

Pola Penyebaran Pousi Udara Dari PLTU Suralaya Pada Musim Kemarau

Sumaryati, Chunaeni Lathief, dan Dessy Gusnita

Bidang Pengkajian Ozon dan Polusi Udara-Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional/ LAPAN

Jl. dr. Djundjuna No.133- Bandung 40173.

Email: maryati@bdg.lapan.go.id

Abstrak

PLTU Suralaya merupakan industri tenaga listrik dengan cerobong yang tinggi dan polutan yang besar yang berpotensi tersebar dalam jarak yang jauh. Dalam penelitian ini disimulasikan pola penyebaran polutan debu dari PLTU Suralaya dengan menggunakan TAPM pada musim kemarau tahun 1999 – 2001. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ada perubahan pola penyebaran polusi udara pada musim kemarau untuk tahun 1999 – 2001. Tetapi secara global pada musim kemarau polutan cenderung menyebar ke arah barat di atas perairan Selat Sunda dan Laut Jawa, sesuai dengan arah angin global pada musim kemarau.

Kata kunci: Musim kemarau, PLTU Suralaya, CO, TAPM.

Abstract

PLTU Suralaya is power plant with high stack and much air pollution emissions that potent to disperse to the long distance. In this research was simulated the particulate dispersion using the air pollution model (TAPM) in the dry season 1999- 2001. The result of simulation shows that there is a different of air pollution dispersion pattern in the dry season in 1999 – 2001. Although globally, the pollutant tent to disperse to western over Sunda Strait and Java Sea, that correlation to global wind direction in the dry season.

Key words: Dry season, PLTU Suralaya, CO, TAPM.

1. PENDAHULUAN

PLTU Suralaya merupakan pembangkit tenaga listrik terbesar yang dimiliki PT Indonesia power dengan berkapasitas daya sebesar 3212 MW dengan bahan bakar batu bara (PT Indonesai power, 2007). Konsekuensinya PLTU Suralaya menghasilkan polutan udara yang besar yang berpotensi mencemari lingkungan sekitarnya.

Besarnya konsentrasi pencemaran tersebut dipengaruhi oleh pola sebaran polutan dan besarnya emisi. Sedangkan pola sebaran polutan sangat dipengaruhi oleh kondisi meteorologi dan topografi daerah tersebut.

Letak PLTU Suralaya berada pada topografi yang unik, pada ujung daerah yang berbentuk seperti tapal kuda yang berbukit-bukit. Oleh karena itu ada kemungkinan polutan udara yang berasal dari PLTU Suralaya tidak banyak mencemari daratan pulau Jawa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola penyebaran polusi udara dari PLTU Suralaya pada musim kemarau selama tiga tahun, yaitu tahun 1999-2001 dengan mengambil polutan debu. Pemilihan musim kemarau karena pada waktu ini tidak ada proses wash out, sehingga polutan mempunyai umur yang lama di atmosfer.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan the air pollution model (TAPM) sebagai perangkat utamanya. Data dalam penelitian bersumber pada kunjungan ke lapangan dan data sekunder pemantauan emisi yang dilakukan oleh PLTU Suralaya. Sebagai input untuk running TAPM

data topografi dan kondisi alam 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. Sedangkan data sinoptik meteorologi enam jam-an diturunkan dari analisa LAPS dari data Bureau of Meteorology (BoM), Australia dengan resolusi 0.75° (Hurley, 1999).

Untuk menjalankan TAPM dilakukan langkah sebagai berikut:

1. Input data
2. Proses running
3. Analisis output

Input data sebelum proses running dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

a. Pembuatan domain (daerah yang disimulasikan)

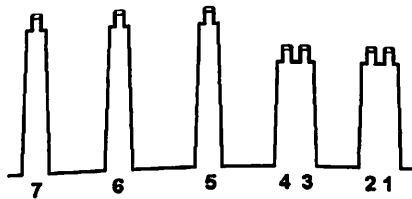
Pusat simulasi diambil pada koordinat (5°52,5' LS, 106°1,5' BT), yang merupakan lokasi PLTU Suralaya. Jumlah gridnya sebanyak 100 x 100 dan berukuran 1000 m x 1000 m atau dengan luasan domain 100 km x 100 km. Pengambilan domain dari base data ini meliputi data topografi dan kondisi fisik pada domain tersebut.

b. Waktu running

Waktu running dilakukan pada periode musim kemarau pada tanggal 3 – 7 Juli selama tiga tahun, yaitu tahun 1999, 2000, dan 2001. Pemilihan waktu running berarti sekaligus input data sinoptik.

c. Data polusi

PLTU Suralaya memiliki tujuh cerobong (gambar 2.1) dan data fisik ditabelkan pada Tabel 2.1.



Gambar 2.1 Cerobong PLTU Suralaya tampak dari arah selatan

PLTU Suralaya termasuk industri besar yang harus memantau konsentrasi emisi polutan udara yang dihasilkan, yang meliputi antara lain NO_x, SO₂, CO dan partikulat. Untuk mengetahui besarnya laju emisi (E) dengan satuan massa per waktu dari hasil pemantauan konsentrasi (c) yang berdimensi massa per volume, maka digunakan persamaan berikut.

$$E = c.D$$

dengan D = debit gas buang, yaitu sebesar: $D = A.v$

dengan A = luas penampang cerobong, yaitu sebesar $A = \pi.r^2$
maka

$$E = \pi r^2 v c$$

Jenis polutan partikulat merupakan polutan yang tidak reaktif, tidak ada reaksi kimia di atmosfer sehingga dapat dikatakan bahwa polutan ini inert. Pemusnahan polutan ini dari atmosfer karena deposisi kering atau pengendapan secara fisik dan wash out karena adanya air hujan.

Berdasar laporan dari Pemantauan Pelaksanaan RKL dan RPL PLTU Suralaya dan , data polusi dan cerobongnya sebagai input running program dilihat pada Tabel 2.1:

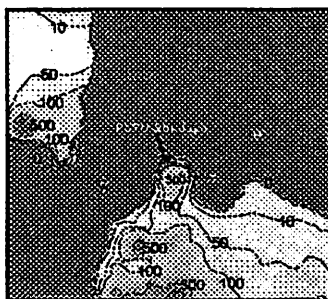
Tabel 2.1. Input data polusi

Cerobong	Posisi dari pusat domain (m)	v (m)	d (m)	h (m)	T(K)	Laju emisi (gr/det)
Unit 1	(210,0)	20	5,5	200	423	96,20
Unit 2	(200,0)	20	5,5	200	423	322,93
Unit 3	(110,0)	20	5,5	200	423	10,03
Unit 4	(100,0)	20	5,5	200	423	19,33
Unit 5	(0,0)	20	6,5	275	423	17,03
Unit 6	(-100,0)	20	6,5	275	423	17,89
Unit 7	(-200,0)	20	6,5	275	423	23,44

Background konsentrasi polutan partikel diambil nol. Hal ini berarti konsentrasi partikel hanyalah partikel yang berasal dari PLTU Suralaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Domain dengan pusat ($5^{\circ}52,5' \text{ LS}$, $106^{\circ}1,5' \text{ BT}$), dengan luas $100 \text{ km} \times 100 \text{ km}$ dapat dilihat pada Gambar 3.1. Daerah ini mencakup Kota Cilegon dan Kabupaten Serang.

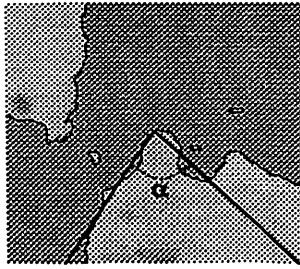


Gambar 3.1. Domain dengan topografi dan posisi sumber (PLTU)

Dilihat dari bentuk topografi daerah Cilegon dan Serang (gambar 3.1) posisi sumber polutan dari PLTU Suralaya secara topografi letaknya sangat tepat, yaitu di ujung pantai yang menjorok ke laut. Daerah tapal Kuda berbukit-bukit diharapkan mampu menahan polutan PLTU Suralaya menyebar ke daratan di sebelah selatan.

Dengan posisi sumber yang berada di ujung pantai diduga polutan banyak menyebar di atas laut yaitu laut Jawa dan selat Sunda, sehingga cukup baik untuk menjaga lingkungan dan kesehatan manusia. Jika diasumsikan bahwa polutan memiliki peluang yang sama untuk menyebar ke segala arah, peluang penyebaran polutan dari PLTU Suralaya ke daratan hanya sebesar α sekitar sekitar 20 % (Gambar 3.2). Daratan di luar sudut α seperti ujung selatan pulau Sumatera dan daerah Tanjung Pontang, jika terjangkau oleh polutan dari PLTU Suralaya konsentrasinya sudah tidak pekat lagi karena sudah jauh dari sumbernya.

Topografi (Gambar 3.1) pada perbukitan di wilayah Tapal Kuda mencapai titik tertinggi pada 500 meter di atas permukaan laut. Tinggi cerobong PLTU Suralaya yang tertinggi adalah 275 m, masih lebih rendah dari pada puncak perbukitan di daerah Tapal kuda. Maka bukit-bukit ini seolah sebagai penahan polutan dari PLTU masuk ke daerah yang berada di sebelah selatan PLTU Suralaya.



Gambar 3.2. Peluang polutan dari PLTU Suralaya menyebar di atas daratan

Daerah Lampung timur merupakan daratan terdekat dari pulau Sumatera yang dipisah oleh Selat Sunda. Topografi di pantai timur Lampung agak curam, terlihat garis kontur 0 m, 10 m, 50 m dan 100 m berimpit menjadi satu. Dinding yang curam ini kemungkinan akan mampu memantulkan polutan berbalik ke atas selat Sunda

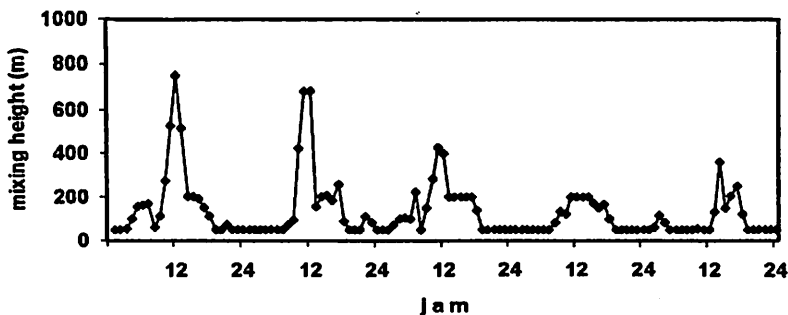
Analisis di atas hanya berdasar pada bentuk topografi saja. Selanjutnya akan dilanjutkan analisis dengan menggunakan TAPM untuk melihat bagaimana sebaran polutan yang berasal dari PLTU Suralaya pada musim kemarau dalam bentuk isoplet konsentrasi rata-rata. Sebelum menganalisa parameter polusi, terlebih dulu dianalisa parameter yang terkait langsung dan erat dengan penyebaran polusi udara, yaitu *mixing height* dan angin.

3.1. Mixing Height

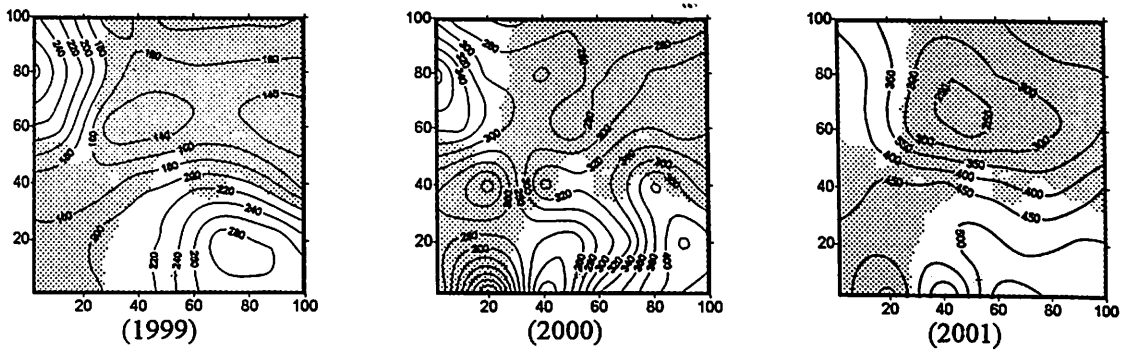
Mixing height adalah ketinggian lapisan percampuran yang merupakan ketinggian di atas permukaan tanah tempat terjadinya percampuran polutan dengan baik karena turbulensi mekanik atau turbulensi konvektif (pDs Multimedia and Consultancy Service, 2004). Oleh karena itu jika *mixing height* rendah, polutan di permukaan akan menjadi pekat, sebaliknya jika *mixing height* naik konsentrasi polutan di udara ambien lebih encer.

Mixing height keluaran dari TAPM dapat dilihat setiap grid pada per jam-an. Gambar berikut (gambar 3.3) contoh pola *mixing height* harian pada suatu grid yang selama lima hari. Pola harian *mixing height* menunjukkan nilai yang tinggi (sekitar 800 m) pada malam hari dan rendah pada siang hari (sekitar 50 m). Pola *mixing height* ini serupa dengan model lain, seperti MM5 (Dandou, 2001) yang menunjukkan nilai *mixing height* tinggi pada siang hari dan rendah pada malam hari.

Untuk melihat nilai *mixing height* seluruh domain ditampilkan nilai rata-rata pada setiap grid 5 km x 5 km, yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk isoplet (gambar 3.4).



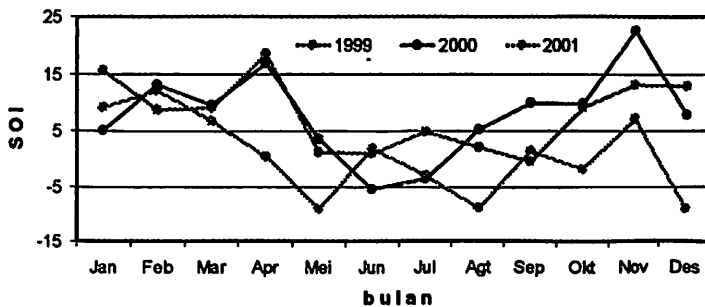
Gambar 3.3. Pola *mixing height* harian keluaran TAPM



Gambar 3.4. *Mixing height* rata-rata pada musim kemarau 1999 - 2001

Mixing height di atas laut relatif lebih rendah dari pada *mixing height* di atas daratan, terutama di daerah yang berbukit-bukit. Pada musim kemarau tahun 2001 nilai rata-rata *mixing height* (250 – 600) m, sedangkan tahun 2000 (280-420) m dan 1999 (140 - 280) m.

Jika ditinjau dari fenomena yang terjadi bahwa kondisi alam dari data SOI (Southern Oscillation Index) pada tahun 2001 (Gambar 3.5) cenderung bersifat el Nino dan pada tahun 1999 dan 2000 cenderung bersifat La Nina . Jadi pada EL Nino (musim kering panjang) *mixing height* cenderung lebih tinggi, dan sebaliknya pada kejadian La Nina (musim basah panjang) cenderung rendah.



Gambar 3.5 Southern Oscillation Index 1999 – 2001
(Sumber : <http://www.bom.gov.au>)

3.2. Angin

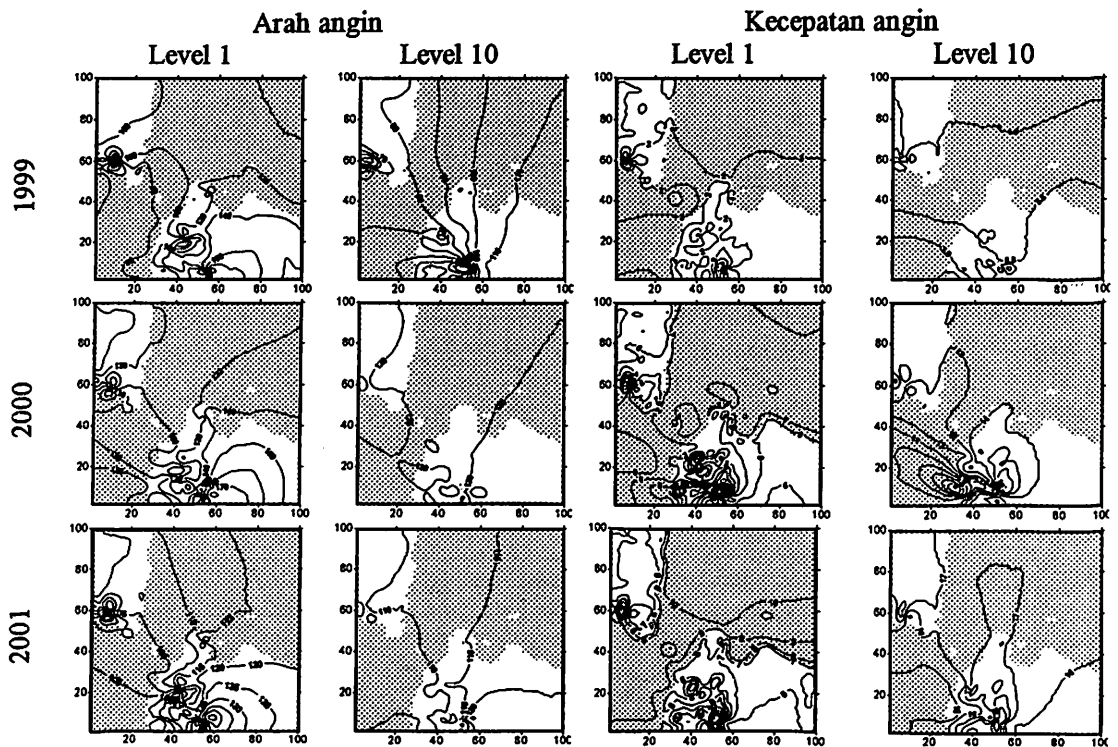
Angin membawa polutan tersebar jauh meninggalkan sumbernya. Arah angin menentukan ke arah mana polutan akan tersebar. Sedangkan kecepatan angin akan menentukan sejauh mana polutan meninggalkan sumbernya. Arah dan kecepatan angin yang berpengaruh terhadap pola penyebaran polusi udara hanya yang berada di bawah lapisan *mixing height*.

Gambar 3.6 Menunjukkan isoplet arah dan kecepatan angin pada level 1 (0 – 10) m dan level 10 (750 – 1000) m. Pada lapisan tersebut merupakan lapisan ketinggian *mixing height* berada yang mana angin pada lapisan ini berpengaruh pada pola penyebaran polusi udara.

Angin semakin ke atas semakin homogen arahnya. Pengaruh permukaan yang berbukit-bukit semakin berkurang. Arah angin yang terjadi pada level 1 sampai dengan level 10 di perairan pantai utara pulau Jawa dan sebelah selatan pulau Sumatera pada musim kemarau bervariasi, yang pada umumnya merupakan angin timur (90°) dan tenggara (135°) sampai berasal dari selatan (180°). Hasil dari analisa ini sesuai dengan arah angin global yang terjadi di daerah ini yang merupakan angin timur.

Kecepatan angin pada level atas lebih kuat dari pada level permukaan. Kecepatan angin level permukaan pada tahun 1999 berkisar dari (0-2) m/det, sedangkan untuk tahun 2000 nilai

kecepatan angin berkisar dari (0-8) m/det dan tahun 2001 antara (0-10) m/det. pada level 10 dengan ketinggian antara 750 m sampai 1000 m, kecepatan angin menjadi semakin kencang pada tahun 1999 mencapai 4 m/det, tahun 2000 mencapai 14 m/det dan tahun 2001 mencapai 17 m/det.



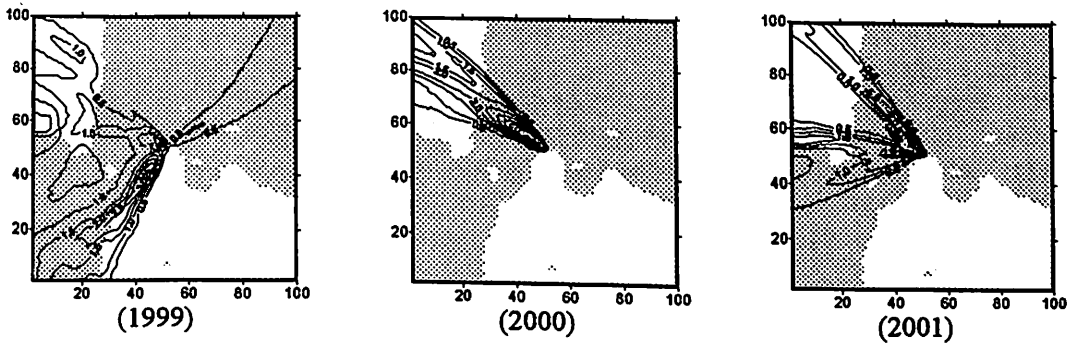
Gambar 3.6. Arah dan kecepatan angin

Perubahan kecepatan yang cukup signifikan pada musim yang sama pada tahun yang berbeda ada bisa dikaitkan dengan kejadian El Niño dan La Niña yang ditunjukkan dengan nilai SOI. Peristiwa El Niño ditandai dengan nilai SOI yang kecil dan La Niña dengan nilai SOI yang besar. Ditinjau dari analisis data SOI yang bersumber dari Australian Government Bureau of Meteorology (Gambar 4.5) bahwa nilai rata-rata SOI pada tahun 1999 paling tinggi dibanding tahun 2000 dan 2001, yaitu dengan nilai sebagai berikut: 95,4, 93,6, dan 6,3. Pada penelitian peristiwa La Niña terindikasikan dengan nilai kecepatan angin yang lebih kecil dari pada kejadian El Niño.

3.3. Pola Sebaran Polutan

Secara rata-rata selama lima hari bentuk sebaran tersebut dapat digambarkan dalam bentuk isoplet konsentrasi polutan yang ditunjukkan oleh Gambar 3.7. Isoplet konsentrasi rata-rata merupakan konsentrasi debu rata-rata dari permukaan sampai lapisan *mixing height* selama lima hari.

Cerobong PLTU Suralaya yang cukup tinggi mampu menyebarkan polutannya sampai daerah yang sangat jauh. Dengan jangkauan sebaran yang jauh dari sumbernya, sangat menguntungkan karena konsentrasi polutan di udara ambien dapat lebih encer dari pada jika jangkauan sebaran hanya meliputi daerah yang dekat sumber saja.



Gambar 3.7. Isopleth konsentrasi rata-rata pada musim kemarau 1999-2001

Pada musim kemarau pada tiga tahun yang ditinjau, pada umumnya pola sebaran polutan ke arah barat daya, sesuai dengan arah angin global. Namun dari ketiga tahun ini ada perubahan pola. Dari gambar isopleth konsentrasi rata-rata pada musim kemarau dari tahun 1999 – 2001, polutan cenderung tersebar ke arah barat laut. Pada tahun 1999 juga tersebar ke arah timur laut, hal ini kemungkinan disebabkan oleh angin lokal, yang berupa pertemuan angin darat dari daratan Jawa dan daratan Sumatera. Pada musim kemarau tahun 1999, terlihat daerah paparan juga cukup luas, tetapi daerah Tapal Kuda cukup aman. Dinding-dinding pegunungan dipinggiran pantai mampu menahan polutan untuk tidak menyebar ke pedalaman daerah Tapal Kuda dan pulau Jawa lainnya.

V. KESIMPULAN

- ❖ Posisi PLTU Suralaya ditinjau dari bentuk topografinya sangat menguntungkan dari aspek penyebaran polusi udara yang banyak menyebar di atas laut. Dengan cerobong yang sangat tinggi, polutan tersebar dalam jangkauan yang sangat luas.
- ❖ Perubahan tahunan pola penyebaran polusi udara dari PLTU Suralaya pada musim kemarau menunjukkan pola sebaran polusi yang sedikit berbeda, tetapi masih memiliki kecenderungan yang sama yaitu menyebar ke arah barat di atas perairan Selat Sunda dan Laut Jawa.

Daftar Rujukan:

- Australian Government Bureau of Meteorology, S.O.I. (Southern Oscillation Index) Archives, <http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml>, [Download 23 Oktober 2007].
- Dandou, A., M. Tombrou, E. Akylas, dan D. Boucouvala. 2001. Mixing Height Calculations by MM5 and Simple Pre-Processors for Atmospheric dispersion Modelling. Dalam prosiding: Mixing height and inversions in urban area (editor: Martin Piringer dan Vienna), France
- Hurley, P.J. 1999b. The Air Pollution Model (TAPM) Version 1: User manual. CSIRO, Australia.
- pDs Multimedia and Consultancy Service, http://www.pdsconsultancy.com/mixing_height_calculation.htm. [Download 23 Oktober 2007].
- PT Indonesai Power. Suralaya Steam Power Plant. update dan download 3 oktober 2007 <http://www.suralaya.com/profile.html>