu curah hujan dan ketinggian lapisan inversi. Sedangkan nilai yang menjadi gugus dependen (y) adalah konsentrasi NO₂, SO₂, dan O₃. Hal ini disebabkan faktor meteorologi mempengaruhi dispersi polutan [4] sehingga curah hujan dikategorikan dalam gugus independen (x). Selain itu *mixing height* juga mempengaruhi dispersi polutan [10]. *Mixing height* menjadi gugus dependen (x) pada penentuan korelasi curah hujan dan ketinggian lapisan inversi karena faktor meteorologi mempengaruhi ketinggian lapisan inversi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Curah Hujan

Curah hujan kota Surabaya dominan terjadi pada musim hujan yaitu bulan November-April. Curah hujan di BMKG Perak kota Surabaya diukur pada ketinggian 3 m diatas permukaan laut. Data curah hujan tersebut dianalisa selama tahun 2009-2014 pada musim hujan yang tersedia 263 data



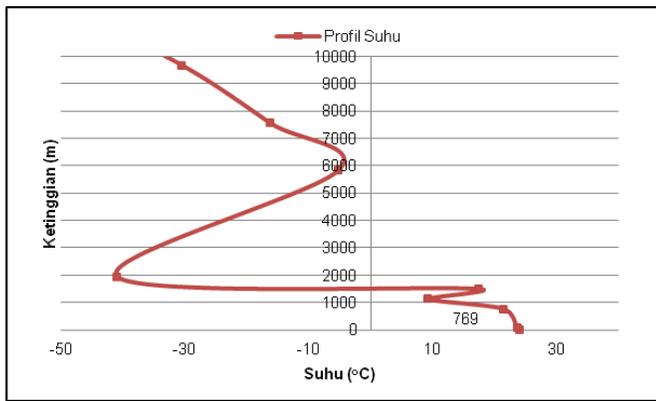
Gambar 2. Pola Curah Hujan

nilai curah hujan dengan lama pengamatan selama 24 jam. Pada data tersebut terdapat nilai curah hujan paling rendah yaitu 0,6 mm dan paling tinggi yaitu 78 mm. Sedangkan nilai rata-rata yaitu sebesar 18,8 mm. Pola curah hujan harian wilayah kota Surabaya dapat dilihat pada gambar 2.

B. Penentuan Ketinggian Lapisan Inversi

Penentuan ketinggian lapisan inversi dapat dianalisa menggunakan profil temperatur. Ketinggian lapisan inversi yang dimaksud adalah *mixing height*. Hal tersebut disebabkan *mixing height* merupakan bagian dari lapisan batas atmosfer dimana tempat sumber utama dari pencampuran polutan dengan udara ambien [11]. Dari ketinggian pencampuran dapat menentukan penyebaran polutan dan penentuan volume dispersi [10].

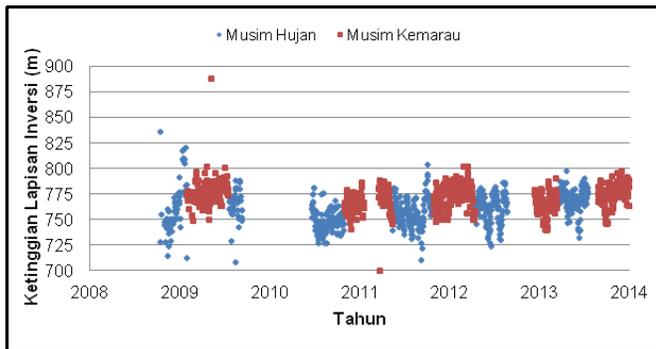
Berdasarkan data BMKG Juanda, data profil temperatur dari penerbangan radiosonde hingga ketinggian 10,7 km di BMKG Juanda. Penerbangan radiosonde dilakukan oleh BMKG Juanda yaitu pukul 00.00 dan 12.00. Jumlah data digunakan sebanyak 82 data rata-rata *mixing height*. Dalam mendapatkan *mixing height* dapat dilihat melalui perubahan suhu sesuai dengan ketinggian. Lapisan inversi terjadi pada saat udara yang lebih hangat berada di atas lapisan



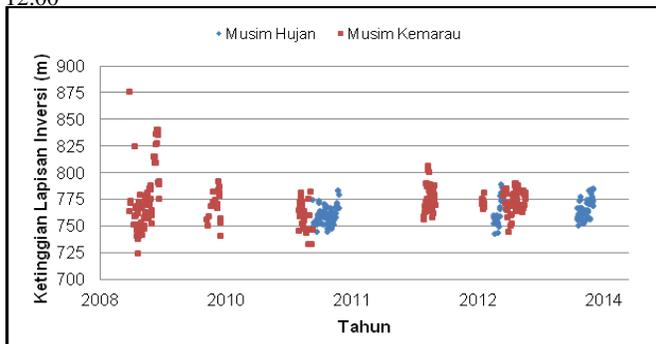
Gambar 3. Grafik Profil Temperatur

lingkungannya yang lebih dingin [5]. Contoh ketinggian lapisan inversi pada profil temperatur kota Surabaya tanggal 28 Juni 2011 pukul 00.00 dapat dilihat pada Gambar 3.

Mixing height berada di lapisan atmosfer terbawah (troposfer) [6]. Lapisan tersebut berada dibawah ketinggian 15 km [12]. Kota Surabaya memiliki ketinggian lapisan inversi pada saat hujan di musim penghujan berada diantara 731 – 785 m dengan mean 755 m. Gambar 3 tentang grafik profil temperatur, dapat dilihat bahwa udara dingin pada ketinggian 2000 hingga 6000 m, menekan kebawah hingga memanaskan udara dibawahnya dan membentuk udara hangat. Kejadian tersebut dapat dianalisa bahwa jenis inversi di kota Surabaya



Gambar 4. Grafik Perbandingan Ketinggian Lapisan Inversi Pukul 12.00



Gambar 5. Grafik Perbandingan Ketinggian Lapisan Inversi Pukul 00.00

adalah jenis *subsidence inversion* [13]. *Subsidence inversion* adalah tipe inversi yang dipengaruhi oleh sistem tekanan tinggi. Jenis inversi ini disebabkan penurunan udara dingin (sistem tekanan tinggi) dimana udara tersebut menekan dan memanaskan lapisan dibawahnya sehingga

membentuk lapisan hangat secara adiabatik. Lapisan hangat tersebut merupakan inversi suhu [7], [14], dan [15].

Tekanan tinggi oleh udara dingin yang secara terus menerus mengakibatkan perubahan ketinggian lapisan inversi di musim hujan maupun kemarau tidak jauh berbeda yaitu dengan perbedaan sekitar 50 m. rendah pada musim hujan dibanding musim kemarau. Hal tersebut disebabkan pada musim hujan suhu udara relatif rendah yang menyebabkan *mixing height* semakin rendah [16]. Pada gambar 4 dan 5, terlihat perbedaan ketinggian lapisan inversi antara musim hujan dan musim kemarau dengan perbandingan pukul 00.00 dan 12.00. Kondisi ini sama terjadi di kota Nagpur, India, yaitu pada kondisi hujan, berawan dan langit mendung menahan ketinggian lapisan pencampuran. Sedangkan nilai ketinggian lapisan pencampuran yang tinggi karena adanya proses konvektif *thermal* yang kuat sehingga menyebabkan peningkatan turbulensi dan gaya apung pada permukaan [17]. Keadaan tersebut sama dengan yang terjadi pada kota Surabaya, Meskipun ketinggian lapisan inversi tidak jauh berbeda antara malam hari dan siang hari akibat jenis inversi yaitu *subsidence inversion*.

C. Gambaran Kosentrasi Polutan (SO₂, NO₂, dan O₃)

Pada Tabel 1, kosentrasi rata-rata SO₂ di musim hujan selama tahun 2009-2014 pada SUF 1, SUF 4, dan SUF 5 masing-masing adalah 181,335 ug/m³, 267,295 ug/m³ dan 182,888 ug/m³.

Tabel 1. Analisa Deskriptif Nilai Rata-Rata Harian Kosentrasi SO₂

Jenis SUF	Max (ug/m ³)	Min (ug/m ³)	Mean (ug/m ³)
1	300,030	97,420	181,335
4	136,63	136,63	267,295
5	299,890	19,030	182,888

Pada tabel 2 dapat dilihat kosentrasi rata-rata NO₂ di musim hujan selama tahun 2009-2014 pada SUF 1 dan SUF 5, adalah 7,037 ug/m³ dan 17,717 ug/m³.

Tabel 2. Analisa Deskriptif Nilai Rata-Rata Harian Kosentrasi NO₂

Jenis SUF	Max (ug/m ³)	Min (ug/m ³)	Mean (ug/m ³)
1	28,730	0,450	7,037
5	40,040	2,250	17,717

Pada tabel 3 dapat dilihat kosentrasi rata-rata O₃ di musim hujan selama tahun 2009-2014 pada SUF 1 dan SUF 5 adalah 101,375 ug/m³ dan 49,881 ug/m³.

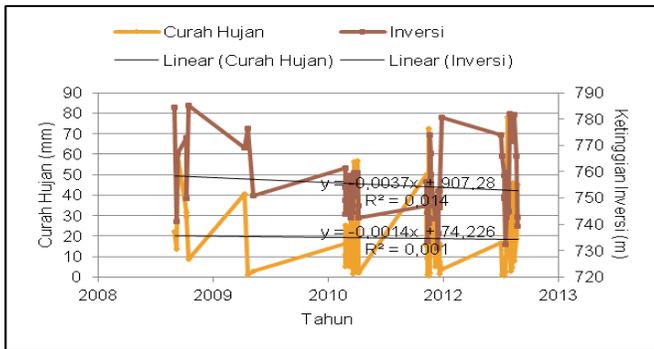
Tabel 3. Analisa Deskriptif Nilai Rata-Rata Harian Kosentrasi O₃

Jenis SUF	Max (ug/m ³)	Min (ug/m ³)	Mean (ug/m ³)
1	396,480	30,040	101,375
5	94,520	22,200	49,881

Kosentrasi O₃ cukup tinggi di musim hujan disebabkan petir yang dapat menghasilkan ozon. 6 molekul O₂ akan terpecah menjadi 6 atom O, kemudian atom O akan bereaksi dengan O₂ dan membentuk ozon [18].

D. Analisa Korelasi Curah Hujan dan Ketinggian Lapisan Inversi

Curah hujan dan ketinggian lapisan inversi merupakan salah satu faktor dalam mempengaruhi konsentrasi polutan. Analisa curah hujan dan ketinggian lapisan inversi didapatkan menggunakan menggunakan data yang tersedia, dimana data yang dianalisa hanya pada musim hujan selama tahun 2009-2014 yaitu pada bulan November-April. Nilai korelasi yang didapatkan adalah 0,12. Hubungan tersebut dapat digambarkan pada gambar 6 tentang grafik hubungan curah hujan dan Lapisan Inversi.



Gambar 6. Grafik Hubungan Curah Hujan dan Ketinggian Lapisan Inversi

Korelasi yang bernilai $0,0 < x < 2,5$ merupakan korelasi yang sangat lemah dan bersifat positif. Nilai korelasi positif dimaksud adalah hubungan antar variabel searah [19]. Searah artinya variabel x bernilai tinggi, maka variable y bernilai tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa curah hujan yang tinggi, maka lapisan inversi akan menjadi tinggi. Nilai korelasi tersebut bersifat positif karena pada saat kondisi hujan yang terus menerus dengan hujan yang berkelanjutan akan memecah lapisan inversi [20]. Hujan memiliki mekanisme kontak dengan massa udara yang lebih dingin dimana udara hangat mengalami pencampuran dengan udara dingin sehingga menghasilkan suhu yang sama [21]. Pada umumnya nilai curah hujan yang tinggi akan menyebabkan ketinggian lapisan inversi yang semakin tinggi [22].

Pada kota Surabaya nilai korelasi lemah disebabkan diantaranya adalah Awan hujan akan menahan inversi sehingga tidak bisa naik dan membuat *mixing height* menjadi minimum. Hal tersebut disebabkan adanya gabungan awan hujan (zona konvergen) dan membatasi area maksimuml vertikal [23]. Awan hujan yaitu awan cumulus [24] memiliki ketinggian sekitar 500-1200m diatas permukaan. Menurut BMKG kota Surabaya (2014), ketinggian awan bermacam-macam pada musim hujan bergantung pada kondisi dan jenis awan. Ketinggian awan di kota Surabaya ± 700 m dari permukaan pada musim hujan. Keadaan awan hujan ini membuat nilai Korelasi curah hujan terhadap lapisan inversi rendah (0,120). Ketinggian awan yang lebih rendah dari lapisan inversi membuat lapisan tersebut tidak pecah. Faktor lainnya yaitu pada saat hujan ringan, berawan dan langit mendung dapat menahan ketinggian lapisan pencampuran [15]. Kondisi demikian menyebabkan lapisan inversi tidak naik dengan maksimal sehingga nilai korelasi terindikasi sangat lemah.

E. Analisa Korelasi Rata-Rata Ketinggian Lapisan Inversi dan Udara Ambien

SO₂, NO₂, dan O₃ merupakan beberapa parameter penting dalam penentuan kualitas udara ambien kota Surabaya. Dalam penelitian ini dilakukan analisa hubungan antara SO₂, NO₂, dan O₃ dengan ketinggian lapisan inversi. Inversi dapat menentukan pergerakan dan dispersi polutan di lapisan bawah tersebut karena polutan tidak dapat bergerak dan terdispersi secara horisontal bila terperangkap di bawah lapisan inversi [6]. Polutan yang terperangkap akan mengendap pada permukaan sehingga akan dihirup oleh manusia [4].

Sesuai pada pelingkupan bahwa analisa korelasi dilakukan pada saat hujan di musim penghujan. Nilai korelasi antara ketinggian lapisan inversi dan udara ambien (SO₂, NO₂, dan O₃) kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4. Secara umum, nilai korelasi lemah disebabkan oleh *mixing hieght* yang hanya pada ketinggian 731 – 785 m diatas permukaan. Ketinggian lapisan inversi akan mendispersikan dengan baik pada ketinggian 1200 dan 1500 m [25].

Tabel 4. Hasil Korelasi Ketinggian Lapisan Inversi dan Udara Ambien

Jenis SUF	Kosentrasi SO ₂ (ug/m ³)	Kosentrasi NO ₂ (ug/m ³)	Kosentrasi O ₃ (ug/m ³)
1	-0,088	-0,099	0,024
4	-0,581	---	---
5	-0,228	-0,127	-0,015

Kosentrasi NO₂ dan O₃ pada SUF 4 tidak dianalisa karena ketersediaan data minimum untuk dianalisa. Pada Tabel 4 didapatkan hasil korelasi ketinggian lapisan inversi dan kosentrasi NO₂ pada saat hujan di musim penghujan, didapatkan nilai korelasi lemah negatif -0,099 hingga -0,127. Analisa ketinggian lapisan inversi dan kosentrasi O₃ didapatkan nilai 0,024 hingga -0,015 yaitu tidak berkorelasi karena nilai mendekati 0. Sedangkan analisa ketinggian lapisan inversi dan kosentrasi SO₂ didapatkan nilai -0,088 hingga -0,581.

Hasil korelasi didapatkan bahwa SO₂ dan NO₂ memiliki korelasi negatif, namun O₃ tidak berkorelasi dengan ketinggian lapisan inversi. Hal tersebut diakibatkan kosentrasi O₃ menjadi tinggi pada saat hujan yang disebabkan oleh petir. Ozon terbentuk karena adanya pemecahan molekul O₂ dan berikatan dengan atom O membentuk ozon [18]. SO₂ dan NO₂ cenderung terdispesi pada ketinggian inversi yang semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan ruang yang semakin luas akan membuat proses dilusi semakin cepat. Namun karena jenis inversi yang membuat perubahan inversi tidak berbeda jauh diperkirakan pengaruh curah hujan dalam adsorbsi polutan lebih tinggi daripada ketinggian lapisan inversi.

F. Analisa Korelasi Curah Hujan dan Udara Ambien

Curah hujan dapat membantu membersihkan polutan di atmosfer melalui proses pencucian melibatkan pencucian, akumulasi, dan absorpsi [26]. Pada korelasi ini didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 5.

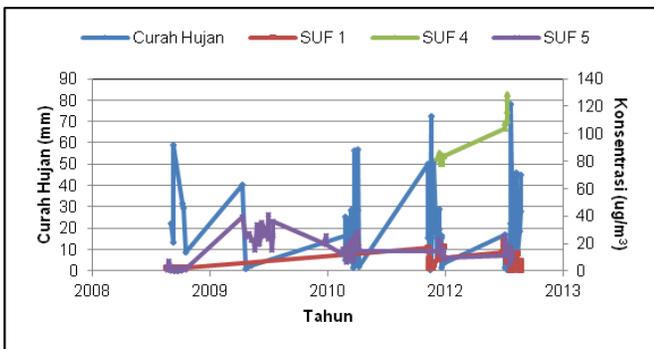
Berdasarkan Gambar 9, hasil analisa korelasi antara curah hujan dengan konsentrasi NO₂ berkisar -0,037 hingga

-0,166. Hasil tersebut memaparkan bahwa curah hujan dan konsentrasi NO₂ memiliki korelasi sangat lemah bersifat negatif. Hal tersebut masih mengindikasikan bahwa semakin besar curah hujan, nilai NO₂ semakin berkurang. Nilai kelarutan NO₂ dalam air sebesar 0,0292 g/ml pada suhu 0°C, dimana semakin panas kelarutan akan semakin kecil [27]. Kota Surabaya yang memiliki rata-rata suhu sebesar 25°C – 30°C sehingga tingkat terlarut NO₂ menjadi rendah.

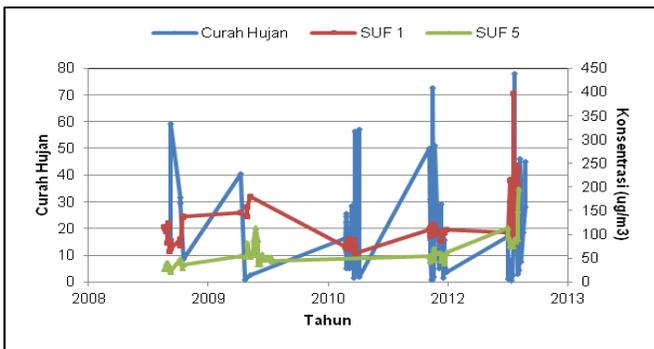
Tabel 5. Hasil Korelasi Curah Hujan dan Udara Ambient

Parameter Ambient	Nilai Korelasi		
	SUF 1	SUF 4	SUF 5
NO ₂	-0,165	-0,166	-0,037
SO ₂	-0,308	-0,118	-0,120
O ₃	0,059	---	-0,141

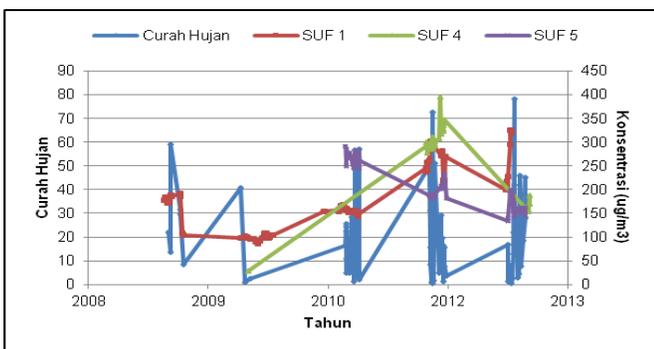
Berdasarkan gambar 8, hasil korelasi curah hujan dengan konsentrasi O₃ pada SUF 1 dan SUF 5 masing-masing adalah 0,059 dan -0,141. Hasil nilai korelasi curah hujan dan O₃ yang sangat lemah. Studi lain menyatakan parameter pencemar ozon



Gambar 7. Grafik Hubungan Curah Hujan dan Konsentrasi NO₂



Gambar 8. Grafik Hubungan Curah Hujan dan Konsentrasi O₃



Gambar 9. Grafik Hubungan Curah Hujan dan Konsentrasi SO₂

memiliki korelasi yang lemah terhadap curah hujan [28,29]. Ozon permukaan memiliki kelarutan dalam air sebesar 0,105 g/100 ml (pada suhu 0°C) [18]. Semakin panas suhu pada suatu daerah maka akan semakin kecil kelarutannya. Dari hasil korelasi dinyatakan curah hujan memiliki korelasi sangat lemah terhadap O₃ dan tidak *significant*.

Berdasarkan Gambar 7-9, hasil analisa korelasi antara curah hujan dengan konsentrasi SO₂ pada SUF 1, SUF 4, dan SUF 5 adalah -0,120 hingga -0,308 dimana termasuk korelasi yang lemah negatif. Pada nilai tersebut dapat dideskripsikan bahwa apabila nilai curah hujan tinggi, maka nilai konsentrasi polutan SO₂ menjadi rendah. SO₂ memiliki kelarutan sebesar pada suhu 25°C sebesar 8,5 g/100 ml, dan pada suhu 30°C sebesar 8,247 g/100 ml [18]. Korelasi tidak kuat diakibatkan oleh hujan yang tidak merata di kota Surabaya. Kota Surabaya merupakan kota pantai yang memungkinkan adanya perpindahan aliran udara dari laut menuju permukaan dan sebaliknya. Sistem tersebut menyebabkan adanya sistem adveksi kedalam awan sehingga sebagian wilayah tetap kering [22]. Korelasi konsentrasi SO₂ dengan hujan memiliki nilai anti korelasi [30], karena polutan SO₂ terserap oleh air hujan. Polutan SO₂ ini memiliki kelarutan dalam air yang tinggi daripada polutan lainnya.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini ditemukan ketinggian lapisan inversi atau *mixing height* memiliki korelasi positif lemah dengan curah hujan (0,120) akibat ketinggian awan hujan yang rendah dan pengaruh jenis inversi. Jenis inversi kota Surabaya dapat berpengaruh terhadap ketinggian lapisan inversi yang tidak berubah jauh sehingga *mixing height* berkorelasi negatif lemah terhadap kualitas udara ambient kecuali SO₂ yang cukup kuat (-0,088 ≤ r ≤ -0,581). Selain itu Curah hujan memiliki korelasi lemah terhadap semua parameter ambient, kecuali SO₂ memiliki korelasi lebih kuat (-0,122 ≤ r ≤ -0,308) karena kelarutan SO₂ paling tinggi diantara polutan yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Pak Harsa Hastuadi selaku penyedia data meteorologi, Pak Assomadi selaku penyedia dana penelitian, dan Badan Lingkungan Hidup selaku penyediaan data kualitas udara ambient.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. Laporan Pemeliharaan Stasiun Monitoring Udara Ambient. Badan Lingkungan Hidup. Surabaya, (2008).
- [2] Kumar, A. and Goyabraahiml, P. "Forecasting of Daily Air Quality Index in Delhi". *Science of the Total Environment*. 409 (2011) 5517–5523.
- [3] Anonim. (2014, 27 September). Surabaya Peringkat Ketiga Kota Berpolusi di Asia. *Pelita*. (URL : <http://www.pelita.or.id/baca.php?id=81172>).
- [4] Surmayanti. "Polusi Udara di Kawasan Cekung". *Dirgantara*. Vol 12 No. 3 (2011) 83-89.
- [5] Yasmeen, Z. "Inversion Layer and Its Environmental Impact over Karachi". *Pakistan Journal of Meteorology*. Vol. 7, Issue 14 (2011).
- [6] Fardiaz, S. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius, (1992).

- [7] Peavy, H. S., Rowe, D. R., Tchobanoglous G. *Environmental Engineering*. Singapore : McGraw-Hill, Inc, (1986).
- [8] Ahmad M. *Hidrologi Teknik*. Buku Ajar Universitas Hassanudin, (2011)
- [9] Nath S. and Patil S. R. "Prediction of Air Pollution Concentration Using an in Situ Real Time Mixing Height Model". *Atmospheric Environment*. No. 40 (2006) 3816-3882.
- [10] Bachtiar, V.S., Davies, F., and Danson, F.M. "A combined model for improving estimation of atmospheric boundary layer height". *Atmospheric Environment*. No. 98 (2014) 461-473.
- [11] Rati, C. Analisis Karakteristik Parameter-Parameter Atmospheric Boundary Layer Dengan Data Radiosonde (Studi Kasus : Kota Serang). Program Studi Geofisika dan Meteorologi. IPB. Bogor, (2013).
- [12] Seinfeld, J. H. *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution*. Canada : John Wiley and Sons Inc, (1986).
- [13] Wikandari, N. P. S. 2014. Penentuan Korelasi Perubahan Curah Hujan dan Kekuatan Radiasi Terhadap Ketinggian Lapisan Inversi dan Hubungannya Dengan Kualitas Udara Ambien Kota Surabaya, belum dipublikasikan
- [14] Wagers R. And Judy. (2013). Subsidence Inversion. <<http://www.marfallightsmysteries.com/temperatureinversions/subsidenceinversion>>.
- [15] Cooper C. D. And Alley F.C. *Air Pollution Control*. USA : Waveland Press Inc, (2011).
- [16] Guswanto, Anugrah D. F., Turyanti A., dan Heriyanto E. "Analisis Trayektori Asap Kebakaran Hutan Menggunakan The Air Pollutan Model TAPM". *Megasains*. Vol. 4, No. 1 (2008) 189-208.
- [17] Kompalli S. K., Babu S. S., Moorthy K. K., Manoj M. R., Kumar N. V. P. K., Shaeb. K. H. B., and Joshi A. K. "Aerosol Black Carbon Characteristics Over Central India: Temporal Variation and Its Dependence on Mixed Layer Height". *Atmospheric Research*, No. 147-148 (2014) 23-27.
- [18] Kogelschatz U, Eliasson B, Egli W. "From ozone generators to flat television screens: history and future potential of dielectric-barrier discharges". *Pure Appl. Chem.*, Vol. 10. No. 71 (1999) 1819-1828.
- [19] Sarwono, J. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu, (2006).
- [20] Gordon B. "Surface Temperature Inversions and Spraying. Grains Research and Development Corporation". *Bill Gordon Consulting Pty Ltd* : BGC00001, MRE00001, (2011)
- [21] Arpan F., Kirono D. G. C., dan Sudjarwadi. "Kajian Meteorologis Hubungan Antara Hujan Harian dan Unsur-Unsur Cuaca (Studi Kasus di Stasiun Meteorologi Adisucipto)". *Majalah Geografi Indonesia*. Vol 18 No. 2 2004) 69-79.
- [22] Chen Y. and Feng J. "The Influence of Inversion Height on Precipitation and Airflow over the Island of Hawaii". *Monthly Weather Review*. Volume 123 (1995) 1660-1676.
- [23] Chen Y. And Feng J. "Numerical Simulations of Airflow and Cloud Distributions Over the Windward Side of the Island of Hawaii. Part I : The Effect of Trade Wind Inversion". *Monthly Weather Review*. Volume 129, No. 5 (2001) 1117-1134.
- [24] Seto, H.T. 2010. *Pengukuran Distribusi Spasial Tekanan Udara Akibat Disipasi Awal untuk Optimalisasi Hasil TMC*. Jakarta : BPPT.
- [25] Aron R. 1983. "Mixing Height-An Inconsistent Indicator of Potential Air Pollution Concentrations". *Atmospheric Environment*. Vol. 17. No. 11 (1983) 2193-2197.
- [26] Reddy, G.S. and Ruj, B. "Ambient Air Quality Status In Raniganj-Asansol Area, India". *Environmental Monitoring and Assessment*,. No. 89 (2003) 153-163.
- [27] Anonim. 2008. *Nitrogen Dioxide/ Air Gas Mixture .Material Safety Data Sheet*. USA : Matheson Tri-Gas Inc.
- [28] Jacon D. J. Dan Winner D. A. "Effect of Climate Change on Air Quality". *Atmospheric Environment*. 43 (2008) 51-63.
- [29] Penner, J. E., Connell, P. S., Wuebbles, D. J., and Covey, C. C. *Climate Change And Its Interactions With Air Chemistry: Prespective And Research Needs*. California L Univercity if California Livmore, (1989).
- [30] Blair L. *Sulphur Dioxide : Enviromental Effects, Fate and Behaviour*. Edmonton: Alberta Environment (AENV), (2003).