

PERBANDINGAN HASIL LUARAN MODEL PRAKIRAAN CUACA CONFORMAL-CUBIC ATMOSPHERIC MODEL (CCAM) TERHADAP ARPEGE DAN TLAPS

Roni Kurniawan, Donaldi Sukma P, Rian Anggraeni, Kurnia Endah K

Puslitbang BMKG

Email: rony_354@bmg.go.id, donaldi@bmg.go.id, rianggi@gmail.com, nangdare@yahoo.com

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan luaran model prakiraan cuaca CCAM terhadap luaran model prakiraan cuaca ARPEGE dan TLAPS untuk mengetahui performa dari model prakiraan cuaca CCAM di wilayah Indonesia. Data model global Global Forecasting System (GFS) digunakan sebagai data inisialisasi CCAM untuk prediksi. Cakupan data prediksi yang dibandingkan adalah periode tanggal 1 - 28 Februari 2009 mewakili kondisi musim hujan dan periode tanggal 1 – 31 Mei 2009 mewakili kondisi awal musim kering di Indonesia. Perbandingan dilakukan secara kualitatif dengan komparasi visual dan kuantitatif dengan menghitung nilai korelasi spasial menggunakan software Grid Analysis and Display System (GrADS) versi 1.8SL11. Diperoleh bahwa hasil luaran ketiga model tersebut memiliki pola yang hampir sama, meskipun ARPEGE dan TLAPS menunjukkan hasil yang sedikit lebih baik dari CCAM. Hal ini mungkin dikarenakan penggunaan data analisis ARPEGE dan TLAPS sebagai representasi data observasi. Nilai rata-rata spasial korelasi dan nilai rata-rata RMSE untuk kedua perbandingan tersebut masing-masing menunjukkan tren menurun dan tren meningkat seiring dengan bertambahnya panjang waktu prediksi. Untuk parameter angin zonal dan angin meridional diperoleh bahwa CCAM memiliki pola yang sama dengan ARPEGE dan TLAPS. Sedangkan, untuk parameter suhu permukaan dan MSLP masih terdapat perbedaan RMSE yang cukup signifikan. Disimpulkan bahwa luaran model CCAM mempunyai performa yang cukup baik sebagai model prakiraan cuaca pada skala regional di Indonesia, meskipun masih perlu dilakukan proses validasi dan perbaikan pengaturan model lebih lanjut.

Katakunci : CCAM, ARPEGE, TLAPS, GrADS, Korelasi Spasial

Abstract

This research accomplished the comparison of weather forecast output of CCAM upon ARPEGE and TLAPS to examine the performance of CCAM in Indonesia region. The Global Forecasting System (GFS) model output was used as the initial condition of CCAM. The comparison was applied to the forecast output on 1-28 February 2009 which represents the rainy season and 1-31 Mays 2009 which represents the onset of dry season in Indonesia. The comparison was conducted qualitatively by image visual comparison and quantitatively by spatial correlation calculation using Grid Analysis and Display System (GrADS) software version 18SL11. The result showed that the output from the three models have almost similar pattern, however output of ARPEGE and TLAPS were fairly better than CCAM. This result might emerge from the use of the ARPEGE and TLAPS data analysis as representation of observation data. The average spatial correlation showed a decreasing trend pattern while the average of RMSE showed a rising trend pattern along with the increasing of prediction time length. For zonal and meridional wind, it was found of having similar pattern as ARPEGE and TLAPS results. While for surface temperature and MSLP parameters, it was found of a significant difference in RMSE. As conclusion, CCAM has showed a fairly good performance upon generating weather forecast at regional scale in Indonesia, though there is still need to be improved further model tuning and validation.

Key words : CCAM, ARPEGE, TLAPS, GrADS, Spatial correlation

Naskah masuk : 23 April 2010

Naskah diterima : 01 Juli 2010

I. PENDAHULUAN

Pemodelan di bidang Meteorologi merupakan salah satu usaha untuk menggambarkan kondisi atmosfer baik yang telah terjadi (simulasi) maupun yang akan terjadi (prediksi) berdasarkan proses fisis atmosfer dengan memanfaatkan perhitungan matematis menggunakan sistem komputerisasi tingkat tinggi. Dalam pemodelan, tentu saja tidak mungkin memodelkan semua parameter tersebut sehingga akan terdapat beberapa parameter yang disederhanakan dalam formula matematis yang digunakan.

Sebagai negara berkembang terbesar di wilayah tropis Asia Tenggara, Indonesia melalui BMKG memegang peranan penting dalam memberikan pelayanan informasi meteorologi kepada masyarakat Indonesia dan berperan aktif di tingkat internasional. BMKG saat ini menggunakan luaran model cuaca yang telah dikembangkan oleh institusi internasional lain untuk kepentingan operasional, seperti ARPEGE (*Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle*) dengan resolusi $0.5^\circ - 1.5^\circ$ dari Meteo France, Perancis dan TLAPS (*Tropical Limited Area Prediction System*) dengan resolusi $0.375^\circ - 0.75^\circ$ dari *Bureau of Meteorology* (BoM), Australia.

Upaya lanjut yang perlu dilakukan adalah dengan mengembangkan dan menjalankan secara mandiri model prakiraan skala regional atau lokal yang dapat menghasilkan luaran model resolusi tinggi. Salah satu model prakiraan jangka pendek yang masih dalam penelitian Puslitbang BMKG adalah *Cubic Conformal Atmospheric Model* (CCAM) yang merupakan hasil kerjasama dengan *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), Australia. CCAM dapat dijadikan prospek yang baik untuk kepentingan operasional BMKG. Akan tetapi, untuk melihat performa CCAM perlu dilakukan kajian dengan melakukan perbandingan antara CCAM dengan model yang digunakan oleh BMKG sebelumnya. Perbandingan dilakukan terhadap parameter

cuaca pada level ketinggian dan tekanan yang bersesuaian. Selain itu perlu juga dilakukan perbandingan dengan data observasi yang representatif di beberapa titik lokasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa hasil luaran model CCAM terhadap model TLAPS dan ARPEGE di wilayah Indonesia untuk prakiraan cuaca jangka pendek.

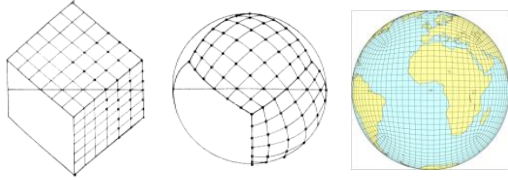
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Model CCAM

Conformal-Cubic Atmospheric Model (CCAM) merupakan model numerik atmosfer yang dikembangkan CSIRO, Australia yang sebelumnya mengembangkan *Division of Atmospheric Research limited area model* (DARLAM). CCAM telah banyak dikembangkan diberbagai negara untuk memudahkan *forecaster* dalam melakukan prediksi cuaca yang cepat dan tepat. CCAM adalah salah satu model atmosfer global yang dikembangkan secara efektif dimulai pada tahun 1994 oleh *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), Australia (McGregor, J. L., 2005)¹. CCAM merupakan model global beresolusi variabel berbasis *conformal cubic grid*, menggunakan transformasi Schmidt untuk prakiraan regional dan lokal dengan teknik *multiple nesting* untuk *downscaling* serta mempunyai data topografi dan *landuse* yang telah terintegrasi di dalamnya (Thatcher, M., 2007)³. Karena CCAM merupakan global model, maka CCAM tidak bergantung pada *boundary condition* (syarat batas) dan hanya bergantung pada *initial condition* (syarat awal).

Dalam perhitungan model, CCAM menggunakan *conformal cubic grid*, dan transformasi Schmidt untuk *stretching* pada prakiraan skala regional serta teknik *multinesting* untuk *downscaling*. Pada penelitian ini, CCAM menggunakan *conformal cubic grid* yang setiap panel memiliki 48x48 titik grid (untuk format C48

grid), 6 sisi kubus dan 18 level vertikal sigma (sehingga jumlah titik grid = $48 \times 48 \times 6 \times 18 = 248832$). Untuk lebih jelas, perhatikan **Gambar 1** dan **Tabel 1** berikut:



Gambar 1. Conformal cubic grid pada CCAM (Sumber : Thatcher M., 2007)³

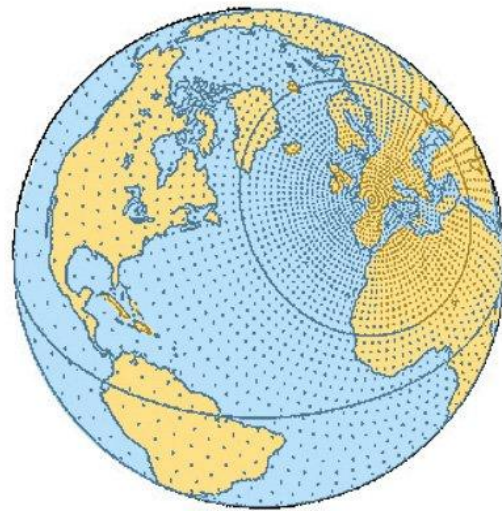
Tabel 1. Tabel daftar level vertikal sigma dan ketinggian rata-rata yang bersesuaian yang digunakan CCAM (Sumber : Thatcher M., 2007)³

No.	Sigma	Ketinggian rata-rata (m)
1	1.000	0
2	0.996	40
3	0.978	190
4	0.946	470
5	0.900	880
6	0.843	1.400
7	0.776	2.100
8	0.702	2.900
9	0.623	3.800
10	0.542	4.900
11	0.459	6.200
12	0.377	7.600
13	0.298	9.200
14	0.224	11.000
15	0.157	13.000
16	0.100	16.000
17	0.054	20.000
18	0.022	26.000
19	0.005	35.000

2.2. Karakteristik Model ARPEGE

Model atmosfer ARPEGE adalah model global spektral yang dikembangkan oleh Meteo France and *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). ARPEGE merupakan representasi bumi dengan meregangkan (*stretching*) dan mengubah posisi kutub - kutub yang berlawanan letaknya sesuai dengan wilayah yang diinginkan. Secara umum, ARPEGE memiliki resolusi 23 km untuk wilayah Negara Perancis dan sekitar 133 km untuk di wilayah kutub - kutub yang berlawanan (*antipodes*) (T^L_{358} C2.4, 41 levels) (**Gambar 2**). Sedangkan untuk wilayah tropis, ARPEGE merupakan model

global dengan resolusi yang uniform / tanpa peregangan (*stretching*) dengan grid horizontal T^L_{359} dan 41 vertikal level dengan luaran prediksi sampai dengan 72 jam ke depan. Kerjasama BMKG dengan Meteo France menghasilkan bahwa BMKG menggunakan sistem prakiraan cuaca yang dikembangkan Meteo France yang dikenal dengan nama SYNERGIE. BMKG menggunakan luaran dari model ARPEGE sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan operasional prakiraan cuaca. Resolusi luaran model yang diperoleh BMKG $0.5^\circ - 1.5^\circ$ (55 – 160 km).

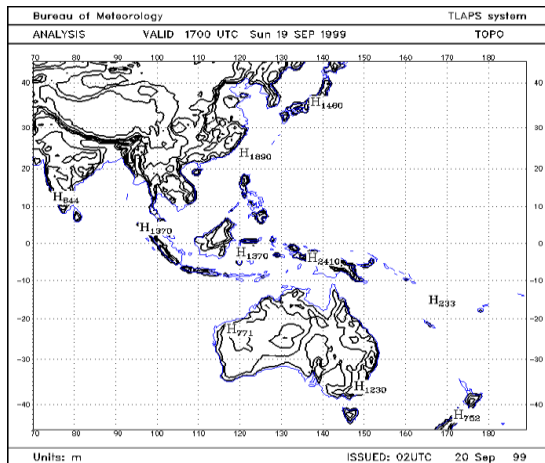


Gambar 2. Struktur Model ARPEGE yang dikembangkan oleh Meteo France, Perancis (Sumber: <http://www.linternaute.com/science/environnement/dossiers/06/previsions-meteo/arpege.jpg>)⁴

2.3. Karakteristik Model TLAPS

TLAPS adalah model prakiraan cuaca yang dikembangkan oleh BoM, Australia. TLAPS merupakan pengembangan dari model *Limited Area Prediction System* (LAPS) yang telah ada sebelumnya. LAPS menggunakan grid poin untuk model persamaan primitif dengan grid horizontal 0.375° (sekitar 37 km), 29 level vertikal tekanan dari permukaan sampai dengan 50hPa. Pada saat sekarang, TLAPS beroperasi pada domain $44.25^\circ\text{LU} - 45^\circ\text{LS}$ dan $70^\circ\text{BT} - 171.75^\circ\text{BB}$ dengan resolusi 0.375° (**Gambar 3**). TLAPS telah diperbaharui dari 29 level ke 51 level vertikal pada April 2005. Keuntungan

lainnya yang diperoleh adalah semakin luasnya domain model yang diperhatikan mencakup Vietnam dan Malaysia. BMKG bekerjasama dengan BoM untuk dapat memperoleh luaran model TLAPS yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk operasional prakiraan cuaca.



Gambar 3. Topografi Model TLAPS resolusi 0.1° yang dikembangkan oleh Bureau of Meteorology (BoM), Australia. (Sumber: BOM, <http://www.bom.gov.au/nmoc/bulletins/48/topo.gif>)⁵

III. DATA DAN METODOLOGI

Data Prediksi Luaran Model CCAM, TLAPS dan ARPEGE menggunakan data luaran tanggal 1 - 28 Februari 2009 untuk mewakili kondisi basah dan 1 - 31 Mei 2009 untuk mewakili kondisi kering sesuai kondisi musim di Indonesia. Data nilai awal untuk model CCAM yang digunakan adalah data model global GFS (*Global Forecast System*) yang merupakan model operasional NCEP-NOAA yang dikeluarkan setiap 6 jam sekali melalui situs <ftp://tgftp.nws.noaa.gov/SL.us008001/ST.opnl/>⁶. Nilai awal yang digunakan pukul 00 UTC (07.00 WIB) dengan resolusi $1^\circ \times 1^\circ$ dan 24 level vertikal.

Untuk data model ARPEGE dan TLAPS diperoleh dari database operasional BMKG baik berupa data analisis dan prediksi. Untuk kedua model digunakan resolusi tertinggi sebagai pembandingan, yaitu 0.5° (ARPEGE) dan

0.375° (TLAPS). Sebagai pembandingan data analisis ARPEGE dan TLAPS digunakan sebagai representasi data observasi spasial saat pukul 00 UTC. Luaran CCAM yang dihasilkan memiliki resolusi 0.50° dan 0.375° disesuaikan dengan luaran model ARPEGE dan TLAPS agar proses komparasi dapat dilakukan dengan lebih tepat.

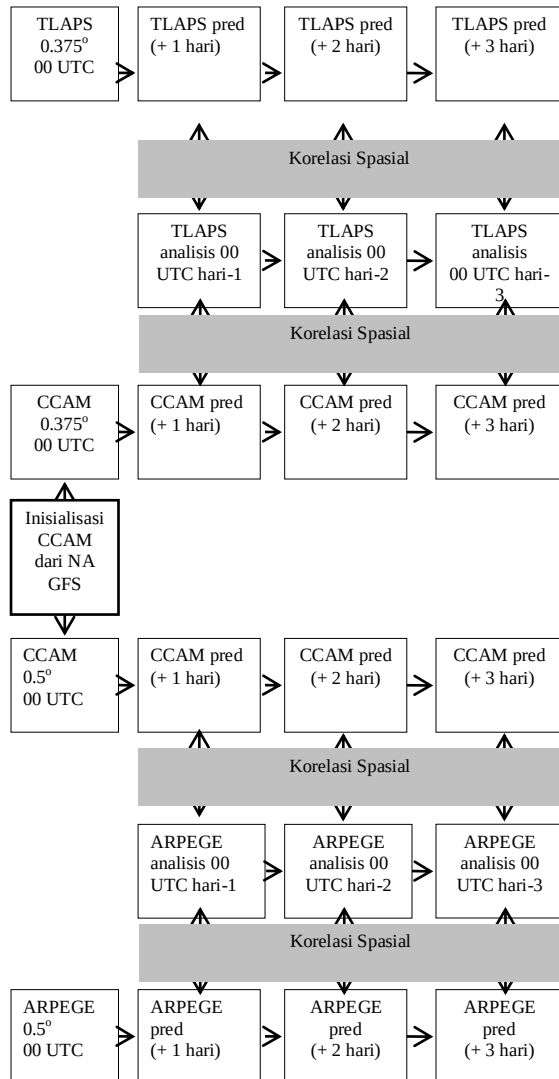
3.1. Metode Komparasi Luaran Model

Perbandingan antara prediksi luaran CCAM dengan luaran ARPEGE dan luaran CCAM dengan luaran TLAPS dilakukan pada posisi wilayah Indonesia ($90^\circ\text{BT} - 145.5^\circ\text{BT}$; $-15^\circ\text{LS} - 10.5^\circ\text{LU}$) untuk tiap data nilai awal sampai dengan 3 hari (72 jam) ke depan. Tiap hasil prediksi CCAM kemudian akan dibandingkan dengan data analisis ARPEGE atau TLAPS pada waktu yang bersesuaian. Perbandingan dilakukan secara spasial baik secara kualitatif dengan melihat kemiripan pola visual maupun secara kuantitatif dengan menghitung nilai korelasi spasial untuk tiap domain. Untuk sistem visualisasi, digunakan software GrADS (*Grid Analysis and Display System*) versi 1.8SL11 dan untuk melakukan perhitungan nilai korelasi spasial digunakan sintaks GrADS sebagai berikut (sumber: GrADS Documentation Index, <http://www.iges.org/grads/gadoc/gadocindex>)⁷:

```
display scorr(expr1, expr2, lon=x1,
lon=x2, lat=y1, lat=y2) dimana:
    expr1 - ekspresi GrADS, mewakili
    parameter 1
    expr2 - ekspresi GrADS, mewakili
    parameter 2
    x1 - nilai batas awal bujur (0 - 360)
    x2 - nilai batas akhir bujur (0 - 360)
    y1 - nilai batas awal lintang (-90 - 90)
    y2 - nilai batas akhir lintang (-90 - 90)
```

Parameter atmosfer yang dibandingkan adalah parameter dasar seperti MSLP (*mean sea level pressure*), suhu permukaan, angin zonal (u) dan angin meridional (v) di permukaan. Pada **Gambar 4** diberikan

diagram alur proses perbandingan ketiga model.



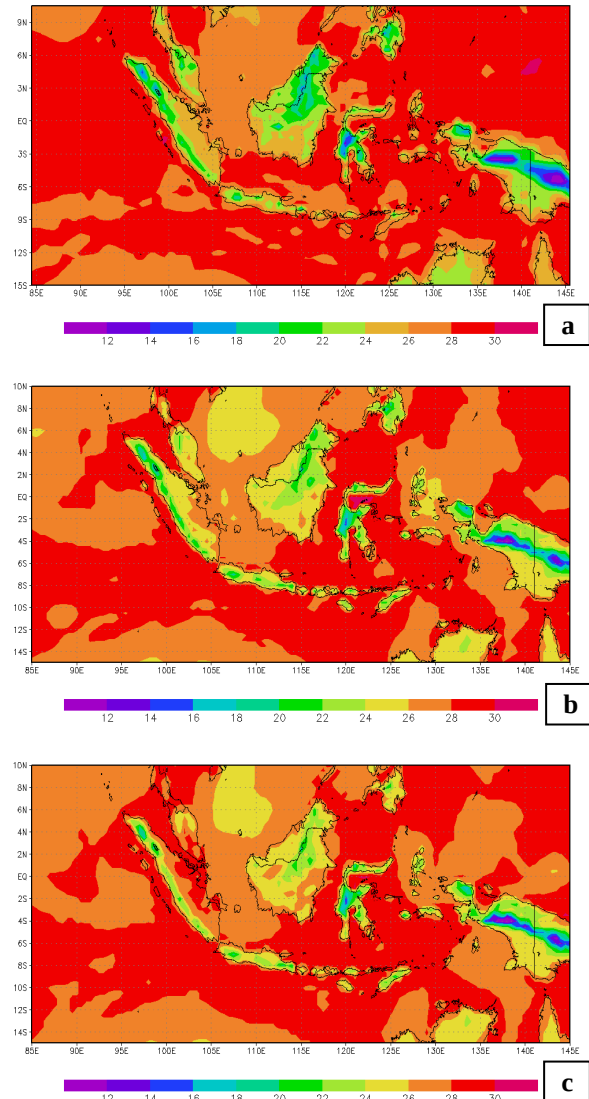
Gambar 4. Diagram alur perbandingan CCAM dengan ARPEGE dan TLAPS untuk sebuah data nilai awal (NA) GFS

Untuk menampilkan perbandingan performa CCAM dengan ARPEGE dan TLAPS pada periode bulan Februari dan Mei 2009, dilakukan perhitungan nilai korelasi spasial dari tiap nilai awal pada domain Indonesia sampai dengan 3 hari (72 jam) ke depan, kemudian menghitung rata-rata nilai korelasi spasial yang diperoleh untuk semua nilai awal berdasarkan panjang waktu prediksi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perbandingan Luaran Model CCAM – ARPEGE

Pada **Gambar 5** ditampilkan perbandingan secara visual antara prediksi luaran CCAM, prediksi luaran ARPEGE dan luaran analisis ARPEGE (sebagai representasi kondisi riil) untuk parameter suhu permukaan pada tanggal 15 februari 2009 (mewakili kondisi basah). Untuk melakukan visualisasi, digunakan perangkat lunak GrADS (*Grid Analysis and Display System*).



Gambar 5. Perbandingan luaran model CCAM – ARPEGE resolusi 0.5° untuk prakiraan suhu permukaan 12 jam ke depan (inisial awal 15 februari 2009). (a)prediksi luaran CCAM. (b) prediksi luaran ARPEGE. (c) analisis luaran ARPEGE (representasi kondisi riil)

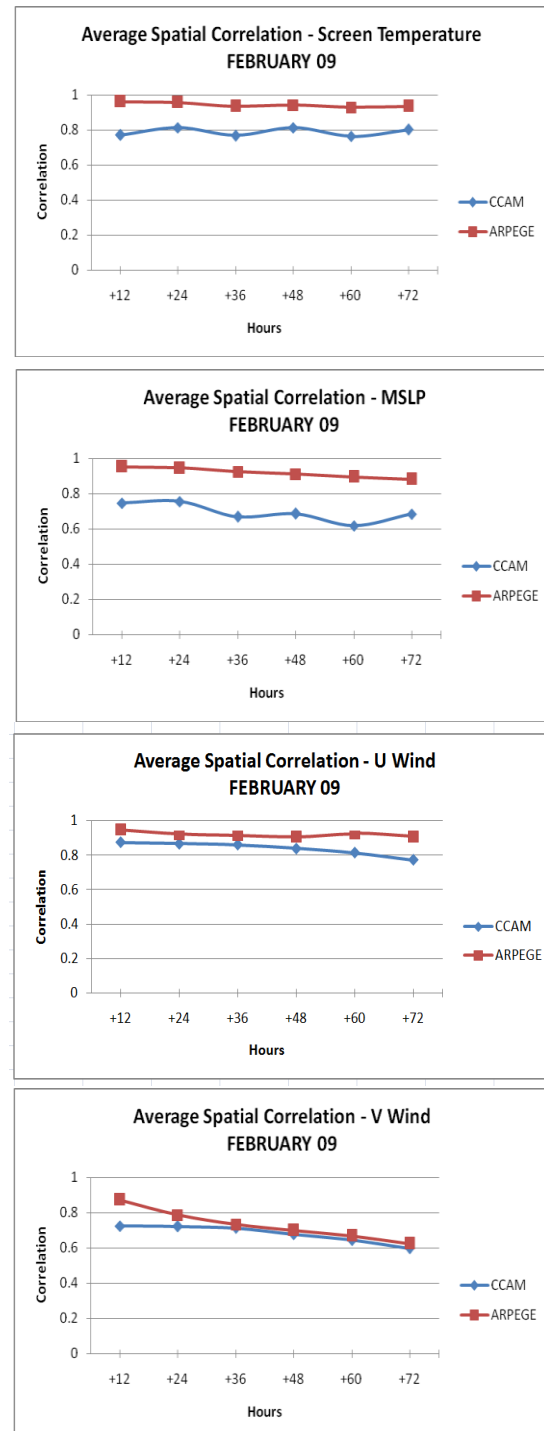
Pada **Gambar 5** terlihat bahwa prediksi luaran CCAM untuk 12 jam ke depan secara umum dapat menggambarkan pola kondisi

riil yang direpresentasikan oleh analisis ARPEGE, bahkan luaran CCAM tampak lebih detail untuk wilayah tertentu seperti pada pulau Kalimantan dan wilayah semenanjung Malaysia. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan resolusi topografi dan vegetasi yang digunakan oleh kedua model. Sedangkan prediksi luaran ARPEGE terlihat cukup baik untuk menggambarkan kondisi riil yang bersesuaian, hal ini disebabkan karena kondisi riil yang digunakan sebagai pembanding juga merupakan output model ARPEGE yang memiliki setting model yang sama. Dengan demikian, perbandingan prediksi luaran ARPEGE dan analisis luaran ARPEGE dapat menunjukkan sejauh mana konsistensi model ARPEGE dalam melakukan prediksi.

Perbandingan kuantitatif dilakukan dengan menghitung korelasi spasial dan *root mean square error* (RMSE) dari luaran prediksi model dari tiap inisial awal dalam periode bulan Februari dan Mei 2009. Karena fokus perbandingan kuantitatif adalah di wilayah Indonesia, maka dalam studi ini digunakan wilayah Indonesia dengan batas-batas koordinat Indonesia pada $90^{\circ}\text{BT} - 145.5^{\circ}\text{BT}$ dan $-15^{\circ}\text{LS} - 10.5^{\circ}\text{LU}$ serta sigma level yang digunakan pada level permukaan. Rata-rata korelasi spasial dan rata-rata RMSE dari masing-masing bulan menggambarkan perbandingan prediksi luaran model CCAM – ARPEGE untuk periode bulan yang bersesuaian dengan panjang waktu prediksi sampai 3 hari (72 jam) ke depan.

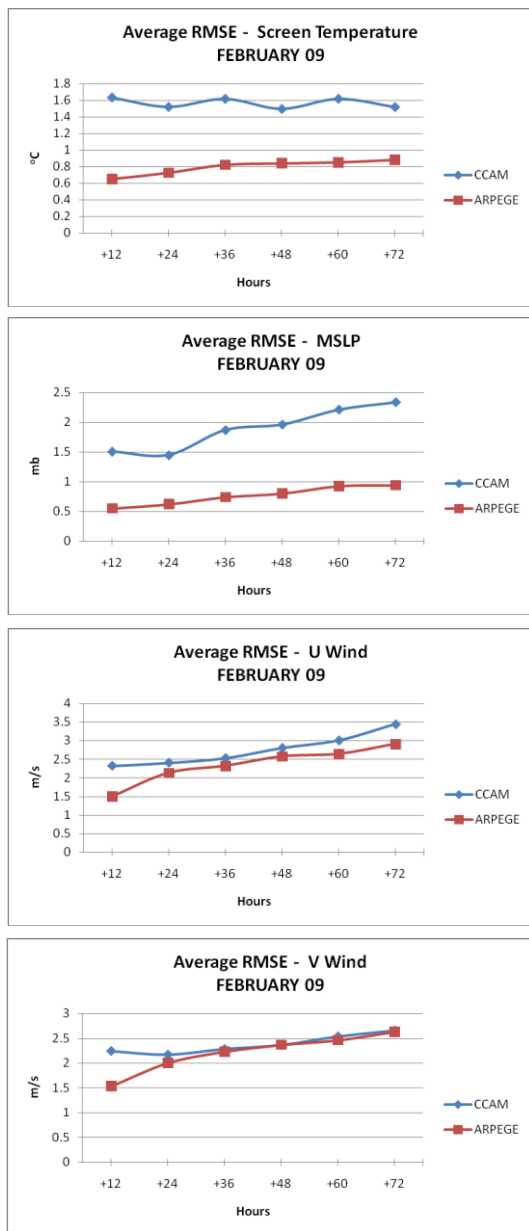
Pada **Gambar 6** dan **7** dapat dilihat masing-masing hasil rata-rata spasial korelasi dan rata-rata RMSE untuk kasus bulan Februari 2009 (mewakili kondisi basah) untuk parameter suhu permukaan, MSLP dan angin secara keseluruhan terlihat CCAM memiliki nilai korelasi spasial lebih rendah dari ARPEGE yang berarti pola prediksi luaran ARPEGE lebih sesuai dengan kondisi riil. Untuk paratemer angin meridional (v) CCAM dan ARPEGE memiliki pola yang sesuai setelah prediksi 36 jam pertama, dimana nilai korelasi

terhadap kondisi riil menunjukkan penurunan sampai pada prediksi 72 jam ke depan. Pola serupa juga ditunjukkan rata-rata RMSE dari angin zonal (u) dan angin meridional (v) dari masing-masing model sampai dengan 72 jam ke depan.



Gambar 6. Perbandingan kuantitatif rata-rata spasial korelasi luaran model CCAM – ARPEGE

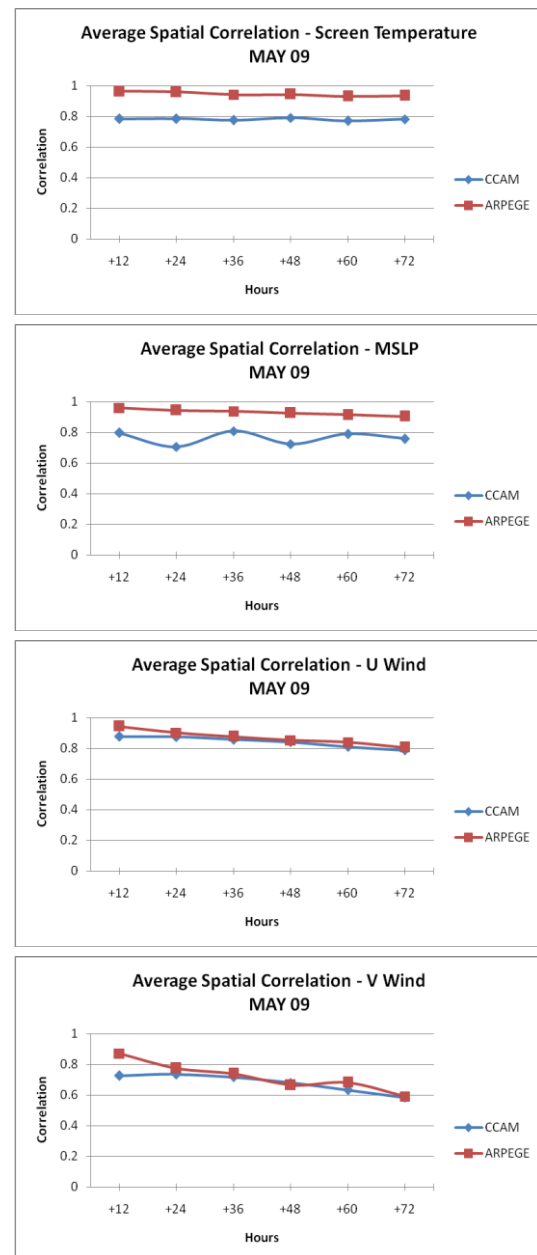
resolusi 0.5° untuk prakiraan suhu permukaan, MSLP, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Februari 2009



Gambar 7. Perbandingan kuantitatif rata-rata RMSE luaran model CCAM – ARPEGE resolusi 0.5° untuk prakiraan suhu permukaan, MSLP, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Februari 2009.

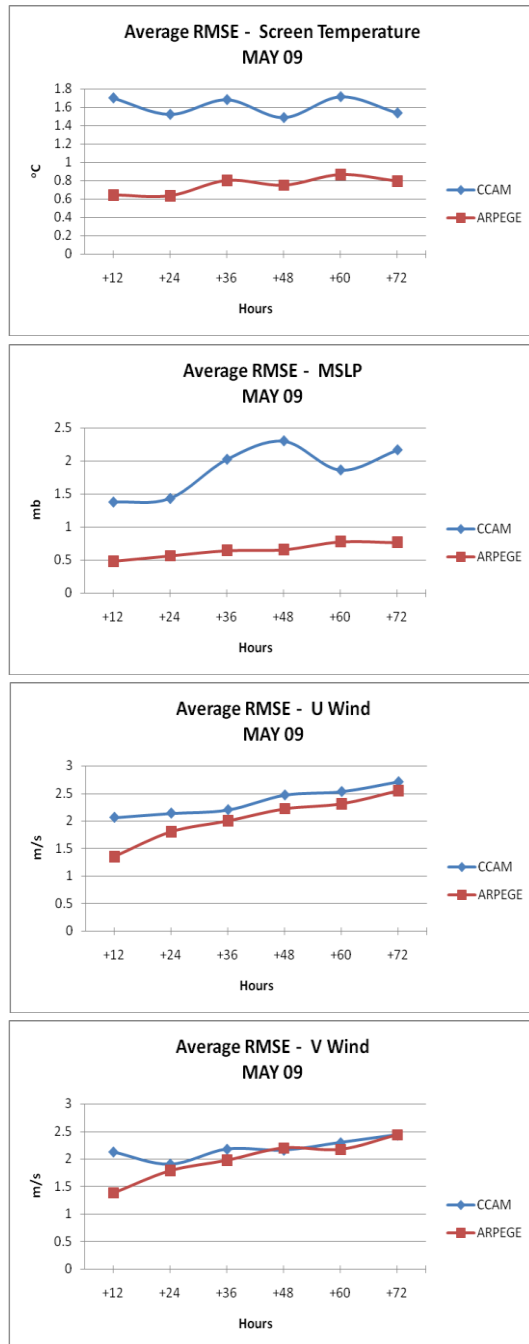
Pada **Gambar 8** dan **9** menunjukkan hasil perbandingan kuantitatif rata-rata spasial korelasi dan RMSE hasil prediksi luaran model CCAM – ARPEGE untuk kasus periode bulan Mei 2009 (mewakili kondisi kering).

Hasil perbandingan pada kasus kondisi kering tidak jauh berbeda dengan kondisi basah (bulan Februari 2009), yakni nilai rata-rata spasial korelasi untuk parameter suhu permukaan dan MSLP cukup baik (>0.5) sampai prediksi 72 jam meskipun rata-rata spasial korelasi luaran ARPEGE masih sedikit lebih baik. Perbedaan yang cukup besar terlihat pada rata-rata RMSE parameter MSLP untuk prediksi 48 jam pertama, selisih nilai RMSE antara luaran kedua model mencapai sekitar 1.5 mb.



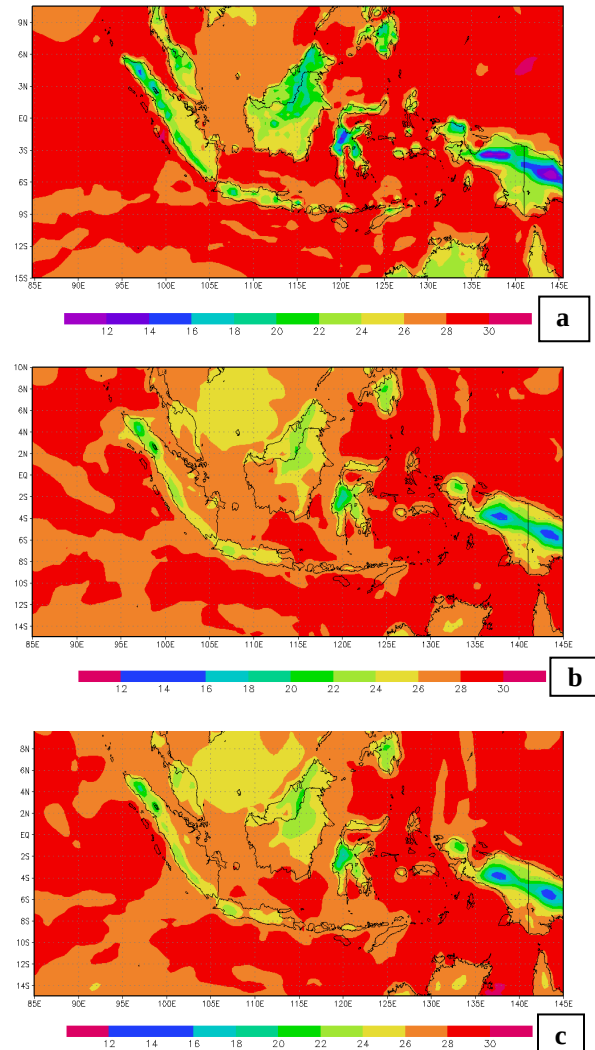
Gambar 8. Perbandingan kuantitatif rata-rata spasial korelasi luaran model CCAM – ARPEGE resolusi 0.5° untuk prakiraan suhu permukaan, MSLP, angin zonal (u) dan angin meridional (v)

sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Mei 2009.



Gambar 9. Perbandingan kuantitatif rata-rata RMSE luaran model CCAM – ARPEGE resolusi 0.5° untuk prakiraan suhu permukaan, MSLP, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Mei 2009

4.2. PERBANDINGAN LUARAN MODEL CCAM – TLAPS

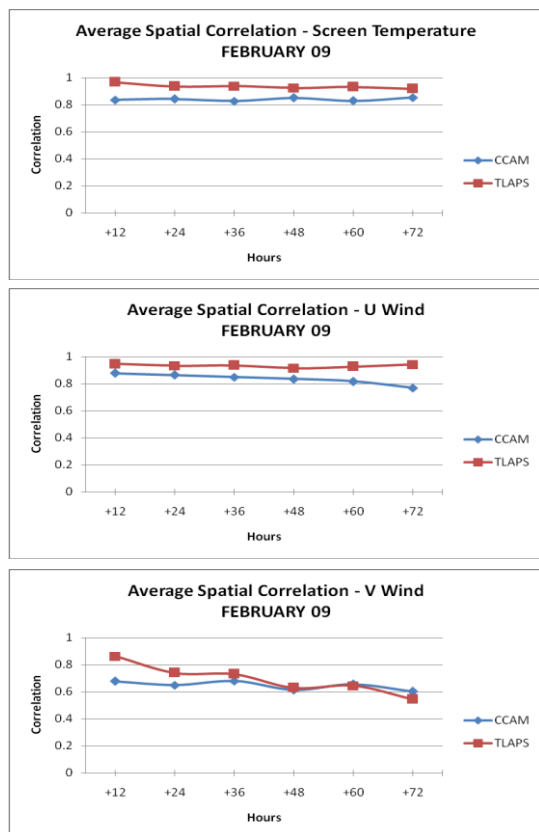


Gambar 10. Perbandingan luaran model CCAM – TLAPS resolusi 0.375° untuk prakiraan suhu permukaan 12 jam ke depan (inisial awal 15 februari 2009). (a) prediksi luaran CCAM. (b) prediksi luaran TLAPS. (c) analisis luaran TLAPS (representasi kondisi riil)

Pada **Gambar 10** ditampilkan hasil perbandingan kualitatif antara CCAM – TLAPS untuk kasus inisial awal 15 Februari 2009 dengan resolusi luaran 0.375° . Secara umum, luaran kedua model masih memiliki pola yang sama untuk parameter suhu permukaan. Seperti halnya perbandingan kualitatif luaran CCAM – ARPEGE, luaran CCAM menunjukkan hasil yang lebih detail untuk beberapa wilayah, seperti di wilayah pulau Kalimantan dan semenanjung

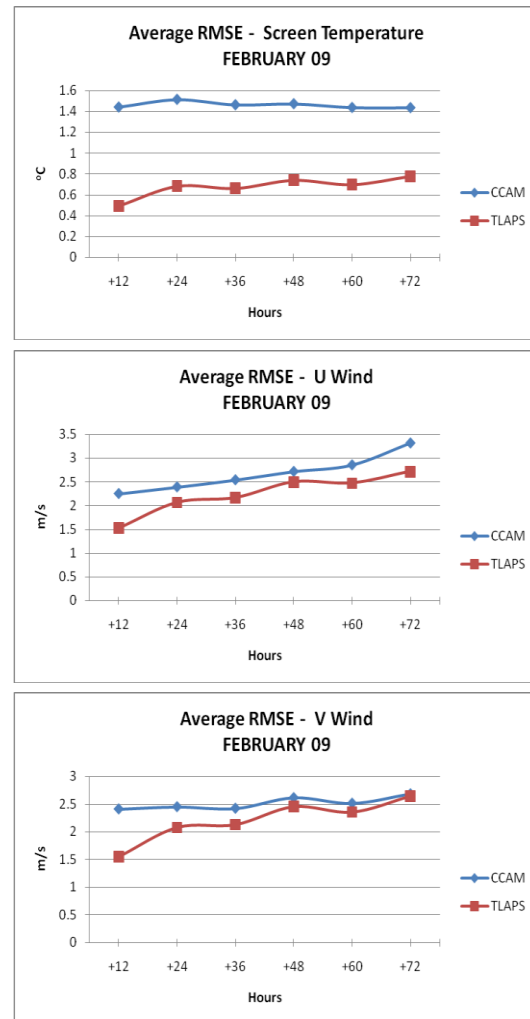
Malaysia (**Gambar 10**). Pada beberapa dataran tinggi seperti di wilayah Kalimantan, Sulawesi Tengah dan pengunungan di Papua, hasil luaran CCAM menunjukkan suhu permukaan yang lebih rendah sekitar 2-4°C dibandingkan dengan luaran TLAPS.

Hasil perbandingan kuantitatif rata-rata spasial korelasi antara luaran CCAM dan TLAPS untuk kasus kondisi basah (Bulan Februari) ditunjukkan pada **Gambar 11**. Secara umum, baik prediksi luaran CCAM dan TLAPS memiliki tren yang sama, yakni nilai rata-rata korelasi spasial menurun dan nilai rata-rata RMSE meningkat seiring dengan bertambahnya panjang prediksi. Akan tetapi, perbedaan yang cukup signifikan terlihat pada nilai rata-rata RMSE antara prediksi luaran CCAM dan TLAPS untuk parameter suhu permukaan (*screen temperature*) yakni berkisar antara 0.8 – 1°C (**Gambar 12**). Sekali lagi, hal ini mungkin disebabkan oleh penggunaan data analisis TLAPS sebagai representasi data observasi.



Gambar 11. Perbandingan kuantitatif rata-rata spasial korelasi luaran model CCAM – TLAPS resolusi 0.375° untuk prakiraan suhu permukaan, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai

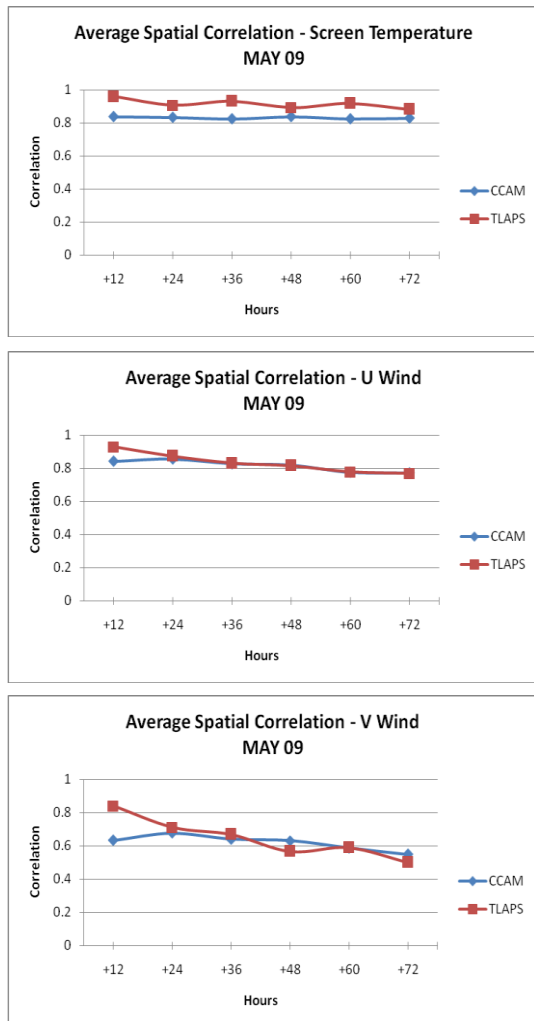
dengan 72 jam ke depan untuk bulan Februari 2009



Gambar 12. Perbandingan kuantitatif rata-rata RMSE luaran model CCAM – TLAPS resolusi 0.375° untuk prakiraan suhu permukaan, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Februari 2009

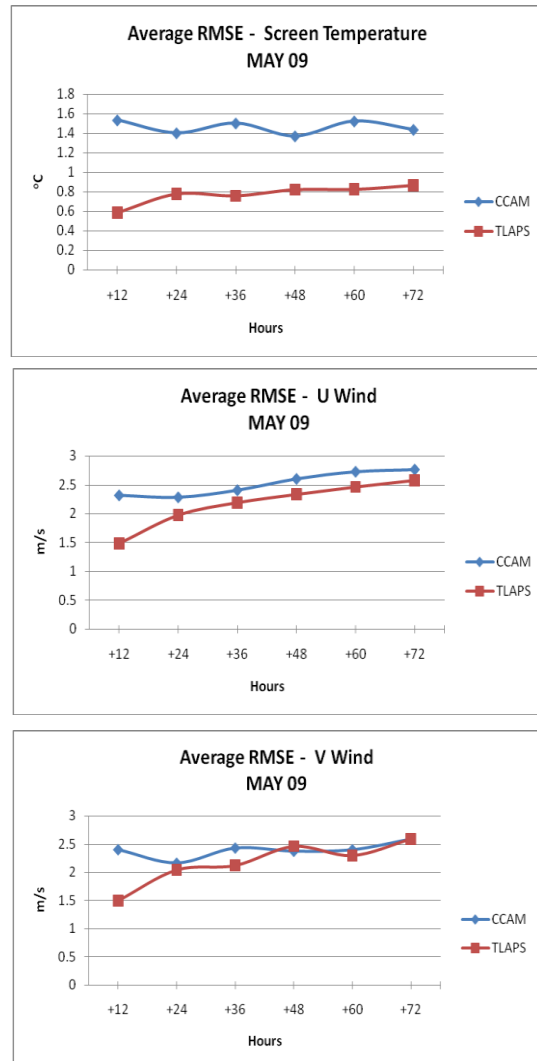
Hal serupa juga diperoleh untuk kasus kondisi kering (**Gambar 13**), hasil prediksi luaran CCAM dan TLAPS untuk prediksi suhu permukaan dan angin zonal (u) 12 jam pertama memiliki nilai rata-rata spasial korelasi diatas 0.8, hal ini menunjukkan CCAM secara umum dapat menggambarkan kondisi spasial atmosfer untuk prediksi jangka pendek sesuai dengan hasil luaran model TLAPS, sedangkan hasil prediksi luaran CCAM untuk angin meridional (v) diperoleh hasil korelasi spasial 0,6 di jam pertama kemudian mengalami penurunan sampai prediksi 72 jam. Sedangkan nilai

rata-rata RMSE kedua model untuk prediksi 12 jam pertama tidak melebihi 2.5 m/det untuk angin zonal (u) dan meridional (v) dan kurang dari 1.6 C° untuk parameter suhu permukaan (**Gambar 14**). Dari hasil validasi dalam studi ini perlu diperhatikan juga untuk penggunaan data nilai awal (inisial kondisi), hal ini dikarenakan kondisi atmosfer pada data inisial kondisi 00 UTC (07.00 WIB) yang digunakan dalam penelitian ini adalah kondisi atmosfer pagi hari dan ini tentunya akan berbeda dengan kondisi atmosfer pada saat kita menggunakan inisial kondisi pukul 06 UTC/13.00 WIB (siang hari), 12 UTC/19.00 WIB dan 18 UTC/01.00 WIB (dini hari). Oleh karena itu perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk studi kasus dengan inisial kondisi yang berbeda yakni pada pukul 06 UTC, 12 UTC dan 18 UTC.



Gambar 13. Perbandingan kuantitatif rata-rata spasial korelasi luaran model CCAM – TLAPS

resolusi 0.375° untuk prakiraan suhu permukaan, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Mei 2009



Gambar 14. Perbandingan kuantitatif rata-rata RMSE luaran model CCAM – TLAPS resolusi 0.375° untuk prakiraan suhu permukaan, angin zonal (u) dan angin meridional (v) sampai dengan 72 jam ke depan untuk bulan Mei 2009

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa perbandingan spasial luaran model CCAM terhadap ARPEGE resolusi 0.5° dan CCAM terhadap TLAPS dengan resolusi 0.375° untuk prediksi cuaca sampai dengan 72 jam (3 hari) ke depan di wilayah Indonesia secara visual menunjukkan hasil pola yang hampir sama, akan tetapi untuk ARPEGE dan TLAPS terlihat sedikit lebih baik dari CCAM pada

kasus kondisi basah dan kering. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh penggunaan data analisis ARPEGE dan TLAPS sebagai representasi data observasi. Nilai rata-rata spasial korelasi dan nilai rata-rata RMSE untuk kedua perbandingan tersebut masing-masing menunjukkan tren menurun dan tren meningkat seiring dengan bertambahnya panjang waktu prediksi. Untuk parameter angin zonal dan angin meridional diperoleh bahwa CCAM memiliki pola yang sama dengan ARPEGE dan TLAPS. Sedangkan, untuk parameter suhu permukaan dan MSLP masih terdapat perbedaan RMSE yang cukup signifikan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa hasil luaran model CCAM masih perlu dilakukan proses validasi dan perbaikan *setting* model untuk dapat digunakan sebagai model prakiraan cuaca yang sesuai di wilayah Indonesia.

Model CCAM ini juga dapat dijadikan sebagai referensi baru sebagai upaya dalam meningkatkan hasil prakiraan yang tepat dan cepat di Indonesia, meski studi lebih lanjut masih sangat diperlukan untuk setting model CCAM yang lebih sesuai di wilayah Indonesia dan perlu di coba dengan penggunaan data kondisi awal dengan waktu yang berbeda.

VI. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Bpk. Endarwin yang telah membantu dalam penyediaan data hasil luaran model ARPEGE dan TLAPS serta Drs. I Putu Pudja, M.M. atas kemudahan fasilitas yang diberikan.

VII. DAFTAR PUSTAKA

- ¹ McGregor, J. L., 2005 : *C-CAM : Geometric aspects and dynamical formulation*, CSIRO Atmospheric Research Technical Paper No.70, CSIRO, Australia
- ² McGregor, J. L., 2006 : *Regional climate modelling using CCAM*, CSIRO Marine and Atmospheric Research, Paper presented at BMRC Workshop, Bureau of Meteorology Research Centre, Australia
- ³ Thatcher, M. 2007. Training Module “CCAM General Introduction for New Users”, Training Weather and Climate Modelling based on CCAM. Jakarta 15-25 Januari 2008.
- ⁴ Linternaute Magazine, http://www.linternaute.com/science/environnement/dossiers/06/previsions_meteo/arpege.jpg), diakses tanggal 20 Februari 2009
- ⁵ BOM, <http://www.bom.gov.au/nmoc/bulletins/48/topo.gif>), diakses tanggal 20 Februari 2009
- ⁶ NCEP. <ftp://tgftp.nws.noaa.gov/SL.us008001/ST.opnl/>, diakses tanggal 20 Februari 2009.
- ⁷ GrADS Documentation Index, Correlation Spatial, <http://www.iges.org/grads/gadoc/gadocindex>.
- ⁸ Anzhar, K., 2006 : *Kajian lapisan batas planeter berdasarkan hasil simulasi model meteorology skala meso*. Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung, 31-35.
- ⁹ Brown, B., F. Atger, H. Brooks, B. Casati, U. Damrath, B. Ebert, A. Ghelli, P. Nurmi, D. Stephenson, C. Wilson, dan L. Wilson, 2004 : *Recommendations for the verification and intercomparison of QPFs from operational NWP models*, World Weather Research Program (WWRP)/ Working Group on Numerical Experimentation (WGNE) Joint Working Group on Verification.
- ¹⁰ CSIRO, 2006 : *CSIRO Training Notes*, CSIRO Marine and Atmospheric Research. Australia.
- ¹¹ Hadi, T. W., 2005: *Model prediksi cuaca regional untuk Indonesia dengan dynamical downscaling dari model skala global AVN/GFS*, Laporan ADO Riset, Departemen Geofisika

dan Meteorologi, Institut Teknologi Bandung.

- ¹² Hadi, T. W., N. J. Trilaksono, dan I D. G. A. Junnaedhi, 2006 : *A numerical study of the jakarta flood event of january/february 2002 : simulation of convective rainfall using regional weather model*, Technical Report of ITB Research Grant, Institut Teknologi Bandung.
- ¹³ Holton, J. R., 2004 : *An introduction to dynamic meteorology*, 4th edition, Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- ¹⁴ Hanna, S. R., dan R. Yang, 2001 : *Evaluations of mesoscale models' simulations of near-surface winds, temperature gradients, and mixing depths*, Mon. Wea. Rev., **40**, 1095-1104.
- ¹⁵ Kalnay, E., 2003 : *Atmospheric Modelling, Data Assimilation and Predictability*, Cambridge University Press , Cambridge UK.
- ¹⁶ Murphy, A. H., 1995 : *The coefficients correlation and determination as measures of performance in forecast verification*, Mon. Wea. Rev., **10**, 681–688.
- ¹⁷ Pusitbang BMG, 2007 : *Laporan Akhir Pengembangan dan Validasi Model Numerik Iklim Skala Kabupaten untuk Prakiraan Iklim 5 Kabupaten*, Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- ¹⁸ Widyatmoko, A., Halimurahman, 2006 : *Manajemen Linux Cluster Menggunakan ROCKS 4.1 dan Integrasi Model Atmosfer WRF*.
- ¹⁹ Yang, G. Y., dan J. Slingo, 2001: *The diurnal cycle in the tropics*. Mon. Wea. Rev., **129**, 784-801.