

KAJIAN METEOROLOGI KELUARAN *THE AIR POLLUTION MODEL* (TAPM) DI KOTA PALEMBANG DAN PADANG

Iis Sofiati, Saipul Hamdi

Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara-Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional/ LAPAN
Jl. dr. Djundjuran No. 133- Bandung 40173.

Abstrak

*Penyebaran polusi udara tidak terlepas kaitannya dari faktor-faktor meteorologi seperti misalnya arah dan kecepatan angin, curah hujan, suhu, tekanan, dan kelembaban. Faktor-faktor meteorologi tersebut di atas sangat menentukan dan mengendalikan keberadaan polutan, sehingga dapat mencegah dampak yang akan ditimbulkan. Penelitian penyebaran polusi udara dilakukan untuk menganalisis penyebaran polutan yang berasal dari suatu sumber, ataupun memperkirakan letak suatu sumber polutan yang menyebar ke suatu wilayah. Pada penelitian ini digunakan software *The Air Pollution Model (TAPM)* yang dijalankan pada system workstation berbasis windows. Software ini dapat digunakan untuk mensimulasikan prediksi meteorologi dan penyebaran polutan dalam bentuk dua dan tiga dimensi. Namun dalam penelitian ini hanya dilakukan untuk parameter meteorologi sebagai basis penyebaran polusi udara, dan hasilnya dibandingkan dengan data meteorologi permukaan dan data radiosonde yang dikeluarkan oleh BMG. Besarnya koefisien korelasi untuk profil parameter meteorologi di kota Palembang dan Padang menghasilkan nilai yang sangat baik untuk temperatur (koefisien korelasinya rata-rata 0.9 sampai satu), tetapi rendah untuk intensitas curah hujan (koefisien korelasinya rata-rata hanya 0.2).*

Kata kunci: Parameter meteorologi, penyebaran polusi, *The Air Pollution Model (TAPM)*.

Abstract

*The air pollution dispersion depends on meteorology factors such as wind speed and direction, rainfall, temperature, pressure, and relative humidity. Those factors will make certain about the existence of pollutant and environmental management with the results that prevent the impact of air pollution appearances. The research of air pollution dispersion carried out for analyze the pollution dispersion which come from the source or to prediction the location of pollutant source. In this research we used *The Air Pollution Model (TAPM)* software which developed by CSIRO-Australia 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. For this time we consider only to the meteorology parameters and the results will compare with in situ data. In Palembang and Padang the comparison of correlation coefficient of temperature between TAPM and in situ data are very good correlated (the average of correlation coefficient is 0.9 up to one), but not for rainfall (is only 0.2).*

Keywords: Meteorological parameter, pollution dispersion, *The Air Pollution Model (TAPM)*.

1. PENDAHULUAN

Kondisi polusi udara di P. Sumatera relatif masih lebih bagus dibanding dengan P. Jawa. Wilayah P. Sumatera banyak kawasan hutan dan sumber antropogenik polutan dari sektor transportasi dan industri hanya ada di beberapa kota saja. Sumber polutan lain yang cukup besar adalah kebakaran hutan baik yang disengaja maupun yang sifatnya musibah sering terjadi terutama pada musim kemarau. Peristiwa ini menghasilkan polutan udara yang dapat tersebar ke daerah lain yang sangat jauh, terutama asap. Selain itu tak menutup kemungkinan P. Sumatera berkembang menjadi daerah dengan perkembangan industri dan transportasi yang pesat yang menghasilkan polutan ke udara.

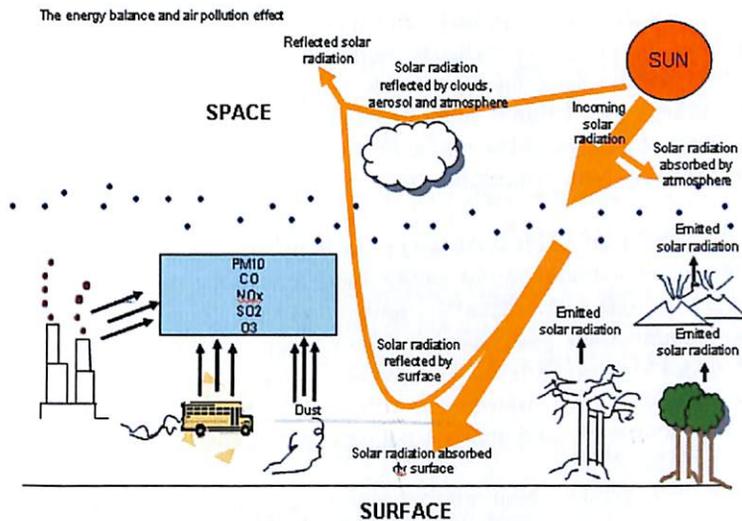
Kajian trayektori polusi udara dengan menganalisa parameter meteorologi pada suatu daerah, dapat menentukan dari mana suatu polutan berasal atau sebaliknya polutan dari suatu sumber akan menyebar ke arah mana, sehingga dapat digunakan untuk penentuan perencanaan wilayah. Untuk daerah kebakaran hutan yang lokasi serta skenarionya tidak selalu tetap, sumber polutan dari industri dan transportasi dalam perencanaan, atau perkembangan wilayah, maka kajian trayektori polusi menjadi sangat penting.

Dengan kajian ini diharapkan dapat memberi gambaran jika pada suatu daerah terjadi kebakaran hutan maka ke arah mana polutannya akan tersebar, atau suatu daerah akan dikembangkan menjadi kawasan industri dan transportasi serta pengembangan tata guna lahan yang ramah lingkungan. Dengan memperhatikan lintasan perjalanan polutan dari suatu lokasi yang direncanakan dapat dilakukan penataan ruang yang tepat dan rencana mitigasi dimasa yang akan datang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Meteorologi dan polusi udara.

Penyebaran polusi udara tidak terlepas kaitannya dari faktor-faktor meteorologi seperti arah dan kecepatan angin, temperatur, curah hujan, tekanan, dan kelembaban.

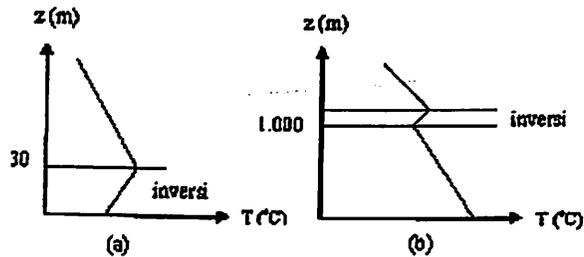


Gambar 2.1. Pengaruh polusi udara dan keseimbangan energi (Creative designed by: Tita.KM.).

Curah hujan bertindak sebagai pencuci atmosfer dan mengurangi penyebaran pencemar di atmosfer. Presipitasi akan membawa sejumlah partikulat maupun gas-gas pencemar keluar dari atmosfer ke dalam tanah dan air. Proses "pembersihan" ini biasa disebut dengan *scavenging*. Sedangkan proses pembersihan yang disebabkan oleh hujan biasa disebut *rain washout/ downwash* (Rahmawati 2003).

Temperatur udara mempengaruhi pola keputan dari cerobong dalam bentuk parameter gradien temperatur vertikal. Hal ini disebabkan karena parameter ini menyatakan tingkat stabilitas atmosfer dan lapisan inversi temperatur yang berpengaruh pada kualitas udara. Inversi berbahaya, yaitu lapisan dengan konsentrasi pencemar di permukaan tanah sangat tinggi, karena inversi adalah lapisan yang sangat stabil sehingga pertukaran udara vertikal hampir terhambat sempurna. Akibatnya polutan yang berada di daerah permukaan akan terhambat pergerakannya, karena inversi sendiri bertindak sebagai sebuah tutup dimana beberapa pergerakan vertikal yang dapat menembusnya hanya berjalan lambat. Inversi yang berada di permukaan tanah terutama terjadi pada malam hari yang tenang dan langit cerah dimana permukaan tanah didinginkan dengan hilangnya radiasi panas ke langit yang tidak berawan (Suharsono, 1985). Definisi inversi berbahaya menurut Landsberg (1981) dalam Bayong (1999) adalah ;

- Inversi temperatur permukaan dengan ketebalan sekurang-kurangnya 300 m.
- Inversi temperatur atas dengan ketinggian tidak lebih dari 1.000 m (gambar 2.2).



Gambar 2.2. Inversi berbahaya. Z adalah ketinggian dan T adalah temperatur.
 (a) inversi permukaan, (b) inversi atas. Sumber: Bayong, 1999.

Pergeseran garis edar matahari akan menyebabkan fluktuasi temperatur musiman. Temperatur akan berpengaruh terhadap pemuaian dan penyusutan volume udara. Jika udara memuai maka udara menjadi lebih renggang dan akibatnya tekanannya akan menurun, sebaliknya jika volume udara menyusut, maka kerapatan udara tersebut menjadi lebih tinggi dan akibatnya tekanannya akan meningkat (Lakitan 2002). Hal ini akan berpengaruh terhadap arah hembusan angin yang juga berpengaruh terhadap penyebaran polutan.

Kelembaban di atmosfer mempengaruhi temperatur dan angin. Kelembaban secara tidak langsung akan mempengaruhi karakteristik buoyancy dan momentum yang terjadi pada proses plume rise atau naiknya kepulan asap dari cerobong industri (Rahmawati 2003). Kelembaban udara pada lapisan udara dekat permukaan (di mana pengukuran kelembaban udara diukur pada stasiun-stasiun klimatologi) lebih rendah di perkotaan, karena laju evaporasi dan transpirasi yang lebih rendah. Permukaan di perkotaan didominasi oleh pengerasan, misalnya aspal dan beton yang kurang mampu menyerap dan menahan air (Lakitan 2002).

Angin adalah gerakan atau aliran massa udara horizontal akibat adanya perbedaan tekanan. Angin merupakan komponen meteorologi yang paling berperan dalam penyebaran zat pencemar. Perubahan arah dan kecepatan angin menunjukkan arah penyebaran dan fluktuasi konsentrasi pencemar di atmosfer, makin tinggi kecepatan angin maka pengenceran akan semakin besar. Dengan peningkatan kecepatan angin dua kali dalam waktu yang sama maka volume udara yang akan menyebarkan polutan meningkat lebih dari dua kali (Lakitan 1993). Jika angin berhembus lemah sekali, udara yang tercemar akan bergerak searah angin dengan bentuk sebaran (*plume*) menyempit dan ramping dimana penyebarannya hanya dengan aliran pengenceran (difusi) molekuler yang sangat lambat. Konsentrasi di suatu tempat di dalam plume akan lebih kecil daripada di dekat mulut cerobong dan di luar plume konsentrasinya dapat diabaikan.

Faktor-faktor meteorologi tersebut di atas sangat menentukan keberadaan polutan, serta dapat mengendalikan keberadaannya sehingga dapat mencegah dampak yang akan ditimbulkannya. Selain itu, dengan menganalisis faktor meteorologinya akan dapat menentukan langkah-langkah apa saja yang akan diambil untuk mengurangi keberadaan polutan sehingga tidak sampai mengganggu lingkungan.

2.2. Gambaran umum tentang *The Air Pollution Model (TAPM)*.

TAPM adalah *software* yang dapat digunakan untuk mensimulasikan prediksi meteorologi dan penyebaran polutan dalam bentuk dua dan tiga dimensi dari sumber berbentuk cerobong. TAPM sesuai untuk wilayah horizontal dengan wilayah hingga mencapai jarak 1000 km x 1000 km. Sebaiknya untuk daerah yang lebih luas tidak digunakan karena adanya pengabaian faktor dari bentuk bumi yang melengkung,

penggunaan gaya coriolis yang tetap dan asumsi dari keragaman tekanan sinoptik secara horizontal, temperatur udara serta temperatur permukaan laut. TAPM tidak dapat menampilkan data yang akurat untuk kejadian iklim ekstrim dan juga tekanan non-hidrostatik tidak dapat ditampilkan pada ketinggian di atas 5000 m. TAPM juga tidak dapat digunakan untuk setiap daerah yang sangat curam karena sistem koordinat pada model yang terbatas (Hurley, 2002; Reza *et al*, 2003). Jika dilihat dari resolusi domain ini, maka menurut Seinfeld and Pandis (1998) termasuk dalam sebaran kajian skala meso. Namun jika dilihat dari domainnya yang bisa valid sampai 1000 km, maka TAPM bukan hanya membahas skala meso tetapi juga skala regional (Seinfeld and Pandis, 1998; Hurley, 2002).

3. DATA DAN METODOLOGI

3.1. Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Synoptic (SAS) tahun 2004 dari CSIRO-Australia, meteorologi permukaan dan radiosonde kota Palembang dan Padang tahun 2004.

3.2. Metodologi

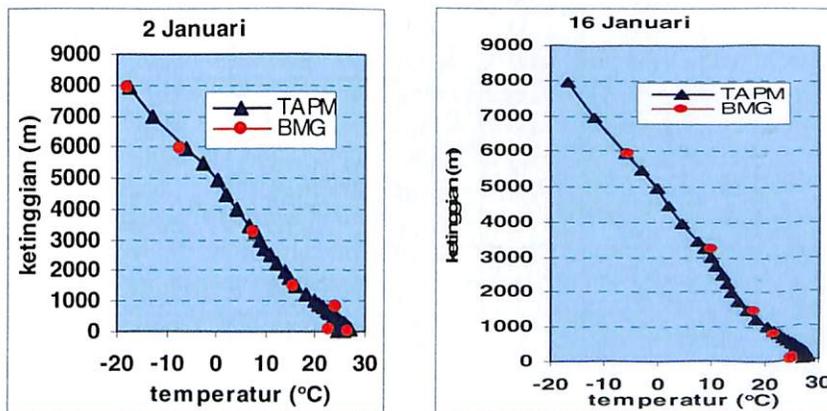
Pada penelitian ini digunakan *software* TAPM yang merupakan pengembangan dari *Lagrangian Atmospheric Dispersion Model* (LADM) dan keduanya dikembangkan oleh CSIRO, Australia.

Data sinoptik meteorologi enam jam-an sebagai salah satu input TAPM didapat dari CSIRO- Australia. Data ini mencakup seluruh dunia termasuk wilayah Indonesia. Data sinoptik tersebut diturunkan dari analisa LAPS dari data Bureau of Meteorology (BoM), Australia.

4. PROFIL PARAMETER METEOROLOGI KOTA PADANG TAHUN 2004

4.1 Profil temperatur.

Gambar 4.1 menunjukkan profil temperatur yang dihasilkan dari hasil proses running TAPM dibandingkan dengan data peluncuran radiosonde pada tanggal 2, 10, 16, dan 26 Januari (yang ditampilkan hanya pada tanggal 2 dan 16 Januari). Ketinggian yang terukur dari data radiosonde rata-rata mencapai lebih dari 20 km, tetapi ketinggian maksimum hasil dari proses running TAPM adalah 8 km, sehingga gambar yang disajikan telah disesuaikan dengan data yang tersedia.



Gambar 4.1. Profil temperatur kota Padang pada bulan Januari 2004.

Dari hasil analisa didapat bahwa secara keseluruhan koefisien korelasi parameter temperatur antara hasil TAPM dan BMG mempunyai nilai yang sangat baik. Nilai tertinggi terjadi pada tanggal 10 dan 12 Januari (lihat tabel 4.1).

Tabel 4.1 Koefisien korelasi antara rason TAPM vs BMG pada bulan Januari 2004 di kota Padang.

Tgl	T	KR	AA	KA	KET:
02-Jan	0.99	0.50	-0.46	0.67	T = temperatur KR = kelembaban elatif AA = arah angin KA = Kecepatan angin
10-Jan	1.00	0.83	-0.34	0.57	
12-Jan	1.00	0.72	0.49	-0.39	
16-Jan	0.99	0.65	-0.68	0.57	
26-Jan	0.99	0.01	0.01	0.33	

Untuk bulan April, profil temperatur didapat dari data radiosonde yang diluncurkan pada tanggal 9, 10, 12, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 23, 25, 26, dan 28 April. (gambar tidak ditampilkan, karena keterbatasan halaman). Adapun ketinggian yang bisa terukur baik untuk TAPM dan BMG sama seperti pada buan Januari. Dari hasil menunjukkan profil temperatur yang terukur di sekitar permukaan atau pada ketinggian dibawah 10 m, rata-rata menunjukkan nilai sekitar 25 sampai 28°C baik untuk TAPM maupun untuk BMG, kemudian turun terus menerus sampai menunjukkan nilai sekitar -20°C pada ketinggian sekitar 8000 m.

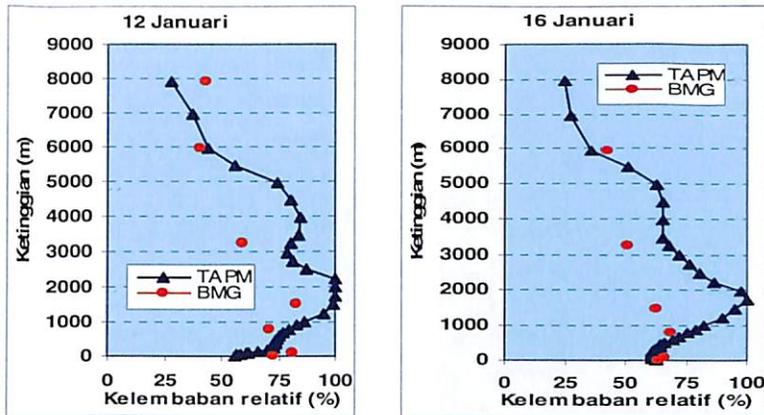
Koefisien korelasi yang ditunjukkan oleh data radiosonde BMG dan hasil proses running TAPM juga mempunyai nilai yang sangat baik untuk seluruh tanggal peluncuran (hasil lengkap lihat tabel 4.2). Hal ini menunjukkan bahwa profil temperatur hasil dari proses running TAPM bisa digunakan sebagai simulasi dari model profil temperatur dengan validasi yang cukup akurat.

Tabel 4.2. Sama seperti tabel 4.1, tetapi untuk bulan April 2004.

Tgl	T	KR	AA	KA
09-Apr	1.00	0.61	0.19	0.54
10-Apr	1.00	0.07	-0.40	0.21
12-Apr	1.00	0.47	0.00	0.83
13-Apr	1.00	0.67	0.17	0.82
14-Apr	1.00	0.65	0.89	0.91
15-Apr	1.00	0.72	0.41	0.79
18-Apr	1.00	0.40	-0.55	0.38
20-Apr	1.00	0.66	0.85	0.36
22-Apr	1.00	0.70	0.84	0.83
23-Apr	1.00	0.11	-0.02	0.21
25-Apr	0.99	0.28	-0.43	0.46
26-Apr	1.00	0.55	-0.06	0.70
28-Apr	1.00	0.51	0.13	0.85

4.2. Profil kelembaban relatif.

Gambar 4.2 menggambarkan profil kelembaban relatif dari TAPM dan BMG untuk bulan Januari (yang ditampilkan hanya tanggal 12 dan 16 Januari 2004).



Gambar 4.2. Profil kelembaban relatif kota Padang pada bulan Januari 2004.

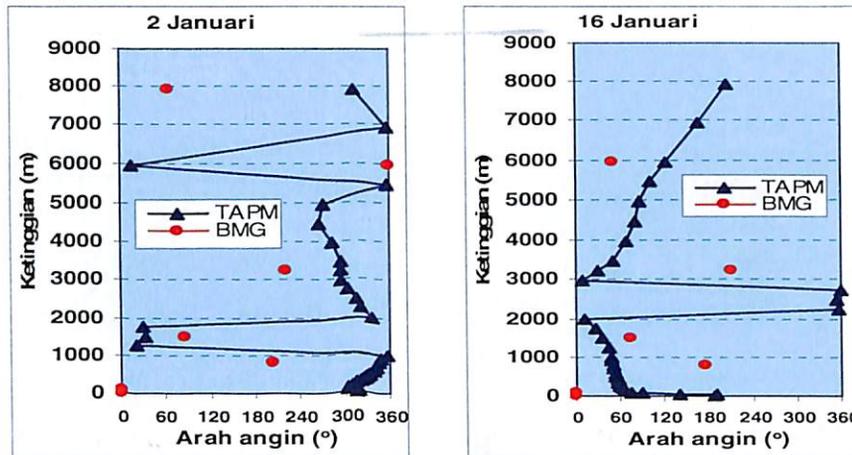
Dari gambar terlihat bahwa nilai kelembaban relatif di daerah permukaan yang ditunjukkan oleh data radiosonde berkisar 60%, kemudian naik sampai sekitar 80% pada ketinggian rata-rata dibawah 2000 m dan nilainya turun kembali sampai sekitar 50% untuk ketinggian dibawah 4000 m, dan sampai pada ketinggian 8000 m nilai kelembaban relatif berkisar 30%. Adapun nilai koefisien korelasi yang dihitung dengan cara yang sama dengan penghitungan temperatur, mempunyai nilai maksimum 0,83 dan nilai minimumnya 0,01 (lihat Tabel 4.1).

Profil kelembaban relatif untuk bulan April menunjukkan profil yang lebih berfluktuasi dibandingkan dengan hasil dari BMG. Tetapi kisaran nilai pada daerah permukaan nilai kelembaban hampir sama sekitar 75%. Hasil dari TAPM untuk ketinggian dibawah 3000 m nilai kelembabannya naik terus menerus sampai rata-rata berkisar 100%, kemudian nilainya turun sampai mencapai 10% pada ketinggian 8000 m. Tetapi hasil dari BMG berbeda, nilai kelembabannya justru turun dan untuk ketinggian dibawah 4000 m rata-rata berkisar 50%, dan sampai pada ketinggian 8000 m mencapai nilai 30%. Selanjutnya koefisien korelasi untuk bulan April mempunyai nilai maksimum 0,72 didapat dari data peluncuran tanggal 15 April dan nilai minimumnya 0,07 yang didapat dari data peluncuran tanggal 10 April, dan untuk hasil lengkap bisa dilihat pada Tabel 4.2.

4.3. Profil arah angin.

Profil arah angin hasil dari olahan data TAPM dan BMG digambarkan pada Gambar 4.3. Pada bulan Januari, terlihat bahwa hasil dari TAPM untuk daerah dengan ketinggian dibawah 1000 m, angin bertiup dari arah 300° sampai 360° pada awal bulan, dan untuk pertengahan bulan Januari angin bertiup dari arah 60° sampai 180°.

Pada ketinggian sekitar 8000 m, angin rata-rata bertiup dari arah 200°. Adapun hasil olahan dari data BMG baik pada awal ataupun pertengahan bulan, angin bertiup dari arah 0° atau 360° dan 180° untuk daerah dengan ketinggian dibawah 1000 m. Selanjutnya pada ketinggian sekitar 8000 m angin bertiup dari arah 60°.



Gambar 4.3. Profil arah angin kota Padang pada bulan Januari 2004.

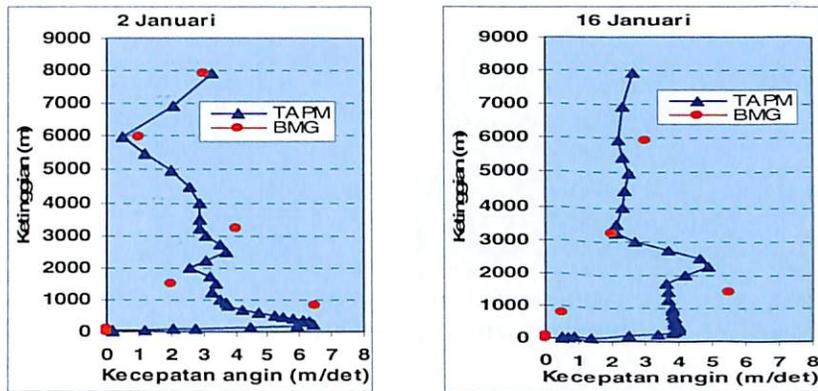
Koefisien korelasi yang dihitung untuk bulan Januari menunjukkan nilai maksimum 0,68 yang didapat pada peluncuran tanggal 16 Januari, dan nilai minimumnya adalah 0,01 yang didapat dari peluncuran tanggal 26 Januari (hasil lengkap dapat dilihat di Tabel 4.1.).

Hasil yang diperoleh baik dari TAPM maupun BMG pada awal bulan April menunjukkan bahwa angin betiup rata-rata dari arah 120° sampai dari arah 270° di daerah permukaan, kemudian berbelok dan sampai pada ketinggian dibawah 3000 m angin betiup dari arah 90° . Pada pertengahan bulan April hasil dari TAPM menunjukkan bahwa angin betiup dari arah 90° sampai dari arah 120° di bawah ketinggian 500 m, dan pada ketinggian dibawah 1000 m angin betiup dari arah 240° sampai dari arah 360° . Adapun hasil yang didapat dari BMG rata-rata mempunyai perbedaan sekitar 20° baik untuk ketinggian dibawah 500 m, ataupun diatas 500 m dan dibawah 1000 m. Tetapi arah angin pada ketinggian diatas 6000 m, hasil yang didapat baik dari TAPM maupun BMG, hampir dikatakan sama. Selanjutnya, koefisien korelasi untuk bulan April mempunyai nilai maksimum 0,89 yang didapat dari peluncuran tanggal 14 April, dan nilai minimumnya adalah 0,00 yang didapat dari peluncuran tanggal 12 April (hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.2).

4.4. Profil Kecepatan Angin.

Gambar 4.4 menunjukkan profil kecepatan angin untuk bulan Januari. Pada peluncuran tanggal 2 Januari, hasil yang ditunjukkan oleh TAPM dan BMG hampir sama. Untuk ketinggian dibawah 500 m kecepatan angin berkisar 0 (nol) m/det dan berangsur-angsur naik sampai mencapai lebih dari 6 m/det, tetapi kemudian berangsur-angsur turun sampai mencapai 3,5 m/det pada ketinggian dibawah 1000 m. Pada ketinggian diatas 1000 m dan dibawah 4000 m kecepatan angin cenderung tetap pada nilai sekitar 3,5 m/det, dan setelah itu kembali berangsur-angsur turun sampai pada kecepatan 0,5 m/det pada ketinggian 6000 m, selanjutnya kembali berangsur-angsur naik kembali sampai pada kecepatan 3 m/det pada ketinggian 8000 m. Hasil yang ditunjukkan oleh TAPM dan BMG pada peluncuran tanggal 12, 16, dan 26 Januari agak sedikit berbeda. Pada ketinggian dibawah 500 m kecepatan angin berkisar 0 (nol) m/det dan berangsur-angsur naik sampai mencapai 6,5 m/det untuk TAPM, tetapi nilai kecepatan angin tetap sekitar 0 (nol) m/det untuk BMG pada ketinggian yang sama dan hal ini berlanjut terus sampai pada ketinggian

dibawah 2000 m. Kemudian baru pada ketinggian diatas 3000 m sampai 8000 m, hasil yang ditunjukkan oleh TAPM dan BMG tidak jauh berbeda atau berkisar pada 2 sampai 6 m/det.



Gambar 4.4. Profil kecepatan angin kota Padang pada bulan Januari 2004.

Dari hasil perhitungan koefisien korelasi pada bulan Januari mempunyai nilai maksimum 0,67 yang didapat dari peluncuran tanggal 2 Januari, dan nilai minimumnya adalah 0,33 yang didapat dari peluncuran tanggal 26 Januari. Untuk hasil lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Selanjutnya profil kecepatan angin yang didapat dari data peluncuran pada bulan April. Hasil dari TAPM dan BMG menunjukkan bahwa pada tanggal 12, 13, 14, dan 28 April mula-mula kecepatan angin berkisar 2 m/det, kemudian berangsur-angsur turun mencapai 0,5 m/det pada ketinggian sekitar 10 m, dan berangsur-angsur naik kembali mencapai 2,5 m/det pada ketinggian sekitar 500 m. Setelah itu kecepatan angin berangsur-angsur turun mencapai 0,5 m/det sampai pada ketinggian 1000 m (untuk tanggal peluncuran 13, 14, dan 28 April). Tetapi sebaliknya, untuk tanggal 12 April, kecepatan angin berangsur-angsur naik mencapai 6 m/det sampai pada ketinggian 2000 m. Untuk ketinggian diatas 3000 m sampai 8000 m, hasil dari TAPM dan BMG tidak jauh berbeda, kecuali untuk peluncuran tanggal 10 April. Nilai koefisien korelasi kecepatan angin antara TAPM dan BMG untuk bulan April, lebih baik dibandingkan dengan hasil yang diperoleh untuk bulan Januari. Pada bulan April tersebut, koefisien korelasi maksimumnya 0,91 dan minimumnya adalah 0,21. Untuk hasil lengkap lihat Tabel 4.2.

5. Variabilitas musiman parameter meteorologi kota Palembang tahun 2004.

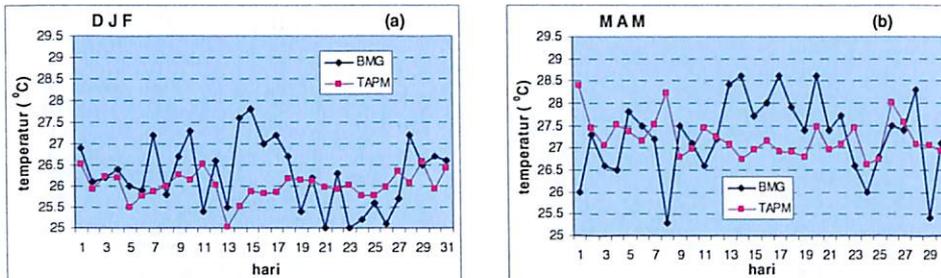
5.1 Temperatur.

Analisa berikutnya adalah membandingkan kedua sumber data tersebut secara musiman. Data yang dihasilkan oleh TAPM, diambil pada daerah permukaan atau pada ketinggian kurang dari 20 m. Gambar 5.1 (a) menunjukkan bahwa pada bulan Desember-Januari-Februari (DJF) rata-rata temperatur berkisar dari 25° C sampai sekitar 28° C. Perbedaan antara TAPM dan BMG pada awal dan akhir bulan tidak terlalu signifikan, tetapi pada pertengahan bulan, perbedaan tersebut terlihat jelas.

Seperti misalnya setelah tanggal 13 sampai tanggal 19, kenaikan temperatur yang dihasilkan oleh BMG jauh lebih besar dibandingkan dengan TAPM, dan perbedaannya sekitar satu sampai dua derajat celcius, dan oleh karena itu koefisien korelasi yang didapat juga hanya 0,05 (lihat Tabel 5.1).

Begitupula variabilitas temperatur rata-rata untuk bulan Maret-April-Mei (MAM), karakteristiknya hampir sama dengan hasil pada DJF, hanya saja ada beberapa nilai

temperatur yang dihasilkan oleh TAPM dan BMG berbanding terbalik secara signifikan, seperti misalnya pada tanggal 1, 8, 13, 14, dan 17. Tabel 5.1. menunjukkan angka koefisien korelasi yang diperoleh untuk MAM adalah -0,36.



Gambar 5.1. Variabilitas temperatur musiman kota Palembang tahun 2004.

Selanjutnya, dari hasil ditunjukkan variabilitas temperatur rata-rata untuk bulan Juni-Juli-Agustus (JJA) (gambar tidak ditampilkan). Hasil yang diperoleh dari BMG secara keseluruhan lebih besar (berkisar antara 0,5° sampai 2,5°C) daripada TAPM, kecuali sebaliknya untuk tanggal 26, 27, dan 31, dimana hasil dari TAPM lebih besar daripada BMG (perbedaannya sekitar 0,5° sampai 1°C). Pada JJA ini, ada beberapa hasil TAPM dan BMG yang berbanding terbalik, dan koefisien korelasinya hanya -0,08 (lihat Tabel 5.1).

Tabel 5.1. Koefisien korelasi parameter meteorologi TAPM vs BMG

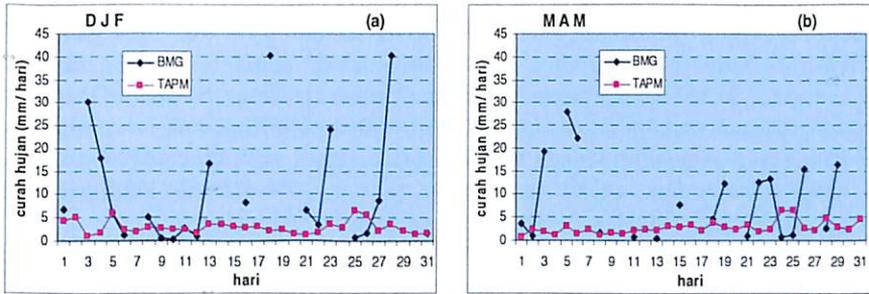
Bln	T	CH	KR	KA	AA	KET:
DJF	0.05	-0.14	-0.04	-0.10	-0.37	CH= curah hujan
MAM	-0.36	-0.30	-0.38	0.25	0.02	
JJA	-0.08	0.07	-0.12	0.34	0.01	
SON	0.39	0.05	0.21	-0.10	0.22	

Variabilitas temperatur rata-rata untuk bulan September-Oktober-Desember (SON) menunjukkan bahwa pada minggu pertama dan keempat, temperatur yang ditunjukkan oleh TAPM dan BMG hampir sama, tetapi kedua dan ketiga terlihat dominasi nilai yang dihasilkan oleh BMG lebih besar daripada TAPM (perbedaannya sekitar 0,5° sampai sekitar 3°C). Kemudian koefisien korelasi yang ditunjukkan oleh tabel 5.1. untuk variabilitas rata-rata temperatur untuk bulan SON adalah 0,39.

5.2 Curah hujan.

Gambar 5.2 menggambarkan variabilitas curah hujan musiman kota Palembang tahun 2004. Variabilitas curah hujan rata-rata untuk bulan DJF ditunjukkan oleh Gambar 5.2 (a). Besarnya curah hujan yang dihasilkan oleh TAPM jauh lebih kecil dibandingkan dengan BMG, nilai maksimum curah hujan untuk TAPM hanya sekitar 6 mm/hari, sedangkan yang dihasilkan oleh BMG nilai maksimumnya adalah sekitar 40 mm/hari. Koefisien korelasi untuk DJF adalah -0,14 dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Pada bulan MAM, intensitas curah hujan yang dihasilkan dari proses running TAPM juga jauh lebih kecil dari yang dihasilkan oleh BMG. Nilai maksimum curah hujan untuk TAPM hanya sekitar 7 mm/hari, sedangkan yang dihasilkan oleh BMG nilai maksimumnya adalah sekitar 27 mm/hari (lihat gambar 5.2 (b)). Tabel 5.1 menunjukkan koefisien korelasi untuk MAM adalah -0,30.



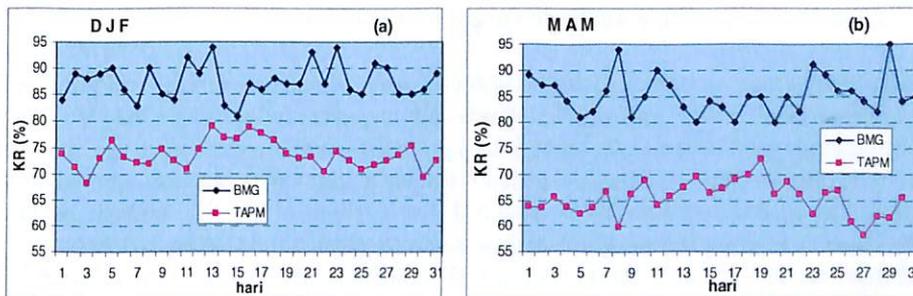
Gambar 5.2. Variabilitas curah hujan musiman kota Palembang tahun 2004.

Untuk bulan JJA nilai maksimum curah hujan yang dihasilkan dari proses running TAPM adalah sekitar 7 mm/hari, sedangkan yang dihasilkan oleh BMG nilai maksimumnya adalah sekitar 30 mm/hari, dan hal inipun menunjukkan bahwa intensitas curah hujan yang dihasilkan oleh TAPM jauh lebih kecil dibandingkan dengan BMG. Untuk bulan JJA, koefisien korelasi curah hujan adalah 0,07 (lihat Tabel 5.1). Selanjutnya variabilitas curah hujan rata-rata untuk bulan SON menunjukkan bahwa hasil TAPM lebih kecil dibandingkan dengan BMG. Nilai maksimum untuk TAPM sekitar 12 mm/hari dan untuk BMG adalah sekitar 32 mm/hari. Koefisien korelasi untuk curah hujan pada SON adalah 0,05 (hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.1).

5.3. Kelembaban relatif.

Variabilitas kelembaban relatif musiman kota Palembang tahun 2004 digambarkan pada Gambar 5.3. Gambar 5.3 (a) menunjukkan variabilitas kelembaban relatif untuk bulan DJF, dan terlihat bahwa nilai kelembaban relatif yang dihasilkan oleh TAPM lebih kecil dibandingkan dengan BMG. Hasil BMG menunjukkan nilai maksimumnya adalah 95%, dan minimumnya adalah 80%. Tetapi nilai minimum yang dihasilkan oleh BMG tersebut, sama dengan nilai maksimum pada data yang dihasilkan oleh TAPM, sedangkan nilai kelembaban relatif minimumnya adalah 68%. Koefisien korelasi yang dihitung untuk bulan ini adalah -0,04, ditulis pada Tabel 5.1.

Gambar 5.3 (b) menunjukkan variabilitas nilai maksimum kelembaban relatif untuk bulan MAM yang dihasilkan oleh data BMG adalah 95%, dan nilai minimumnya adalah 80%. Hasil tersebut lebih besar dibandingkan dengan data hasil proses running TAPM, yang menunjukkan nilai maksimumnya 74% dan nilai minimumnya adalah 57%.



Gambar 5.3 Variabilitas kelembaban relatif musiman kota Palembang tahun 2004.

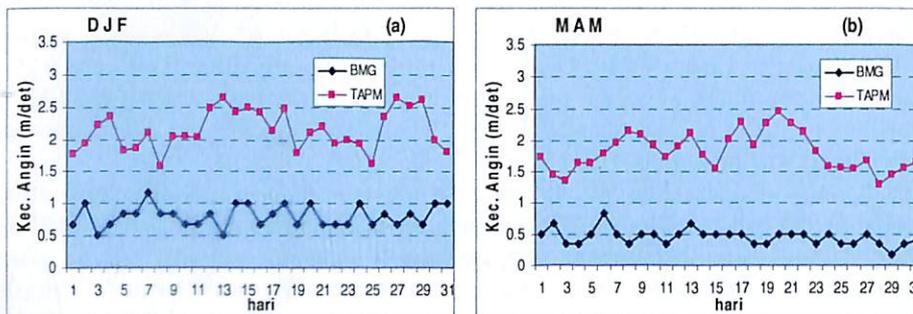
Seperti pada perhitungan yang dilakukan sebelumnya, nilai koefisien korelasi kelembaban relatif untuk MAM adalah -0,38. (lihat Tabel 5.1). Untuk bulan JJA hasil dari TAPM menunjukkan nilai maksimum sekitar 72% dan nilai minimumnya 55%. Sedangkan

nilai maksimum yang dihasilkan oleh data BMG adalah 83% dan nilai minimumnya adalah 75%. Nilai koefisien korelasi kelembaban relatif untuk bulan JJA adalah -0,12 (dapat dilihat pada Tabel 5.1). Variabilitas kelembaban relatif untuk bulan SON pada awal bulan tendensi turunnya nilai kelembaban relatif terlihat signifikan dan nilai minimumnya adalah 59%. Tetapi setelah tanggal 6, nilai kelembaban relatif berangsur-angsur naik kembali sampai mencapai angka maksimum sekitar 90%. Untuk koefisien korelasi kelembaban relatif bulan SON ini adalah -0,01.

5.4. Kecepatan angin.

Dilihat dari hasil secara keseluruhan, baik untuk DJF, MAM, JJA, dan SON, variabilitas kecepatan angin musiman yang dihasilkan oleh proses running TAPM lebih besar dibandingkan dengan hasil yang dikeluarkan oleh BMG. Seperti yang tertera pada Gambar 5.4 (a). Bulan DJF, kecepatan angin maksimum yang dihasilkan oleh TAPM adalah 2,6 m/det dan kecepatan minimumnya sekitar 1,5 m/det. Sedangkan dari hasil BMG menunjukkan bahwa kecepatan angin maksimum sekitar 1,2 m/det dan minimumnya sekitar 0,5 m/det. Adapun koefisien korelasi kecepatan angin antara TAPM dan BMG adalah -0,10.

Untuk bulan MAM seperti yang terlihat pada Gambar 5.4 (b) nilai maksimum dari TAPM adalah 2,5 m/det dan nilai minimumnya adalah 1,2 m/det. Sedangkan hasil yang diperoleh dari BMG, nilai maksimumnya adalah 0,8 m/det dan minimumnya adalah 0,2 m/det. Kisaran nilai yang ditunjukkan oleh hasil TAPM untuk MAM tidak jauh berbeda dengan DJF, begitupun fluktuasinya. Lain halnya dengan hasil dari BMG, bahwa untuk bulan MAM sedikit lebih kecil bila dibandingkan dengan bulan DJF. Koefisien korelasi kecepatan angin antara TAPM dan BMG untuk bulan MAM adalah 0,25.



Gambar 5.4. Variabilitas kecepatan angin musiman kota Palembang tahun 2004.

Nilai maksimum untuk TAPM pada bulan JJA adalah sekitar 3,5 m/det dan nilai minimumnya adalah 2,0 m/det. Kecepatan angin pada bulan-bulan ini lebih tinggi dibandingkan dengan bulan-bulan yang lain dan mempunyai tendensi meninggi pada akhir bulan. Begitupun yang dihasilkan oleh BMG, tendensinya cenderung naik. Nilai maksimum yang didapat dari BMG adalah 2,7 m/det dan nilai minimumnya adalah 1,4 m/det. Tabel 5.1 juga memperlihatkan koefisien korelasi untuk bulan JJA sebesar 0,34. Variabilitas kecepatan angin untuk bulan SON nilai maksimum yang didapat dari TAPM sekitar 2,8 m/det dan nilai minimumnya 1,5 m/det. Sedangkan hasil yang didapat dari BMG, nilai maksimumnya adalah sekitar 0,7 m/det dan nilai minimumnya sekitar 0,2 m/det. Untuk bulan SON ini, koefisien korelasi yang dihitung adalah -0,10. Hasil lengkap bisa dilihat pada Tabel 5.1.

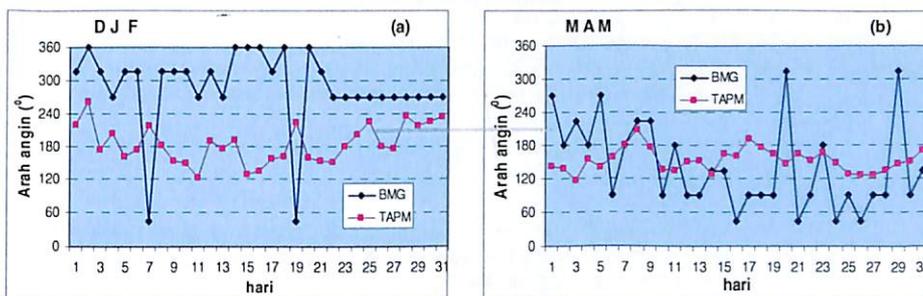
5.5. Arah angin.

Gambar 5.5 menunjukkan variabilitas arah angin musiman untuk kota Palembang tahun 2004. Dari gambar terlihat bahwa arah angin yang terjadi pada bulan DJF adalah angin yang berasal dari Barat, Barat Laut, dan Utara. Untuk bulan JJA arah angin berasal dari arah timur, Tenggara, dan Selatan. Tetapi untuk musim transisi MAM dan SON, arah angin kadang tidak menentu.

Gambar 5.5 (a) menunjukkan variabilitas arah angin untuk bulan DJF. Disini terlihat bahwa hasil dari BMG memperlihatkan arah angin dominan dari arah Barat, tetapi hasil dari olahan TAPM arah angin dominan dari arah Barat Daya. Besarnya koefisien korelasi arah angin antara TAPM dan BMG adalah -0,37 (lihat Tabel 5.1). Untuk bulan MAM, arah angin dominan hasil dari BMG adalah dari arah Timur dan Tenggara. Sedangkan hasil TAPM menunjukkan arah angin dominan dari arah Tenggara, dapat di lihat pada Gambar 5.5 (b).

Pada tabel 5.1 tertulis besarnya koefisien korelasi arah angin antara TAPM dan BMG adalah 0,02. Pada bulan JJA menunjukkan bahwa arah angin dominan dari arah Tenggara, baik yang diperoleh dari hasil proses running TAPM ataupun dari pengolahan BMG. Besarnya koefisien korelasi arah angin antara TAPM dan BMG adalah 0,01.

Seperti pada bulan MAM, untuk bulan SON hasil dari BMG, arah angin pada musim transisi ini tidak menentu atau berfluktuasi.



Gambar 5.5 Variabilitas kecepatan angin musiman kota Palembang tahun 2004.

Tetapi hasil proses running TAPM menunjukkan arah angin yang tidak begitu fluktuatif dan dominan berasal dari arah Tenggara. Untuk besarnya koefisien korelasi arah angin antara TAPM dan BMG adalah 0,22. Hasil lengkap dari besarnya koefisien korelasi arah angin untuk semua musim bisa dilihat pada Tabel 5.1.

5. KESIMPULAN

- Perbandingan besarnya nilai koefisien korelasi antara hasil proses running TAPM dan BMG untuk profil parameter meteorologi terutama temperatur, menghasilkan nilai yang sangat baik. Meskipun ada parameter lain (seperti kelembaban relatif dan arah angin) yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang kecil pada bulan-bulan tertentu. Hal ini berarti bahwa penggunaan TAPM sangat potensial untuk melihat trayektori polutan, karena pengaruh keluaran polutan tergantung dari ketinggian suatu sumber polutan.
- Dari hasil perhitungan koefisien korelasi antara hasil proses running TAPM dan BMG untuk parameter meteorologi permukaan, menghasilkan nilai yang tidak begitu besar. Dugaan sementara adalah bahwa pada daerah permukaan atau pada ketinggian kurang dari 100 m, sensitivitas *software* TAPM sangat tergantung dari faktor topografi, sehingga nilai-nilai yang dihasilkan untuk semua parameter meteorologi permukaan relatif lebih kecil dibandingkan dengan data BMG, kecuali untuk besarnya kecepatan angin.

DAFTAR RUJUKAN

- Bayong B. 1993: *Meteorologi dan Dispersi Pencemaran Atmosfer*. ITB. Bandung.
-----, 1999: *Klimatologi Umum*. ITB. Bandung.
- Hurley P. 2002: *The Air Pollution Model (TAPM) Version 3: User Manual*. CSIRO Atmospheric Research Australia.
- Lakitan B. 1993: *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*, Rajawali Pers., Jakarta.
-----, 2002: *Dasar-dasar Klimatologi*. PT. Raja Grafindo Persada Jakarta.
- Landsberg, H.E. 1981: *The Urban Climate*, Academic Press., London.
- Reza PZ, Sturman AP, Smith RS. 2003: *Validation of The Air Pollution Model (TAPM) For Winters of 1999 to 2002 Over Christchurch. New Zealand.*
<http://www.dar.csiro.au/TAPM>. [18 Apr 2004].
- Seinfeld JH, Pandis SN. 1998: Atmospheric Chemical Transport Models. Di dalam: Wiley J and Sons. *Atmospheric Chemistry and Physics*. Canada. 1193-1194.
- Suharsono, H., 1985: *Pengaruh Cuaca dan Iklim Terhadap Polusi Udara*, Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Sumaryati. 2004: *Pola Sebaran Polusi Udara dari PLTU Suralaya dan Sekitarnya*. Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2004, LAPAN. Bandung.
-----, Tuti Budiwati, Afif Budiyo. 2004: Aplikasi TAPM untuk Pengkajian Penyebaran Polusi Udara di Surabaya dan Sekitarnya. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*: 5 No. 1. Januari – Maret, 2004. Bandung.