

**UJI VERIFIKASI DATA PERMUKAAN DAN INDEKS UDARA ATAS HASIL  
MODEL WRF DENGAN DATA OBSERVASI STASIUN METEOROLOGI SULTAN  
HASANUDDIN  
(STUDI KASUS: 6 DESEMBER 2021)**

**Wahyu Sulistiyono<sup>1</sup>, Muhammad Ivan Rizki Zuliandry<sup>2</sup>, Yosafat Donni Haryanto<sup>3</sup>**  
<sup>1,2,3</sup>Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika  
e-mail: [wahyu.sulistiyono@stmkg.ac.id](mailto:wahyu.sulistiyono@stmkg.ac.id)

**ABSTRAK**

Kemajuan teknologi komputasi dalam pengolahan data secara numerik telah dimanfaatkan dalam bidang prakiraan cuaca. Prediksi cuaca berdasarkan model numerik perlu dilakukan pengujian untuk menentukan nilai galat serta akurasi data model terhadap data pengamatan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai galat (error) yang dihasilkan data model WRF (*Weather Research and Forecast*) terhadap data pengamatan permukaan serta udara atas Stasiun Meteorologi Hasanuddin pada tanggal 6 Desember 2021. Metode Verifikasi yang digunakan terdiri dari RMSE (*Root Mean Square Error*), ME (*Mean Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan Koefisien Korelasi. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa data pengamatan permukaan hasil model WRF yang paling akurat yaitu data suhu udara, kelembaban relatif, dan tekanan udara dengan nilai persentase galat menurut metode MAPE berada dibawah 4%. Namun nilai korelasi suhu udara, kelembaban relatif, dan tekanan udara berada dibawah 0.1% yang menandakan hubungan data model dan data observasi sangat lemah. Sementara untuk data udara atas yang diuji dalam penelitian ini terdiri dari data CAPE dan CIN. Pada hasil pengujian didapatkan hasil bahwa data CIN memiliki akurasi yang lebih baik dikarenakan nilai galat yang terukur tergolong rendah dengan persentase MAPE sebesar 3.76%.

***Kata Kunci: Uji Verifikasi, Prediksi Cuaca Numerik***

**ABSTRACT**

*Advances computing technology in numerical data processing have been utilized in the field of weather forecasting. Weather predictions based on numerical models need to be tested to determine the error value and the accuracy of the model data on the observation data. This study aims to determine the error value generated by the WRF (Weather Research and Forecast) model data on surface and air observations of the Hasanuddin Meteorological Station on December 6, 2021. The verification method used consists of RMSE, ME, MAPE and Correlation Coefficient. Based on the results of the study, it was found that the surface observation data from the WRF model were the most accurate, namely data on air temperature, relative humidity, and air pressure with the percentage error value according to the MAPE method below 4%. However, the correlation value of air temperature, relative humidity, and air pressure is below 0.1% which indicates the relationship between model data and observation data is very weak. Meanwhile, the upper air data tested in this study consisted of CAPE and CIN data. The test results show that the CIN data has better accuracy because the measured error value is low with a MAPE percentage of 3.76%.*

***Keywords: Verification Test, Numerical Weather Prediction***

## PENDAHULUAN

Kegiatan prakiraan cuaca pada periode 1919-1939 dilakukan secara konvensional dengan memanfaatkan data pengamatan parameter cuaca pada periode sebelumnya, serta menggunakan prakiraan cuaca berbasis peta isopleth (Murphy dalam Benjamin et al, 2019). Meningkatnya perkembangan teknologi komputasi menyebabkan prakiraan cuaca secara numerik berdasarkan persamaan differensial mulai dikembangkan pada tahun 1956-1985 (Benjamin et al, 2019). Beberapa model prakiraan cuaca numerik yang seringkali digunakan untuk keperluan prakiraan ataupun simulasi cuaca antara lain WRF, LM, MM5, COAMPS, ARPS (Skamarock et al, 2007). Model WRF (*Weather Research and Forecasting*) merupakan model prakiraan cuaca numerik yang sering digunakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika terutama dalam melakukan prakiraan hujan harian dalam jangka waktu yang pendek (1-7 hari kedepan) (Muharsyah, 2016).

Penggunaan prediksi cuaca numerik dalam kegiatan penerbangan sangat dibutuhkan dalam menentukan pergerakan angin kencang secara signifikan (*gusty*) disekitar landasan pacu yang berbahaya bagi pesawat (CICIT, 2011). Model prediksi cuaca numerik juga dapat digunakan untuk memprakirakan jarak pandang serta kondisi kelembaban udara disekitar landasan pacu (Colabone et al, 2015). Berdasarkan penelitian Fatkhuroyan (2013), model *Weather Research and Forecasting* (WRF) mampu menggambarkan kondisi arah kecepatan angin disekitar landasan pacu, nilai suhu udara permukaan, serta kondisi tutupan awan rendah di wilayah Sumatera pada tanggal 12 Februari 2013. Selain digunakan pada bidang penerbangan, model WRF dapat diterapkan pada bidang-bidang kehidupan yang memerlukan informasi parameter cuaca, seperti pertanian, perkebunan, serta analisis bencana hidrometeorologi (Parwati et al, 2009).

Penelitian mengenai akurasi model keluaran WRF-ARW terhadap data observasi telah dilakukan oleh Effendi dan Kristianto (2020) yang melakukan uji akurasi data model WRF secara non asimilasi dan asimilasi dengan menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*) dan koefisien korelasi. Pada penelitian Effendi dan Kristianto (2020) menjelaskan bahwa data parameter suhu udara, kelembaban udara serta tekanan udara hasil keluaran model WRF merupakan data yang memiliki koefisien korelasi paling tinggi serta nilai RMSE yang lebih rendah daripada data kecepatan dan arah angin. Menurut Igri et al (2012), prediksi arah dan kecepatan angin hasil keluaran model WRF memiliki akurasi yang kurang baik jika dibandingkan dengan data suhu udara dan kelembaban relatif. Kegiatan uji verifikasi data keluaran model WRF (*Weather Research and Forecasting*) perlu dilakukan untuk mengetahui akurasi data hasil model. Data hasil model yang memiliki nilai korelasi yang kuat serta nilai bias (*error*) yang kecil, dapat merepresentasikan kondisi cuaca pada suatu daerah dengan baik. Penambahan metode verifikasi diperlukan untuk membandingkan data model dan observasi secara lebih spesifik dan lebih mudah dipahami.

Metode uji verifikasi data selain menggunakan metode RMSE dan koefisien korelasi, dapat juga menggunakan metode ME (*Mean Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Menurut Ayasha (2020) penggunaan metode ME (*Mean Error*) dalam menguji akurasi data model terhadap data observasi, dapat memberikan informasi terkait apakah data model mengalami *overestimated* atau *underestimated*. Menurut Swamidass (2000) metode MAPE (*Mean Percentage Error*) dapat memberikan informasi nilai error yang lebih spesifik dalam membandingkan data hasil prakiraan dengan data observasi aktual, dikarenakan penyajian nilai error dinyatakan dalam presentase.

Dalam penelitian ini, penulis mengkombinasikan metode RMSE, ME, MAPE serta Koefisien Korelasi dalam melakukan uji verifikasi terhadap data model WRF dengan data observasi. Studi kasus yang dipilih yaitu pada titik lokasi Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin, pada tanggal 6 Desember 2021. Dalam penelitian ini, nilai parameter cuaca hasil model akan diverifikasi untuk dilihat nilai keakuratan data model terhadap data observasi. Sehingga dapat dilihat data parameter hasil model yang dapat merepresentasikan kondisi parameter cuaca mendekati nilai parameter sebenarnya. Dalam

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai error serta nilai koefisien korelasi yang dihasilkan dari data hasil model WRF-ARW pada masing-masing parameter cuaca yang diteliti.

## METODE

Penelitian dilakukan pada satu titik lokasi, yaitu pada Stasiun Meteorologi Kelas 1 Sultan Hasanuddin. Letak Astronomis lokasi penelitian berada di lintang 5.066 LS dan bujur 119.55 BT. Waktu penelitian yang dikaji yaitu pada tanggal 6 Desember 2021.



Gambar 1. Titik lokasi penelitian.

### 1. Data Penelitian

Data *Initial* yang digunakan adalah data FNL (*Final Analysis*) dengan resolusi temporal 6 jam dan resolusi spasial  $1^0 \times 1^0$ . Data diperoleh dari laman <https://rda.ucar.edu/> (*National Centers for Environmental Prediction - National Center for Atmospheric Research*). Periode data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanggal 6 Desember 2021 dengan waktu pada jam 00.00 UTC, 06.00 UTC, 12.00 UTC, 18.00 UTC. Data FNL diolah melalui 3 tahapan, terdiri dari WRF *Pre-Processing*, WRF *Processing* dan terakhir ARW-Post. Pada tahap ARW-Post dihasilkan data keluaran proses WRF-ARW dalam format data.ctl yang dapat diolah dengan menggunakan aplikasi OpenGrADS 2.2.1 untuk menampilkan nilai parameter cuaca dari data tersebut.

Data Observasi yang digunakan sebagai data pembanding, terdiri dari data observasi permukaan dan data observasi udara atas hasil pengamatan yang dilakukan Stasiun Meteorologi Sultan Hasanuddin. Data observasi permukaan diperoleh dari data pengamatan AWS (*Automatic Weather Station*) Digi Makassar melalui AWS *Center* BMKG. Data observasi permukaan yang diambil terdiri dari parameter suhu udara, kelembaban relatif, tekanan udara diatas permukaan laut, curah hujan serta kecepatan dan arah angin.

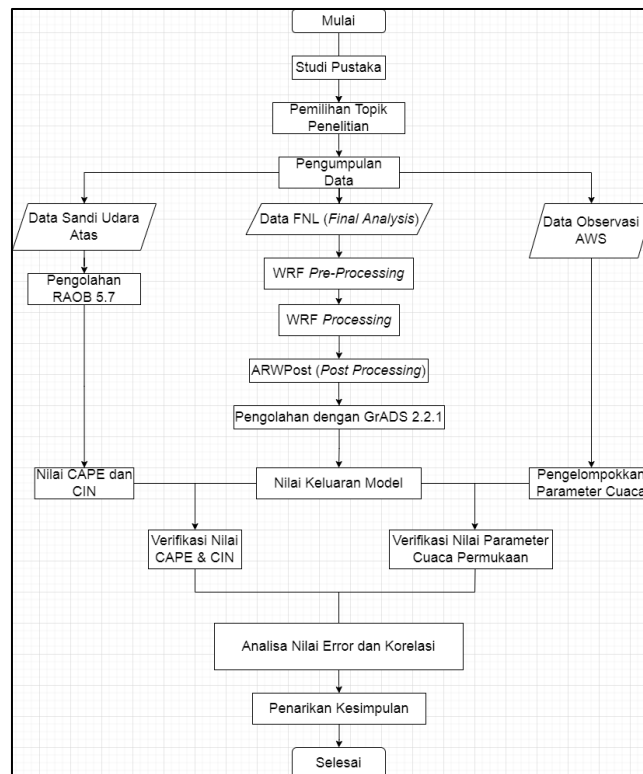
Data observasi udara atas yang digunakan berupa data sandi udara atas yang diperoleh melalui laman <https://www.ogimet.com/sond.phtml.en>. Data pengamatan udara atas yang digunakan merupakan data hasil pengamatan pada jam 00.00 UTC dan 12.00 UTC tanggal 6 Desember 2021. Data tersebut kemudian diolah menggunakan aplikasi RAOB 5.7 agar dapat menampilkan data nilai CAPE (*Convective Available Potential Energy*) dan CIN (*Convective Inhibition*). Data CAPE dan CIN umumnya digunakan dalam menggambarkan kondisi kestabilan atmosfer terutama terkait potensi pembentukan awan badai (Husna dan Munandar,

2017).

## 2. Metode Penelitian

Dalam Penelitian ini, pendekatan yang digunakan berupa pendekatan kuantitatif dengan teknik analisa komparatif objektif. Analisa secara objektif dilakukan untuk membandingkan data-data hasil keluaran model WRF-ARW terhadap data observasi. Kemudian dalam penelitian ini juga menggunakan analisa deskriptif untuk menjelaskan nilai error, nilai korelasi serta deskripsi dari gambar hasil pengolahan data.

Alur serta tahapan dalam penelitian ini digambarkan secara urut dalam diagram alir penelitian, seperti yang tertera pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Setelah pemilihan topik penelitian ditentukan, langkah berikutnya dilakukan pengumpulan data observasi serta data FNL. Pengolahan data FNL (*Final Analysis*) dalam pemodelan WRF-ARW dilakukan dalam 3 tahap. Data FNL diolah melalui 3 tahapan, terdiri dari *WRF Pre-Processing*, *WRF Processing* dan terakhir *ARW-Post*. Dalam konfigurasi pemodelan WRF pada penelitian ini menggunakan 3 domain. Selain itu dalam konfigurasi WRF pada penelitian ini menggunakan 7 opsi konfigurasi, dengan rincian secara lengkap tertera pada tabel 1. Tahap konfigurasi model WRF dilakukan pada tahap *Pre-Processing* (*WRF Processing System*), dengan rangkaian prosesnya terdiri dari *processing* geogrid, ungrid, dan metgrid. Kemudian setelah tahapan *pre-processing* selesai, kegiatan dilanjutkan dengan proses *WRF processing*. Hasil dari *WRF processing* menghasilkan data *wrfout* yang digunakan sebagai komponen pengolahan pada tahap *ARWPost (Post-Processing)*. Pada tahap *ARWPost* menghasilkan data dengan format *ctl* sebagai hasil akhir dari rangkaian proses pemodelan WRF-ARW. Data *ctl* kemudian diolah menggunakan aplikasi visualisasi data *GrADS 2.2.1* untuk menampilkan data suhu udara, kelembaban relatif, tekanan udara, arah dan kecepatan dan arah angin serta nilai indeks udara atas seperti *CAPE (Convective*

Available Potential Energy) dan CIN (Convective Inhibition).

Tabel 1. Tabel Konfigurasi Model WRF-ARW

Pengaturan Konfigurasi Pre-Processing	Domain 1	Domain 2	Domain 2
Titik Pusat Lintang	-5.066		
Titik Pusat Bujur	119.55		
Resolusi Grid Pada Sumbu X (dx)	27000	9000	3000
Resolusi Grid Pada Sumbu Y (dy)	27000	9000	3000
Jumlah Level Elevasi (e_vert)	3		
Opsi Mikrofisis (mp_physics)	6 (WSM 6 Scheme Graupel)		
Opsi Radiasi Gelombang Panjang (ra_lw_physics)	1 (Skema RRTm)		
Opsi Radiasi Gelombang Pendek (ra_sw_physics)	1 (Skema RRTm)		
opsi Lapisan Permukaan	Skema Persamaan Monin-Obukhov		
Opsi Permukaan Darat	Noah Land Surface Model		
Opsi lapisan Batas Permukaan	Skema Yonsei University (YSU)		
Opsi Cumulus	Kain- Fritsch (1)		

Pada tahap berikutnya, dilakukan uji verifikasi dengan pendekatan kuantitatif terhadap data hasil keluaran model WRF-ARW dengan data observasi. Metode verifikasi yang digunakan terdiri dari metode RMSE (*Root Mean Square Error*), ME (*Mean Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan Koefisien Korelasi. Setelah dilakukan uji verifikasi, data parameter cuaca tersebut dianalisis secara komparatif untuk mengetahui data parameter yang memiliki korelasi paling baik serta nilai error paling sedikit. Kemudian diambil kesimpulan untuk mengetahui data hasil keluaran model yang memiliki akurasi paling baik.

### 3. Metode Verifikasi

#### 3.1 Metode RMSE (*Root Mean Square Error*)

Metode RMSE (*Root Mean Square Error*) dapat memberikan informasi besarnya nilai penyimpangan (*error*) antara data prediksi dan data observasi. Nilai RMSE yang mendekati nilai 0 menggambarkan data prediksi yang mendekati nilai observasi (Wilks dalam Effendi dan Kristianto, 2020).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Notasi  $n$  melambangkan banyaknya data, sementara notasi  $x_i$  melambangkan data model dan  $y_i$  melambangkan data observasi.

#### 3.2 Metode ME (*Mean Error*)

Metode ME (*Mean Error*) merupakan metode menghitung nilai bias berdasarkan rata-rata perbedaan aritmatika antara data prediksi dengan data observasi (Santos et al, 2011). Nilai ME negatif menandakan data prediksi yang *underestimate*, sementara data prediksi yang lebih besar dari data observasi menandakan data prediksi *overestimate*.

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_n - o_n) \quad (2)$$

Notasi  $n$  melambangkan jumlah data, sementara notasi  $y_n$  melambangkan data prediksi model dan  $o_n$  melambangkan data observasi.

#### 3.3 Metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Metode MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan rata-rata absolut dari presentase nilai error dari suatu data prediksi (Swamidass, 2000).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (3)$$

Notasi  $n$  melambangkan banyaknya data, notasi  $A_t$  melambangkan data observasi, sementara  $F_t$  melambangkan data prediksi model.

#### 3.4 Koefisien Korelasi

Koefisien Korelasi memiliki fungsi untuk menentukan nilai keeratan hubungan antara data observasi dengan data prediksi (Saefuddin dalam Ayasha, 2020).

$$r_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4)$$

Notasi  $r_{xy}$  menandakan koefisien korelasi, sementara simbol  $x$  melambangkan data hasil model dan simbol  $y$  melambangkan data observasi.

Menurut Mundir (2013), Koefisien korelasi memiliki rentang nilai antara -1 hingga 1 dengan kriteria seperti pada tabel 2.

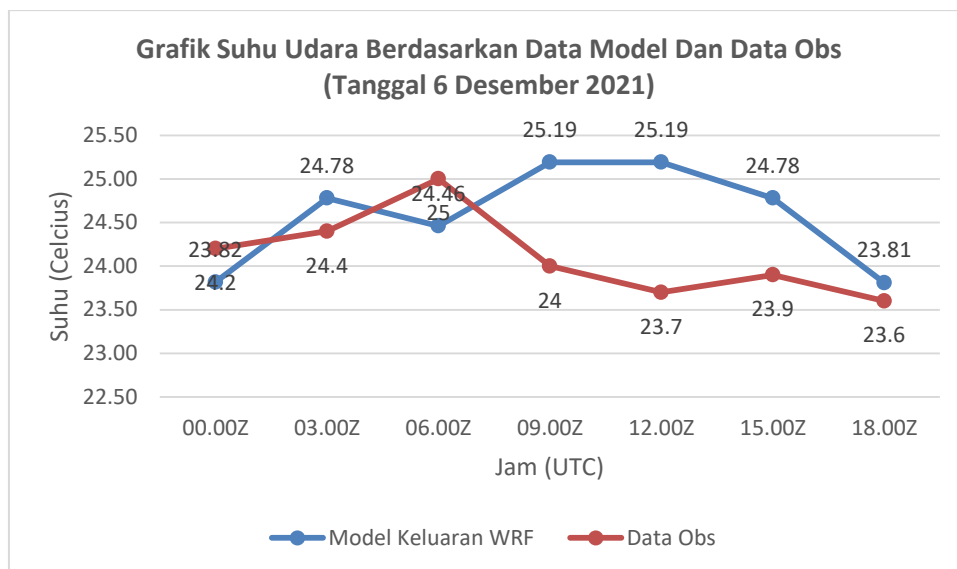


Tabel 2. *Kriteria Koefisien Korelasi (Mundir, 2013)*

R	Interpretasi
$\pm(0.9 - 1.0)$	Sangat Kuat
$\pm(0.7 - 0.9)$	Kuat
$\pm(0.5 - 0.7)$	Sedang
$\pm(0.3 - 0.5)$	Lemah
$\pm(0.0 - 0.3)$	Sangat Lemah (Tidak Berarti)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1.1. Uji Verifikasi Data Suhu Udara



Gambar 3. *Grafik Perbandingan Suhu Udara Berdasarkan Data Model WRF dan Data Observasi.*

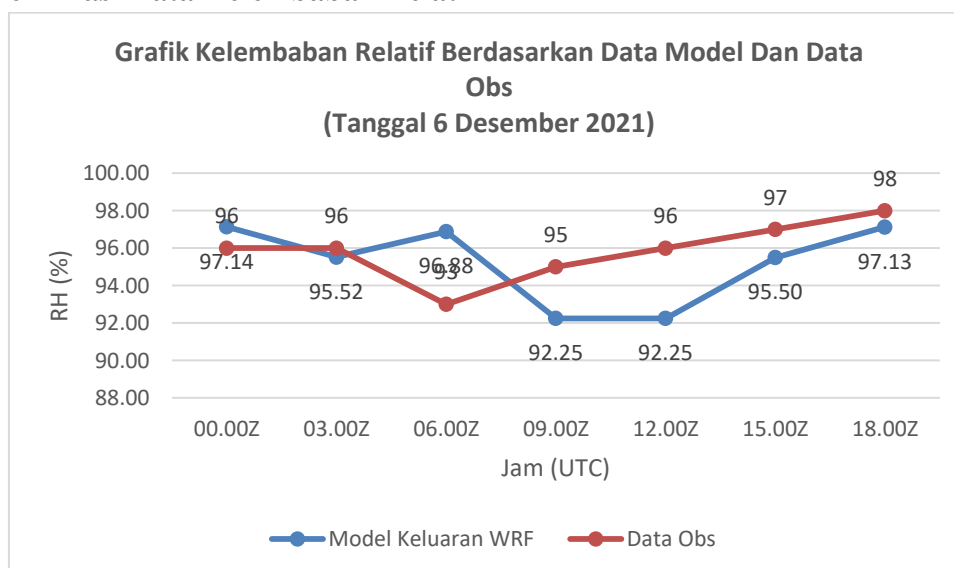
Pada Gambar 3 menunjukkan nilai suhu udara data model WRF dan data observasi sama-sama mengalami peningkatan dari jam 00.00-03.00 UTC. Setelah jam 06.00 UTC pola pergerakan data menunjukkan pola yang berlawanan. Data suhu udara hasil observasi mengalami penurunan nilai, sementara data suhu udara hasil model meningkat. Pola pergerakan yang berlawanan ini berlangsung hingga penngujung periode data pada jam 18.00 UTC. Pola pergerakan suhu udara yang bertolak belakang antara data observasi dan data model WRF menunjukkan hubungan korelasi yang terbalik antara kedua data dengan nilai koefisien korelasi sebesar  $-0.050$ . Nilai korelasi tersebut menunjukkan hubungan korelasi yang sangat lemah antara data observasi dengan data model WRF. Secara keseluruhan, nilai suhu udara hasil model WRF mencapai titik tertinggi pada jam 09.00 dan 12.00 UTC dengan nilai 25.19 derajat Celcius. Sementara, data suhu udara hasil observasi mencapai nilai maksimum pada jam 06.00 UTC dengan nilai 24.45 derajat Celcius.

Tabel 3. Uji Verifikasi Data Suhu Udara.

Verifikasi Data Suhu Udara			
RMSE	ME	MAPE	Koefisien Korelasi
0.848	0.461	3.02%	-0.050

Berdasarkan hasil uji verifikasi, diketahui bahwa data suhu udara hasil model WRF memiliki nilai RMSE 0.848 °C, nilai ME sebesar 0.46 °C yang menandakan data model tergolong *overestimate*, serta nilai MAPE 3.02%. Jika dilihat secara keseluruhan, nilai error RMSE tergolong kecil dengan nilai kurang dari 1 °C. Namun jika dilihat dari nilai koefisien korelasi yang hanya sebesar -0.050, maka data model digolongkan memiliki hubungan yang sangat lemah dengan data observasi.

## 1.2. Uji Verifikasi Data Kelembaban Relatif



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kelembaban Relatif Berdasarkan Data Model WRF dan Data Observasi.

Berdasarkan grafik perbandingan kelembaban relatif antara data model dengan data observasi terlihat adanya perbedaan pola pergerakan. Perbedaan pola pergerakan ini dapat dilihat pada periode 00.00-06.00 UTC. Setelah jam 09.00 UTC pola pergerakan data observasi dan data model WRF mulai menunjukkan pergerakan yang sama-sama naik. Pola peningkatan ini berlangsung dari jam 09.00-18.00 UTC. Pada jam 18.00 UTC, data observasi dan data model WRF berada pada nilai puncaknya. Data kelembaban relatif hasil model mencapai nilai 97.13 % dan data observasi mencapai nilai 98%.

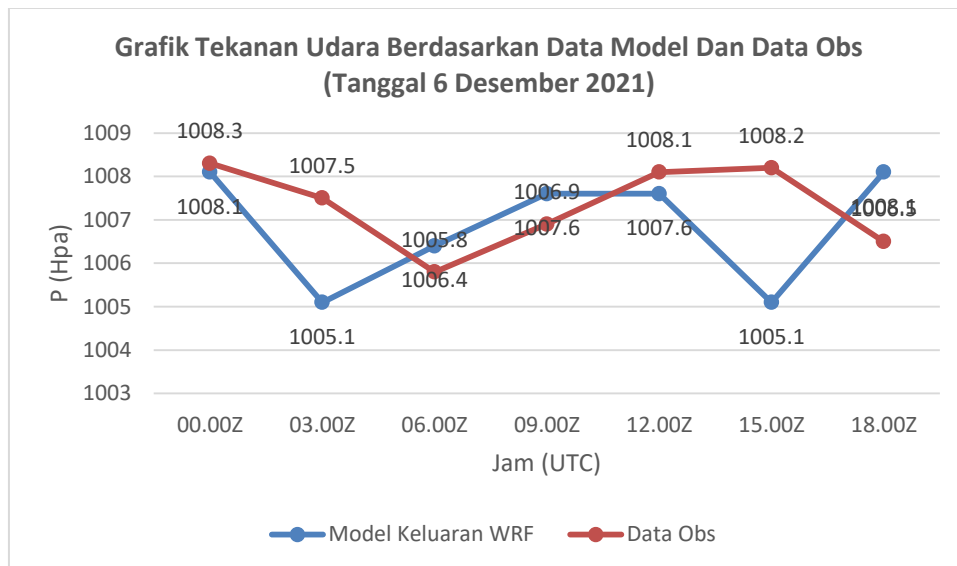


Tabel 4. Uji Verifikasi Data Kelembaban Relatif.

Verifikasi Data Kelembaban Relatif			
RMSE	ME	MAPE	Koefisien Korelasi
2.426	-0.619	2.16%	0.104

Berdasarkan hasil uji verifikasi terhadap data kelembaban hasil model WRF dengan data observasi, data model WRF mengalami *underestimate*. Data model cenderung memiliki estimasi yang lebih rendah dari data observasi. Hal ini dapat dilihat pada nilai *Mean Error* yang terukur sebesar -0.619%. Nilai RMSE terukur sebesar 2.426%, tergolong nilai yang tidak terpaut cukup jauh dari data observasi. Nilai koefisien korelasi sebesar 0.104 menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara data observasi dengan data hasil model. Namun nilai koefisien yang positif menandakan adanya pola pergerakan searah. Seperti yang terlihat pada gambar 4, dimana pola kelembaban relatif dari data hasil model dan data observasi sama-sama meningkat.

### 1.3. Uji Verifikasi Data Tekanan Udara



Gambar 5. Grafik Perbandingan Tekanan Udara Berdasarkan Data Model WRF dan Data Observasi.

Pada gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan data tekanan udara antara data hasil model WRF dan data observasi. Grafik tersebut menunjukkan pola pergerakan naik-turun yang sama antara data observasi dengan data hasil model WRF. Pola pergerakan yang seragam ini berlangsung dari jam 00.00-12.00 UTC. Namun setelah jam 12.00 UTC, pola pergerakan data berlawanan. Data hasil model menunjukkan penurunan nilai pada jam 15.00 UTC dengan nilai sebesar 1005.1 hPa. Nilai tekanan hasil model ini merupakan nilai tekanan paling rendah selain nilai tekanan pada jam 03.00 UTC. Sementara pada jam 15.00 UTC, data tekanan observasi mengalami peningkatan kecil, dari nilai 1008.1 ke 1008.2 hPa. Nilai tekanan udara dari model WRF mencapai titik puncak saat jam 00.00 UTC dan 18.00 UTC

dengan nilai mencapai 1008.1 hPa. Pada data tekanan udara dari hasil observasi mencapai nilai maksimum pada jam 00.00 UTC dengan nilai sebesar 1008.3 hPa.

Tabel 5. Uji Verifikasi Data Tekanan Udara.

Verifikasi Data Tekanan Udara			
RMSE	ME	MAPE	Koefisien Korelasi
1.651	-0.471	0.1%	-0.092

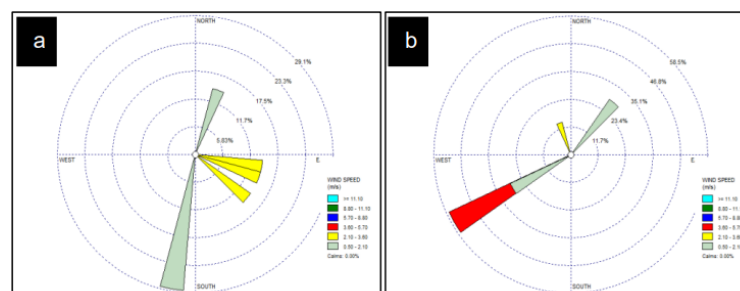
Berdasarkan uji verifikasi data tekanan udara dari data hasil model WRF terhadap data observasi, diketahui bahwa data hasil model mengalami *underestimate*. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *Mean Error* yang terukur sebesar -0.471 hPa. Nilai *Mean Error* yang minus menandakan data model memiliki estimasi lebih rendah daripada data observasi. Perbedaan nilai model yang lebih rendah dari data observasi dapat dilihat pada data jam 03.00 UTC dengan perbedaan nilai sebesar 2.4 hPa. Berdasarkan persentase nilai MAPE, data tekanan udara tergolong memiliki persentase error yang lebih kecil dengan nilai hanya 0.1%. Sementara jika dilihat dari nilai koefisien korelasi yang hanya sebesar -0.092 menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara data model dengan data observasi.

#### 1.4. Uji Verifikasi Arah dan Kecepatan Angin

Tabel 6. Uji Verifikasi Data Kecepatan Angin.

Verifikasi Data Kecepatan Angin			
RMSE	ME	MAPE	Koefisien Korelasi
2.419	1.016	231.1%	-0.540

Berdasarkan hasil uji verifikasi data kecepatan angin, nilai RMSE dari data kecepatan angin hasil model WRF terukur sebesar 2.419 m/s. Data kecepatan angin hasil model WRF *overestimate* berdasarkan nilai *Mean Error* hasil uji verifikasi. Data Kecepatan angin memiliki nilai *Mean Error* yang masih tergolong kecil sebesar 1.016 m/s. Nilai koefisien korelasi dari data kecepatan angin terukur sebesar -0.540 menandakan hubungan yang sedang antara data hasil model dengan data observasi. Namun berdasarkan persentase nilai MAPE, nilai error pada data kecepatan angin hasil model terukur sebesar 231%. Nilai error ini tergolong besar, hal ini menandakan data kecepatan angin hasil model lebih besar 2 kali lipat lebih tinggi terhadap data observasi.



Gambar 6. Diagram wind rose arah dan kecepatan angin, (a) Windrose Data Angin Observasi, (b) Windrose Data Angin Model WRF.

Pada uji verifikasi data arah angin dilakukan menggunakan *windrose* agar mempermudah dalam membandingkan data, seperti yang ditunjukkan gambar 6a dan 6b. Pada gambar *windrose* hasil data observasi menunjukkan bahwa arah angin didominasi dari arah selatan dengan persentase sebesar 29% dengan kecepatan angin sebesar 0.5-2.1 m/s. Sementara pada diagram *windrose* arah angin hasil model WRF menunjukkan bahwa arah angin didominasi dari arah barat daya dengan persentase sebesar 58% dan kecepatan angin dalam rentang minimum 0.5 m/s dan maksimum 5.7 m/s. Secara umum data arah angin hasil keluaran model WRF belum dapat menggambarkan arah angin mendekati arah angin hasil observasi.

### 1.5. Uji Verifikasi Data CAPE dan CIN

Tabel 7. Uji Verifikasi Data CAPE.

Verifikasi Data CAPE (J/Kg)		
RMSE	ME	MAPE
388.29	289.10	3041%

Berdasarkan uji verifikasi terhadap nilai CAPE (*Convective Available Potential Energy*) didapatkan hasil nilai RMSE sebesar 388.29 J/Kg. Sementara itu nilai *Mean Error* sebesar 289.10 J/Kg menandakan data hasil model mengalami *overestimate*, sehingga data model memiliki nilai yang terlampaui tinggi dibanding data observasi.

Tabel 8. Uji Verifikasi Data CIN.

Verifikasi Data CIN (J/Kg)		
RMSE	ME	MAPE
1.010	0.442	3.76%

Berdasarkan hasil uji verifikasi data CIN (*Convective Inhibition*) didapatkan hasil uji yang lebih baik daripada data CAPE. Data CIN hasil model WRF memiliki nilai RMSE sebesar 1.01 J/Kg, nilai error ini tidak terpaut terlalu jauh dengan data observasi. Sementara nilai *Mean Error* sebesar 0.442 J/Kg menandakan data hasil model mengalami *overestimate*, namun nilai *Mean Error* ini tidak terlalu besar seperti nilai *Mean Error* pada data CAPE. Nilai persentase dari MAPE terukur sebesar 3.76%, menandakan bias antara data model dan data observasi tidak terlalu jauh.

Secara keseluruhan, hasil uji verifikasi antara data CAPE dan CIN hasil model WRF, data CIN menunjukkan nilai bias yang lebih kecil daripada data CAPE. Namun, hal demikian tidak bisa dijadikan justifikasi bahwa data CAPE hasil model selalu menyimpang. Dikarenakan data yang dibandingkan hanya pada jam 00.00 UTC dan 12.00 UTC

menyebabkan jumlah data sedikit, sehingga kurang dapat merepresentasikan nilai indeks CAPE dan CIN secara lebih aktual.

## **PENUTUP**

Berdasarkan hasil uji verifikasi data observasi permukaan dan data indeks udara atas hasil model WRF dengan data observasi. Didapatkan hasil bahwa data observasi permukaan hasil model WRF yang terdiri dari data suhu udara, kelembaban relatif serta tekanan udara memiliki akurasi yang lebih baik daripada data arah serta kecepatan angin, yang ditandai nilai bias yang kecil. Namun, data suhu udara, kelembaban relatif, serta tekanan udara hasil model WRF memiliki nilai koefisien korelasi yang tidak lebih dari 0.1. Nilai koefisien tersebut menandakan hubungan sangat lemah antara data hasil model WRF dengan data observasi. Data koefisien korelasi dari parameter kecepatan angin memiliki nilai sebesar -0.54 yang menandakan hubungan sedang antara data model dengan data pengamatan. Namun nilai persentase MAPE dari data kecepatan angin menunjukkan nilai bias sebesar 231%.

Data indeks CAPE dan CIN hasil model WRF menunjukkan akurasi yang berbeda. Data nilai CIN memiliki akurasi yang lebih baik daripada data CAPE. Namun hal ini perlu diperhatikan, dikarenakan data yang digunakan hanya dalam 2 periode waktu yaitu pada jam 00.00 UTC dan jam 12.00 UTC sehingga uji verifikasi terhadap data indeks udara atas ini tidak dapat dijadikan acuan bahwa data CAPE selalu memiliki akurasi yang rendah.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah membantu memudahkan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga turut kami sampaikan kepada pembimbing serta dosen Pembina yang telah membimbing kami dalam menyusun penelitian ini. Serta ucapak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kami dalam penulisan ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ayasha, N. (2021). a Comparison of Rainfall Estimation Using Himawari-8 Satellite Data in Different Indonesian Topographies. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 17(2), 189. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2020.v17.a3441>
- Benjamin, S. G., Brown, J. M., Brunet, G., Lynch, P., Saito, K., & Schlatter, T. W. (2018). 100 Years of Progress in Forecasting and NWP Applications. *Meteorological Monographs*, 59, 13.1–13.67. doi:10.1175/amsmonographs-d-18-0020.1
- CICTT Aviation “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents : Worlwide Operation 1959-2011, ICAO Common Taxonomy Team, 2011.
- Colabone RO, Ferrari AL, Vecchia FAS, Tech, ARB. Application of Artificial Neural Network for Fog Forecast. 2015. *Journal of Aerospace Technology and Management*.
- Efendi, U., & Kristianto, A. (2020). Uji Performa Asimilasi Data Observasi Udara Atas Dan Udara Permukaan Model Wrf Di Semarang (Studi Kasus Tanggal 3 – 5 Desember 2018). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Geografi Uhamka Tahun 2020*, March, 98–109.
- Fatkhuroyan (2013) ‘Pemanfaatan Model Numerik WRF v3.4 untuk Informasi Cuaca

- Penerbangan', *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia STMIK AMIKOM Yogyakarta*, pp. 1–4.
- Husna, K. and Munandar, M.A. (2017). Analisis Nilai Convective Available Potential Energy (CAPE) Selama Tahun 2013-2016 Terhadap Hujan di Jakarta. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Igri, P. M., Vondou, D. A., Tanessong, R. S., & Mkankam, F. K. (2012). Assessing the Improvement of Severe Weather Prediction Over Western Africa in WRF by 3DVAR Data Assimilation System using Conventional and Radiance observational Data. *In Erad-The Seventh European Conference On Radar In Meteorology And Hydrology*.
- Muharsyah, R. (2016). Kajian Pemanfaatan Model WRF untuk Prediksi Awal Musim Hujan 2014/2015 di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 17(3), 165–176.
- Mundir, 2013, *Statistika Pendidikan*. Jember : Pustaka Pelajar
- Murphy, A. H., 1993: What is a good forecast? An essay on the nature of goodness in weather forecasting. *Wea. Forecasting*, 8, 281–293, [https://doi.org/10.1175/1520-0434\(1993\)008,0281:WIAGFA.2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0434(1993)008,0281:WIAGFA.2.0.CO;2)
- Parwati, S., Ayu, K. D. dan Kartasamita, M., 2009, Penentuan Hubungan Antara Suhu Kecerahan Data MTSAT Dengan Curah Hujan Data QMORPH, *Jurnal Penginderaan Jauh*, Vol. 6, pp 32–42.
- Saefuddin, A., Notodipuro K.A., Alamudi A., & Sadik, K. (2009). *Statistika Dasar*, Jakarta; PT Grasindo.
- Santos, C.A.C.D., Silva B.B.D., Rao T.V.R.R., Satyamurti P., & Manzi A.O. (2011). Downward Longwave Radiation Estimates For Clear Sky Conditions Over Northeast Brazil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 26(3), 443-450.
- Skamarock, W. C., & Klemp, J.B. (2007). A Timesplit Non Hydrostatic Atmospheric Model for Research and NWP Applications. *Journal Comp. Phys., special issue on environmental modeling*, 3465-3485
- Suparmi, A., Cari, C., Deta, U. A., Husein, A. S., & Yuliani, H. (2014). Exact Solution of Dirac Equation for q-Deformed Trigonometric Scarf Potential with q-Deformed Trigonometric Tensor Coupling Potential for Spin and Pseudospin Symmetries Using Romanovski Polynomials. *Journal of Physics: Conference Series*, 539, 12004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/539/1/012004>
- Swamidass, P. M. (Ed.). (2000). MAPE (mean absolute percentage error) MEAN ABSOLUTE PERCENTAGE ERROR (MAPE). *In Encyclopedia of Production and Manufacturing Management* (pp. 462–462). Springer US. [https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8\\_580](https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8_580)
- Wilks, D. S., 2006, *Statistical Methods in The Atmospheric Sciences*, California: Academic Press.