

PERBANDINGAN PENYEBARAN POLUSI UDARA KELUARAN TAPM DI KOTA YOGYAKARTA (URBAN), SLEMAN (RURAL) DAN PARANGTRITIS (COASTAL)

Iis Sofiati, Sumaryati, Tuti Budiwati

Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara - Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional/ LAPAN
Jl. dr. Djundjunan No. 133 - Bandung

Abstrak

Di kota-kota dengan aktivitas pertumbuhan yang pesat, pencemaran udara sudah menjadi hal yang umum. Meningkatnya jumlah transportasi dan kegiatan industri akan mengakibatkan perubahan keseimbangan ekologi, salah satunya yaitu pencemaran lingkungan termasuk didalamnya masalah pencemaran udara. Di sisi lain, keadaan polusi udara di daerah pedesaan (rural) dan daerah pantai (coastal) relatif masih lebih baik. Hal ini menarik untuk dijadikan penelitian bagaimana bentuk pola penyebaran polusi udara pada ketiga daerah yang mewakili masing-masing kondisi diatas. Keberadaan polutan dengan konsentrasi yang tinggi di udara akan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, bahkan dapat mengancam jiwa manusia. Tingkat kesadaran masyarakat akan bahaya polusi udara berbanding terbalik dengan perilakunya. Oleh karena itu, masyarakat dituntut kepeduliannya terhadap keberadaan polutan yang semakin hari semakin meningkat dalam mencegah dan mengurangi keberadaan polutan. Pada penelitian penyebaran polusi udara ini kami menggunakan software The Air Pollution Model (TAPM) yang dikembangkan oleh CSIRO-Australia (Hurley, 2002) dan dijalankan pada sistem workstation berbasis windows. Software ini dapat digunakan untuk mensimulasikan prediksi meteorologi dan model penyebaran polutan dalam bentuk dua dan tiga dimensi.

Kata kunci: Penyebaran polusi, *The Air Pollution Model* (TAPM), perkotaan, pedesaan, pesisir.

Abstract

In the cities with high activities, the air pollution has been delineated commonly. Increasing of transportation and industrial activities will resulted in change of ecology equilibrium; among other thing is environmental pollution included air pollution. On the other hand, the conditions of air pollution in the rural and coastal area are relative better than in the urban area. This object is interesting for doing research, how is the pattern of air pollution in the three region which represents of each conditions above. The fate of high concentration of pollutant on the air will causing negative impact to public health, more over can be threatens inhabitant. Consciousness of the people considering the danger of air pollution are inversely with them behavior. Therefore, the community has to pay attention to the fate of pollutant which is high and high concentration day by day. The research of air pollution dispersion carried out for analyze the dispersion of pollutant from the source or prediction the location of the source of pollutant which is spread to other region. In this study we use The Air Pollution Model (TAPM) software which developed by CSIRO-Australia (Hurley, 2002) and driven by workstation system based on windows. This software uses for prognostic two (2-d) and three dimensional (3-d) meteorology and air pollution model.

Keyword: Penyebaran polusi, *The Air Pollution Model* (TAPM), urban, rural, coastal.

I. PENDAHULUAN.

Meningkatnya jumlah transportasi dan kegiatan industri akan mengakibatkan perubahan keseimbangan ekologi, salah satunya adalah pencemaran lingkungan termasuk di dalamnya masalah pencemaran udara. Keberadaan polutan dengan konsentrasi yang tinggi di udara akan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, bahkan dapat mengancam jiwa manusia. Hal ini baru disadari oleh sebagian kecil masyarakat.

Untuk mengetahui pola penyebaran polusi dari suatu wilayah pada penelitian ini digunakan software *The Air Pollution Model* (TAPM) yang dijalankan pada sistem workstation berbasis windows. Software ini dapat digunakan untuk mensimulasikan prediksi meteorologi dan penyebaran polutan dalam bentuk dua dan tiga dimensi dari suatu sumber polutan. Untuk menjalankan program ini dibutuhkan input data berupa data lokasi

(lintang dan bujur) yang akan diambil, data meteorologi sinoptik yang dikeluarkan oleh CSIRO-Australia, dan data sumber polutan.

Luas domain (daerah yang disimulasikan) disesuaikan dengan luas wilayah yang ditinjau. Demikian pula jumlah dan ukuran grid dalam domain disesuaikan dengan luas domain. Waktu simulasi diambil tiga hari dalam bulan Januari yang mewakili musim hujan dan bulan Juli yang mewakili musim kemarau. Penelitian ini mengambil lokasi di kota Yogyakarta sebagai perwakilan daerah perkotaan (urban), Sleman yang mewakili daerah pedesaan (rural), dan Parangtritis untuk perwakilan daerah pantai (coastal).

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah wilayah seluas 3.142 km² dengan jumlah penduduk kurang lebih 3.109.142 jiwa pada sensus penduduk tahun 2000 (Gayo, 2004). Sebagian besar penduduk tinggal di kota Yogyakarta sebagai ibukota provinsi DIY. Kemajuan pembangunan di kota Yogyakarta mengakibatkan lingkungan di kota tersebut tercemari polutan baik dari sektor industri maupun transportasi, meskipun tingkat pencemarannya tidak separah kota-kota besar lainnya.

Di sisi lain, keadaan polusi udara di daerah pedesaan (Sleman) dan daerah pantai Parangtritis) relatif masih lebih baik. Hal ini menarik untuk dijadikan penelitian bagaimana bentuk pola penyebaran polusi udara di ketiga daerah yang mewakili masing-masing kondisi yang berbeda.

2. DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan sebagai input adalah data sinoptik meteorologi (SAS) untuk tahun 2004 sebagai salah satu input data dalam menjalankan TAPM yang telah tersedia dan diformat oleh CSIRO-Australia. Cakupan wilayah yang bisa dianalisa meliputi wilayah Australia dan wilayah lain di dunia termasuk Indonesia. Data sinoptik tersebut diturunkan dari analisa LAPS data Bureau of Meteorology (BoM), Australia.

Beberapa data input untuk running program bersifat asumsi, seperti lokasi sumber polutan, laju emisi polutan dan besaran fisik dari cerobong industri. Laju emisi polutan dihitung dengan mempertimbangkan baku mutu emisi dari Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Lokasi sumber polutan ditempatkan dengan mempertimbangkan bentuk topografi dan garis besar tata kota yang telah ada pada daerah yang mewakili kondisi rural, urban, dan coastal.

Dari asumsi ini dapat diperhitungkan konsentrasi partikelnya sebagai berikut:

$$c = \frac{E}{\pi r^2 v} \dots\dots\dots (1)$$

dimana: c = Konsentrasi, E = Emisi, D = A.v= Debit gas buang dari cerobong, v = kecepatan pengeluaran gas buang, A = πr^2 = Luas penampang cerobong.

Waktu simulasi diambil pada tanggal (15-17) Januari, (8-10) April, (22-24) Jul, dan (24-26) Oktober tahun 2004. Bulan Januari dan Juli mewakili musim hujan dan kemarau berturut-turut, sedangkan pemilihan bulan April dan Oktober untuk mewakili kedua musim transisi. Tahun 2004 dipilih dengan asumsi bahwa pada tahun tersebut tidak ada kejadian iklim ekstrim (seperti El Niño dan La Niña yang kuat), karena kejadian musim yang ekstrim tersebut akan menjadikan proses running TAPM tidak valid (Hurley, 2002).

Dengan mempertimbangkan luas Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, maka untuk penelitian ini diambil domain kecil seluas 125 km x 125 km yang terbagi dalam 50 x 50 grid, dengan ukuran gridnya 2500 m x 2500 m. Pusat domain terletak di kota Yogyakarta pada koordinat 7° 48` LS dan 110° 21` BT. TAPM di running dengan tiga nesting yang mempunyai resolusi spasial 10 km, 5 km, dan 2.5 km dan 20 level ketinggian arah vertikal (10, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500,

3000, 4000, 5000, 6000, 7000, dan 8000 meter). Peta topografi dan kondisi lokasi digambarkan dengan menggunakan software Graphical Information System (GIS).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Topografi

Data topografi dan kondisi alam di Provinsi DI Yogyakarta sebagai salah satu input data untuk menjalankan TAPM, diambil dari global topografi yang dikeluarkan oleh US Geological Survey, Earth Resources Observation Systems (EROS) Data Center Distributed Active Archive Center (EDC DAAC). Topografi tersebut telah memiliki resolusi 30 detik atau sekitar 1 km dan telah diformat oleh CSIRO untuk input TAPM. Gambar 3.1 menunjukkan peta topografi untuk wilayah provinsi DI Yogyakarta dan sekitarnya.



Gambar 3.1. Peta topografi wilayah provinsi DI Yogyakarta dan sekitarnya, dengan interval 10 m dan luas 125 km x 125 km. Posisi sumber polutan dan pusat simulasi di kota Yogyakarta ($7^{\circ} 48' \text{ LS}$; $110^{\circ} 21' \text{ BT}$).

Dari gambar terlihat bahwa sebelah utara provinsi DI Yogyakarta terdapat daerah dataran tinggi yang merupakan bagian dari daerah gunung Merapi dengan ketinggian mencapai hampir 3000 m. Sedangkan sebelah barat daya terdapat daerah dataran tinggi pula yang merupakan bagian dari daerah gunung Sumbing dan gunung Sindoro, dengan ketinggian mencapai lebih dari 3000 m. Bagian selatan merupakan daerah dataran rendah dan pantai yang memiliki ketinggian dibawah 50 m dari permukaan laut. Adapun bagian timur dan tenggara terdapat daerah dengan ketinggian rata-rata sekitar 200 m, dan pada wilayah tertentu ketinggian mencapai lebih dari 600 m. Keadaan lokasi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1, akan berpengaruh pada penyebaran polusi udara maupun keadaan cuaca (seperti hujan, temperatur udara, kecepatan dan arah angin, kelembaban dsb.) di sekitar wilayah tersebut.

3.2. Penyebaran Polusi Udara

Sebagai sumber polutan diambil tiga lokasi dengan asumsi bahwa masing-masing mempunyai lima titik sumber polutan. Tiga lokasi tersebut adalah; kota Yogyakarta yang merupakan ibukota provinsi dengan peluang kota paling terpolusi. Sleman yang mewakili daerah pedesaan sehingga bisa dilihat seberapa jauh polutan menyebar dari daerah ini. Adapun Parangtritis untuk mencari kemungkinan polutan menyebar ke laut (Samudera Indonesia) ataupun ke daerah garis pantai.

Sumber polutan pada ketiga lokasi tersebut diasumsikan sebagai cerobong dengan ketinggian 20 m, jari-jari 1 m, temperatur pengeluaran 373 K, kecepatan pengeluaran 5 m/s dan jenis polutan berupa APM (Air Particulate Matter) dengan laju emisi 1.6 g/det.

Dari perhitungan dengan menggunakan rumus pada persamaan (1) diatas, maka diperoleh $c = 0.1 \text{ g/m}^3 = 100 \text{ mg/m}^3$. Konsentrasi sebesar 100 mg/m^3 itu merupakan seperempat kali 400 mg/m^3 . Konsentrasi sebesar 400 mg/m^3 menurut Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. (KEP-02/MENKLH/1998) adalah baku mutu emisi partikel untuk industri kertas dan pulp yang berlaku secara efektif mulai tahun 1995 (Bapedal, 1998). Ketentuan itu akan semakin ketat dengan berjalannya waktu, karena mulai tahun 2000 diberlakukan baku mutu emisi sebesar 230 mg/m^3 .

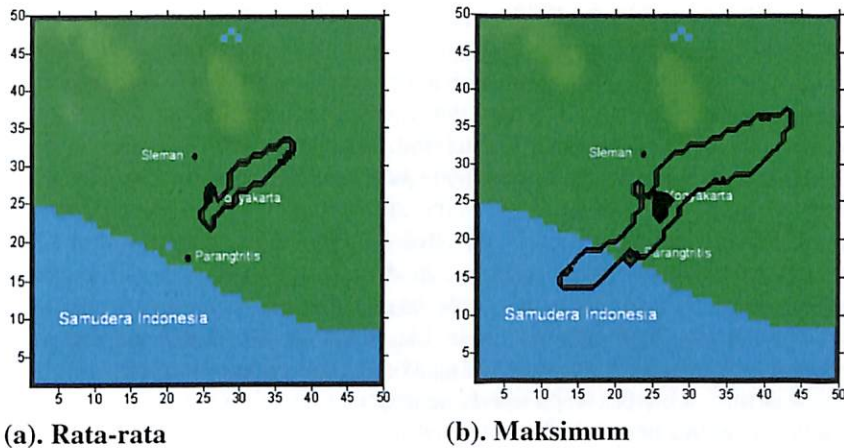
3.3. Konsentrasi Polutan

Gambar 3.2 menampilkan kontur konsentrasi polutan yang merupakan konsentrasi rata-rata partikel selama tiga hari running. Disini terlihat bahwa polutan dapat mencemari suatu area yang berasal dari suatu sumber, serta konsentrasi maksimum dapat terjadi selama waktu yang ditinjau. Untuk konsentrasi polutan ini wilayah yang disimulasikan sebesar $500 \text{ km} \times 500 \text{ km}$ untuk domain besar, dan $125 \text{ km} \times 125 \text{ km}$ untuk domain kecil. Hal ini dimaksudkan agar wilayah yang ditinjau akan mewakili daerah penyebaran polutan.

Pada Gambar 3.2 (a) ditampilkan kontur konsentrasi rata-rata partikel yang terjadi pada bulan Januari. Daerah yang memiliki tingkat kepekatan polutan yang tinggi yaitu di daerah sekitar kota Yogyakarta dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Sekitar candi Prambanan sampai daerah Klaten konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, dan ke sebelah barat daya kota Yogyakarta atau di daerah Sedayu, nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Meskipun sumber polutan yang diasumsikan juga berada di daerah Sleman dan Parangtritis, tetapi penumpukkan polutan rata-rata hanya terjadi di daerah yang telah disebutkan diatas. Gambar 3.2 (b) memperlihatkan kontur konsentrasi maksimum, dan daerah yang mempunyai tingkat kepekatan polutan yang paling tinggi yaitu daerah sekitar kota Yogyakarta, dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sekitar $14 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Kemudian daerah Delanggu nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Disini polutan yang berasal dari Parangtritis akan terakumulasi dan sampai menyebar ke laut, dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Nilai konsentrasi masimum yang didapat dari hasil proses running untuk daerah Yogyakarta dan sekitarnya adalah sebesar $5.2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Tidak seperti halnya pada bulan Januari, konsentrasi rata-rata partikel pada bulan April tidak terlalu menyebar kearah timur laut, akan tetapi menumpuk di sekitar daerah Yogyakarta dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sekitar $0.3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ sampai ke daerah Palangan dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sekitar $0.4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ dan sebagian ke laut. Pada musim transisi seperti bulan April, konsentrasi maksimum dapat menyebar lebih luas. Dari hasil ditunjukkan bahwa nilai kepekatan yang paling tinggi terjadi di daerah sekitar Yogyakarta, kemudian menyebar sampai ke daerah Parangtritis, daerah pantai Samas, sampai ke arah barat laut yaitu daerah Girimulyo. Sebagian besar polutan juga menyebar kearah laut di sebelah barat daya Parangtritis (gambar tidak ditampilkan).



Gambar 3.2. Peta kontur konsentrasi rata-rata partikel (a) dengan interval 0.01 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) dan kontur konsentrasi maksimum (b) dengan interval 0.2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di DI Yogyakarta dan sekitarnya pada bulan Januari.

Jika dilihat dari konsentrasi rata-rata partikel yang terjadi pada musim kemarau atau pada bulan Juli, daerah yang memiliki tingkat kepekatan polutan yang tinggi yaitu di sekitar sumber polutan itu sendiri yaitu kota Yogyakarta, Sleman, dan Parangtritis. Dari ketiga sumber tersebut rata-rata polutan menyebar kearah barat dan barat laut. Polutan yang berasal dari kota Yogyakarta, akan menyebar sampai ke daerah sekitar Girimulyo dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kemudian untuk polutan yang berasal dari kota Sleman, akan menyebar sampai ke daerah sekitar Tempel, dan Salam dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan untuk polutan yang berasal dari Parangtritis, akan menyebar ke laut. Konsentrasi maksimum partikel pada bulan Juli, kepekatan yang paling tinggi juga terjadi di daerah dekat dengan sumber polutan. Arah penyebaran polutannya hampir sama dengan arah penyebaran untuk konsentrasi rata-ratanya, hanya saja jangkauannya lebih menyempit. Adapun nilai konsentrasi maksimum yang didapat dari hasil proses running adalah sebesar $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Untuk musim transisi atau pada bulan Oktober, tingkat kepekatan konsentrasi rata-rata polutan mempunyai nilai yang lebih rendah dan jangkauan yang lebih sempit dibandingkan dengan musim kemarau. Polutan terlihat terakumulasi di sekitar daerah kota Yogyakarta, Sedayu, sampai daerah Galur dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi maksimum partikel pada bulan Oktober, dimana kepekatan yang paling tinggi terjadi di daerah Yogyakarta sampai daerah sebelah barat yaitu daerah Kokap dengan nilai konsentrasi rata-ratanya sebesar $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kemudian daerah Srandakan yaitu di arah barat daya Yogyakarta dengan nilai konsentrasi rata-rata sebesar $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan sebagian menyebar ke laut.

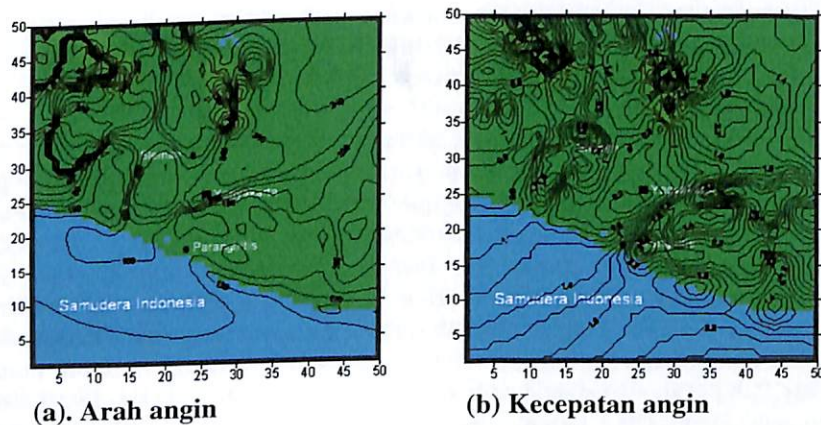
Konsentrasi rata-rata partikel secara keseluruhan terlihat lebih kecil dibandingkan dengan konsentrasi maksimumnya. Ini dikarenakan pada suatu waktu di lokasi ini terjadi penumpukkan konsentrasi yang sangat tinggi, namun di waktu yang lainnya terdapat penumpukkan konsentrasi yang sangat rendah.

Faktor utama dalam pembentukan daerah sebaran polutan adalah panjangnya jarak yang bisa dicapai oleh masa udara yang mempunyai pengaruh sampai ribuan kilometer dengan durasi satu sampai dua hari. Jumlah polutan yang disebarkan terutama bergantung dari kekuatan suatu sumber polutan mengeluarkan polutannya, keadaan meteorologi (seperti arah dan kecepatan angin, temperatur, kelembaban, tekanan, dan curah hujan), dan

proses fisika dan kimia yang terjadi selama penjalaran masa udara (Mikelinskien. A et.al., 2004; Chelani, A.B. et.al., 2002).

3.4. Pengaruh Angin

Gambar 3.3 (a) menunjukkan kontur arah angin rata-rata yang terjadi pada bulan Januari selama tiga hari proses running. Secara keseluruhan, hampir di semua tempat pada daerah yang mempunyai ketinggian diantara 200 sampai 300 m dari permukaan laut seperti daerah Sedayu, Dlingo, Bunder, Tempel, Minggir, dan Imogiri, angin bertiup dari arah barat dan barat daya. Secara spesifik, di daerah perkotaan (kota Yogyakarta) dan pedesaan (Sleman) angin dominan dari arah selatan dan barat daya sedangkan di daerah pantai (Parangtritis) angin darat dan angin laut lebih dominan daripada angin musim. Untuk dataran tinggi seperti di daerah gunung Merapi dan gunung Sumbing angin rata-rata bertiup dari arah timur laut. Meskipun pada puncak dan lembah pegunungan, angin lembah dan angin gunung lebih dominan dibandingkan dengan angin musim.



Gambar 3.3. Peta kontur arah angin rata-rata (a) dengan interval 20° dan kecepatan angin rata-rata (b) dengan interval 0.2 m/det, pada bulan Januari.

Kecepatan angin rata-rata pada bulan Januari selama tiga hari proses running digambarkan pada Gambar 3.3 (b) dan bervariasi antara 0.2 m/det sampai 4 m/det. Di daerah pedesaan (kota Sleman dan sekitarnya) kecepatan angin lebih bervariasi (berkisar dari 0.6 m/det sampai dengan 3 m/det) dibandingkan dengan di daerah perkotaan (kota Yogyakarta dan sekitarnya) yang relatif lebih kecil (berkisar dari 0.2 m/det sampai 1 m/det). Di daerah garis pantai sekitar Rongkop, Gilikerto, dan Parang tritis kecepatan angin berkisar dari 0.8 m/det sampai 2 m/det, sedangkan di daerah pegunungan kecepatan berangsur-angsur naik sesuai dengan naiknya ketinggian.

Pada bulan April ini angin dominan bertiup dari arah timur dan tenggara di hampir seluruh wilayah DI Yogyakarta, kecuali untuk daerah dataran tinggi, arah angin bervariasi dari arah timur, tenggara, selatan, dan barat daya. Kecepatan angin pada bulan April kecenderungan terjadinya hampir sama dengan yang terjadi pada bulan Januari. Di daerah yang mempunyai ketinggian diantara 200 sampai 300 m dari permukaan laut, kecepatan angin berkisar antara 0.2 m/det sampai dengan 1 m/det. Sedangkan untuk daerah yang mempunyai ketinggian diatas 400 m dari permukaan laut kecepatan anginnya berkisar antara 2 m/det sampai dengan 4 m/det.

Arah angin yang terjadi pada bulan Juli, di daerah yang mempunyai ketinggian sekitar 200 m dari permukaan laut, rata-rata bertiup dari arah timur, sedangkan di daerah pantai angin bertiup dari arah tenggara. Kecepatan angin relatif lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi pada bulan Januari maupun April. Di daerah pantai, kecepatan angin bisa mencapai sekitar 6 m/det, begitupun untuk daerah pegunungan. Tetapi di daerah yang mempunyai ketinggian sekitar 100 m dari permukaan laut kecepatan angin hanya berkisar antara 1 m/det sampai 4 m/det.

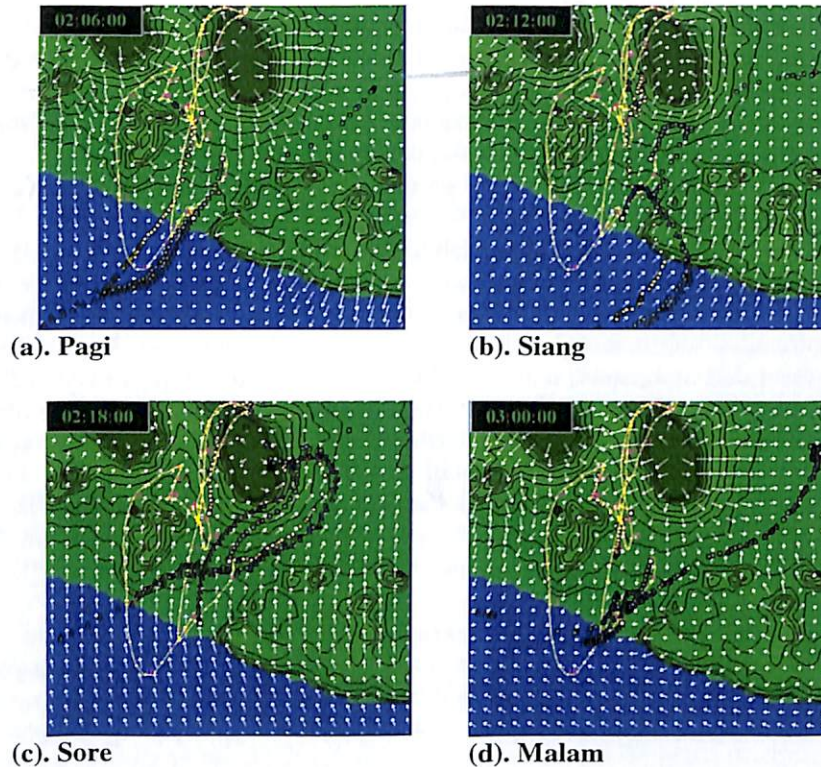
Pada bulan Oktober, arah angin lebih bervariasi, baik yang terjadi pada daerah dataran rendah, menengah, ataupun dataran tinggi. Untuk daerah di sekitar Sleman, Yogyakarta dan Parangtritis, angin rata-rata bertiup dari arah tenggara. Sedangkan untuk daerah pegunungan angin sering berbelok arah, sehingga arah angin yang terjadipun bervariasi, yaitu dari arah timur, tenggara, dan barat daya. Angka-angka kecepatan angin yang terjadi pada bulan Oktober juga relatif lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi pada Januari dan bulan April, tetapi masih lebih kecil bila dibandingkan dengan yang terjadi pada bulan Juli. Di daerah pantai, angin bertiup rata-rata dengan kecepatan mencapai 5.5 m/det sampai 6 m/det. Sedangkan kecepatan angin di daerah dataran menengah atau daerah yang mempunyai ketinggian sekitar 100 m sampai 200 m, kecepatan angin berkisar dari 1 m/det sampai 3 m/det.

3.5. Lintasan Penjalaran Polutan (Trayektori)

Dari hasil running selama tiga hari, akan kami tampilkan hasil running pada hari kedua. Arah penjalaran polutan sesaat bisa ditampilkan untuk setiap jam, dalam penelitian ini kami hanya menampilkan beberapa gambar tetapi cukup mewakili keadaan harian. Hasil yang kami pilih mengikuti pola sinoptik yang telah sering dipakai, yaitu pola enam jam-an (06.00, 12.00, 18.00, dan 24.00) dan dilengkapi dengan vektor angin permukaan pada berbagai jangkauan arah sebaran, arah penjalaran polutan (trayektori).

Gambar 3.4 (a), menunjukkan arah sebaran polutan yang terjadi pada bulan Januari di pagi hari yang rata-rata menuju ke laut (Samudera Indonesia), meskipun ada sebagian kecil polutan yang menuju arah timur laut. Arah sebaran polutan yang terjadi sesuai dengan vektor angin (tanda panah berwarna putih). Adapun lintasan polutannya digambarkan oleh garis kuning sambung dan angka merah yang menunjukkan waktu penjalaran. Pada siang hari polutan dari laut berbelok menuju daratan dan sebagian terperangkap oleh adanya dataran tinggi di sekitar gunung Merapi, seperti yang terlihat pada Gambar 3.4 (b).

Sesuai dengan arah angin, pada sore hari polutan akan terkumpul di wilayah kota (dalam hal ini kota Yogyakarta), maupun pedesaan (daerah Sleman), dan seolah-olah polutan terperangkap di dataran rendah yang diapit oleh dua dataran tinggi, dapat dilihat pada Gambar 3.4 (c). Akibat adanya angin yang berasal dari dataran tinggi seperti yang terlihat pada Gambar 3.4 (d), maka pada malam hari polutan secara dominan akan terkumpul di daerah pantai dan sebagian menyebar menuju dataran rendah pada arah timur laut.



Gambar 3.4. Bentuk lintasan dan penyebaran polusi udara serta vektor angin pada bulan Januari di provinsi DI Yogyakarta dan sekitarnya pada: (a) pagi hari, (b) siang hari, (c) sore hari, dan (d) malam hari.

Pada pagi hari di bulan April, angin rata-rata bertiup dari daratan menuju laut, sehingga arah penjalaran polutan pun lebih dominan menuju laut (gambar tidak ditampilkan). Dari hasil menunjukkan bahwa polutan bergerak menuju daratan karena angin dominan bertiup dari laut. Seperti pada bulan Januari pada siang hari, polutan sebagian akan terperangkap di daerah antara dua dataran tinggi. Pada sore hari, akibat adanya angin yang berasal dari arah barat daya, polutan akan menyebar ke daerah perkotaan. Penjalaran polutan ke arah utara akan terhalang oleh adanya dataran tinggi, dan terkumpul di daerah perbukitan. Sedangkan pada malam hari di bulan April, polutan akan terkumpul di daerah pantai, meskipun ada yang tersebar sampai kearah timur tetapi kemudian terhalang oleh dataran yang lebih tinggi yang berada di daerah ini.

Keadaan yang lebih baik terjadi pada bulan Juli, disaat musim kemarau, dimana polutan tidak terakumulasi di daerah tertentu seperti pada bulan Januari dan April. Arah angin yang dominan berasal dari timur dengan kecepatan rata-rata 5m/det, baik pada pagi, siang, sore, ataupun malam hari. Hal ini akan menyebabkan polutan bergerak kearah barat dan sebagian kearah pantai. Dengan adanya kecepatan angin yang relatif lebih besar dari bulan sebelumnya, sebaran polutan lebih mengarah kearah barat dan barat daya.

Pada saat musim transisi yaitu pada bulan Oktober, angin dominan bertiup dari arah tenggara dengan kecepatan rata-rata 4 m/det. Keadaan ini menyebabkan polutan bergerak kearah barat laut. Akibatnya sebagian polutan yang berasal dari daerah perkotaan (Yogyakarta) dan pedesaan (Sleman) akan terakumulasi di daerah perbukitan. Sedangkan

polutan yang berasal dari daerah pantai (Parangtritis) akan menyebar sepanjang pantai menuju kearah barat laut.

Dari variasi musiman menunjukkan bahwa pola sebaran polusi berbeda antara satu musim dengan yang lainnya, tergantung besar kecepatan dan darimana arah angin berasal, serta posisi suatu sumber. Kondisi inipun terjadi dan telah dilakukan penelitian oleh peneliti sebelumnya di wilayah Serang Banten (Sumaryati, 2004).

4. KESIMPULAN

❖ Nilai konsentrasi rata-rata partikel pada musim transisi mempunyai tingkat kepekatan polutan yang rendah dan jangkauan sempit. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh gerakan angin yang dominan yang mengakibatkan terjadinya pencucian dan pengenceran polutan yang lebih cepat, sehingga tingkat kepekatan polutan pada lokasi yang jauh sudah berkurang.

❖ Dilihat dari hasil analisa mengenai arah dan kecepatan angin yang terjadi pada bulan Januari, April, dan Oktober, secara keseluruhan tidak jauh berbeda dengan hasil diobservasi yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG). Dimana arah angin yang terjadi pada musim hujan dominan dari arah barat, dengan kecepatan angin yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan musim kemarau yang mempunyai arah angin yang dominan dari arah timur dan tenggara dengan kecepatan yang lebih besar.

❖ Pola sebaran polutan di ketiga tempat yang mewakili urban, rural, dan coastal menunjukkan perbedaan yang cukup berarti. Hal ini terjadi karena keadaan meteorologi dan topografi sangat berpengaruh pada penyebaran dan letak sumber polutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Bapedal, 1998: Himpunan Peraturan tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta.
- Chelani, A. B., D.G. Gajghate and M.Z. Hasan, 2002: *Prediction of Ambient PM₁₀ and Toxic Metals Using Artificial Neural networks*. J. of Air and Waste Management Ass., 52, 805-810.
- Gayo, HMI., 2002: *Buku Pintar, Seri Senior*. Cetakan ke 35. Upaya Warga Negara, Jakarta
- Hurley, P. 2002: *The Air Pollution Model (TAPM) Version 2: User Manual*. CSIRO, Australia.
- Mikelinskienė, A. A. Milukaitė, 2004: *Application of Air Mass Trajectories For Identification of Air Pollution Sources*, 8th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Lithuania.
- Sumaryati, Tuti Budiwati, Afif Budiyono, 2004: *Aplikasi TAPM Untuk Pengkajian Penyebaran Polusi Udara di Surabaya dan Sekitarnya*. Jurnal meteorology dan Geofisika: Vol. 5 no.1. Bandung
- , 2004: *Pola Penyebaran Polusi Udara dari PLTU - Suralaya dan Sekitarnya: Simulasi Musim hujan 2001*. Presentasi Penelitian di LAPAN-Bandung.