

Perbandingan Akurasi Data Observasi Dengan Hasil Keluaran Model *Wrf-Arw* Asimilasi Dan Non Asimilasi (Studi Kasus: 7 Januari 2015, Stasiun Meteorologi BIM)

Eka Suci Puspita Wulandari ⁽¹⁾, Rangga Setya Pratama ⁽²⁾

⁽¹⁾ Stasiun Meteorologi Maritim Lampung

⁽²⁾ Stasiun Meteorologi Pangkalan Bun

Abstract. WRF adalah salah satu model prediksi cuaca numerik skala meso yang digunakan secara luas dalam prediksi cuaca dan kebutuhan penelitian atmosfer. Model ini mempunyai keistimewaan inti dinamik yang berlipat, variasi 3-dimensional (3DVAR) sistem asimilasi data dan arsitektur perangkat lunak yang memungkinkan untuk melakukan komputasi secara paralel dan sistem yang ekstensibel. Model WRF dapat digabungkan dengan data observasi yang disebut dengan teknik asimilasi model. Dalam penelitian ini menggunakan data FNL untuk di olah dalam WRF-ARW baik diasimilasi maupun tanpa asimilasi untuk melihat seberapa jauh tingkat akurasi hasil keluaran model WRF terhadap data pengamatan sebenarnya di Stasiun Meteorologi Klas II Padang dengan studi kasus pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC hingga 8 Januari 2015 jam 00.00 UTC. Untuk parameter suhu permukaan, RH, kecepatan angin, suhu vertikal dan RH vertikal, hasil keluaran model WRF-ARW setelah diasimilasi mempunyai hasil yang lebih mendekati hasil observasinya dibandingkan hasil keluaran model WRF-ARW sebelum diasimilasi. Untuk parameter titik embun, tekanan dan hujan, hasil keluaran model WRF-ARW setelah diasimilasi mempunyai hasil yang lebih mendekati hasil observasinya dibandingkan hasil keluaran model WRF-ARW sebelum diasimilasi. Untuk parameter arah angin permukaan kedua keluaran WRF-ARW (asimilasi maupun tanpa asimilasi) kurang bisa mempresentasikan dengan baik.

Kata Kunci: WRF-ARW, asimilasi, non-asimilasi.

Abstract. WRF is one of the mesoscale numerical weather prediction models used widely in weather prediction and atmospheric research needs. This model has a dynamic core which doubled privilege, variations of 3-

dimensional (3DVAR) and architecture of software that allowing computations in parallel and extensible system. WRF can be combined with observation data called assimilation technique models. In this study, uses FNL data which processed in WRF-ARW model with assimilated or non-assimilation. The purpose is to see how far the level of WRF output accuracy against observational data in the Meteorological Station Class II Padang. This research's case study take on January 7, 2015 at 00.00 UTC until January 8, 2015 at 00.00 UTC. Surface temperature, RH, wind speed, temperature and vertical relative humidity are the parameters that will be analyzed. The result of WRF-ARW output after having assimilated is closer to the observations data than the result which is not assimilated. For dew point, pressure and rain parameter, the output of the model WRF-ARW after having assimilated are closer to observations data than the output of the model WRF-ARW before assimilated. For the surface wind direction parameter (assimilation or non-assimilation) is not good enough to represent it.

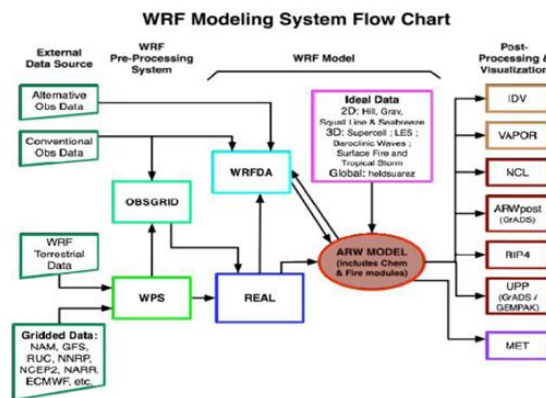
Keywords: WRF-ARW, assimilation, non-assimilation

PENDAHULUAN

WRF-ARW merupakan model generasi lanjutan sistem prediksi cuaca numerik skala meso yang didesain untuk melayani prediksi operasional dan kebutuhan penelitian atmosfer. Model ini mempunyai keistimewaan inti dinamik yang berlipat, variasi 3-dimensional (3DVAR) sistem asimilasi data dan arsitektur perangkat lunak yang memungkinkan untuk melakukan komputasi secara paralel dan sistem yang ekstensibel. WRF cocok untuk aplikasi yang luas dari skala

meter sampai ribuan kilometer. (Diklat Pelatihan WRF, 2011)

WRF adalah salah satu model prediksi cuaca numerik skala meso yang digunakan secara luas dalam prediksi cuaca di seluruh dunia. WRF (Weather Research and Forecasting) dikembangkan oleh kolaborasi antara NCAR (National Center for Atmospheric Research), NCEP (National Centers for Environmental Prediction) Colorado Amerika Serikat dan NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) yang bekerja sama dengan AFWA (Air Force Weather Agency) serta instansi lainnya. Dengan pengembangan teknologi yang makin canggih, model WRF dapat digabungkan dengan data observasi yang disebut dengan teknik asimilasi model.



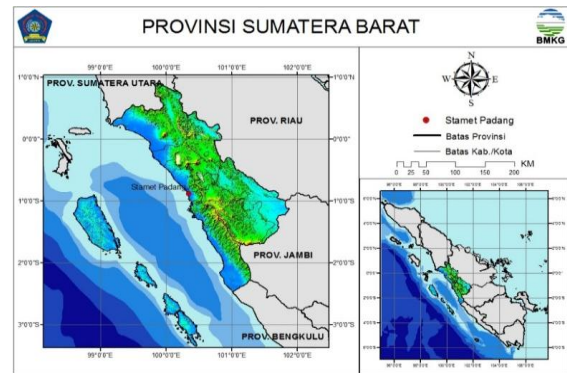
Gambar 2. A Description of the Advanced Research WRF Version 3 (Sumber <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/pub-oc.html>).

Saat ini, pusat-pusat prediksi cuaca numerik di seluruh dunia membuat initial condition melalui kombinasi statistik antara pengamatan (observasi) dengan hasil prediksi Jangka pendek sebelumnya. Pendekatan ini disebut asimilasi data, yang tujuannya didefinisikan oleh Talagrand (1997) sebagai “menggunakan semua informasi yang tersedia, untuk menentukan keadaan aliran atmosfer (atau lautan) seakurat mungkin.” (Kalnay, 2003).

Dalam penelitian ini menggunakan data FNL untuk di olah dalam WRF-ARW baik diasimilasi maupun tanpa asimilasi untuk melihat seberapa jauh tingkat akurasi hasil keluaran model WRF sebelum asimilasi dan setelah di asimilasi dengan data pengamatan sebenarnya di Stasiun Meteorologi Klas II Padang dengan studi kasus pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC hingga 8 Januari 2015 jam 00.00 UTC, sehingga dapat diketahui akurasi model WRF-ARW dan nilai errornya.

METODE PENELITIAN

Stasiun Meteorologi Klas II Padang terletak di propinsi Sumatera Barat yaitu di Kabupaten Padang Pariaman, dengan letak geografis 00° 53' LS - 100° 22' BT dan elevasi 3 meter dari permukaan laut. Berdasarkan posisi geografisnya Provinsi Sumatera Barat terletak di pesisir barat bagian tengah pulau Sumatera yang mempunyai luas wilayah 42,2 ribu Km². Sumatera Barat berbatasan langsung dengan Provinsi Sumatera Utara, Provinsi Riau, Provinsi Jambi, Provinsi Bengkulu dan Samudera Indonesia. (<http://bkpmp.sumbarprov.go.id/statistik-2/letak-geografis/>)



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Data FNL (Final Analysis) dengan resolusi 1°X 1° pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC hingga tanggal 8 Januari 2015 jam 00.00 UTC dengan interval waktu 6 jam yang diunduh dari <http://rda.ucar.edu/>.
- Data FNL tanggal 1 Januari 2015 sampai dengan 4 Februari 2015 untuk pembuatan Background Error (BE) yang menghasilkan be.dat.
- Data observasi (ob.bufr) pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC yang diunduh dari <http://rda.ucar.edu/datasets/ds337.0/index.html>
- Data sinop tiap jam Stasiun Meteorologi Klas II Padang tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC sampai dengan tanggal 8 Januari 2015 jam 00.00 UTC.
- Data udara atas Stasiun Meteorologi Klas II Padang tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC dan 12.00 UTC serta pada tanggal 8 Januari 2015 jam 00.00 UTC.

Metode (langkah-langkah) yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

- Mendownload data FNL tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 UTC hingga 8 Januari 2015 jam 00.00 UTC.
- Pembuatan *Background Error* yang menghasilkan be.dat.
- Mengunduh data observasi pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00 yang diunduh dari <http://rda.ucar.edu/datasets/ds337.0/index.html> dan direname menjadi ob.bufr
- Membuat domain dalam WRF-ARW, domain yang digunakan dalam penelitian ini hanya domain satu yaitu Indonesia.



Gambar 3. Domain Penelitian dalam WRF-ARW

Domain di atas dibuat dengan menggunakan Domain Wizard dengan menggunakan konfigurasi sebagai berikut:

Konfigurasi	Domain 1	Domain 2
Resolusi Grid	30 Km	10 Km
Horizontal		
Skema	Purdue –	Purdue – Lin
Mikrofisik	Lin	
Skema PBL	YSU	YSU
Skema		
Parameterisasi	Kain –	Kain –
Cumulus	Fritsch	Fritsch
Resolusi	180 detik	180 detik
Temporal		
Jumlah Level	30 Lapisan	30 Lapisan
Vertikal		

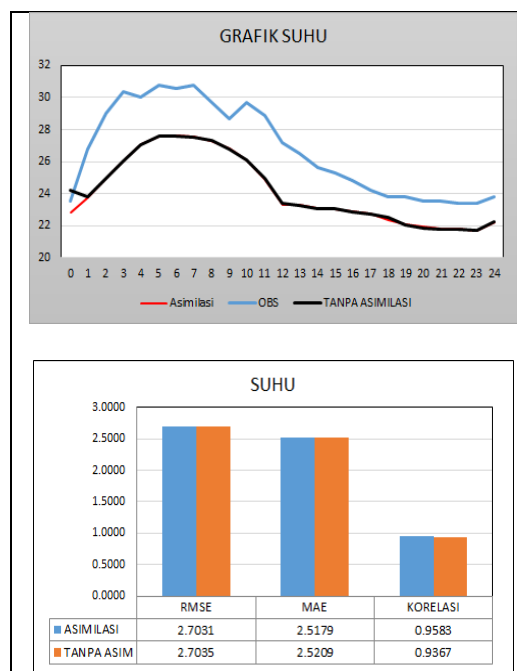
- Running WRF-ARW dan melakukan proses ARWpost hingga dihasilkan .ctl dan .dat.
- Mengasimilasi hasil keluaran model WRF-ARW.
- Mengolah, membandingkan dan menganalisis data hasil observasi dengan data hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan sesudah diasimilasi.
- Kesimpulan hasil analisis.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Data Permukaan

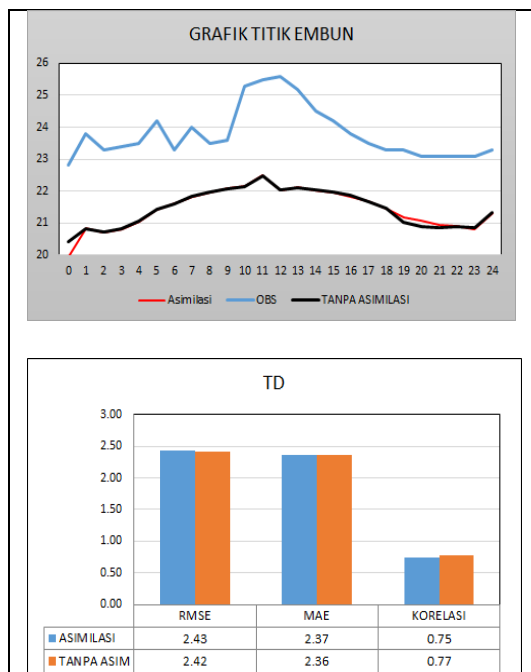
1. Suhu Udara

Grafik di bawah (Gambar 4) merupakan parameter suhu udara hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 s/d 24.00 UTC, dapat dilihat terjadi kenaikan suhu udara dari jam 00.00 UTC hingga mencapai suhu udara maksimum pada jam 05.00 UTC dan menurun kembali hingga jam 24.00 UTC. Secara umum, hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi memiliki nilai yang hampir sama (grafik rapat), berbanding lurus dan cenderung *underestimated*. Nilai error antara hasil keluaran WRF-ARW setelah asimilasi dengan observasi lebih kecil dari pada sebelum diasimilasi, sedangkan nilai korelasinya lebih besar dengan nilai perbedaan yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa hasil keluaran model WRF-ARW setelah diasimilasi lebih baik dibanding sebelum diasimilasi untuk parameter suhu.



Gambar 4. Perbandingan nilai suhu dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

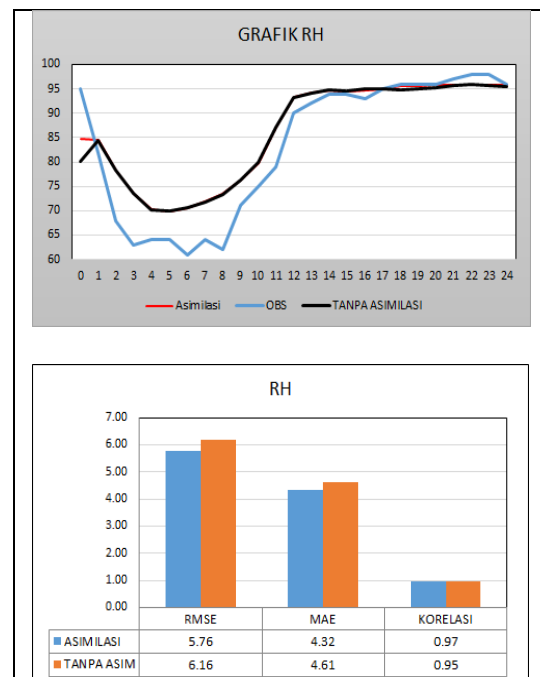
2. Titik Embun



Gambar 5. Perbandingan nilai titik embun dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

Grafik di atas (Gambar 5) merupakan grafik titik embun hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 s/d 24.00 UTC, pada grafik titik embun hasil observasi terlihat bahwa titik embun maksimum terjadi pada pukul 12 UTC dengan nilai 25.7°C sedangkan hasil keluaran model WRF-ARW baik sebelum asimilasi maupun setelah terjadi pada pukul 11 UTC dengan nilai 22.6°C, yang berarti bahwa hasil keluaran model WRF-ARW menunjukkan jeda waktu sebesar 1 jam dari hasil observasinya. Secara umum, hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi memiliki nilai yang hampir sama (grafik rapat), berbanding lurus dan cenderung *underestimated*. Nilai error antara hasil keluaran WRF-ARW setelah asimilasi dengan observasi lebih besar dari pada sebelum diasimilasi, sedangkan nilai korelasinya lebih kecil dengan nilai perbedaan yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa hasil keluaran model WRF-ARW sebelum asimilasi lebih baik dibanding setelah diasimilasi.

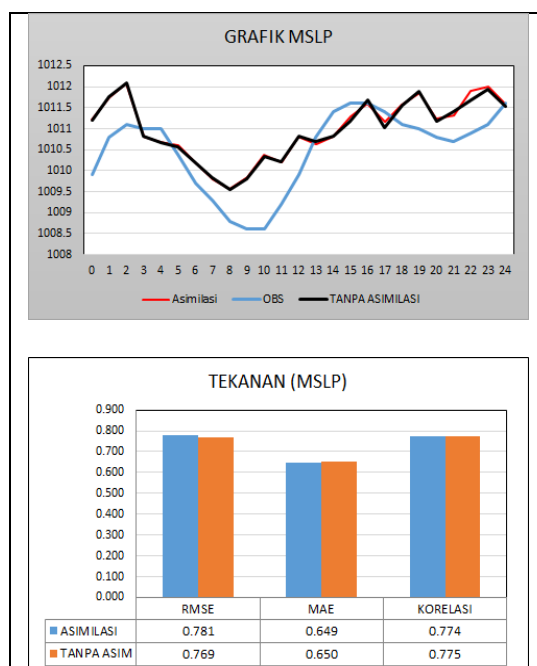
3. Kelembaban Relatif



Gambar 6. Perbandingan nilai RH dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

Grafik di atas (Gambar 6) merupakan grafik kelembaban udara hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 s/d 24.00 UTC, pada grafik kelembaban udara hasil observasi terlihat bahwa terjadi penurunan kelembaban udara dari jam 00.00 UTC hingga mencapai kelembaban udara minimum pada jam 06 UTC dan meningkat kembali hingga jam 24.00 UTC. Sedangkan pada grafik kelembaban udara hasil keluaran model WRF-ARW terjadi penurunan kelembaban udara dari jam 00.00 UTC dan mencapai kelembaban minimum pada jam 03.00 UTC dan meningkat kembali. Hal ini menandakan bahwa hasil keluaran model WRF-ARW menunjukkan jeda waktu 2 jam dari hasil observasinya. Secara umum, hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi memiliki nilai yang hampir sama (grafik rapat) dan cenderung *overestimated*. Nilai error antara hasil keluaran WRF-ARW setelah asimilasi dengan observasi lebih kecil dari pada sebelum diasimilasi, sedangkan nilai korelasinya lebih besar dengan nilai perbedaan yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa hasil keluaran model WRF-ARW setelah asimilasi lebih baik dibanding dengan sebelum diasimilasi untuk parameter Kelembaban Relatif (RH).

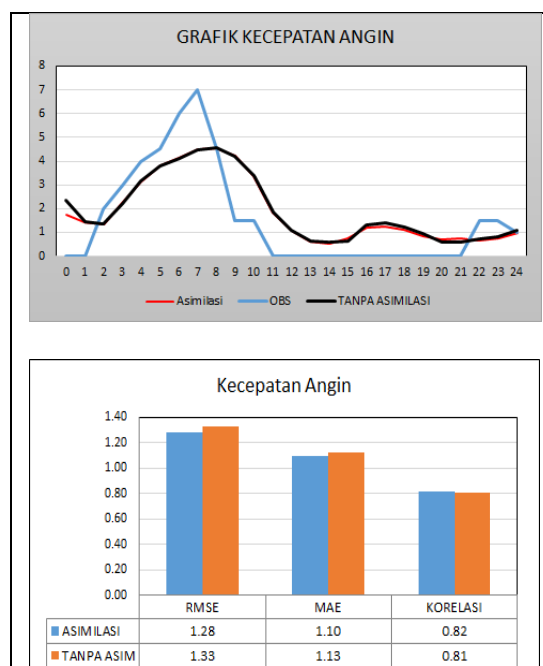
4. Tekanan



Gambar 7. Perbandingan nilai tekanan dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

Grafik di atas (Gambar 7) merupakan grafik tekanan hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 s/d 24.00 UTC, pada grafik tekanan hasil observasi terlihat bahwa terjadi minimum terjadi pada pukul 09 UTC dengan nilai 1008.6 mb sedangkan hasil keluaran model WRF-ARW terjadi pada pukul 08 UTC dengan nilai 1009.5, yang menandakan bahwa hasil keluaran model WRF-ARW menunjukkan jeda waktu 1 jam dari hasil observasinya. Secara umum, hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi memiliki nilai yang hampir sama (grafik rapat), berbanding lurus dan cenderung *overestimated*. Nilai RMSE antara hasil keluaran WRF-ARW setelah asimilasi dengan observasi lebih besar dari pada sebelum diasimilasi, sedangkan nilai MAEnya lebih kecil dan nilai korelasinya lebih besar. Hal ini menunjukkan hasil keluaran model WRF-ARW sebelum asimilasi lebih baik dibanding setelah asimilasi.

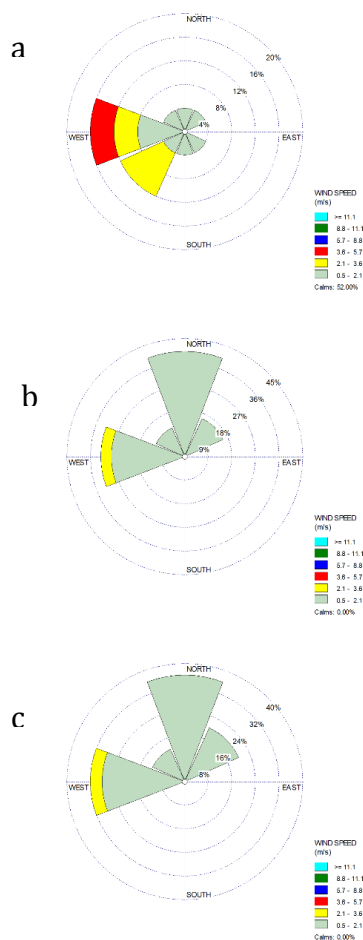
5. Kecepatan Angin



Gambar 8. Perbandingan nilai kecepatan angin dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

Grafik di atas (Gambar 8) merupakan grafik kecepatan angin hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00.00 s/d 24.00 UTC, pada grafik kelembaban udara hasil observasi terlihat bahwa kecepatan angin maksimum adalah 7 m/s yang terjadi pada pukul 07.00 UTC hasil keluaran model WRF-ARW terjadi pada pukul 08 UTC dengan nilai 4.5 m/s, yang menandakan bahwa bahwa hasil keluaran model WRF-ARW menunjukkan jeda waktu 1 jam dari hasil observasinya. Secara umum, hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi memiliki nilai yang hampir sama (grafik rapat), berbanding lurus dan cenderung *overestimated* pada pukul 00, 01 dan 10 hingga 21 UTC sedangkan pada jam yang lain adalah *underestimated*. Nilai error antara hasil keluaran WRF-ARW setelah asimilasi dengan observasi lebih kecil dari pada sebelum diasimilasi, sedangkan nilai korelasinya lebih besar dengan nilai perbedaannya kecil. Hal ini menunjukkan bahwa hasil keluaran model WRF-ARW setelah asimilasi lebih baik dibanding dengan sebelum diasimilasi untuk parameter kecepatan angin.

6. Arah Angin



Gambar 9. Perbandingan arah angin dari data a). obs, b.) non-asimilasi dan c.) asimilasi.

Gambar di atas (Gambar 9) merupakan perbandingan arah angin dari hasil observasi, keluaran WRF-ARW baik setelah diasimilasi maupun sebelum asimilasi dalam satu hari. Arah angin dominan dalam satu hari berdasarkan hasil observasi di Stasiun Meteorologi Klas II Padang berasal dari Barat. Sedangkan hasil keluaran WRF-ARW sebelum dan setelah asimilasi menunjukkan arah dominan dalam satu hari berasal dari Utara. Hal ini menunjukkan bahwa hasil keluaran WRF-ARW sebelum dan setelah asimilasi kurang bisa mempresentasikan dengan baik parameter arah angin.

7. Curah Hujan

Pada tanggal 7 Januari jam 21 hingga jam 24 UTC turun hujan dengan intensitas yang ringan. Jumlah curah hujan yang tercatat adalah 3mm/3jam. Sedangkan pada model WRF-ARW tanpa asimilasi hujan mulai turun setelah pukul 12 hingga pukul 24 dengan intensitas yang sangat ringan dimana jumlah

curah hujan yang terukur pada pukul 24 UTC sangat kecil sekitar 0.02 mm/12jam dan pada model WRF-ARW dengan asimilasi hujan mulai turun setelah pukul 09 UTC dengan intensitas sangat ringan dimana jumlah curah hujan yang terukur pada pukul 24 UTC sangat kecil sekitar 0.03. Dengan demikian jumlah curah hujan yang terukur antara hasil keluaran WRF-ARW baik yang diasimilasi maupun tidak dengan hasil observasi sangat berbeda. Secara dikotomi untuk curah hujan menggunakan Threat Score (TS), Probability of Detection (POD), False Alarm ratio (FAR) dan Akurasi (ACC) (Jolliffe dan Stephenson, 2003).

Tabel 2. Tabel Hujan per 3 jam

Jam	Hujan OBS	Hujan Asimilasi	Hujan Non-Asimilasi
0	0	0	0
3	0	0	0
6	0	0	0
9	0	0	0
12	0	9.94E-07	0
15	0	5.50E-06	7.31E-06
18	0	0.003197	0.005658
21	0	0.005132	0.005131
24	0.3	0.019489	0.008556

Tabel 3. Tabel Kontingensi

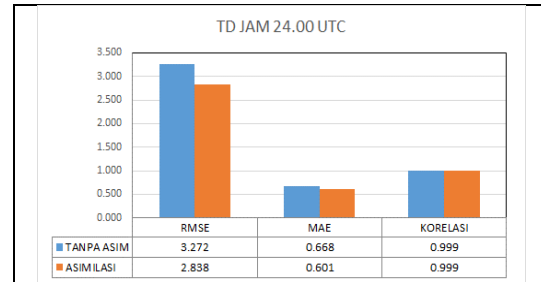
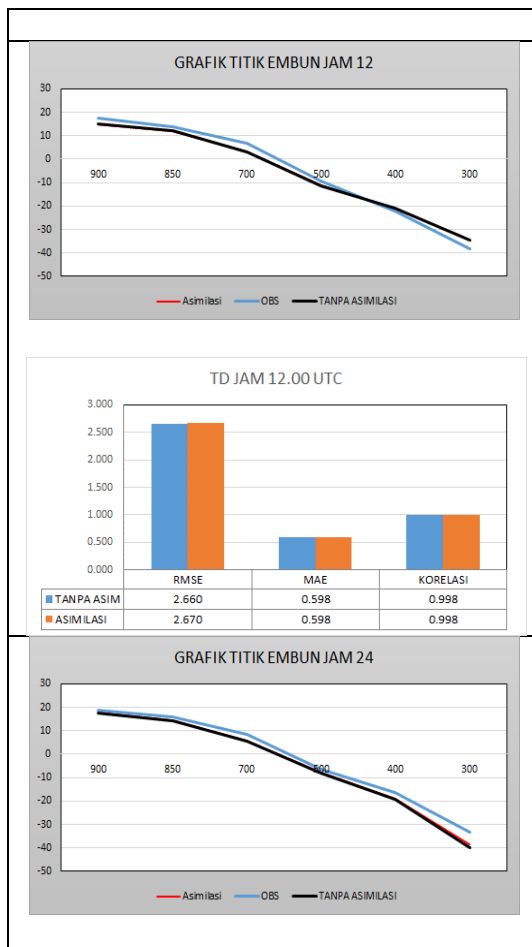
No	Prediksi	POD	FAR	TS	ACC
1	Asimilasi	1	0.8	0.2	0.6
2	Non Asimilasi	1	0.75	0.25	0.7

Dilihat dari tabel kontingensi di atas, dapat dianalisis bahwa nilai POD baik yang diasimilasi maupun tidak adalah 1 yang membuktikan bahwa 100% kejadian hujan per tiga jam berhasil diprediksi. Nilai FAR untuk asimilasi maupun tidak adalah 0.8 dan 0.75, dimana hal ini membuktikan bahwa hujan yang terprediksi oleh model memiliki peluang kesalahan dalam memprediksi yaitu 80 % untuk yang asimilasi dan 75% tanpa asimilasi, hal ini menandakan peluang kesalahan yang asimilasi lebih besar dibanding tanpa asimilasi. Nilai TS untuk yang tanpa asimilasi lebih besar dibanding yang asimilasi, berarti bahwa kemampuan model tanpa asimilasi memprediksikan kejadian hujan lebih baik dari pada yang asimilasi dengan nilai 25%. Nilai ACC akan menjawab pertanyaan seberapa baik prediksi benar terhadap observasi secara keseluruhan, dimana nilai ACC yang tanpa asimilasi lebih besar yaitu 0.7 dibandingkan yang asimilasi yaitu 0.6. Hal ini dapat disimpulkan bahwa model nonasimilasi lebih baik dalam memprediksi hujan dibandingkan model yang asimilasi.

Analisis Data Udara Atas

1. Kecepatan Angin

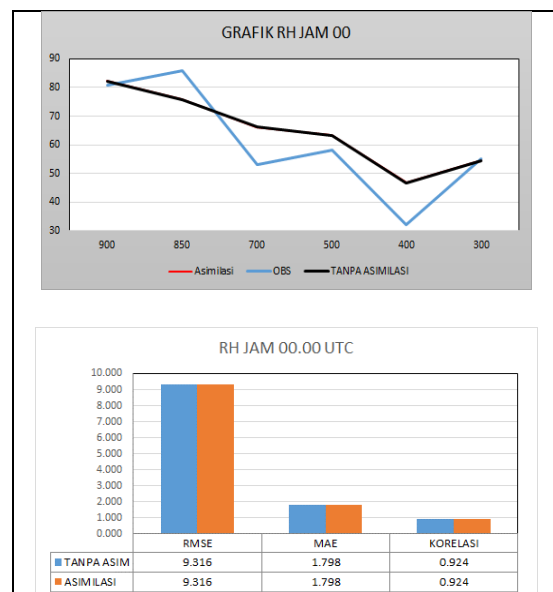
Grafik di bawah (Gambar 10) merupakan grafik vertikal titik embun hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi udara atas dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang beserta nilai RMSE, MAE dan korelasi pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00, 12, 24 UTC, dapat dilihat pada pukul 00 UTC nilai RMSE, MAE dan korelasi antara hasil keluaran sebelum dan setelah asimilasi adalah sama. Pada pukul 12 UTC nilai RMSE tanpa asimilasi lebih kecil dibanding diasimilasi dan nilai MAE maupun korelasinya adalah sama. Pada pukul 24 UTC nilai RMSE dan MAE setelah asimilasi lebih rendah dari pada sebelum diasimilasi tetapi nilai korelasinya sama. Dapat disimpulkan bahwa hasil asimilasi lebih mendekati data hasil observasi udara atas. Secara umum bahwa ketiga grafik (jam 00, 12, 24 UTC) tersebut memiliki nilai korelasi yang baik dan berbanding lurus yaitu mendekati 1 dengan nilai error yang kecil.

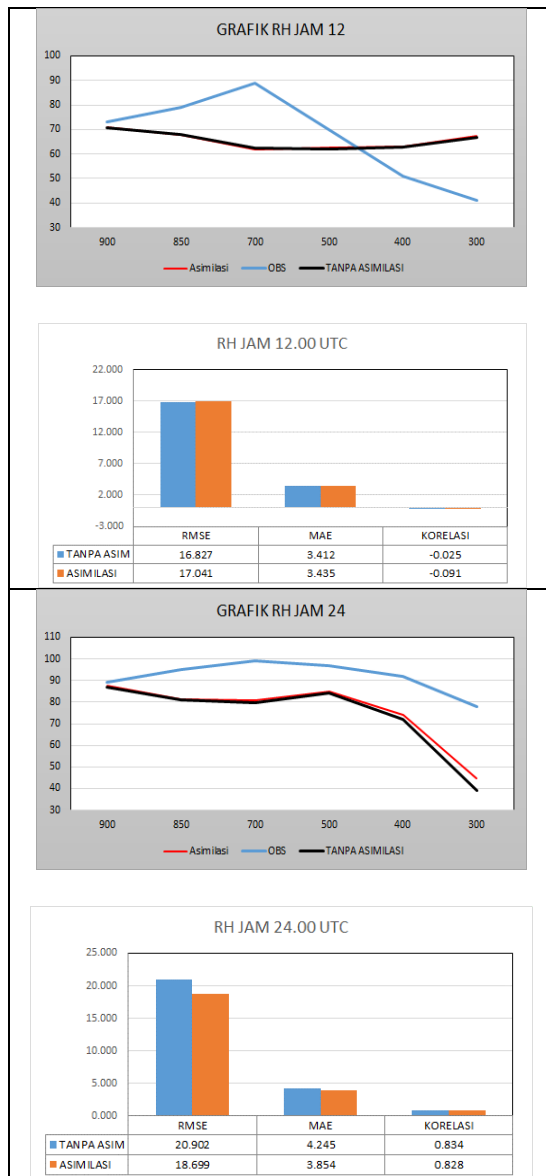


Gambar 10. Perbandingan nilai titik embun vertikal dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

2. Kelembaban Relatif

Grafik di bawah (Gambar 11) merupakan grafik vertikal kelembaban hasil keluaran model WRF-ARW sebelum dan setelah diasimilasi terhadap data hasil observasi udara atas dari Stasiun Meteorologi Klas II Padang beserta nilai RMSE, MAE dan korelasi pada tanggal 7 Januari 2015 jam 00, 12, 24 UTC. Dapat dilihat pada pukul 00 UTC nilai RMSE, MAE dan korelasi antara hasil keluaran sebelum dan setelah asimilasi adalah sama. Pada pukul 12 UTC nilai RMSE dan MAE tanpa asimilasi lebih kecil sedangkan nilai korelasi baik sebelum asimilasi dan setelah asimilasi adalah negatif yang berarti berbanding terbalik. Pada pukul 24 UTC nilai RMSE dan MAE setelah asimilasi lebih kecil dengan korelasi (+) yang lebih besar dibanding sebelum asimilasi, hal ini berarti bahwa hasil asimilasi lebih baik. Dapat disimpulkan bahwa hasil setelah diasimilasi lebih baik dibanding sebelum asimilasi kecuali pada pukul 12.00 UTC.

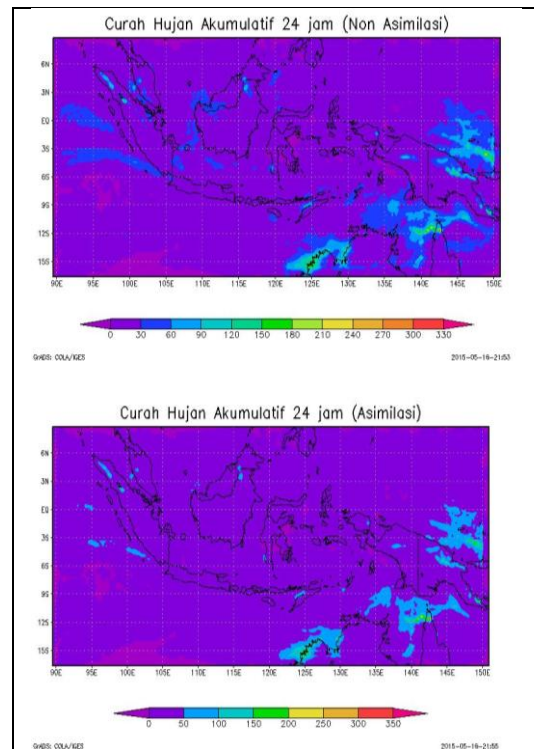




Gambar 11. Perbandingan nilai kelembaban vertikal dari data obs, asimilasi dan non-asimilasi.

3. Perbandingan Spasial Hujan Akumulatif 24 Jam

Dari gambar di bawah (Gambar 12) dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara hasil non asimilasi dan asimilasi. Namun secara umum polanya hampir sama, dimana baik yang asimilasi maupun non asimilasi menunjukkan daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi bertempat sama.



Gambar 12. Peta Hujan Spasial Akumulatif 24 jam Asimilasi dan Non Asimilasi.

Kesimpulan

Dari perbandingan antara hasil keluaran model WRF-ARW sebelum diasimilasi dan setelah diasimilasi terlihat adanya perbedaan di antara kedua keluaran tersebut walaupun perbedaannya sangat kecil/tidak signifikan, hal menandakan bahwa asimilasi data memberikan pengaruh. Perbandingan hasil keluaran model WRF-ARW baik sebelum maupun setelah asimilasi terhadap hasil observasi di Stasiun Meteorologi Klas II Padang memberikan hasil bahwa untuk parameter suhu permukaan, RH, kecepatan angin, suhu vertikal dan RH vertikal, hasil keluaran model WRF-ARW setelah diasimilasi mempunyai hasil yang lebih mendekati hasil observasinya dibandingkan hasil keluaran model WRF-ARW sebelum diasimilasi.

Untuk parameter titik embun, tekanan dan hujan, hasil keluaran model WRF-ARW setelah diasimilasi mempunyai hasil yang lebih mendekati hasil observasinya dibandingkan hasil keluaran model WRF-ARW sebelum diasimilasi. Untuk parameter arah angin permukaan kedua keluaran WRF-ARW asimilasi maupun tanpa asimilasi kurang bisa mempresentasikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Jolliffe, I.T., & Stephenson, D.B (2003). *Forecast Verification: A Practitioner's Guide in Atmospheric Scienc.* Chichester: John Wiley and Sons
- Kalnay, E. (2003). *Atmospheric Modelling, Data Assimilation and Predictability.* Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Weather and Climate Prediction Laboratory. 2011. *Diklat Pelatihan WRF.* ITB: Bandung
- <http://bkpmp.sumbarprov.go.id/statistik-2/letak-geografis/> yang diakses 10 Januari 2015
- <http://rda.ucar.edu/> yang diakses Januari 2015
- <http://rda.ucar.edu/datasets/ds337.0/index.html> yang diakses Januari 2015
- <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/public.html> yang diakses 10 Januari 2015