

## VERIFIKASI PARAMETER PRESIPITASI AKUMULASI 24 JAM PADA MODEL CUACA NUMERIK TAHUN 2017-2020

### VERIFICATION OF 24-HR ACCUMULATED PRECIPITATION ON NUMERICAL WEATHER PREDICTION MODEL YEAR 2017-2020

Kiki<sup>1\*</sup>, Fakhru Alam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Meteorologi Publik BMKG Indonesia

\*E-mail: [kiki@bmkg.go.id](mailto:kiki@bmkg.go.id); [kiki.ekasiwi@gmail.com](mailto:kiki.ekasiwi@gmail.com)

Naskah masuk: 25 Februari  
2021

Naskah diperbaiki: 15 Juli  
2021

Naskah diterima: 29 Juli 2021

#### ABSTRAK

Parameter presipitasi akumulasi 24 jam dari empat model numerik yang terdapat dalam *operational tool* Synergie, yaitu GFS, IFS, ARPEGE, dan WRF, diverifikasi menggunakan data observasi permukaan harian di 34 titik kajian yang mewakili setiap provinsi di Indonesia. Tiga metode verifikasi yakni dikotomi, multikategori, serta metode verifikasi untuk parameter kontinu digunakan untuk mengukur performa masing-masing model dalam memprediksi kuantitas curah hujan harian dalam periode tahun 2017 hingga 2020. Kajian ini bertujuan untuk membandingkan performa 4 model NWP dalam memprediksi parameter presipitasi 24 jam ke depan di 34 titik kajian di wilayah Indonesia, sehingga dapat menjadi panduan bagi prakirawan dalam menentukan *Reference Model* untuk wilayah masing-masing khususnya dalam memprakirakan kuantitas presipitasi. Berdasarkan hasil kajian model IFS menunjukkan performa terbaik di setiap pengkategorian yang dilakukan dibandingkan dengan 3 model cuaca numerik lainnya, dimana nilai persentase tahunan dalam 4 tahun periode kajian memperoleh hasil 37%, diikuti oleh GFS (22%), WRF (21%), dan ARPEGE (20%).

**Kata kunci:** Presipitasi, Verifikasi, Akurasi.

#### ABSTRACT

The 24-hour accumulated precipitation parameters from four numerical models contained in Synergie's operational tools, namely GFS, IFS, ARPEGE, and WRF, were verified using daily surface observation data at 34 study points representing each province in Indonesia. Three verification methods, namely dichotomies, multicategories, and verification methods for continuous parameters are used to measure the performance of each model in predicting the quantity of daily rainfall in the period 2017 to 2020. This study aims to compare the performance of 4 NWP models in predicting 24-hour precipitation parameters. In the future at 34 study points in the territory of Indonesia, so that it can be a guide for forecasters in determining the *Reference Model* for their respective regions, especially in estimating the quantity of precipitation. Based on the results of the study, the IFS model showed the best performance in each categorization compared to 3 other numerical weather models, where the annual percentage value in the 4-year study period yielded 37%, followed by GFS (22%), WRF (21%), and ARPEGE (20%).

**Keywords:** Precipitation, Verification, Accuracy.

## 1. Pendahuluan

Posisi Indonesia secara geografis yang berada di lintang tropis dan di antara dua benua serta diapit dua samudra membuat mekanisme pembentukan cuaca dan iklimnya menjadi kompleks, dikarenakan banyaknya faktor yang berperan serta. Beberapa faktor itu diantaranya adalah monsoon Asia dan Australia, *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), *Madden-Julian Oscillation* (MJO), *Indian Ocean Dipole* (IOD), *Cold Surge*, gangguan tropis berupa siklon tropis yang seringkali tumbuh di Samudra Pasifik Barat utara dan timur Papua serta di Samudra Hindia sebelah selatan Indonesia, hingga gelombang-gelombang atmosfer seperti Rossby ekuator, Kelvin, dan *Low Frequency*. Aspek yang tidak kalah pentingnya dalam pembentukan sistem cuaca di Indonesia adalah faktor topografi, elevasi, serta stabilitas atmosfer skala lokal di masing-masing wilayah. Kondisi inilah yang mengakibatkan prediksi cuaca terutama parameter curah hujan yang akurat baik dari segi intensitas, waktu terjadi, hingga sebaran spasialnya menjadi hal yang menantang untuk para prakirawan.

BMKG telah menyediakan *tools* yang diperuntukkan bagi para prakirawan untuk menganalisis faktor-faktor tersebut dan membantu dalam proses pembuatan prakiraan cuaca jangka pendek hingga menengah. Salah satu *tool* yang tersedia adalah Synergie, yang merupakan *workstation* berisi sejumlah keluaran model numerik cuaca dari berbagai negara, diantaranya model *Global Forecast System* (GFS) dari *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP), *Integrating Forecasting System* (IFS) dari *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), ARPEGE dari *Meteo France*, dan *Weather Research and Forecasting* (WRF) dari *National Center for Atmospheric Research* (NCAR).

Banyaknya opsi model numerik ini selain memperkaya referensi prakirawan dalam menyiapkan prakiraan cuaca namun juga terkadang menimbulkan rasa ragu bagi prakirawan untuk memilih model mana yang sebaiknya dijadikan referensi yang sekiranya akan menghasilkan prakiraan yang paling akurat. Model numerik memiliki dua fungsi penting, yaitu sebagai alat prediksi operasional cuaca dan iklim, dan sebagai alat simulasi dalam kegiatan pendidikan maupun penelitian di bidang sains atmosfer dan meteorologi. Sebelum sebuah model atmosfer dapat digunakan sebagai alat prediksi ataupun simulasi, model tersebut harus terlebih dahulu diverifikasi dan divalidasi [1].

Inilah sebabnya kajian ini penting untuk dilakukan dengan tujuan untuk membantu para prakirawan membandingkan performa keempat model cuaca numerik tersebut pada tiap titik kajian serta masing-masing periode waktu. Diharapkan hasil dari kajian ini mampu menjadi panduan untuk para prakirawan dalam menentukan *reference model* di wilayah masing-masing.

Beberapa kajian dengan tema seputar verifikasi model cuaca numerik telah dilakukan sebelumnya, diantaranya menunjukkan hasil bahwa pola-pola distribusi curah hujan yang pergerakannya yang disimulasikan oleh model secara umum mengikuti pola-pola yang diperlihatkan oleh data pengamatan satelit, di mana pengaruh posisi matahari dan keberadaan benua Australia sangat mempengaruhi pola curah hujan di benua-maritim Indonesia [1]. Kajian lainnya menyebutkan bahwa *skill* prediksi cuaca operasional BMKG ternyata hanya baik pada prediksi dikotomi hujan atau tidak hujan, sedangkan untuk prediksi hujan lebat dan sangat lebat masih memiliki *skill* yang sangat rendah [2]. Penelitian dengan menggunakan metode asimilasi data pengindraan jauh juga telah dilakukan dan mendapat salah satu kesimpulan yang menyatakan pada kriteria hujan sangat lebat, asimilasi satelit belum mampu memperbaiki *skill* model non-asimilasi karena hasilnya semua masih *underestimate* [3]. Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa curah hujan hasil asimilasi dan tanpa asimilasi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan data observasinya [4]. Kajian lainnya menyatakan bahwa pada metode dikotomi, model ARPEGE cenderung lebih cocok untuk sebagian besar wilayah Indonesia dibandingkan model cuaca lainnya, namun ketika menggunakan metode multikategori, model IFS lebih mencolok untuk semua kategori di sebagian besar wilayah Indonesia. Dalam diagram Taylor hasil verifikasi tersebut juga menunjukkan nilai korelasi tertinggi dimiliki model IFS, sedangkan nilai standar deviasi paling baik dimiliki model WRF [5].

## 2. Metode Penelitian

Metode yang diterapkan dalam kajian ini adalah metode verifikasi standar, dengan 3 macam pendekatan, yaitu metode verifikasi dikotomi, metode verifikasi multikategori, dan metode verifikasi untuk parameter kontinu. Penjelasan komprehensif mengenai ketiga metode ini dapat dilihat pada halaman website yang menjadi acuan penulis [6]. Secara singkat metode verifikasi dikotomi hanya membagi data menjadi dua kategori, yaitu hujan atau tidak hujan.

Dimana threshold secara kuantitatif dari hujan yang digunakan dalam kajian ini adalah 0.1 mm. Sementara metode multikategori membagi data menjadi 4 kategori, yaitu Tidak Hujan, Hujan Ringan, Hujan Sedang, dan Hujan Lebat. Metode verifikasi untuk parameter kontinu, dilakukan dengan menghitung nilai *root mean square error* (RMSE).

Kemudian hasil verifikasi dari ketiga metode ini akan menghasilkan nilai akurasi untuk setiap model numerik yang lalu di beri ranking untuk melihat urutan model dengan nilai akurasi terbaik. Ranking tiap model dari tiap metode verifikasi kemudian dijumlah untuk menentukan model referensi tiap harinya yang kemudian akan direkapitulasi menjadi model referensi perbulan untuk 34 titik kajian. Jika ada kondisi dimana jumlah ranking dari ketiga metode ini sama maka akan melihat dari nilai RMSE yang terkecil untuk menentukan model referensi.

Model numerik yang diverifikasi adalah model GFS 0.5, IFS 0.5, ARPEGE 0.5, dan WRF yang tersedia di *workstation* Synergie, untuk periode waktu tahun 2017 hingga 2020 dengan basis data harian. Parameter keluaran model yang diverifikasi adalah presipitasi akumulasi 24 jam.

Data verifikator yang digunakan adalah data curah hujan harian dari 34 Stasiun pengamatan sinoptik BMKG yang posisi geografisnya (lintang bujurnya) dijadikan referensi dalam mengekstrak nilai parameter keluaran model numerik. Daftar titik kajian dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Titik kajian yang mewakili stasiun pengamatan sinoptik di 34 provinsi di Indonesia.

No Stasiun	Nama Stasiun
96011	Stamet Banda Aceh
96033	Stamar Belawan
96091	Stamet Tanjungpinang
96109	Stamet Pekanbaru
96163	Stamet Padang/Tabing
96195	Stamet Sultan Thaha
96221	Stamet Palembang
96237	Stamet Pangkalpinang
96253	Stamet Bengkulu
96297	Stageof Kotabumi
96529	Tanjung Redep
96581	Stamet Supadio
96607	Stamet Samarinda
96655	Stamet Palangkaraya
96685	Stamet Banjarmasin
96745	Jakarta/Observatory

96749	Stamet Cengkareng
96781	Husein Sastranegara TNI-AU
96839	Stamet Ahmad Yani
96853	Adi Sutjipto TNI-AU
96935	Stamet Juanda
97014	Stamet Manado
97048	Stamet Gorontalo
97096	Stamet Poso
97120	Stamet Majene
97144	Stamar Kendari
97180	Stamet Sultan Hasanuddin
97230	Stamet Ngurah Rai
97240	Stamet Selaparang
97372	Stamet Eltari
97430	Stamet Ternate
97502	Stamet Sorong
97724	Stamet Pattimura
97698	Stamet Dok II Jayapura

Sepanjang periode kajian terdapat 62 hari verifikasi gagal dilakukan karena adanya kendala teknis seperti data model tidak masuk, *synergie off*, dsb.

### 3. Hasil dan Pembahasan

**Model Referensi Per Tahun.** Berdasarkan hasil verifikasi dalam periode 4 tahun terakhir, model numerik dengan performa terbaik berturut-turut adalah model IFS (37%), GFS (22%), WRF (21%), dan ARPEGE (20%). Persentase diatas menggambarkan frekuensi model tersebut dalam periode 4 tahun menduduki peringkat tertinggi sebagai model referensi di suatu titik kajian. Contohnya untuk model IFS, persentase 37% artinya dari total 1570 data model ini memiliki frekuensi sebanyak 581 kali menjadi model referensi bulanan. Sedangkan model GFS dengan persentase 22% memiliki frekuensi 350 kali sebagai model referensi bulanan dalam 4 tahun terakhir. Dimana total data 1570 merupakan jumlah data bulanan selama 4 tahun dari 4 model numerik, dikurangi dengan data kosong dimana verifikasi tidak dapat dilakukan karena kendala teknis. Hasil ini mendukung hasil penelitian oleh Fathoni (2014) sebelumnya yang menyatakan bahwa dengan metode Multi Kategori, maka model NWP IFS merupakan model NWP dengan performa terbaik untuk sebagian besar wilayah Indonesia.

**Model Referensi Per Bulan.** Model referensi dengan performa terbaik untuk tiap bulannya berdasarkan hasil verifikasi 4 tahun terakhir disajikan dalam Tabel 2 berikut ini.

**Tabel 2.** Model referensi per bulan berdasarkan verifikasi tahun 2017-2020.  
(sumber: data diolah)

Bulan	Model Referensi	Persentase (%)
Januari	IFS	52
Februari	IFS	41
Maret	IFS	65
April	IFS	50
Mei	IFS	45
Juni	IFS	42
Juli	IFS	29
Agustus	IFS	40
September	IFS	32
Oktober	WRF	43
November	IFS	38
Desember	IFS/GFS/ARP	30

Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa model referensi perbulan didominasi oleh model IFS, yang menunjukkan performa terbaik di sebagian titik-titik kajian selama periode 4 tahun terakhir. IFS menjadi model referensi perbulan terbaik hampir sepanjang tahun, kecuali di bulan Oktober dimana WRF menunjukkan performa terbaik, dan bulan Desember menunjukkan hasil yang imbang antara model IFS, GFS, dan ARPEGE.

Nilai persentase pada kolom ketiga Tabel 2 menggambarkan persentase jumlah provinsi yang menunjukkan model tersebut merupakan model dengan performa terbaik dari total 34 provinsi. Sebagai contoh persentase IFS di bulan Maret adalah 65% artinya sebanyak 22 titik kajian menunjukkan IFS sebagai model referensi pada bulan tersebut.

**Model Referensi Per Musim.** Sementara jika dikelompokkan per musim hasil verifikasi model numerik menjadi seperti yang disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Model referensi per musim berdasarkan verifikasi tahun 2017-2020.  
(sumber: data diolah)

Periode	Model Referensi	Persentase (%)
DJF	IFS	71
MAM	IFS	65
JJA	IFS	46
SON	WRF	42

Jika dikelompokkan berdasarkan periode musim, maka model IFS masih terlihat paling dominan dibandingkan ketiga model numerik lainnya. Model IFS menjadi model referensi untuk periode musim DJF (Des-Jan-Feb), MAM (Mar-Apr-Mei), dan JJA (Jun-Jul-Ags). Sementara untuk periode SON (Sep-Okt-Nov) model WRF menunjukkan performa terbaik.

Persentase pada Tabel 3 menunjukkan jumlah titik kajian yang menunjukkan model tersebut sebagai model referensi pada musim

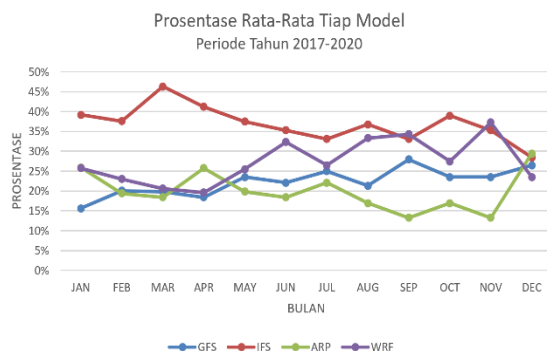
**Model Referensi Per-titik Kajian.** Titik kajian dipilih sesuai dengan posisi geografis Stasiun pengamatan sinoptik di 34 provinsi di Indonesia. Hasil verifikasi untuk tiap titik yang dianggap merepresentasikan 34 provinsi di Indonesia disajikan dalam Tabel 4 berikut ini.

**Tabel 4.** Model referensi per provinsi berdasarkan verifikasi tahun 2017-2020.  
(sumber: data diolah)

Provinsi	Model Referensi	Persentase (%)
Aceh	IFS	80
Sumatera Utara	WRF	41
Riau	IFS	40
Sumatera Barat	GFS/WRF/ARPEGE	27
Kep. Riau	GFS	41
Jambi	IFS	38
Bengkulu	IFS	75
Sumatera Selatan	IFS	35
Bangka Belitung	IFS	44
Lampung	IFS	45
Banten	IFS	45
Jakarta	IFS	33
Jawa Barat	IFS	72
Jawa Tengah	GFS	41
Yogyakarta	IFS	50
Jawa Timur	WRF	44
Kalimantan Barat	GFS	39
Kalimantan Tengah	IFS	33
Kalimantan Selatan	IFS	45
Kalimantan Timur	IFS	50
Kalimantan Utara	IFS	50
Bali	IFS	44
NTB	IFS	50
NTT	IFS	55
Sulawesi Barat	GFS	41
Sulawesi Tengah	ARPEGE	41
Sulawesi Selatan	IFS	55
Sulawesi Tenggara	WRF	36
Gorontalo	GFS	60
Sulawesi Utara	IFS	45
Maluku Utara	IFS	77
Maluku	GFS	41
Papua Barat	IFS	45
Papua	IFS	40

Berdasarkan hasil verifikasi per provinsi, diperoleh hasil bahwa model IFS menunjukkan hasil terbaik, dengan menjadi model referensi dari 23 provinsi, diikuti oleh GFS dengan 6 provinsi, WRF dengan 3 provinsi, dan ARPEGE dengan 1 provinsi. Sementara 1 provinsi lainnya yaitu Sumatera Barat menunjukkan hasil yangimbang antara model numerik GFS, WRF, dan ARPEGE. Beberapa provinsi yang menunjukkan level persentase yang tinggi, diatas 60%, yang menandakan bahwa model referensi tersebut hampir selalu menunjukkan performa yang baik, ada 4 provinsi yaitu Aceh (IFS-80%), Bengkulu (IFS-75%), Jawa Barat (IFS-72%), dan Maluku Utara (IFS-77%).

**Persentase Tiap Model Numerik Rata-Rata Per Bulan.** Untuk membandingkan performa tiap model numerik yang dikaji dalam memprediksi parameter presipitasi 24 jam, nilai persentase rata-rata dari keempat model dihitung untuk setiap bulannya dalam kurun waktu 4 tahun terakhir. Dimana persentase ini menggambarkan performa tiap model setiap bulannya sebagai model referensi di 34 titik kajian. Sebagai contoh untuk bulan Januari, model IFS memiliki persentase rata-rata sebesar 39%, yang artinya selama bulan Januari rata-rata sebanyak 39% dari 34 titik kajian atau sekitar 13 titik menunjukkan IFS sebagai model dengan akurasi terbaik dalam memprediksi parameter presipitasi 24 jam, dibandingkan 3 model lainnya. Hasil perhitungan persentase rata-rata per bulan selengkapnya disajikan dalam grafik pada Gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1.** Grafik nilai persentase rata-rata per bulan tiap model numerik periode tahun 2017-2020. (sumber: data diolah)

Secara visual tampak bahwa model IFS (garis merah) menunjukkan nilai persentase rata-rata per bulan yang lebih unggul dibanding model numerik lainnya, dengan kisaran nilai antara 28% - 46%, atau artinya antara 9 hingga 16 titik kajian menunjukkan IFS sebagai model referensi. Sementara posisi terbaik kedua diduduki oleh model WRF dengan kisaran nilai persentase antara 20% hingga 37%, atau antara

7 hingga 13 titik kajian yang menunjukkan WRF merupakan model referensi. Posisi terbaik ketiga ditempati model GFS, dengan nilai persentase rata-rata antara 16% - 28% atau antara 5 hingga 9 titik kajian. Dan posisi terakhir diperoleh oleh model ARPEGE dengan kisaran nilai persentase rata-rata antara 13% - 29% atau antara 4 hingga 10 titik kajian yang menunjukkan bahwa model ini merupakan model referensinya.

Dalam kurun waktu kajian, keempat model ini juga menunjukkan periode yang beragam dalam performa terbaik dan terburuknya. Untuk IFS, model ini menunjukkan performa terbaik di bulan Maret dan terburuk di bulan Desember. Sementara WRF menunjukkan performa terbaik di November dan terburuk di bulan April. GFS memiliki performa terbaik di bulan September dan terburuk di bulan Januari. Sedangkan ARPEGE memiliki performa terbaik di bulan Desember dan terburuk di bulan September.

#### 4. Kesimpulan

Beberapa poin yang bisa penulis ambil sebagai kesimpulan dari kajian ini adalah sebagai berikut:

- Model numerik dengan performa terbaik dalam kurun waktu 4 tahun terakhir, yaitu antara tahun 2017-2020, dalam memprediksi parameter presipitasi akumulasi 24 jam di wilayah Indonesia masih didominasi oleh IFS 0.5 dari ECMWF. IFS terbukti dominan di berbagai pengklasifikasian, baik per tahun, per bulan, per musim, per provinsi, hingga persentase rata-rata per bulan dibandingkan 3 model numerik lainnya yakni GFS, ARPEGE, dan WRF.
- Secara spasial, model IFS juga menunjukkan dominasinya di sebagian besar wilayah Pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Maluku, serta Papua. Hanya Pulau Sulawesi yang menunjukkan hasil yang beragam untuk keempat model NWP yang diverifikasi, dimana model IFS dan GFS unggul di 2 provinsi, sementara WRF dan ARPEGE masing-masing unggul di 1 provinsi.
- Titik kajian yang dalam hal ini dianggap merepresentasikan provinsi yang menunjukkan korelasi yang kuat terhadap tingkat performa model numerik yang signifikan (diatas 70%) berdasarkan hasil kajian ini adalah provinsi Aceh, Bengkulu, Jawa Barat, dan Maluku Utara. Keempatnya menunjukkan bahwa model numerik IFS cukup konsisten menjadi referensi model di wilayah tersebut selama periode kajian.

## Daftar Pustaka

- [1] D. Satiadi, N. Adikusumah. (2009). Verifikasi Model Atmosfer Wilayah Terbatas Dalam Simulasi Curah Hujan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*, 2009, pp. F507-F514.
- [2] I. Gustari. (2014). *Perbaikan Prediksi Cuaca Numerik Kejadian Hujan Sangat Lebat Terkait dengan Sistem Awan di Jabodetabek Menggunakan Asimilasi Data Radar C-Band*. (Disertasi). Institut Teknologi Bandung.
- [3] P. Ismail, A.K. Silitonga, A. Fadhlani. (2018). Performa Model WRF Asimilasi Data Satelit Cuaca Pada Kejadian Curah Hujan Lebat di Jabodetabek. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 19 No.2, pp. 69-74.
- [4] H. Burrahman, A.K. Silitonga, I. H. Batubara, A. Fadhlani. (2018). Pengaruh Asimilasi Model Cuaca Weather Research Forecast (WRF) Dengan Data Radiasi Satelit Terhadap Estimasi Curah Hujan. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*.
- [5] I. Fathoni. (2014). Verifikasi Prediksi Curah Hujan Pada Sistem Prakiraan Nasional Berbasis Digital dengan Data Observasi Wilayah Indonesia. Skripsi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- [6] World Research Programme. Retrieved from: <https://www.cawcr.gov.au/projects/verification/>.
- [7] BMKG. Verifikasi Model Tahun 2017. Sub Bidang Peringatan Dini Cuaca, Pusat Meteorologi Publik.
- [8] BMKG. Verifikasi Model Tahun 2018. Sub Bidang Peringatan Dini Cuaca, Pusat Meteorologi Publik.
- [9] BMKG. Verifikasi Model Tahun 2019. Sub Bidang Peringatan Dini Cuaca, Pusat Meteorologi Publik.
- [10] BMKG. Verifikasi Model Tahun 2020. Sub Bidang Peringatan Dini Cuaca, Pusat Meteorologi Publik.