

ANALISIS PEMANTAUAN KUALITAS UDARA PADA SAAT ARUS MUDIK DAN BALIK LEBARAN DI GERBANG TOL CIKAMPEK TAHUN 2009

ANALYSIS OF AIR QUALITY MONITORING DURING THE TIME OF BACK AND FORTH TRAFFIC FLOW OF EID ON CIKAMPEK HIGHWAY GATE IN 2009

Radyan Putra Pradana, Eko Heriyanto

Puslitbang BMKG Jakarta, Jl. Angkasa I No.2 Kemayoran 10720

Email : radyan.putra.pradana@gmail.com

ABSTRAK

Analisa pemantauan kualitas udara pada saat arus balik / mudik lebaran tahun 2009 di Gerbang tol Cikampek telah dilakukan dengan melakukan observasi parameter polusi udara dan meteorologi. Dari uji deret waktu data dan uji beda rata - rata menunjukkan bahwa saat arus mudik, rata - rata suhu udara yang paling tinggi terjadi tanggal 18 September 2009 pada pukul 15.00 WIB (32 °C) dan kelembaban udara tertinggi pada pukul 19.00 WIB (83,27 %) dan konsentrasi rata - rata polutan paling tinggi yang terukur untuk SO₂ dan NO₂ masing-masing terdapat pada pukul 17.00 WIB (1,277 ppm) dan 16.00 WIB (0,022 ppm). Saat arus balik, rata - rata suhu udara paling tinggi yang terjadi pada tanggal 25 September 2009 adalah pukul 15.00 WIB (30,31 °C), sedangkan untuk rata - rata suhu udara paling tinggi yang terjadi pada tanggal 26 September 2009 adalah pukul 16.00 WIB (28,7 °C) dan kelembaban udara tertinggi pada tanggal 25th dan 26th September 2009 masing - masing adalah (77,92 % dan 83,4 %) yang terjadi pada pukul 20.00 WIB, hal ini dikarenakan keadaan cuaca di lokasi pengamatan dalam keadaan mendung dan angin berhembus cukup kencang. Untuk konsentrasi rata - rata polutan paling tinggi yang terukur untuk SO₂ terjadi di sore hari antara pukul 17.00 dan 18.00 WIB (1,277 ppm) dan NO₂ terjadi pada pukul 17.00 WIB (0,019 ppm) yang diduga karena gas buang yang dihasilkan melalui pembakaran yang tidak sempurna dari kendaraan yang melintas.

Kata kunci : Kualitas Udara, SO₂, NO₂, meteorologi.

ABSTRACT

Analysis of air quality monitoring at the time of back and forth traffic flow during eid on Cikampek highway gate in 2009 has been done by observing air pollution and meteorological parameters. Time series data test and mean different test show that during the forth flow time (September 18th, 2009), the maximum mean air temperature occurred at 15.00 WIT (32 °C), the highest mean relative humidity occurred at 19.00 WIT (83.27%) and the highest mean pollutant concentration of SO₂ and NO₂ were at 17.00 WIT (1.277 ppm) and 16.00 WIT (0.022 ppm), respectively. During the back flow time (September 25th and 26th 2009), the maximum mean air temperature occurred at 15.00 WIT and 16.00 WIT, respectively. While, the highest mean relative humidity occurred at 20.00 WIT (77.92% and 83.4%). This might be caused by cloudy condition and high wind speed during those days. In addition, the highest mean pollutant concentration of SO₂ occurred between 17:00 WIT and 18:00 WIT (1.227 ppm), and NO₂ occurred at 17:00 WIT (0,019 ppm). This might be caused by exhaust gas produced by imperfect combustion from passing vehicles.

Keywords : Air Quality, SO₂, NO₂, meteorology.

Naskah masuk : 4 Oktober 2011

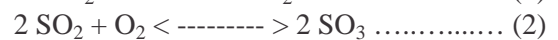
Naskah diterima : 11 Desember 2011

I. PENDAHULUAN

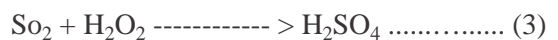
Terkait dengan masalah kualitas udara, maka pengukuran dan pengamatan kualitas udara harus selalu dilakukan. Kemacetan lalu lintas yang terjadi di gerbang tol Cikampek pada saat arus normal, mudik dan balik lebaran menyajikan informasi kualitas udara yang berfluktuasi. Pemanfaatan energi fosil sampai saat ini cukup mengkhawatirkan karena semakin menipisnya sumber energi juga efek negatif yang ditimbulkan akibat meningkatnya konsentrasi Gas Rumah Kaca (SO_2 dan NO_2). Perkembangan volume lalu lintas di perkotaan Indonesia mencapai 15% pertahun¹⁾. Transportasi di kota-kota besar merupakan sumber pencemaran udara yang terbesar, dimana 70% pencemaran udara diperkotaan disebabkan oleh aktivitas kendaraan bermotor¹⁾. Parameter polusi udara dari kendaraan bermotor seperti Nitrogen oksida (NO_x) dan Sulfur dioksida (SO_x) dapat menimbulkan efek terhadap pemanasan global. Hasil monitoring tingkat pencemaran udara di ruas-ruas jalur pantura tingkat pencemaran udara sudah dan /atau hampir melampaui standar kualitas udara ambient khususnya untuk parameter oksida nitrogen (NO_x)¹⁾. Rentang tingkat pencemaran udara ambient untuk NO_x : 0,06 - 0,490 ppm dan SO_x : 0,001 - 0,276 ppm, bila dilakukan evaluasi dengan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) sesuai Kepmen Lingkungan Hidup No. 45 tahun 1997¹⁾. Penanaman vegetasi yang tinggi, berdaun lebat dan rapat diantara jalan dan pemukiman dapat menyaring pencemaran. Hasil studi dari Puslitbang Jalan dan Jembatan, pengendalian polusi udara untuk polutan NO_x dan SO_2 dengan pemanfaatan tanaman jenis pohon dapat mereduksi 16,70 - 67,39%, jenis perdu 6,56 - 80,0% dan jenis semak 18,13 - 67,33%²⁾. Besarnya reduksi tersebut, antara lain tergantung dari : macam tanaman, kerapatan daun, konsentrasi polutan eksisting pada lokasi yang bersangkutan²⁾. Menurut Sadio Sugita, Pejabat Ganti Sementara Kepala Gerbang Tol Cikampek, peningkatan kendaraan yang masuk ke gerbang Tol Cikampek, Cikopo, Kabupaten Purwakarta, sudah mulai terlihat pada Rabu (23/9) atau H+3 Lebaran pukul 13:00-14:00 WIB, hingga mencapai 1.136 kendaraan/jam³⁾.

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen sulfur bentuk gas yang tidak berwarna, Sulfur dioksida (SO_2) dan Sulfur trioksida (SO_3), dan keduanya disebut sulfur

oksida (SO_x). Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak mudah terbakar diudara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif. Pembakaran bahan-bahan yang mengandung Sulfur akan menghasilkan kedua bentuk sulfur oksida, tetapi jumlah relatif masing-masing tidak dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia. Di udara SO_2 selalu terbentuk dalam jumlah besar. Jumlah SO_3 yang terbentuk bervariasi dari 1 sampai 10% dari total SO_x ⁴⁾. Mekanisme pembentukan SO_x ⁴⁾ dapat dituliskan dalam dua tahap reaksi sebagai :



SO_3 di udara dalam bentuk gas hanya mungkin ada jika konsentrasi uap air sangat rendah. Jika konsentrasi uap air sangat rendah. Jika uap air terdapat dalam jumlah cukup, SO_3 dan uap air akan segera bergabung membentuk droplet asam sulfat (H_2SO_4) dengan reaksi sebagai :

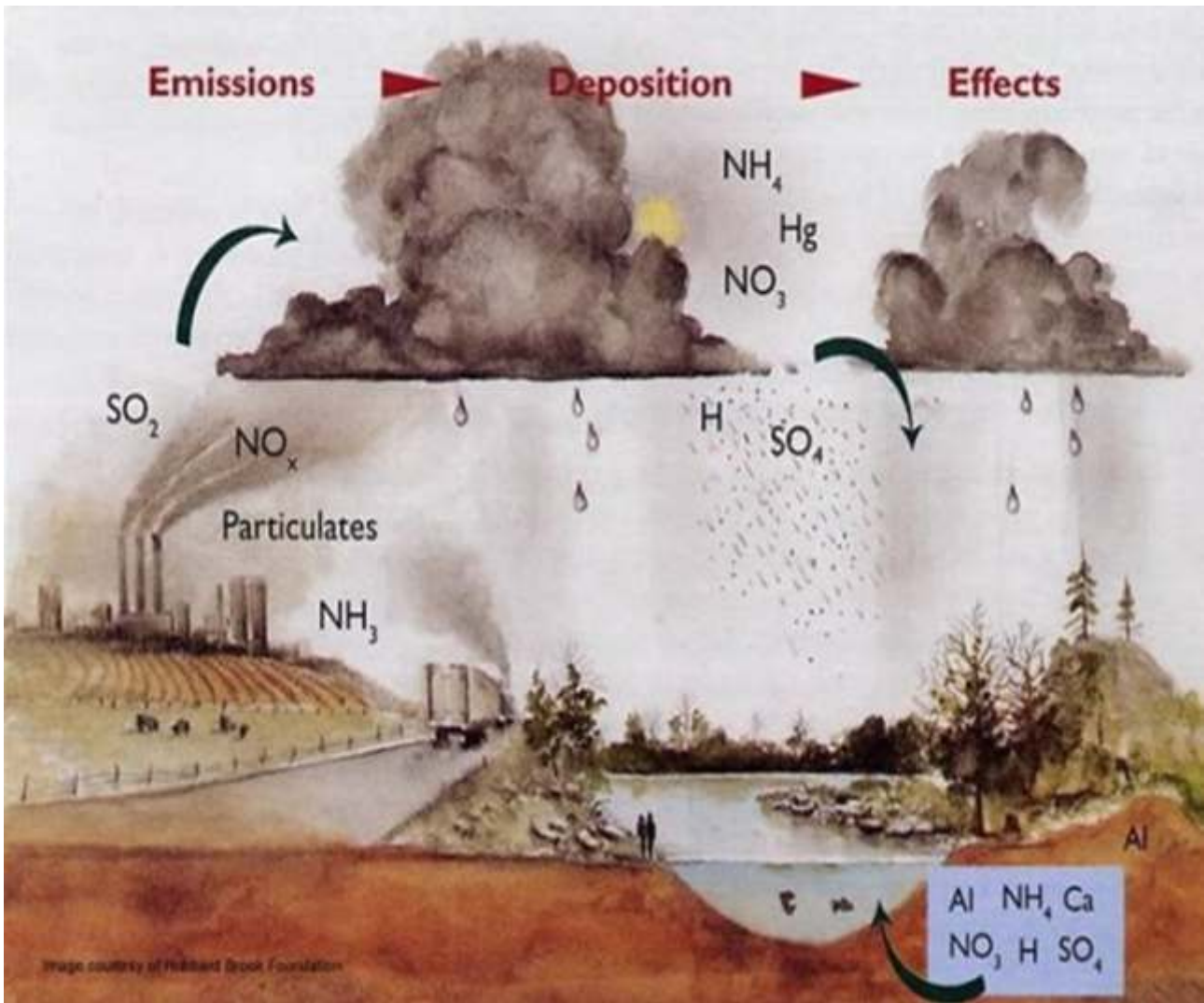


Setelah berada diatmosfir sebagai SO_2 akan diubah menjadi SO_3 (Kemudian menjadi H_2SO_4) oleh proses-proses fotolitik dan katalitik. Jumlah SO_2 yang teroksidasi menjadi SO_3 dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang tersedia, intensitas, waktu dan distribusi spektrum sinar matahari, jumlah bahan katalik, bahan sorptif dan alkalin yang tersedia⁴⁾.

Pada malam hari atau kondisi lembab atau selama hujan SO_2 di udara diaborpsi oleh droplet air alkalin dan bereaksi pada kecepatan tertentu untuk membentuk sulfat di dalam droplet⁴⁾. Sedangkan untuk karakteristik dari Oksida Nitrogen (NO_x) adalah kelompok gas nitrogen yang terdapat di atmosfer yang terdiri dari nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO_2)⁴⁾. Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen monoksida merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau sebaliknya nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Pembentukan NO dan NO_2 merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen diudara sehingga membentuk NO , yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO_2 . Udara terdiri dari 80% volume nitrogen dan 20% volume

oksigen⁴⁾. Pada suhu kamar, hanya sedikit kecenderungan nitrogen dan oksigen untuk bereaksi satu sama lainnya. Pada suhu yang lebih tinggi (diatas 1.210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk NO dalam jumlah banyak sehingga mengakibatkan pencemaran udara. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya

mencapai 1.210 - 1.765 °C, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO yang penting⁴⁾. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping dari proses pembakaran⁴⁾. Reaksi NO₂ dan SO₂ menjadi deposisi basah dan kering dijelaskan pada Gambar 1⁵⁾.



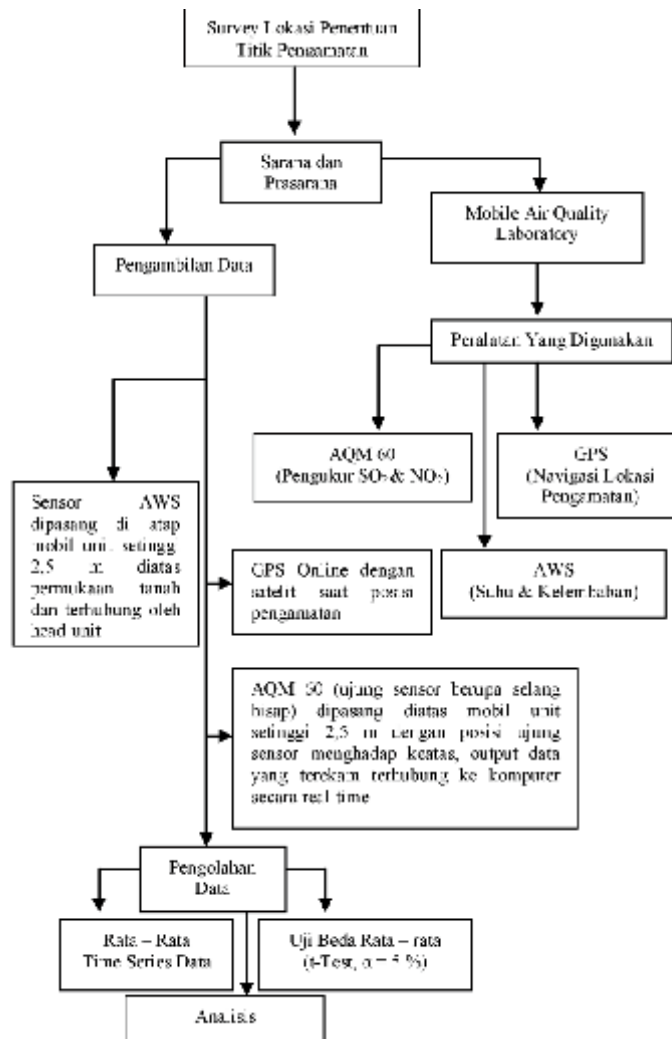
Gambar 1. Transformasi oksida sulfur dan oksida nitrit menjadi asam

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan sumber pencemar udara dan diketahuinya perbandingan konsentrasi antara arus mudik dan saat balik kembali dengan kondisi rata - rata (hari biasa) disekitar gerbang tol Cikampek (Jawa Barat). Pada tulisan ini, masalah yang dikaji dibatasi pada perbandingan rata - rata polutan (NO₂ dan SO₂) dan unsur meteorologi (suhu dan

kelembaban) yang diukur pada saat arus mudik, balik dan kondisi normal.

II. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan mengikuti diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir metodologi penelitian

Berdasarkan Gambar 2, dapat diperhatikan bahwa pengukuran kualitas udara ini menggunakan seperangkat peralatan *Mobile Air Quality Laboratory* untuk inventarisasi data observasi lapangan, diantaranya adalah AQM 60 (*Air Quality Monitoring*), GPS dan AWS (*Automatic Weather System*), mengambil sampel dengan lokasi survey di gerbang tol Cikampek pada posisi $1070^{\circ}7800''$ - $106^{\circ}81732''$ Bujur Timur dan $06^{\circ}43954''$ - $06^{\circ}1608''$ Lintang Selatan, yang terbagi menjadi dua waktu, yaitu arus mudik pada tanggal 18 September 2009, ialah arus lalu lintas kendaraan ke arah keluar kota Jakarta untuk merayakan lebaran di kampung halaman. Dilakukan observasi mulai jam 15.00 WIB hingga jam 20.00 WIB dan arus balik pada tanggal 25 - 26 September 2009 ialah

arus lalu lintas kendaraan masuk kota Jakarta, setelah berlebaran di kampung halaman. Dilakukan observasi mulai jam 15.00 WIB hingga jam 20.00 WIB. Data yang diukur : Natrium Dioksida (NO_2), Sulfur Dioksida (SO_2) suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembaban udara (%).

Data observasi yang terukur melalui faktor pembacaan alat akan dirata-ratakan dengan skala waktu dan akan diambil series data yang terbaik, untuk selanjutnya akan dilakukan uji beda rata-rata (t-Test, $\alpha = 5\%$) untuk mengetahui perbedaan konsentrasi antara arus mudik / balik dan kondisi normal.

Uji beda rata - rata yang digunakan dalam penelitian ini diasumsikan pada hipotesis :

H0: Tidak terdapat perbedaan antara konsentrasi variabel yang diukur pada saat arus mudik dengan arus balik.

H1: Terdapat perbedaan antara konsentrasi variabel yang diukur pada saat arus mudik dengan arus balik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian kualitas udara di gerbang tol Cikampek, pada saat keadaan normal,

konsentrasi yang terukur untuk SO₂ dan NO₂ menunjukkan nilai 0 dalam deret waktu yang panjang, hal ini menjelaskan bahwa konsentrasi saat keadaan normal tidak menghasilkan gas buang yang lebih tinggi dibandingkan dengan pada saat arus mudik dan balik. Sedangkan pengukuran suhu dan kelembaban pada saat keadaan normal, juga masih dilakukan dalam rentang musim yang sama dengan keadaan mudik dan balik. Keadaan pada saat arus mudik, hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata konsentrasi polutan dan faktor meteorologi pada saat arus mudik

Jam	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
15	0,208917	0,016417	32,04348	60,13043
16	1,234633	0,021967	30,37333	67,73333
17	1,277	0,014125	28,885	75,65
18	0,0994	0,0042	27,81167	80,81667
19	0,026233	0,004	27,54333	83,26667
20	0,00825	0,003	27,81875	82,625

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dipelajari series data yang terbaik untuk dianalisis pada tanggal 18 September 2009 dan rentang waktu antara pukul 15.00 - 20.00 WIB yang terlihat bahwa rata - rata suhu udara yang paling tinggi terjadi pada pukul 15.00 WIB dan kelembaban udara tertinggi pada pukul 19.00 WIB (83,27 %). Konsentrasi rata - rata polutan paling tinggi yang terukur untuk NO₂ dan SO₂ pada arus mudik ini masing-masing terdapat pada pukul 16.00 WIB dan 17.00 WIB. Besarnya kandungan gas SO₂ di lokasi pengamatan disinyalir karena sebelum dilakukan sampling, hujan tidak pernah turun sekitar dua minggu. Akibatnya, gas buangan kendaraan masih terdapat di udara, belum diencerkan oleh air hujan⁶⁾. Hal ini ditunjukkan dengan kelembaban udara saat itu, yakni sebesar 83,27 %. Suhu rata-rata pada saat

sampling juga menunjukkan teriknya panas matahari sebesar 32°C. Faktor lainnya yang menyebabkan tingginya kadar SO₂ di lokasi pengamatan juga dipengaruhi oleh banyaknya kendaraan bermesin diesel dan bensin yang melewati jalan tersebut (pembakaran tidak sempurna), yang memberikan kontribusi besar terhadap meningkatnya gas SO₂ di udara.

Setelah dilakukan perhitungan rata - rata konsentrasi polutan dan keadaan meteorologi pada saat arus mudik, kemudian akan dibandingkan dengan rata - rata keadaan pada saat arus balik. Hasil rata - rata pengukuran yang dilakukan pada saat arus balik, terdapat series data yang terbaik untuk dianalisis pada tanggal 25 dan 26 September 2009 dan rentang waktu antara pukul 15.00 - 20.00 WIB disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rata-rata konsentrasi polutan dan faktor meteorologi pada saat arus balik

Jam	SO ₂ _25 (ppm)	NO ₂ _26 (ppm)	Suhu_25 (°C)	Suhu_26 (°C)	Kelembaban_25 (%)	Kelembaban_26 (%)
15	0,9494		30,31		66,7	
16	0,894933	0,016897	28,42833	28,7	74,3	74,67647
17	1,277	0,0191	28,68	27,97833	71,8	78,46667
18	1,277	0,012667	27,68667	27,64167	76,75	80,25
19	0,465067	0,005083	27,665	27,43667	77,23333	81,03333
20	0,6458		27,38833	26,82	77,91667	83,4

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada saat arus balik, terlihat pada Tabel 2 bahwa rata - rata suhu udara paling tinggi yang terjadi pada tanggal 25 September 2009 adalah pukul 15.00 WIB (30,31 °C), sedangkan untuk rata - rata suhu udara paling tinggi yang terjadi pada tanggal 26 September 2009 adalah pukul 16.00 WIB (28,7 °C) dan kelembaban udara tertinggi pada tanggal 25 dan 26 September 2009 masing - masing adalah (77,92 % dan 83,4 %) yang terjadi pada pukul 20.00

WIB. Untuk konsentrasi rata - rata polutan paling tinggi yang terukur untuk SO₂ terjadi antara pukul 17.00 dan 18.00 WIB (1,227 ppm) dan NO₂ terjadi pada pukul 17.00 WIB (0.019 ppm).

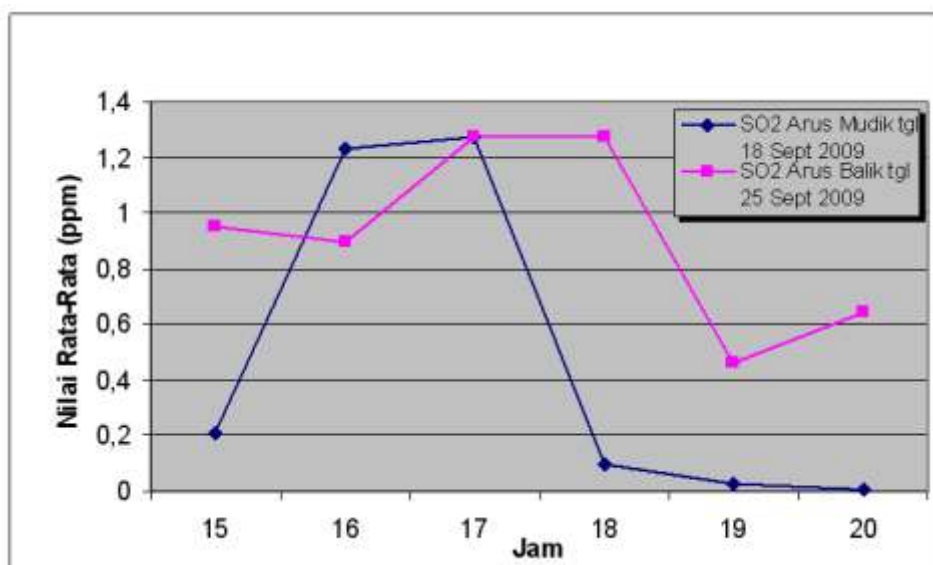
Pada Tabel 3. terlihat hasilnya bahwa nilai t_{hit} < dari t_{tabel} yang didapat berdasarkan uji beda rata - rata yang dilakukan terhadap nilai rata - rata variabel yang diukur, yang berarti tidak terdapat perbedaan konsentrasi antara arus mudik dan arus balik pada semua variabel yang diukur.

Tabel 3. Nilai perbandingan rata - rata variabel yang diukur antara arus mudik dan arus balik melalui t- Test 5 %

No.	Jenis Konsentrasi	Hasil T- test
1.	SO ₂ _25	t_{hit} 0,10
		t_{tabel} 2,57
2.	NO ₂ _26	t_{hit} 0,47
		t_{tabel} 3,18
3.	SUHU_25	t_{hit} 0,10
		t_{tabel} 2,57
4.	SUHU_26	t_{hit} 0,06
		t_{tabel} 2,78
5.	KELEMBABAN_25	t_{hit} 0,72
		t_{tabel} 2,57
6.	KELEMBABAN_26	t_{hit} 0,38
		t_{tabel} 2,78

Pada Gambar 3 dapat terlihat perbandingan nilai konsentrasi rata - rata SO₂ pada saat arus mudik dan balik, yang selanjutnya untuk dapat mengetahui perbandingan data rata - rata yg diukur pada saat arus mudik dan balik dilakukan uji beda

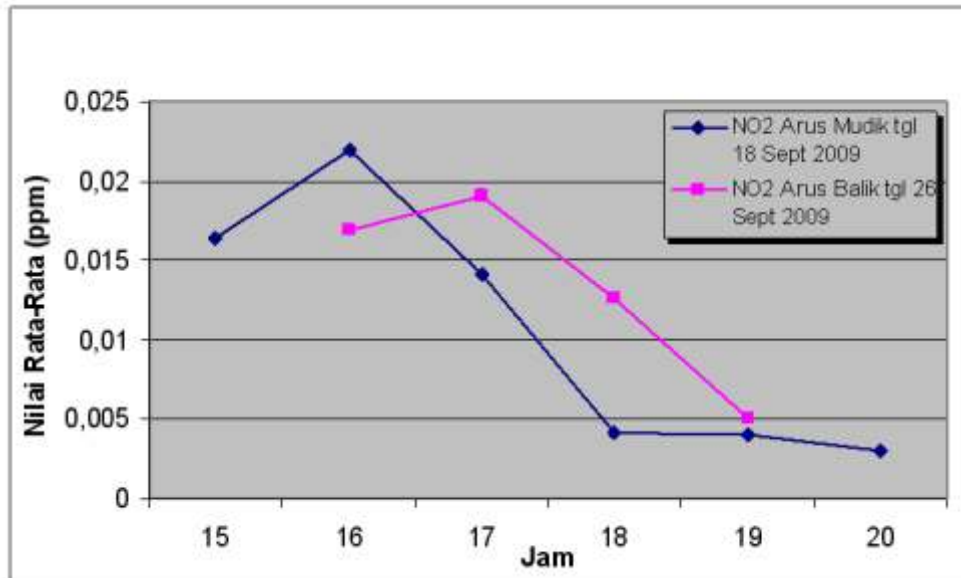
rata - rata (t-Test, $\alpha = 5 \%$). Pada pengujian SO₂ pada saat arus mudik dan balik didapat bahwa nilai t_{hit} < dari t_{tabel} yang berarti tidak terdapat perbedaan konsentrasi antara SO₂ pada arus mudik dan arus balik.



Gambar 3. Perbandingan rata-rata konsentrasi polutan SO₂ arus mudik dan balik

Dari Gambar 4 dapat terlihat perbandingan nilai konsentrasi rata - rata NO₂ pada saat arus mudik dan balik, pada pengujian beda rata - rata NO₂ pada saat arus mudik dan balik didapat bahwa nilai $t_{hit} < t_{tabel}$ yang berarti tidak terdapat perbedaan konsentrasi antara NO₂ pada arus mudik

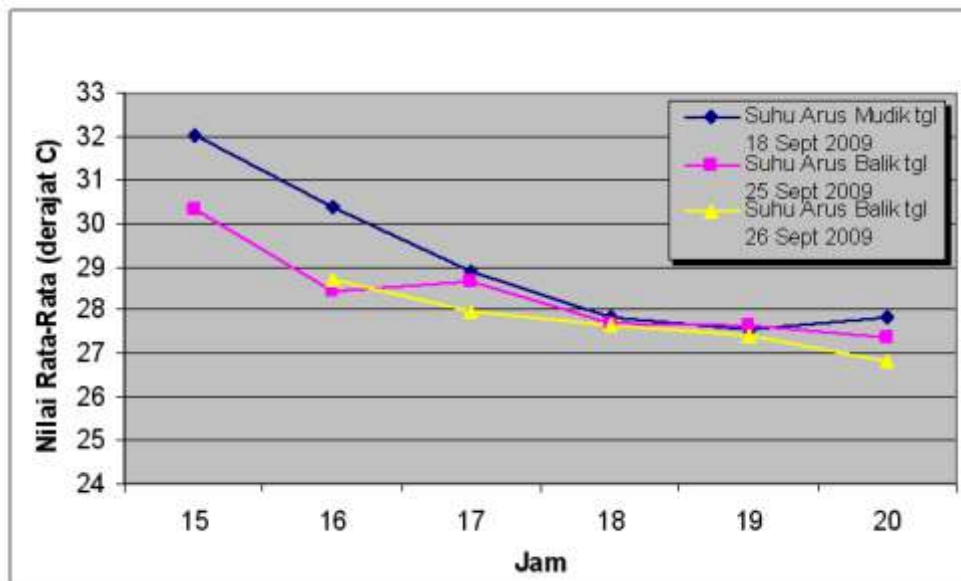
dan arus balik. Produk akhir dari pencemaran NO₂ di udara dapat berupa asam nitrat, yang kemudian diendapkan sebagai garam - garam nitrat didalam air hujan atau debu sebagaimana telah dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 4. Perbandingan rata-rata konsentrasi polutan NO₂ pada saat arus mudik dan balik

Pada Gambar 5 dapat dilihat perbandingan suhu rata - rata pada saat arus mudik dan balik. Pengukuran variabel suhu saat arus balik yang dilakukan 2 hari terdapat *data series* yang baik untuk dirata - ratakan (tanggal 25 dan 26 September 2009) dan pengujian suhu udara rata - rata pada saat

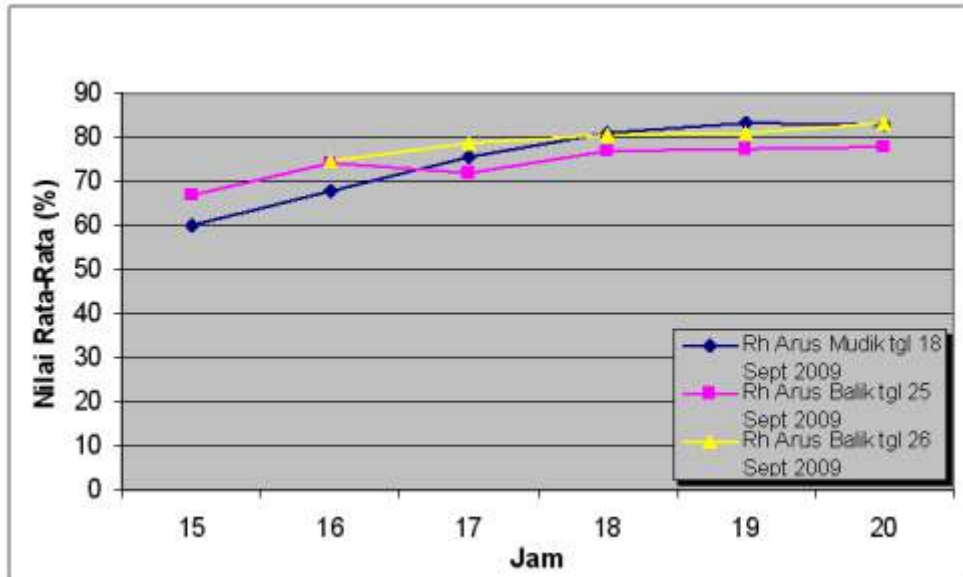
arus mudik dan balik didapat bahwa nilai $t_{hit} < t_{tabel}$ yang berarti tidak terdapat perbedaan suhu udara pada arus mudik dan arus balik. Terlihat bahwa suhu udara di lokasi pengamatan, mengalami penurunan sejalan dengan menjelang datangnya malam.



Gambar 5. Perbandingan rata-rata suhu udara pada saat arus mudik dan balik

Terlihat pada Gambar 6 bahwa pada saat pengukuran kelembaban udara Pada pengujian kelembaban udara pada saat arus mudik dan balik didapat bahwa nilai $t_{2hit} <$ dari t_{tabel} yang berarti tidak terdapat perbedaan kelembaban udara pada arus mudik dan arus balik, hal ini sebanding dengan

suhu udara yg diukur pada saat arus mudik dan balik, karena pada saat pengukuran cuaca di lokasi pengamatan pada saat arus mudik dan balik cenderung sama, yakni mendung dan angin berhembus cukup kencang.



Gambar 6. Perbandingan rata-rata kelembaban udara pada saat arus mudik dan balik

Berdasarkan hasil uji beda rata - rata yang telah dilakukan diatas, bahwa semua parameter yang dibandingkan tidak terdapat perbedaan antara bahwa semakin berkurangnya intensitas

penyinaran matahari (menjelang malam) untuk kelembaban terjadi peningkatan, tetapi pada suhu, konsentrasi SO_2 dan NO_2 yang terukur semakin menurun.



Gambar 7. Lokasi dan Suasana Pengamatan di lapangan

IV. KESIMPULAN

Arus mudik dan balik lalulintas kendaraan, adalah dua event yang penting dan keduanya merupakan kejadian khusus yang terjadi dalam sekali setahun, dan sama-sama dalam keadaan arus lalulintas yang sibuk disertai dengan konsentrasi yang tinggi dan hasilnya tidak berbeda nyata.

Saat arus mudik, kandungan gas SO₂ yang tinggi diduga karena di lokasi pengamatan sebelum dilakukan sampling, hujan tidak turun sekitar dua minggu dan mengakibatkan gas buang yang masih terdapat di udara yang belum diencerkan oleh air hujan serta kondisi kendaraan yang melintas didaerah tersebut diduga pula banyak yang kinerja mesinnya melakukan pembakaran yang tidak sempurna. Untuk konsentrasi NO₂ masih didalam rentang tingkat pencemaran udara ambien, tetapi untuk konsentrasi SO₂ sudah diluar rentang tingkat pencemaran udara ambien (menurut Kepmen LH No. 45 tahun 1997)¹⁾.

Kelembaban udara pada saat arus mudik dan balik memiliki nilai yang cukup tinggi, hal ini dikarenakan keadaan cuaca di lokasi pengamatan dalam keadaan mendung dan angin berhembus cukup kencang.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tidak dapat dilakukan tanpa bantuan DIPA Penelitian Klimatologi dan Kualitas Udara 2009 PUSLITBANG BMKG dalam penyelenggaraan pengamatan ini, terima kasih yang sebesar - besarnya diucapkan kepada rekan - rekan personil lapangan: Eko Heriyanto, Utoyo Ajie Linarka, Fierra Setyawan dan Fatkhuroyan atas kerjasama tim.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- ¹⁾ Kusminingrum, N, & Gunawan, G. (2008). *Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor Di Jalan Perkotaan Pulau Jawa Dan Bali*. Laporan penelitian, Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung: Kementerian PU.
- ²⁾ Kusminingrum, N, (1997). *Pengaruh Tanaman Jalan terhadap Baku Mutu Lingkungan Jalan*, Puslitbang Jalan, 11 - 26, Bandung.
- ³⁾ Sadio Sugita (2009). *Peningkatan Kendaraan Gerbang Tol Cikampek Mulai Terlihat*. (<http://www.pikiran-rakyat.com/node/97566>), diakses pada tanggal 4 Mei 2010.
- ⁴⁾ Parameter Pencemaran Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. (2011). (<http://www.depkes.go.id/downloads/Udara.PDF>), diakses 8 September 2011.
- ⁵⁾ Hujan Asam (Acid Rain). (2011). (<http://earthy-moony.blogspot.com/2011/01/hujan-asam-acid-rain.html>), diakses 8 Desember 2011
- ⁹⁾ Saputra, Y. E., (2010). *Pemantauan Kualitas Udara Kota Padang*. (<http://yokyedysaputra.blogspot.com/>), diakses pada tanggal 4 Mei 2010.