

**PENGARUH SUHU, KELEMBABAN UDARA DAN KECEPATAN ANGIN
TERHADAP AKUMULASI NITROGEN MONOKSIDA DAN
NITROGEN DIOKSIDA**

Anthika¹, Riad Syech², Sugianto²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Fisika

²Dosen Jurusan Fisika

E-mail: alfa_anthika92@yahoo.co.id

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

ABSTRACT

Gas parametrics such as concentration, temperature, humidity, and wind speed were observed to determine the accumulation of NO and NO₂ in Kulim, Sukajadi and Tampan sites Pekanbaru city using data interpretation method. Concentration of NO and NO₂ has been measured by Nitrogen Oxide Analyzer 360 series at Laboratorium Udara Kota Pekanbaru. The observed data is daily data at period from January 2010 to December 2012 and then monthly average data is generated from the daily data. From the data measured, it was shown the monthly concentration of NO and NO₂ are different in each month. The lowest NO concentration is located in Kulim sites at 2,43 µg/m³ in 2012 and the highest concentration is located in Sukajadi site at 55,51 µg/m³ in 2010. The lowest concentration of NO₂ is located in Tampan site at 3,99 µg/m³ in 2010 and the highest concentration is located in Sukajadi site at 92,99 µg/m³ in 2010. Concentration of NO and NO₂ are influenced by temperature, air humidity and wind speed. High temperature, low humidity and high wind speed cause concentrations of NO and NO₂ decreased, while low temperature, high humidity and low wind speed cause the increment of concentration.

Keyword: Concentration, accumulation, temperature, humidity, wind speed

ABSTRAK

Penelitian konsentrasi gas NO dan NO₂, suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin untuk mengetahui akumulasi NO dan NO₂ di stasiun Kulim, Sukajadi dan Tampan Kota Pekanbaru telah dilakukan dengan menggunakan metodologi interpretasi data. Pengukuran konsentrasi NO dan NO₂ dilakukan dengan menggunakan Nitrogen Oksida Analyzer seri APNA 360 di Laboratorium Udara Kota Pekanbaru . Data yang diamati adalah data harian dari bulan Januari tahun 2010 sampai dengan bulan Desember tahun 2012 yang selanjutnya dibuat menjadi rata-rata per bulan. Berdasarkan data yang telah dianalisa menunjukkan bahwa konsentrasi NO dan NO₂ tidak pernah sama di setiap bulannya. Konsentrasi terendah NO terdapat di stasiun Kulim sebesar 2,43 µg/m³ pada tahun 2012 dan konsentrasi tertinggi terdapat di stasiun Sukajadi sebesar 55,51 µg/m³ pada tahun 2010. Konsentrasi terendah NO₂ terdapat di stasiun Tampan sebesar 3,99 µg/m³ pada tahun 2010 dan konsentrasi tertinggi terdapat di

stasiun Sukajadi sebesar $92,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada tahun 2010. Suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin mempengaruhi besarnya konsentrasi NO dan NO₂. Suhu udara yang tinggi, kelembaban udara yang rendah serta kecepatan angin yang tinggi menyebabkan konsentrasi NO dan NO₂ rendah, sedangkan suhu udara yang rendah, kelembaban udara yang tinggi dan kecepatan angin yang rendah menyebabkan konsentrasi menjadi tinggi. Kata kunci: Konsentrasi, akumulasi, suhu, kelembaban udara, kecepatan angin.

PENDAHULUAN

Atmosfer menampung berbagai bahan pencemar udara yang dapat menyebabkan kualitas atmosfer menurun. Bahan pencemar udara berasal dari aktivitas di atmosfer yang disebabkan oleh aktivitas alamiah seperti gunung meletus dan aktivitas manusia seperti transportasi, kebakaran hutan serta limbah pabrik. Nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂) adalah salah satu jenis pencemar yang banyak diemisikan ke udara. Industri pupuk, industri bahan polymer, kendaraan bermotor, serta industri perminyakan merupakan aktivitas-aktivitas utama yang mengemisikan NO dan NO₂ ke atmosfer (Soedomo. M, 2001). NO dan NO₂ memegang peranan penting dalam meningkatkan hujan asam dan pemanasan global serta pembentukan kabut fotokimia (Achmad, R. 2004), menjadikannya sebagai bahan pencemar udara yang berbahaya.

Daerah perkotaan memiliki tingkat pencemaran udara yang sangat tinggi termasuk NO dan NO₂, hal ini disebabkan daerah perkotaan memiliki lebih banyak sumber pencemaran udara yang diakibatkan oleh aktivitas manusia daripada daerah pedesaan. Bahan pencemar yang diemisikan dari sumber-sumber pencemar udara akan menyebar ke atmosfer melalui proses dispersi dan selanjutnya akan terakumulasi di suatu tempat, sehingga tidak hanya di sekitar sumber pencemar udara saja yang memiliki tingkat pencemaran tinggi melainkan juga daerah di sekitarnya. Penyebaran dan akumulasi bahan pencemar ini dipengaruhi oleh keadaan meteorologi seperti suhu yang mempengaruhi laju aliran vertikal udara, kelembaban udara sebagai faktor penentu kecepatan dispersi (penyebaran) pencemar (Soedomo. M, 2001), dan kecepatan angin yang menjadi faktor utama penentu arah penyebaran dan akumulasi bahan pencemar.

Kota Pekanbaru yang berada di $0^{\circ}25' \text{ LU} - 0^{\circ}45' \text{ LU}$ dan $101^{\circ}14' \text{ BT} - 101^{\circ}44' \text{ BT}$ dengan luas sekitar $632,26 \text{ km}^2$ merupakan kota terbesar di Provinsi Riau yang berpenduduk padat dan merupakan daerah industri yang cukup berperan dalam menambahkan bahan pencemar NO dan NO₂ di udara. Topografi Kota Pekanbaru yang landai dan bergelombang dengan ketinggian berkisar antara 5 m sampai 50 m di atas permukaan laut memungkinkan akumulasi bahan pencemar akan merata di seluruh kota karena angin dapat bergerak tanpa hambatan.

Penelitian ini bertujuan mengamati pengaruh suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan angin terhadap akumulasi NO dan NO₂ di stasiun Kulim, Sukajadi, dan Tampan kota Pekanbaru selama agar strategi pengendalian pencemaran polutan ini dapat dilakukan dengan tepat.

METODE PENELITIAN

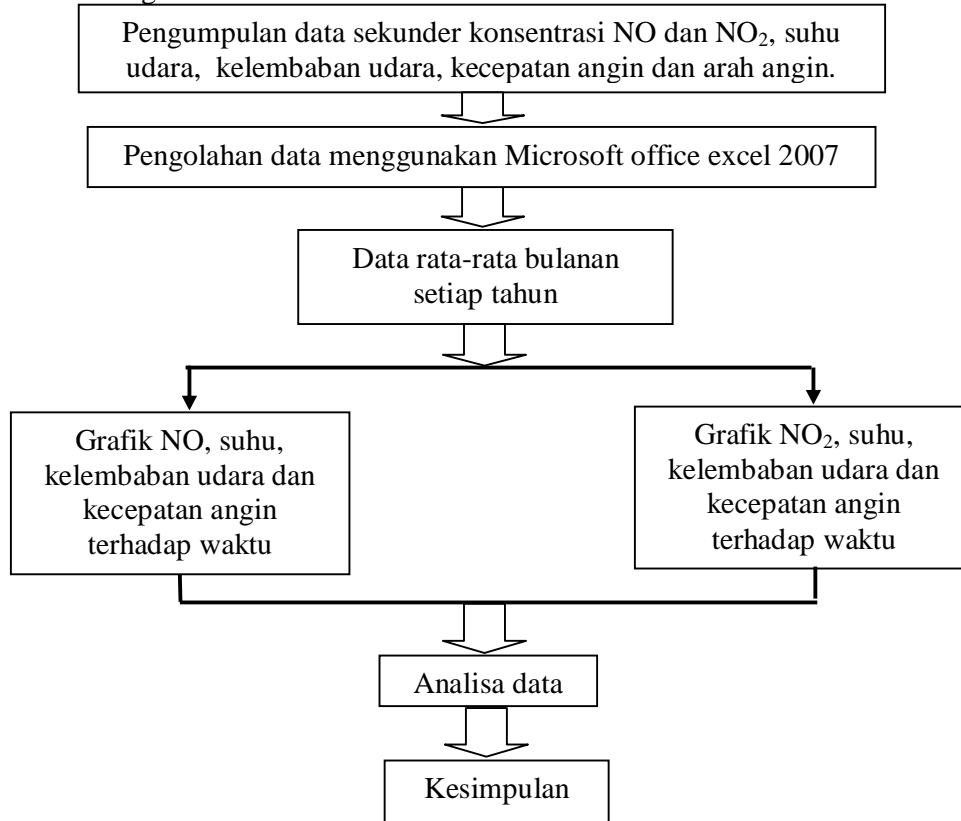
1. Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder konsentrasi NO dan NO₂ serta data suhu, kelembaban udara, kecepatan angin, dan arah angin di tiga stasiun pemantau, yaitu stasiun Kulim, Sukajadi, dan Tampan pada bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2012 yang diperoleh dari Laboratorium Udara Badan

Lingkungan Hidup (BLH) Kotamadya Pekanbaru dan data pendukung dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sultan Syarif Kasim Pekanbaru berupa data jumlah hari hujan di Kota Pekanbaru dan jumlah titik api kebakaran hutan dan lahan di Riau dari tahun 2010 sampai 2012.

2. Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode interpretasi data dengan alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alur penelitian

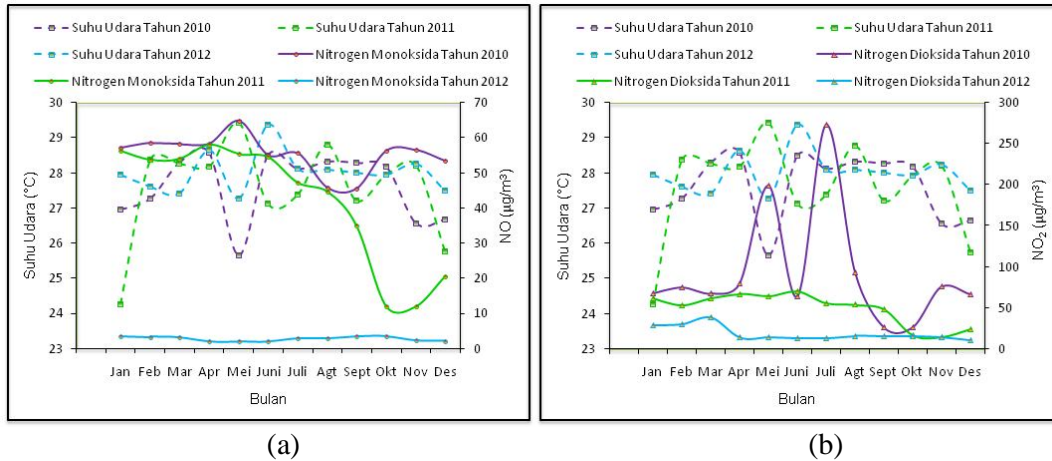
Proses penelitian diawali dengan pengukuran dan pengambilan data konsentrasi NO dan NO₂. Konsentrasi NO dan NO₂ diukur menggunakan Nitrogen Oksida analyzer seri APNA-360 yang terdapat di tiga stasiun pemantau dengan metode chemiluminescent. Setiap analyzer tersambung dengan sistem stasiun komputer di Laboratorium Udara Kota Pekanbaru yang akan mencatat dan menyimpan nilai konsentrasi NO dan NO₂ setiap 30 menit dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$, selanjutnya data yang telah tersimpan dapat diambil sesuai kebutuhan.

Data yang diperoleh dari Laboratorium Udara Badan Lingkungan Hidup Kotamadya Pekanbaru dibuat menjadi rata-rata tiap bulan menggunakan program Microsoft Office Excel, selanjutnya dari data rata-rata tiap bulan tersebut diolah menjadi grafik antara NO, NO₂, suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin terhadap waktu dengan menggunakan program Microsoft Office Excel dan SigmaPlot 11.0, kemudian dilanjutkan dengan melakukan analisa data bagaimana pengaruh suhu,

kelembaban udara, kecepatan angin dan arah angin terhadap akumulasi NO dan NO₂ di Kota Pekanbaru.

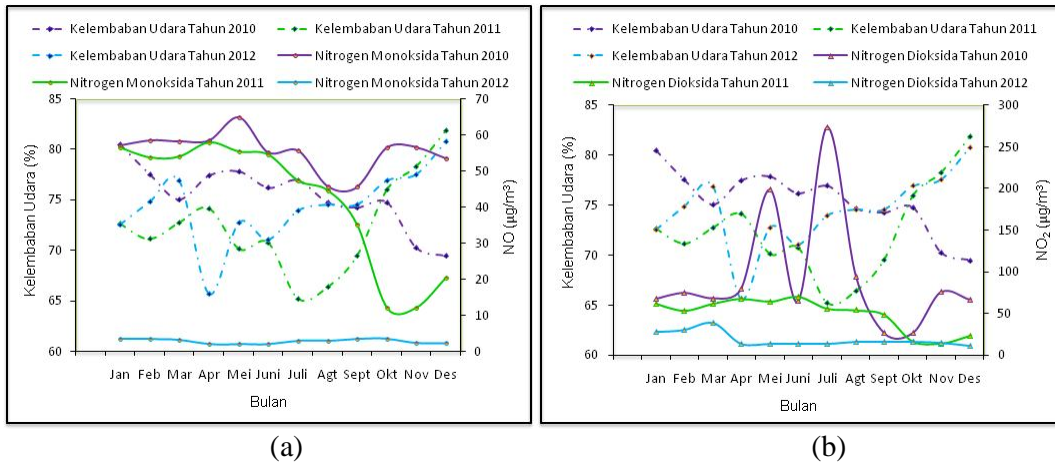
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa akumulasi konsentrasi NO dan NO₂ di stasiun Kulim, Sukajadi, dan Tampan dipengaruhi oleh suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi terendah NO dan NO₂ terjadi ketika suhu udara tinggi dan konsentrasi tertinggi terjadi ketika suhu udara rendah. Suhu udara yang tinggi membuat densitas udara di dekat permukaan bumi menjadi lebih rendah daripada udara di atasnya menyebabkan terjadinya aliran konveksi ke atas yang membawa berbagai polutan termasuk gas NO dan NO₂, hal tersebut menyebabkan konsentrasi NO dan NO₂ menjadi rendah. Suhu udara yang rendah menyebabkan densitas udara di dekat permukaan bumi hampir sama dengan densitas udara yang berada di atasnya, akibatnya aliran konveksi udara bergerak lebih lambat sehingga konsentrasi NO dan NO₂ menjadi tinggi karena terakumulasi di permukaan.



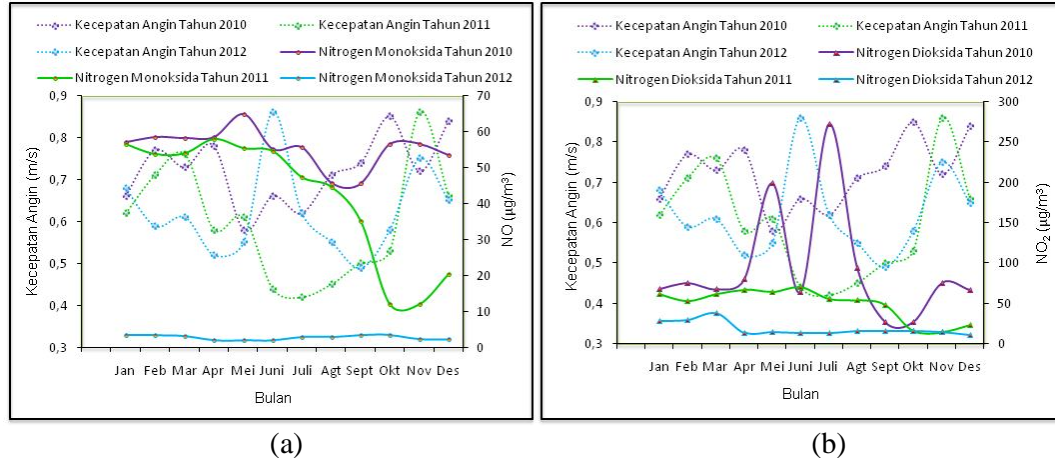
Gambar 2. Grafik hubungan antara (a) suhu udara dan nitrogen monoksida (b) suhu udara dan nitrogen dioksida terhadap waktu di stasiun Sukajadi tahun 2010 - 2012

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi terendah NO dan NO₂ terjadi ketika kelembaban udara rendah dan konsentrasi tertinggi terjadi ketika kelembaban udara tinggi. Kelembaban udara yang rendah berarti jumlah uap air yang dikandung udara rendah, pada saat itu dispersi udara akan terjadi lebih cepat karena udara dapat bergerak tanpa terhambat oleh uap air sehingga konsentrasi NO dan NO₂ di sekitar stasiun menjadi rendah. Kelembaban udara yang tinggi menyebabkan dispersi udara menjadi lambat karena banyaknya uap air di udara akan memperlambat aliran udara baik secara horizontal maupun vertikal sehingga konsentrasi NO dan NO₂ menjadi tinggi.



Gambar 3. Grafik hubungan antara (a) kelembaban udara dan nitrogen monoksida (b) kelembaban udara dan nitrogen dioksida terhadap waktu di stasiun Sukajadi tahun 2010 – 2012

Konsentrasi terendah NO dan NO₂ terjadi pada saat kecepatan angin tinggi sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi pada saat kecepatan angin rendah seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Kecepatan angin yang tinggi menyebabkan penyebaran udara ke daerah yang lebih luas terjadi dengan cepat sehingga konsentrasi menjadi rendah. Kecepatan angin yang rendah menyebabkan penyebaran udara ke ruang yang lebih luas menjadi lambat dan terakumulasi di sekitar stasiun sehingga konsentrasi NO dan NO₂ menjadi tinggi.



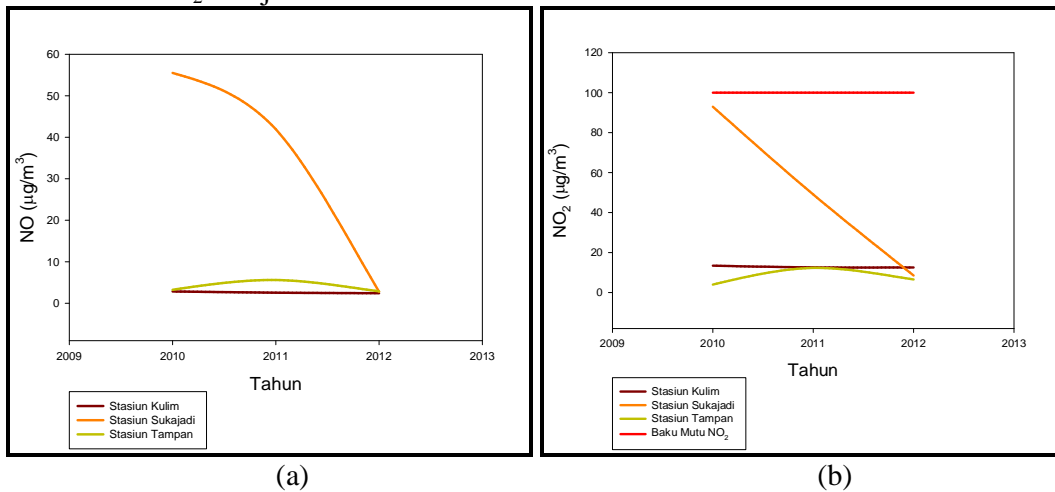
Gambar 4. Grafik hubungan antara (a) kecepatan angin dan nitrogen monoksida (b) kecepatan angin dan nitrogen dioksida terhadap waktu di stasiun Sukajadi tahun 2010 – 2012

Konsentrasi NO dan NO₂ tahun 2010 berkisar antara 2,85 – 55,51 µg/m³ dan 3,99 – 92,99 µg/m³ dengan konsentrasi tertinggi terdapat di stasiun Sukajadi sebesar 92,99 µg/m³ seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Kondisi ini sudah mendekati ambang batas baku mutu kualitas udara ambien NO₂ yakni 100 µg/m³. Berbagai penyebab yang kompleks telah menyebabkan akumulasi NO dan NO₂ di daerah tersebut. Daerah pusat kota yang tinggi frekuensi dan intensitas lalu lintasnya secara

langsung menunjukkan tingkat konsentrasi NO dan NO₂ yang tinggi di Sukajadi. Kebakaran hutan dan kabut asap yang menyelimuti kota pekanbaru saat musim kemarau memberikan kontribusi yang besar terhadap jumlah NO dan NO₂, akan tetapi rata-rata arah dan kecepatan angin juga mempengaruhi akumulasinya dari tahun ke tahun. Rata-rata arah angin tahun 2010 di stasiun Kulim yang menuju ke barat dan rata-rata arah angin di stasiun Sukajadi yang menuju ke selatan memungkinkan terjadinya pertemuan angin sehingga udara tidak dapat menyebar seperti halnya di dua stasiun lainnya sehingga terjadi akumulasi konsentrasi NO dan NO₂ di Sukajadi.

Tahun 2011 konsentrasi NO dan NO₂ jauh lebih rendah dibandingkan tahun 2010, yakni berkisar antara 2,56 – 41,96 µg/m³ dan 12,33 – 49,08 µg/m³ dengan konsentrasi tertinggi masih terdapat di stasiun Sukajadi. Kondisi ini disebabkan oleh rata-rata arah angin di stasiun Kulim menuju ke barat laut, sedangkan rata-rata arah angin di stasiun Sukajadi menuju ke selatan yang artinya pertemuan angin yang dapat menahan dispersi konsentrasi NO dan NO₂ tidak terjadi lagi di sekitar kedua daerah tersebut.

Gambar 5 juga menunjukkan bahwa tahun 2012 NO dan NO₂ hampir merata di seluruh kota dengan konsentrasi yang berkisar antara 2,43 – 2,88 µg/m³ dan 6,56 – 18,63 µg/m³. Rata-rata arah angin dari ketiga stasiun yang menuju ke selatan menyebabkan konsentrasi NO tertinggi terjadi di Tampan, namun kelembaban udara yang tinggi di juga menyebabkan konsentrasi terendah NO₂ terjadi di Tampan karena reaksi antara NO₂ dengan uap air dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan konsentrasi NO₂ menjadi turun.



Gambar 5. Konsentrasi (a) nitrogen monoksida dan (b) nitrogen dioksida tahun 2010-2012 di stasiun Kulim, Sukajadi dan Tampan.

KESIMPULAN

Akumulasi konsentrasi Nitrogen Monoksida (NO) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) di pengaruhi oleh faktor suhu, kelembaban udara dan kecepatan angin. Konsentrasi terendah terjadi ketika suhu udara tinggi, kelembaban udara rendah dan kecepatan angin tinggi, sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi ketika suhu udara rendah, kelembaban udara tinggi dan kecepatan angin rendah. Arah angin merupakan faktor utama yang menentukan arah penyebaran dan lokasi akumulasi dari NO dan NO₂.

Konsentrasi NO dan NO₂ terus menurun dari tahun 2010 sampai tahun 2012 dan cenderung terakumulasi di stasiun Sukajadi selama tahun 2010 dan 2011, tahun 2012 akumulasi hampir merata di seluruh stasiun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Sugianto dan Bapak Riad Syech dari jurusan Fisika Universitas Riau serta Bapak Syahrial dan Bapak Asep di Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Pekanbaru dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Badan Lingkungan Hidup kota Pekanbaru. 2011. *Laporan Tahunan Kualitas Udara Ambien Kota Pekanbaru*. BLH kota Pekanbaru: Pekanbaru
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius: Bogor
- Giancoli, C. D. 2001. *Fisika*. Terjemahan Yuhilza Hanum. Erlangga: Jakarta
- Mason, N dan Peter, H. 2001. *Introduction to Environmental Physics Planet Earth, Life and Climate*. Taylor & Francis Inc: London
- Neiburger, Ediner dan Bonner. 1995. *Memahami Lingkungan Atmosfer di Sekitar Kita*. Penerbit ITB: Bandung
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Pengendalian Pencemaran Udara*. Kementerian Negara Republik Indonesia: Jakarta
- Prawiwardoyo, S. 1996. *Meteorologi*. Penerbit ITB: Bandung
- Robert, D., Fei, S. dan Yuan, G. 2012. Seasonal characteristics of ambient nitrogen oxides and ground-level ozone in metropolitan northeastern New Jersey. *Atmospheric Pollution Research* 3: 247-257.
- Schlager, N., Weisblatt, J., dan David, E. Newton. 2006. *Chemical Compounds*. Thomson Gale: New York
- Sears dan Zemansky. 2002. *Fisika Universitas Jilid I*. Terjemahan Pantur Silaban. Erlangga: Jakarta
- Soedomo, M. 2001. *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. Penerbit ITB: Bandung
- Soengeng, R. 1994. *Ionosfer*. Penerbit Andi: Yogyakarta
- Song, F., Yuan, G., Rafael, J.A. dan Jin, Y.S. 2010. Relationships among the springtime ground-level NO_x, O₃, and NO₃ in the vicinity of highways in the US East Coast. *Atmospheric Pollution Research* 2: 374-383.
- Syahrial. 2010. Pencemaran Udara Jalan Soekarno Hatta dan Perbandingannya dengan Kualitas Udara Ambien Kota Pekanbaru. Tesis Ilmu Lingkungan. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Tjasyono, B. 2003. *Geosains*. Penerbit ITB: Bandung
- Tjasyono, B. 1999. *Klimatologi Umum*. Penerbit ITB: Bandung
- Tipler, P. A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terjemahan Lea Prasetio dan Rahmad W. Andi. Erlangga: Jakarta