

# PERFORMA SISTEM DETEKSI POTENSI BANJIR BANDANG SAOFFG UNTUK WILAYAH INDONESIA

## Studi Kasus Agustus 2020 – Juni 2021

Kiki<sup>1)\*</sup>, Stefanus Binoto Tampubolon<sup>2)</sup>  
<sup>1), 2)</sup> BMKG (Pusat Meteorologi Publik)

\* Korespondensi : kiki.ekasiwi@bmkgo.go.id

### ABSTRACT

*Based on BNPB data, floods and flash floods are the most frequent hydrometeorological disasters in Indonesia in the last 5 years. Where the cause of this disaster in general is high intensity (heavy to extreme) rainfall. BMKG has provided early warning products related to heavy rain and potential floods or flash floods for Indonesia region. One of the potential flash flood products is SAOFFG which has been used as an initial guide for flash flood detection. Using the dichotomous verification method, this study calculates 4 verification indices to measure the performance of the SAOFFG system in detecting floods in Indonesia. The result is that the accuracy of this product is quite satisfactory, but the value of False Alarms still tends to be high, which means that this system still predicts flood potential too high compared to observed flood events, especially in several provinces in central and eastern Indonesia.*

**Keywords :** *torrential rain, flash flood, verification, SAOFFG.*

### ABSTRAK

Berdasarkan data BNPB, banjir dan banjir bandang merupakan bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di wilayah Indonesia dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Dimana faktor penyebab dari bencana ini umumnya adalah hujan dengan intensitas tinggi (lebat hingga ekstrem). BMKG telah menyediakan produk peringatan dini terkait hujan lebat maupun potensi banjir atau banjir bandang untuk wilayah Indonesia. Salah satu produk potensi banjir bandang adalah SAOFFG yang telah dijadikan sebagai panduan awal untuk deteksi banjir bandang. Dengan menggunakan metode verifikasi dikotomi, kajian ini menghitung 4 indeks verifikasi untuk mengukur performa sistem SAOFFG dalam mendeteksi banjir di wilayah Indonesia. Hasilnya nilai akurasi produk ini sudah cukup memuaskan, namun nilai *False Alarms* masih cenderung tinggi, yang artinya sistem ini masih terlalu banyak memprediksi potensi banjir dibandingkan kejadian banjir yang teramati, terutama di beberapa provinsi di Indonesia bagian tengah dan timur.

**Kata Kunci :** hujan lebat, banjir bandang, verifikasi, SAOFFG.

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki letak geografis yang unik yaitu berada di lintang tropis, dibelah menjadi dua wilayah oleh garis khatulistiwa, serta diapit oleh dua benua, yaitu benua Asia dan benua Australia, serta oleh dua Samudra, yakni Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Letak geografis ini mengakibatkan wilayah Indonesia memiliki mekanisme pembentukan cuaca dan iklim yang kompleks, dimana ada banyak faktor kendali cuaca dan iklim yang berpengaruh. Diantaranya faktor ENSO, yang memiliki 2 fase yaitu El Nino dan La Nina, Dipole Mode, Monsun, MJO, gangguan skala sinoptik seperti siklon tropis, serta osilasi

atmosfer lainnya seperti gelombang Kelvin, gelombang Ekuatorial, dll.

Posisi Indonesia yang berada di sekitar ekuator juga menyebabkan surplus radiasi matahari hampir sepanjang tahun, dimana energi radiasi ini mampu menjadi pemicu pertumbuhan awan-awan hujan di wilayah Indonesia, dan didukung oleh suplai uap air yang tinggi dari wilayah perairan sekitar Indonesia yang memiliki suhu permukaan yang relatif hangat.

Berdasarkan data rekapitulasi kejadian cuaca ekstrem dari BMKG sepanjang periode 5 tahun terakhir, yaitu antara tahun 2016 – 2020, fenomena hujan lebat adalah kejadian cuaca ekstrem yang memiliki frekuensi tertinggi

dibandingkan fenomena cuaca ekstrem lainnya seperti angin kencang, hujan badai, hujan es, puting beliung, dll. Fenomena hujan lebat seringkali memicu bencana hidrometeorologi berupa banjir maupun banjir bandang yang mengakibatkan dampak yang signifikan. Dimana banjir bandang merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang paling mematikan, dengan lebih dari 5.000 orang korban jiwa pertahunnya, selain dari dampak lainnya seperti dampak di sektor sosial, ekonomi, serta lingkungan. Sekitar 85% dari total kasus kejadian banjir secara keseluruhan, banjir bandang memiliki tingkat kematian tertinggi diantara kejadian banjir lainnya (banjir akibat luapan sungai, banjir rob) (WMO, 2017). Contohnya adalah kejadian banjir Jakarta pada Februari 2021 dimana curah hujan tercatat sebesar 226 mm, ataupun banjir di wilayah Kupang, NTT, pada April 2021 lalu dimana curah hujan harian yang tercatat sebesar 332 mm.

Beberapa penelitian terkait sistem deteksi banjir bandang telah banyak dilakukan, diantaranya oleh Erickson, 2019, yang merekomendasikan penggunaan model kopel hidrologi dan meteorologi yang lebih komprehensif untuk menggambarkan paradigma banjir bandang dengan lebih baik serta penggunaan probabilistic QPF (*Quantitative Precipitation Forecast*) dalam operasional deteksi banjir bandang. Sementara berdasarkan hasil kajian Herman, 2018, menyatakan bahwa prediksi banjir bandang dapat ditingkatkan akurasinya dengan memperbaiki model prakiraan curah hujan yang digunakan dalam perhitungan indeks banjir

bandang (FFR- *Flash Flood Risk*). Penelitian lainnya oleh Turgu, dkk, 2019, menyimpulkan bahwa pendekatan *top-down* adalah mekanisme yang sangat berguna untuk menganalisis dan menentukan efektivitas sistem FFGS dalam memprediksi banjir bandang. Ini memberikan pendekatan menyeluruh untuk peringatan dini banjir bandang, termasuk komponen meteorologi dan hidrologi dari sistem. Dengan melakukan kasus-kasus seperti ini, akan memungkinkan untuk menyusun kerangka umum untuk pola atmosfer dan hidrologi banjir bandang. Kami juga dapat menyimpulkan bahwa penggunaan produk FFGS untuk mengeluarkan peringatan dini banjir bandang terbukti sangat efektif dan bermanfaat.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1. Produk Peringatan Dini Cuaca Ekstrem

BMKG telah secara rutin menyediakan dan mendiseminasikan produk peringatan dini cuaca ekstrem terkait potensi hujan lebat di wilayah Indonesia, baik dalam skala 7 hari ke depan, skala 2 hari ke depan, hingga skala 1 sampai 6 jam ke depan (*nowcasting*). Kedua produk yang disebutkan diatas merupakan produk rutin dan dimutakhirkan secara berkala. Sementara produk *nowcasting* merupakan produk yang hanya dibuat saat ada potensi hujan lebat dalam 1 sampai 6 jam ke depan. Ketiga produk ini di diseminasikan via website BMKG, mobile app @infoBMKG, serta media sosial BMKG (Twitter, Instagram, Youtube, Whatsapp/Telegram Grup). Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan format ketiga produk ini.



**Gambar 1.** Produk Peringatan Dini Cuaca Ekstrem 1-6 Jam ke Depan

## PERINGATAN DINI:

Masyarakat dihimbau agar tetap waspada dan berhati-hati terhadap potensi cuaca ekstrem (puting beliung, hujan lebat disertai kilat/petir, hujan es, dll) dan dampak yang dapat ditimbulkannya seperti banjir, tanah longsor, banjir bandang, genangan, angin kencang, pohon tumbang, dan jalan licin dalam satu minggu kedepan di wilayah:

- Tanggal 09 – 10 Juli 2021: Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Kalimantan Timur, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Maluku, Papua Barat dan Papua.
- Tanggal 11 – 12 Juli 2021: Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Lampung, Banten, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku Utara, Maluku, Papua Barat dan Papua.
- Tanggal 13 – 15 Juli 2021: Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Utara, Gorontalo, Sulawesi Tengah, Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Maluku Utara, Maluku, Papua Barat dan Papua.

Bagi masyarakat yang hendak memperoleh informasi terkini, BMKG membuka layanan informasi cuaca 24 jam, yaitu melalui:

- <http://www.bmkg.go.id>;
- follow media sosial @infoBMKG;
- aplikasi iOS dan android "Info BMKG";
- atau dapat langsung menghubungi kantor BMKG terdekat.

Diperbarui Tanggal  
08 Juli 2021, 14.25 WIB  
Prakirawan BMKG

**Gambar 2.** Produk Peringatan Dini Cuaca Ekstrem 7 Hari ke Depan

## 2. Produk Peringatan Dini SAOFFG

SAOFFG atau *Southeast-Asia Oceania Flash Flood Guidance* adalah salah satu proyek FFGS (*Flash Flood Guidance System*) yang merupakan kolaborasi antara *World Meteorological Organization* (WMO) dan *Hydrology Research Centre* (HRC) dan *United Stated Agency for International Development* (USAID) di wilayah Asia Tenggara dan Oseania yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi dan peringatan dini banjir bandang skala regional. Proyek ini digagas sejak awal 2016, di Jakarta, Indonesia. BMKG mewakili Indonesia sebagai representatif dalam proyek ini. BMKG pun disepakati menjadi *Regional Center* dari SAOFFG yang memiliki kewajiban sebagai *focal point* mewakili negara-negara anggota, menjadi tempat pemasangan *server* sistem SAOFFG, menjadi tempat pengumpulan data-data meteorologi maupun hidrologi dari negara-negara anggota yang diperlukan untuk pembangunan sistem. Negara yang ikut serta dalam proyek SAOFFG adalah: Brunei Darussalam, Indonesia, Malaysia, Papua Nugini, Filipina, dan Timor-Leste



## PERINGATAN DINI CUACA 12 Juli 2021 - 14 Juli 2021

**NARASI :**  
Sirkulasi siklonik terpantau di Laut Cina Selatan, di Filipina bag Selatan dan di Selat Makassar yang membentuk daerah pertemuan dan perlambatan kecepatan angin (konvergensi) yang memanjang di Laut Natuna, di Selat Makassar bag Selatan hingga Kalimantan Selatan, dan di Laut Banda hingga Sulawesi Selatan bag Utara serta membentuk daerah pertemuan angin (konfluensi) yang memanjang di Selat Malaka, di Laut Cina Selatan dan di Laut Sulu. Daerah konvergensi lainnya terpantau memanjang di Aceh bag Selatan, dari Riau hingga Laut Natuna, di Selat Karimata, dari Bengkulu hingga perairan Barat Daya Lampung, di Laut Jawa bag Barat hingga Kep.Bangka, dari Laut Jawa bag Timur hingga Kalimantan Tengah bag Selatan, di Jawa Timur, dari Laut Timor hingga NTT bag Timur, dari Teluk Tomini hingga Laut Sulawesi, dari Papua hingga Papua Barat dan di perairan Utara Papua. Kondisi ini mampu meningkatkan potensi pertumbuhan awan hujan di sekitar sirkulasi siklonik dan di sepanjang daerah konvergensi/konfluensi tersebut.

Keterangan	12 Juli 2021	13 Juli 2021	14 Juli 2021
Wilayah yang berpotensi hujan lebat yang dapat disertai kilat/petir dan angin kencang adalah :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumatera Barat</li> <li>• Riau</li> <li>• Kep. Riau</li> <li>• Bengkulu</li> <li>• Jambi</li> <li>• Sumatera Selatan</li> <li>• Kep. Bangka Belitung</li> <li>• Lampung</li> <li>• Banten</li> <li>• Kalimantan Barat</li> <li>• Kalimantan Tengah</li> <li>• Kalimantan Selatan</li> <li>• Kalimantan Timur</li> <li>• Kalimantan Utara</li> <li>• Kalimantan Selatan</li> <li>• Sulawesi Utara</li> <li>• Gorontalo</li> <li>• Sulawesi Tengah</li> <li>• Sulawesi Barat</li> <li>• Sulawesi Selatan</li> <li>• Sulawesi Tenggara</li> <li>• Maluku Utara</li> <li>• Maluku</li> <li>• Papua Barat</li> <li>• Papua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kep. Riau</li> <li>• Jambi</li> <li>• Sumatera Selatan</li> <li>• Lampung</li> <li>• Banten</li> <li>• Jawa Barat</li> <li>• Kalimantan Barat</li> <li>• Kalimantan Tengah</li> <li>• Kalimantan Selatan</li> <li>• Kalimantan Timur</li> <li>• Kalimantan Selatan</li> <li>• Sulawesi Utara</li> <li>• Gorontalo</li> <li>• Sulawesi Tengah</li> <li>• Sulawesi Barat</li> <li>• Sulawesi Selatan</li> <li>• Sulawesi Tenggara</li> <li>• Maluku Utara</li> <li>• Maluku</li> <li>• Papua Barat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceh</li> <li>• Kalimantan Barat</li> <li>• Kalimantan Tengah</li> <li>• Kalimantan Utara</li> <li>• Kalimantan Timur</li> <li>• Sulawesi Utara</li> <li>• Gorontalo</li> <li>• Sulawesi Tengah</li> <li>• Sulawesi Barat</li> <li>• Sulawesi Selatan</li> <li>• Sulawesi Tenggara</li> <li>• Maluku</li> <li>• Papua Barat</li> <li>• Papua</li> </ul>
Wilayah yang berpotensi hujan yang dapat disertai kilat/petir dan angin kencang adalah :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceh</li> <li>• Sulawesi Selatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bengkulu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kep. Riau</li> <li>• Bengkulu</li> <li>• Lampung</li> <li>• Kalimantan Selatan</li> <li>• Maluku Utara</li> </ul>
Wilayah yang berpotensi angin kencang adalah :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nusa Tenggara Timur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nusa Tenggara Timur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nusa Tenggara Timur</li> </ul>

Pembaruan: Senin 12 Juli 2021 12:50 WIB

Deputi Bidang Meteorologi  
Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

**Gambar 3.** Produk Peringatan Dini Cuaca Ekstrem 2 Hari ke Depan

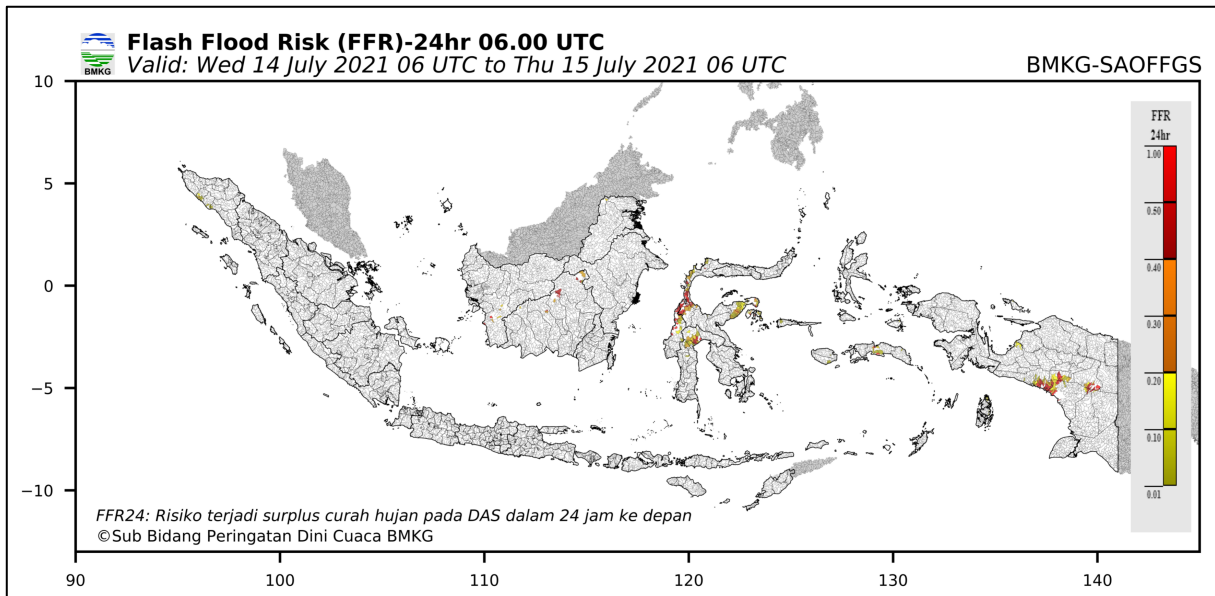
(WMO, 2017). Produk keluaran sistem SAOFFG yang digunakan dalam kajian ini adalah (WMO, 2015):

- FFFT : *Forecast Flash Flood Threat* – merupakan satu dari tiga produk potensi banjir bandang. Perbedaannya dengan IFFT dan PFFT adalah FFFT menggunakan FMAP, atau prakiraan curah hujan keluaran model numerik.
- FFR : *Flash Flood Risk* – merupakan fraksi resiko terjadinya banjir bandang dalam 12 dan 24 jam ke depan. Nilai FFR dalam satuan fraksi antara 0 hingga 1, yang merupakan fraksi antara banyaknya potensi kejadian banjir bandang dalam rentang waktu 12/24 jam dibandingkan dengan total periodenya. Semakin mendekati 1 maka artinya potensi banjir bandang makin dominan terjadi dalam selang waktu tersebut.

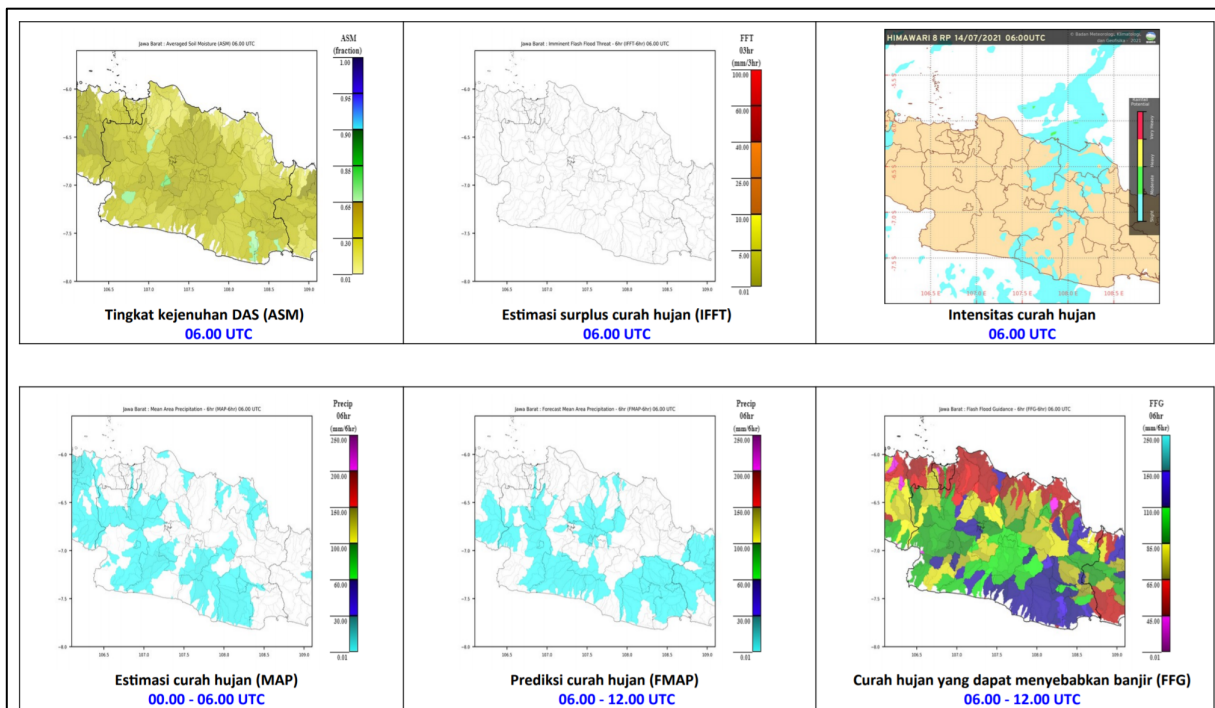
Saat ini SAOFFG telah berjalan secara operasional di BMKG, namun hanya dijadikan sebagai panduan awal untuk prakirawan dalam menentukan ada tidaknya potensi banjir bandang disuatu wilayah. Dan masih harus

dilengkapi dengan hasil analisis kondisi meteorologi berbagai skala (global/regional/lokal) untuk kemudian menjadi produk akhir peringatan dini potensi

banjir/banjir bandang. Contoh produk SAOFFG disajikan dalam Gambar 4 dan 5 berikut ini.



**Gambar 4.** Produk FFR 24 Jam tanggal 14 Juli 2021 jam 06.00 UTC



**Gambar 5.** Sampel Produk Bulletin SAOFFG untuk Provinsi Jawa Barat

## METODE

Uji performa sistem SAOFFG yang dilakukan dalam kajian ini dibatasi hanya prakiraan potensi banjir bandang berdasarkan produk FFR 12 jam yang berlaku untuk 12 jam

ke depan, produk FFR 24 jam yang berlaku 24 jam ke depan, serta produk FFT yang berlaku untuk 24 jam ke depan. Dimana produk akhir ini merupakan murni dari produk keluaran sistem SAOFFG. Ketiga produk SAOFFG ini dimutakhirkan setiap 6 jam dan dianalisis untuk menentukan provinsi dengan potensi banjir

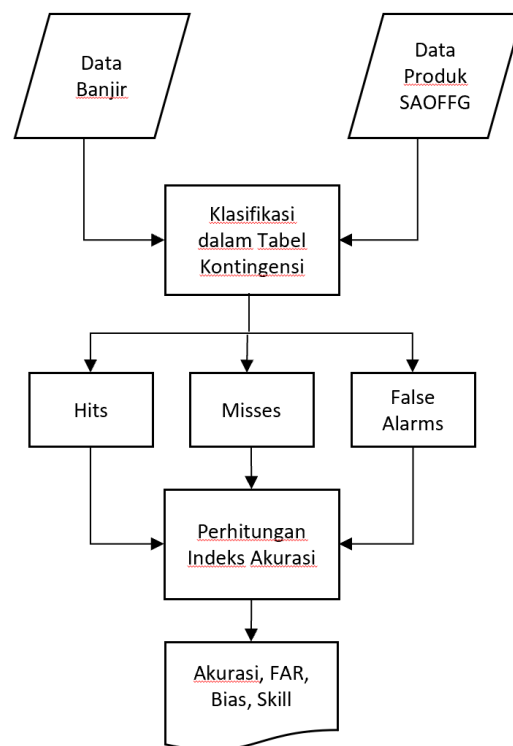
bandang dalam 12-24 jam ke depan. Periode data yang dianalisis adalah antara tanggal 01 Agustus 2020 hingga 30 Juni 2021. Sedangkan data verifikator adalah data laporan kejadian banjir dan banjir bandang yang bersumber BNPB (BNPB, 2021). Sementara data jumlah kejadian hujan lebat diperoleh dari berita media online.

Metode verifikasi yang digunakan adalah metode dikotomi dengan pengklasifikasian menggunakan tabel kontingensi. Di mana tabel ini menunjukkan frekuensi perkiraan dan kejadian "ya" dan "tidak". Empat elemen untuk prakiraan (ya atau tidak) dan pengamatan (ya atau tidak), yang disebut distribusi gabungan, adalah (CAWCR, 2015):

- *hits* - perkiraan peristiwa akan terjadi, dan memang terjadi
- *misses* - prakiraan tidak akan terjadi, tetapi terjadi
- *false alarms* - prakiraan peristiwa akan terjadi, tetapi tidak terjadi
- *correct negatives*- prakiraan peristiwa tidak terjadi, dan tidak terjadi

Berdasarkan 4 komponen tabel kontingensi diatas dihitung 4 indeks verifikasi yaitu Akurasi, FAR, *Skill*, dan Bias. Dimana indeks Akurasi menggambarkan tingkat kemampuan sistem dalam memprediksi suatu kejadian dengan benar, dengan nilai sempurna 1. FAR menggambarkan rasio prakiraan yang tidak terjadi dengan nilai sempurna 0 (nol). Bias menggambarkan perbandingan antara prakiraan terjadi terhadap frekuensi observasi yang juga terjadi, nilai sempurna 1. Sementara *Skill* menggambarkan performa sistem dalam memprediksi suatu kejadian dengan nilai sempurna 1 (CAWCR, 2015).

Komponen atau parameter yang dihasilkan dalam penelitian ini disajikan secara visual dalam bentuk peta. *Software* pemetaan yang digunakan adalah ArcGIS 10.6. Basis wilayah administrasi yang digunakan adalah level Provinsi dengan sumber data dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Skala 1:25.000 oleh BIG. Gambar 6 dibawah ini menggambarkan diagram alir pengerjaan kajian ini.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

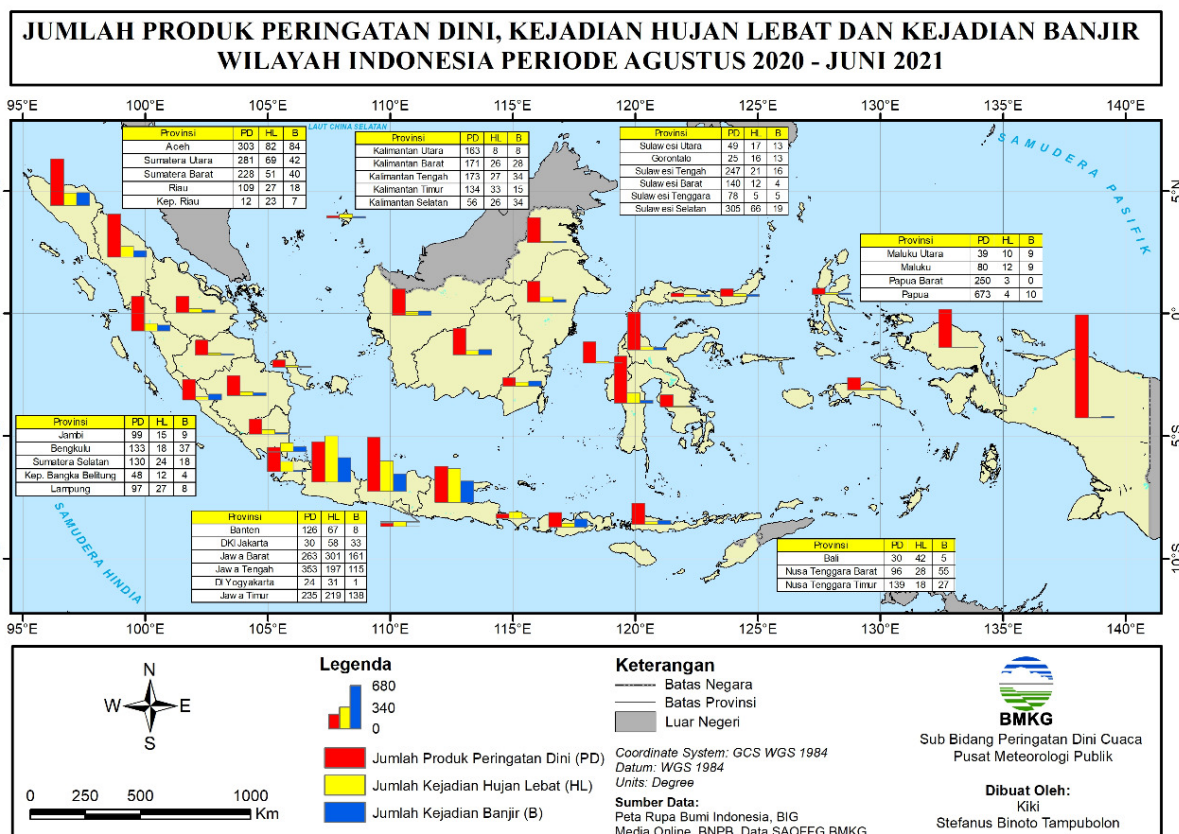
### 1. Jumlah Produk Peringatan Dini SAOFFG, Kejadian Hujan Lebat, dan Kejadian Banjir/Banjir Bandang

Gambar 7 menyajikan data jumlah produk peringatan dini SAOFFG, kejadian hujan lebat, serta kejadian banjir dan banjir bandang sepanjang periode kajian di wilayah Indonesia. Jumlah produk peringatan dini potensi banjir SAOFFG yang dikeluarkan sepanjang periode kajian ada sebanyak 5319 produk. Dengan provinsi Papua merupakan provinsi dengan produk SAOFFG terbanyak yaitu 673 produk, diikuti provinsi Jawa Tengah dengan 353 produk, dan Sulawesi Selatan dengan 305 produk. Berdasarkan sebaran spasialnya terlihat bahwa frekuensi produk SAOFFG cukup tinggi di wilayah provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Papua Barat, dan Papua. Secara umum provinsi-provinsi ini cukup sesuai dengan data kejadian hujan lebat maupun data kejadian banjir di pembahasan sebelumnya, kecuali untuk wilayah Sulawesi Tengah, Papua Barat, dan Papua.

Sementara berdasarkan data kejadian hujan lebat yang diperoleh dari berita media online diketahui bahwa dalam periode Agustus 2020 hingga Juni 2021 terjadi sebanyak 1595 kejadian hujan lebat, dengan frekuensi tertinggi sebesar 301 kejadian yang terjadi di provinsi Jawa Barat, diikuti provinsi Jawa Timur dengan 219 kejadian, dan provinsi 197 kejadian di provinsi Jawa Tengah. Sementara di Sumatera, provinsi Aceh, Sumatera Utara, dan Sumatera Barat menduduki peringkat 3 teratas dengan kejadian hujan lebat tertinggi yakni 82, 69, dan 51 kejadian. Untuk wilayah tengah dan timur Indonesia umumnya memiliki frekuensi kejadian hujan lebat dibawah 30 kejadian, kecuali provinsi Sulawesi Selatan yang tercatat sebanyak 66 kejadian hujan lebat sepanjang periode kajian.

Sedangkan berdasarkan data kejadian banjir dan banjir bandang yang diperoleh dari

database BNPB selama periode waktu kajian diketahui bahwa kejadian banjir di wilayah Indonesia berjumlah 1027 kejadian, dengan frekuensi tertinggi sebanyak 161 kejadian yang terjadi di provinsi Jawa Barat. Provinsi kedua dengan kejadian banjir terbanyak adalah Jawa Timur dengan 138 kejadian, sedangkan posisi ketiga dengan jumlah kejadian Jawa Tengah dengan 115 kejadian. Sementara di Sumatera, frekuensi kejadian banjir tertinggi tercatat di Aceh dengan 84 kejadian. Di Kalimantan, provinsi Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan memiliki kejadian banjir tertinggi yakni dengan 34 kejadian. Wilayah Bali dan Nusra memiliki frekuensi tertinggi sebanyak 55 kejadian di Provinsi NTB. Sementara untuk wilayah timur Indonesia, frekuensi kejadian banjir tertinggi sebesar 19 kejadian di provinsi Sulawesi Selatan.



**Gambar 7.** Jumlah Produk Peringatan Dini SAOFFG, Kejadian Hujan Lebat, dan Kejadian Banjir per Provinsi Sepanjang Periode Kajian

## 2. Prosentase Komponen Tabel Kontingensi

Tiga komponen tabel kontingensi yang dianalisis dalam kajian ini adalah *Hits*, *Misses*, dan *False Alarms*. Gambar 8, 9, dan 10

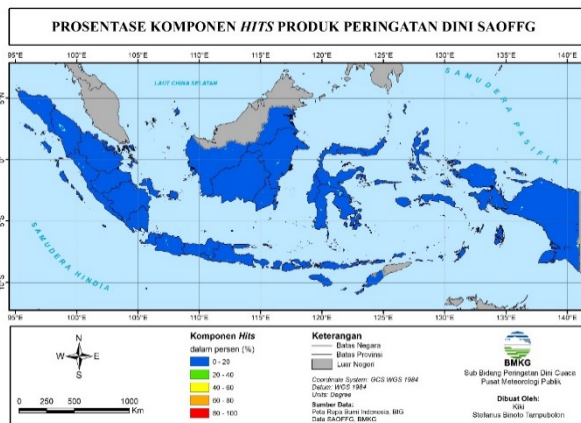
memvisualisasikan distribusi spasial prosentase ketiga nilai komponen ini per provinsi sepanjang periode kajian. Untuk komponen *Hits* yang menggambarkan prakiraan yang

bernilai sesuai dengan data pengamatannya, umumnya bernilai dibawah 20%, dengan nilai tertinggi 15% untuk provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah, diikuti dengan provinsi Jawa Timur dengan 13%.

Sementara provinsi lainnya umumnya memiliki prosentase *Hits* dibawah 10%. Distribusi komponen *Hits* selengkapnya di sajikan dalam Gambar 8. Sementara untuk komponen *Misses*, yang menggambarkan kejadian banjir bandang yang tidak terdeteksi oleh sistem SAOFFG secara umum memiliki nilai kurang dari 20% sebagaimana disajikan dalam Gambar 9. Namun ada beberapa provinsi yang menunjukkan nilai *Misses* diatas 20% yaitu provinsi Kep. Riau (48%), DKI Jakarta

(53%), Bali (27%), Kalimantan Selatan (23%), dan Gorontalo (24%).

Komponen ketiga, yaitu *False Alarms* (FA), yang menggambarkan prosentase prakiraan banjir dibandingkan dengan data kejadian banjir memperlihatkan nilai yang tinggi, yakni berkisar antara 48 % - 98%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem SAOFFG masih terlalu banyak menunjukkan sinyal potensi banjir bandang dibandingkan dengan data observasinya. Hampir seluruh provinsi menunjukkan nilai FA diatas 82%, kecuali untuk provinsi Jawa Barat, Yogyakarta, Jawa Timur, Bali, Kalimantan Selatan, dan Gorontalo. Selengkapnya disajikan dalam Gambar 10.



**Gambar 8.** Prosentase Komponen *Hits* Produk Peringatan Dini SAOFFG



**Gambar 9.** Prosentase Komponen *Misses* Produk Peringatan Dini SAOFFG



**Gambar 10.** Prosentase Komponen *False Alarms* Produk Peringatan Dini SAOFFG

### 3. Performa Produk Peringatan Dini SAOFFG

Penilaian performa dari sistem deteksi potensi banjir bandang SAOFFG diukur dengan

menghitung nilai indeks-indeks verifikasi berikut ini. Ada 4 indeks verifikasi yang dihitung dalam kajian ini yaitu Akurasi, FAR, Bias, dan *Skill*. Akurasi yang menggambarkan

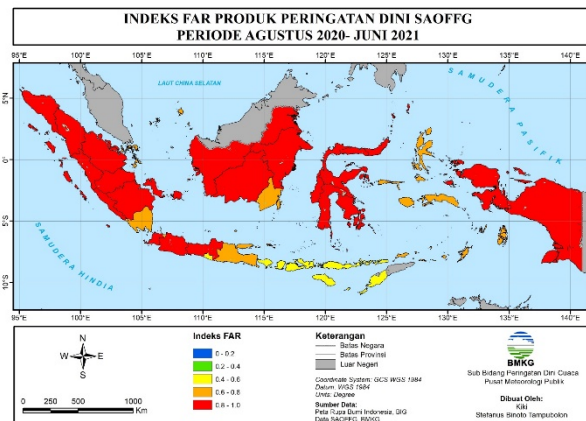
prosentase prakiraan SAOFFG yang benar terjadi disajikan dalam Gambar 11. Terlihat bahwa nilai akurasi di 34 provinsi di Indonesia umumnya bernilai antara 40 – 60% untuk provinsi Papua, 60-80% untuk provinsi Aceh, Sumut, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, dan Papua Barat. Sementara sisanya menunjukkan nilai akurasi diatas 80%. Selengkapnya disajikan dalam Gambar 11.

Sementara untuk indeks FAR (*False Alarms Ratio*), performa SAOFFG masih relatif terlalu banyak memberikan sinyal potensi banjir bandang di wilayah Indonesia. Nilai FAR yang terendah berada di kisaran antara 40-60% di provinsi Bali, NTB, dan NTT. Sementara untuk provinsi lainnya nilai FAR cenderung kurang memuaskan, selengkapnya disajikan di Gambar 12. Sejalan dengan indeks FAR, nilai

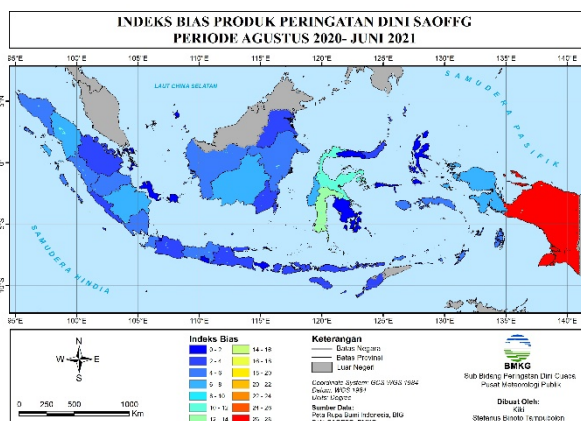
Bias pun kembali menunjukkan bahwa produk SAOFFG cenderung *overforecast* untuk kejadian banjir bandang di wilayah Indonesia selama periode kajian. Dengan nilai Bias tertinggi terjadi di provinsi Papua. Dengan rata-rata nilai Bias untuk 34 provinsi sebesar 4.83, dimana nilai diatas 1 menunjukkan bahwa produk ini terlalu banyak memprediksi potensi banjir bandang dibandingkan kejadian banjir yang benar teramati di data observasinya. Selengkapnya di Gambar 13. Indeks terakhir adalah *Skill* yang digambarkan dalam Gambar 14, yang secara umum menunjukkan hasil yang belum memuaskan. Dimana nilai tertinggi hanya 0.2 atau 20% dari nilai sempurna nya 1 atau 100%. Nilai *Skill* tertinggi terdapat di provinsi Jawa Barat, dan Jawa Tengah, namun tetap dalam kategori rendah. Begitupun dengan di provinsi lainnya.



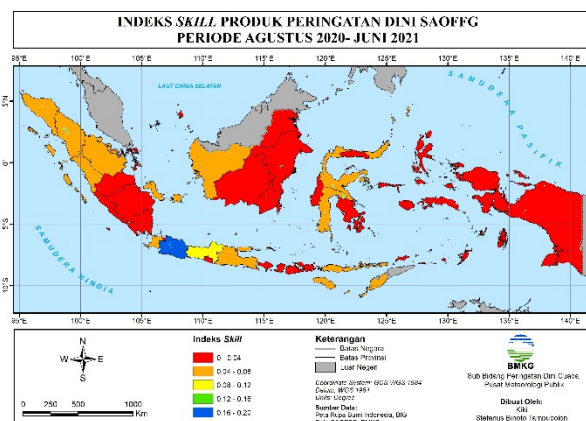
**Gambar 11.** Indeks Akurasi Produk Peringatan Dini SAOFFG



**Gambar 12.** Indeks FAR Produk Peringatan Dini SAOFFG



**Gambar 13.** Indeks Bias Produk Peringatan Dini SAOFFG



**Gambar 14.** Indeks *Skill* Produk Peringatan Dini SAOFFG



## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, beberapa poin dapat diambil sebagai kesimpulan, yaitu :

1. Sepanjang periode Agustus 2020 hingga Juni 2021, provinsi dengan jumlah kejadian hujan lebat dan banjir serta banjir bandang tertinggi berturut-turut adalah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Jawa Tengah.
2. BMKG telah menyediakan serta mendiseminasikan produk-produk peringatan dini dengan berbagai skala temporal, yaitu 6 (enam) jam-an, 2 harian serta 7 hari ke depan, terkait potensi hujan intensitas lebat serta potensi banjir bandang di wilayah Indonesia yang dimutakhirkan secara berkala dan setiap kali terdeteksi adanya potensi terjadinya cuaca ekstrem di wilayah Indonesia, mulai dari skala provinsi hingga skala kecamatan.
3. Performa produk SAOFFG yang merupakan produk peringatan dini terkait potensi banjir bandang skala 6 jam-an untuk wilayah Indonesia menunjukkan hasil yang cenderung *overforecast* untuk sebagian besar wilayah Indonesia, meski tetap mampu menangkap sinyal potensi banjir bandang dengan baik, khususnya di wilayah dengan kejadian banjir tinggi seperti Jawa Barat, Jawa Timur, dan Jawa Tengah.
4. Produk SAOFFG menunjukkan sinyal potensi banjir bandang yang sangat tinggi (*overestimated*) terutama untuk provinsi Sulawesi Tengah, Papua Barat, dan Papua.
5. Hasil pengukuran indeks verifikasi sepanjang periode kajian menunjukkan hasil yang belum memuaskan, informasi ini dapat dijadikan sebagai catatan penting untuk memperbaiki sistem SAOFFG ke depannya agar mampu menghasilkan prakiraan potensi banjir bandang harian dengan lebih akurat, terutama untuk

menurunkan nilai FAR, Bias, dan meningkatkan *Skill* dari sistem ini.

6. Catatan penulis terkait data verifikator yang digunakan, yaitu data kejadian banjir/banjir bandang dari BNPB, ada kemungkinan untuk wilayah-wilayah dengan jumlah penduduk sedikit, misalnya Papua bagian tengah, kemungkinan ada kejadian banjir yang tidak dicatat, maupun dilaporkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erickson, Michael J., et all. (2019). Verification Result from the 2017 HMT-WPC Flash Flood and Intense Rainfall Experiment. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* Volume 58 : Issue 12, 2591-2604. DOI: <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-19-0097.1>.
- Herman, Gregory R., Schumacher, Russ S. Flash Flood Verification : Pondering Precipitation Proxies. *Journal of Hydrometeorology* Volume 19 : Issue 11, 1753-1776. DOI: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-18-0092.1>
- Turgu, Ertan, et all. (2019). Case Study: Analysis of Flash Flood Using FFGS Products on 27 May 2018 in İzmit District of Kocaeli. 9th International Symposium on Atmospheric Sciences (ATMOS 2019) 157A.
- BMKG. (2020). Laporan Verifikasi SAOFFG Periode 01 Agustus – 30 Juni 2020. Pusat Meteorologi Publik. Jakarta.
- BNPB. (2021). Geoportall Data Bencana Indonesia. Retrieve from : <https://gis.bnpb.go.id/>. [20 Juni 2021]
- CAWCR. (2015). *WWRP/WGNE Joint Working Group on Forecast Verification Research*. <https://www.cawcr.gov.au/projects/verification/>. [20 Juni 2021]
- World Meteorological Organization. (2015). *Black Sea and Middle East Flash Flood Guidance System User Guide*. Retrieved from <https://www.wmo.int/pages/prog/hwrp>

/flood/ffgs/documents/BSMEFFG\_User Guide-opt.pdf. [2 Juli 2021]

World Meteorological Organization. (2017). *Flash Flood Guidance System (FFGS) with Global Coverage*. Retrieved from [http://www.wmo.int/pages/prog/hwrf/flood/ffgs/index\\_en.php](http://www.wmo.int/pages/prog/hwrf/flood/ffgs/index_en.php). [2 Juli 2021]