ANALISIS CUACA EKSTREM DAN DAMPAK YANG DITIMBULKAN DI WILAYAH BOGOR
Study Kasus Cuaca Ekstrem Tanggal 27 Agustus 2022

Asri Rachmawati[1], Retno Kartika Ningrum[1], Leni Jantika Haswan[1], Rossian Nursiddiq Islamiardi[1]
Stasiun Klimatologi Jawa Barat
Email: asri.rachmawati@bmkg.go.id

ABSTRAK

Bogor merupakan salah satu kota satelit bagi kota metropolitan DKI Jakarta dengan segala karakteristik yang sangat kuat. Jika ditinjau dari aspek tata guna lahan, area penyangga Ibu kota akan memiliki perubahan tata guna lahan yang signifikan setiap tahunnya mengingat perkembangan perekonomian yang pesat serta pertumbuhan populasi yang juga signifikan, baik karena faktor natalitas maupun urbanisasi. Tata guna lahan wilayah Bogor bervariasi, pemukiman tipe urban, suburban serta pemukiman yang berada di bantaran sungai, wilayah industri, daerah wisata alam terbuka maupun modern, dan lahan hijau. Faktor pembentuk cuaca dan iklim terbagi menjadi faktor global, regional dan lokal. Faktor lokal berkaitan erat dengan letak baik secara astronomis maupun geografis, topografi dan yang tidak kalah dominan adalah tata guna lahan yang secara langsung dapat mengubah albedo suatu wilayah. Penelitian ini selaras dengan tujuan global yang tertuang dalam Sendai Frameworks, karena dengan meningkatkan pemahaman pada potensi kejadian cuaca ekstrem dan investigasi potensi dampak yang ditimbulkan, dapat menjadi pertimbangan kuat untuk langkah-langkah antisipasi yang perlu diprioritaskan sehingga dapat meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Berdasarkan studi kasus kejadian cuaca ekstrem diketahui sirkulasi lokal dan faktor lokal lainnya seperti labilitas atmosfer bersifat dominan pada pembentukan awan konvektif yang mengakibatkan cuaca ekstrem di Wilayah Bogor pada tanggal 27 Agustus 2022. Berdasarkan data yang dihimpun dari BPBD Kab. dan Kota Bogor, tercatat 34 laporan kejadian dampak cuaca ekstrem yang terjadi pada hari Sabtu tanggal 27 Agustus 2022 di Kota Bogor dan terdapat delapan laporan dampak di Kab. Bogor. Hasil penelitian ini juga mengungkapkan bahwa bahwa hujan dengan intensitas ekstrem yakni diatas 50 mm/jam merupakan faktor kuat terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir lintasan, tanah longsor, tebing runtuh, pohon tumbang, kerusakan rumah maupun bangunan dan kejadian serupa lainnya di wilayah Bogor, dan berdasarkan study kasus ini wilayah Kota Bogor lebih terdampak cuaca ekstrem dibandingkan dengan wilayah Kabupaten Bogor.

Kata Kunci: bencana, banjir, tanah longsor, dinamika atmosfer, resiko iklim perkotaan

I. Pendahuluan

Bogor merupakan salah satu kota satelit bagi kota metropolitan DKI Jakarta dengan segala karakteristik yang sangat kuat, bukan hanya berdampingan dengan Ibu Kota namun baik Kabupaten maupun Kota Bogor memiliki banyak destinasi wisata yang menarik bagi masyarakat Ibu Kota dan juga wilayah lainnya. Jika ditinjau dari aspek tata guna lahan, area penyangga Ibu kota akan memiliki perubahan tata guna lahan yang signifikan setiap tahunnya mengingat perkembangan perekonomian yang pesat serta pertumbuhan populasi yang juga signifikan, baik karena faktor natalitas maupun urbanisasi. Tata guna lahan wilayah Bogor bervariasi, pemukiman tipe urban, suburban serta pemukiman yang berada di bantaran sungai, wilayah industri, daerah wisata alam terbuka maupun modern, dan lahan hijau. Kompleksitas karakteristik wilayah Bogor ditambah juga dengan faktor topografi wilayah yang beragam dimana wilayah Kabupaten Bogor bagian utara relatif rendah di banding wilayah bagian selatan, dengan komposisi dataran rendah sekitar 29,28% berada pada ketinggian 15 – 100 meter di atas permukaan laut (dpl), merupakan kategori ekologi hilir, dataran bergelombang sekitar 43,62% berada pada ketinggian 100 – 500 mdpl, merupakan kategori ekologi tengah, sekitar 19,53% daerah pegunungan berada pada ketinggian 500 - 1.000 mdpl, merupakan kategori ekologi hul dan daerah penggunungan tinggi sekitar 8,65% berada pada ketinggian 1.000 – 2.500 mdpl [1][2].

Faktor pembentuk cuaca dan iklim terbagi menjadi faktor global, regional dan lokal. Faktor lokal berkaitan erat dengan letak baik secara astronomis maupun geografis, topografi dan yang tidak kalah dominan adalah tata guna lahan yang secara langsung dapat mengubah albedo suatu wilayah. Pada wilayah pegunungan mekanisme pembentukan awan yang dominan adalah mekanisme awan orografis, pada wilayah perkotaan dengan albedo yang relatif lebih rendah maka mekanisme pembentukan awan awan yang dominan adalah mekanisme konveksi. Kompleksitas pengendali cuaca lokal wilayah Bogor juga dipengaruhi oleh sirkulasi angin darat dan laut, penetrasi angin laut yang kuat dari Teluk Jakarta dapat membawa uap air masuk ke wilayah Bogor yang merupakan wilayah dataran tinggi, sehingga terbentuklah awan-awan orografis, disisi lain bagi wilayah yang relatif lebih rendah suplai uap air akan menjadi bahan bakar pembentukan awan konvektif dengan mekanisme konveksi jika pada siang hari tercapai suhu konveksi dan atmosfer dalam keadaan labil.

Perubahan iklim merupakan isu global yang tengah kita hadapi bersama, variabilitas iklim, musim yang tak menentu, semakin tingginya frekwensi terjadinya cuaca ekstrem serta peningkatan kekuatan cuaca ekstrem tersebut

menjadi hal yang mulai kita rasakan bersama, banjir bandang maupun banjir yang berdampak luas dibeberapa wilayah Indonesia membuat kita tidak lagi dapat mengabaikan fenomena perubahan iklim ini. *Sendai framework* diadopsi pada Konferensi Dunia PBB Ketiga tentang Pengurangan Risiko Bencana di Sendai, Jepang, pada 18 Maret 2015. Kerangka kerja ini menguraikan tujuh target yang jelas dan empat prioritas tindakan untuk mencegah risiko bencana baru dan mengurangi risiko bencana yang ada yakni Memahami risiko bencana; penguatan tata kelola risiko bencana untuk mengelola risiko bencana; berinvestasi dalam pengurangan bencana untuk ketahanan dan meningkatkan kesiapsiagaan bencana untuk respon yang efektif, dan untuk "membangun kembali lebih baik" dalam pemulihan, rehabilitasi dan rekonstruksi [3]. Penelitian ini selaras dengan tujuan tersebut, karena dengan meningkatkan pemahaman pada potensi kejadian cuaca ekstrem dan investigasi potensi dampak yang ditimbulkan, dapat menjadi pertimbangan kuat untuk langkah-langkah antisipasi yang perlu diprioritaskan sehingga dapat meminimalisir dampak yang ditimbulkan.

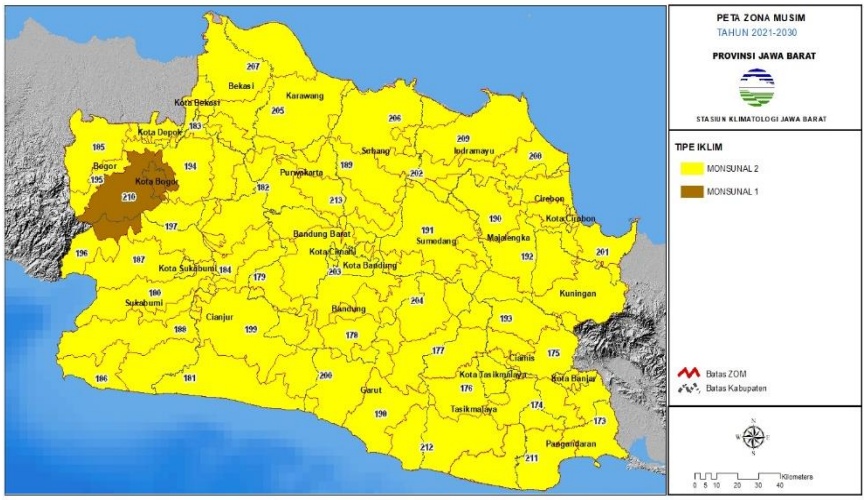
II. Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data iklim dan cuaca wilayah Bogor yang dikumpulkan oleh Stasiun Klimatologi Jawa Barat, data analisis model dinamika atmosfer yang dikumpulkan oleh Pusat Meterologi Publik BMKG Pusat, BOM, NCISC dan NCEP NOAA. Data kejadian bencana akibat hujan ekstrem yang diperoleh dari BPBD Kabupaten dan Kota Bogor.

III. Pembahasan

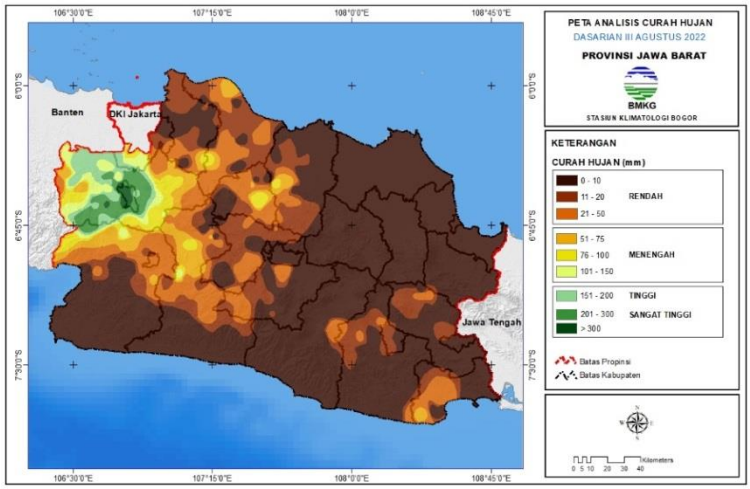
3.1 Perkembangan musim dasarin III Agustus 2022

Wilayah Bogor terbagi menjadi 4 zona musim yakni,ZOM 185,195, 194, 197 dan tipe zona yang memiliki satu musim yakni ZOM 210 dimana tidak memiliki musim kemarau, atau daerah dengan rata-rata hujan diatas 50 mm/dasarian sepanjang tahun[4]. Fakta yang menarik adalah Kota Bogor hampir seluruhnya masuk ke ZOM 210, tentu hal ini tidak asing lagi mengingat julukan Bogor Kota Hujan sudah sejak dahulu tersemat. Untuk wilayah ZOM lainnya (gambar 1).



Gambar 1. Peta zona musim Provinsi Jawa Barat (berdasarkan rata-rata curah hujan periode 1991-2020) (sumber: Stasiun Klimatologi Jawa Barat)

Lebih detail untuk sebaran akumulasi curah hujan selama dasarian ke III Agustus 2022 wilayah Bogor relatif lebih basah dibandingkan wilayah lainnya, curah hujan pada periode ini berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi untuk wilayah Kota Bogor khususnya yang masuk ke ZOM 210 (zona musim dengan tipe 1 musim), dan sebagian wilayah Kab. Bogor berada pada kategori menengah hingga tinggi, hanya ada sebagian kecil wilayah Kab. Bogor dengan Kategori rendah (gambar 2).

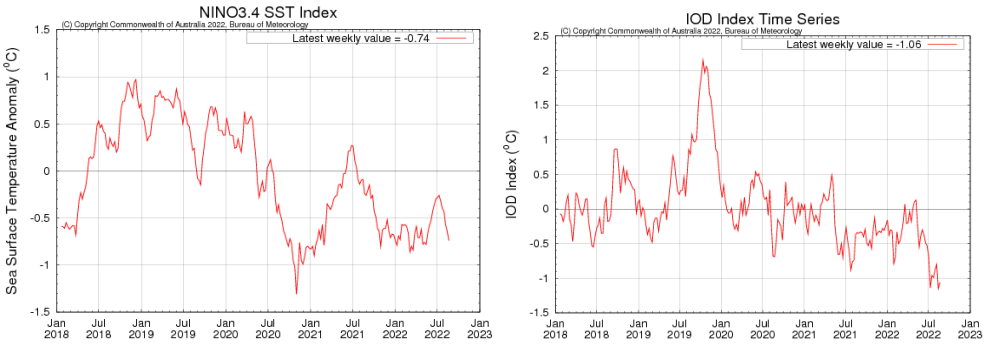


Gambar 2. Peta analisis curah hujan dasarain III Agustus 2022 (sumber: Stasiun Klimatologi Jawa Barat)

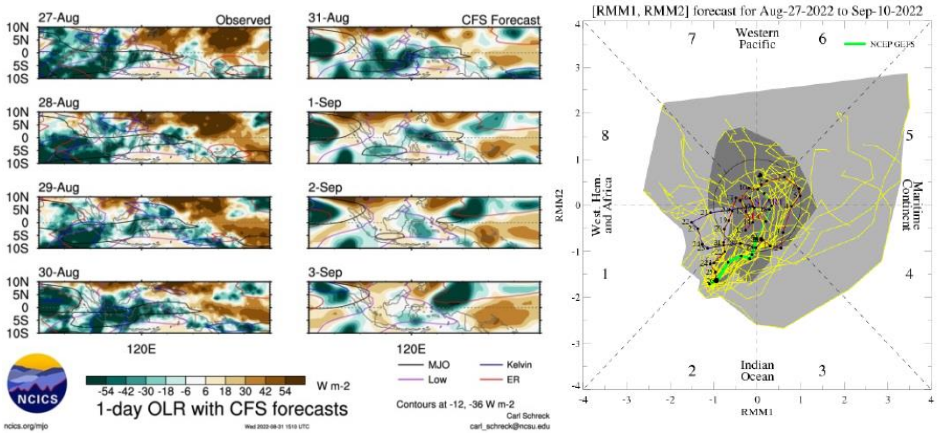
3.2 Analisis dinamika atmosfer

3.2.1 Fenomana global dan regional

Berdasarkan analisis dinamika atmosfer globa tanggal 27 Agustus 2022, umumnya memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan awan hujan di wilayah Indonesia. Hal ini dapat dilihat berdasarkan indeks-indeks dinamika atmosfer yakni Indeks Nino 3.4 masih bernilai +8.5 yang menunjukkan suplai uap air dari Samudera Pasifik Timur ke Samudera Pasifik Barat signifikan. IOD msih bernilai -1.06, dimana kondisi ini mengindikasikan adanya pergerakan uap air dari wilayah Perairan Timur Afrika menuju Pantai Barat Sumatera dan juga memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan awan di wilayah Indonesia bagian barat (gambar 3). Gelombang atmosfer yang saat ini aktif di wilayah Jawa Barat adalah gelombang tipe low ekuatorial, sedangkan MJO berada pada fase 2 (*Indian Ocean*) dimana kondisi ini tidak berkontribusi terhadap proses pertumbuhan awan hujan di wilayah Indonesia (gambar 4)



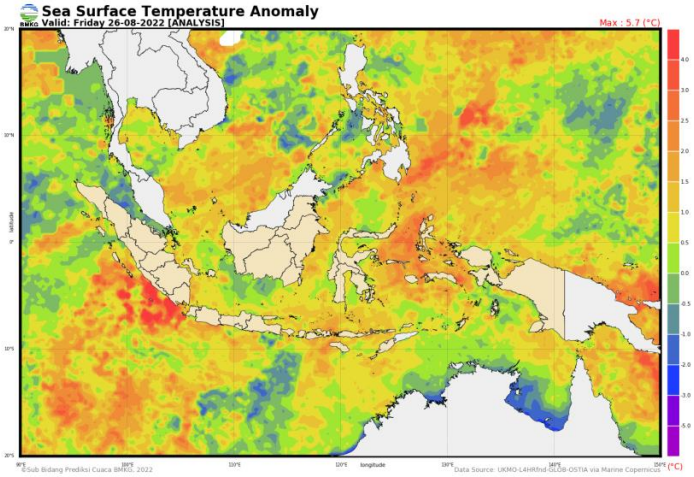
Gambar 3. Indeks fenomena Global Nino 3.4 dan IOD (sumber : bom.gov.au)



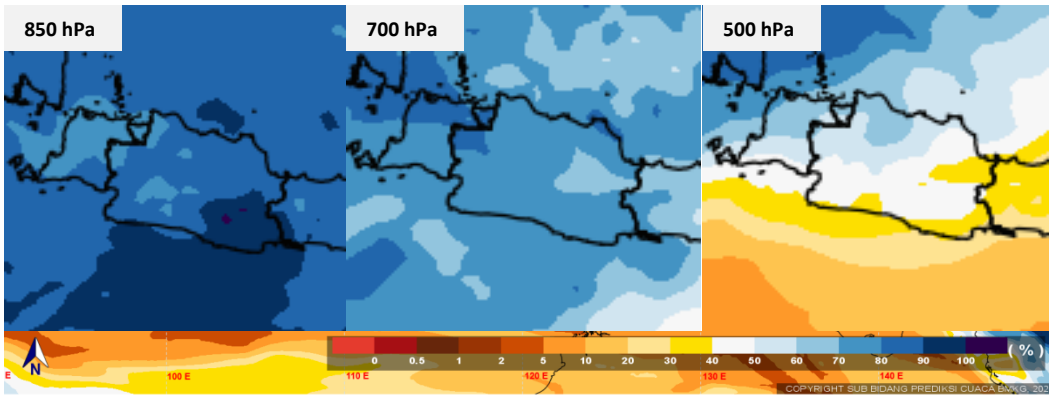
Gambar 4. Observasi OLR, gelombang atmosfer dan prakiraan pergerakan MJO (sumber : NCICS dan NCEP NOAA)

3.2.2 *Suhu muka laut dan kelembapan Indonesia*

Suhu muka laut di wilayah Indonesia masih relatif hangat dengan nilai anomali berkisar antara +1.0 sampai dengan +3.0 °C, sehingga terdapat potensi penguapan (penambahan massa uap air) khususnya untuk wilayah Jawa Barat yang bersumber dari Samudera Hindia barat Sumatera, Selat Sunda, Laut Jawa, Samudera Hindia selatan Jawa hingga NTT (gambar 5). Pada lapisan 850 hPa kelembapan udara hampir di seluruh wilayah Jawa Barat cukup tinggi dengan kelembapan udara berkisar antara 80 - 100%, paada lapisan 700 hPa wilayah Jawa Barat umumnya juga cukup basah dengan kelembapan berkisar antara 70 – 900%, kecuali di sebagian Kab. Garut, Kab. dan Kota Tasikmalaya, Kab. Pangandaran, Kab. Ciamis dan Kota Banjar berkisar antara 50-70%, kemudian pada lapisan 500 hPa wilayah Jawa Barat bagian barat relatif basah dengan kelembapan berkisar antara 50-80% sedangkan Jawa Barat bagian timur relatif kering dengan kelembapan hanya berkisar antara 10 – 40% (gambar 6).



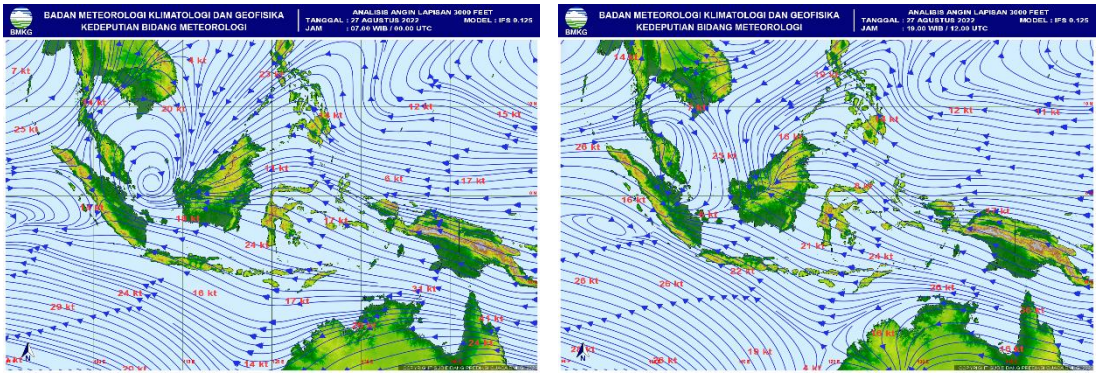
Gambar 5. Anomali suhu muka laut perairan Indonesia (°C) (sumber : Sub Bidang Prediksi Cuaca BMKG)



Gambar 6. Kelembapan relatif udara wilayah Jawa Barat (%)
(dikutip dari model ECMWF, sumber : Sub Bidang Prediksi Cuaca BMKG)

3.2.3 *Angin 3000 Feet*

Terpantau adanya sirkulasi sikloni di perairan barat Pulau Sumatera dan juga Selat Karimata, sehingga mengakibatkan adanya pertemuan dan belokan angin terpantau berada di wilayah Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Riau, Kep. Riau, Kepulauan Bangka Belitung, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah. Pola konvergensi dan pola konfluensi tidak terpantau disekitar wilayah Jawa Barat namun tidak menutup kemungkinan adanya pola sirkulasi lokal yang diakibatkan oleh faktor topografi di wilayah Jawa Barat bagian tengah dan selatan khususnya, sirkulasi lokal ini dapat mendorong pembentukan awan jika didukung oleh ketersediaan uap air yang cukup di wilayah tersebut (Gambar 7).

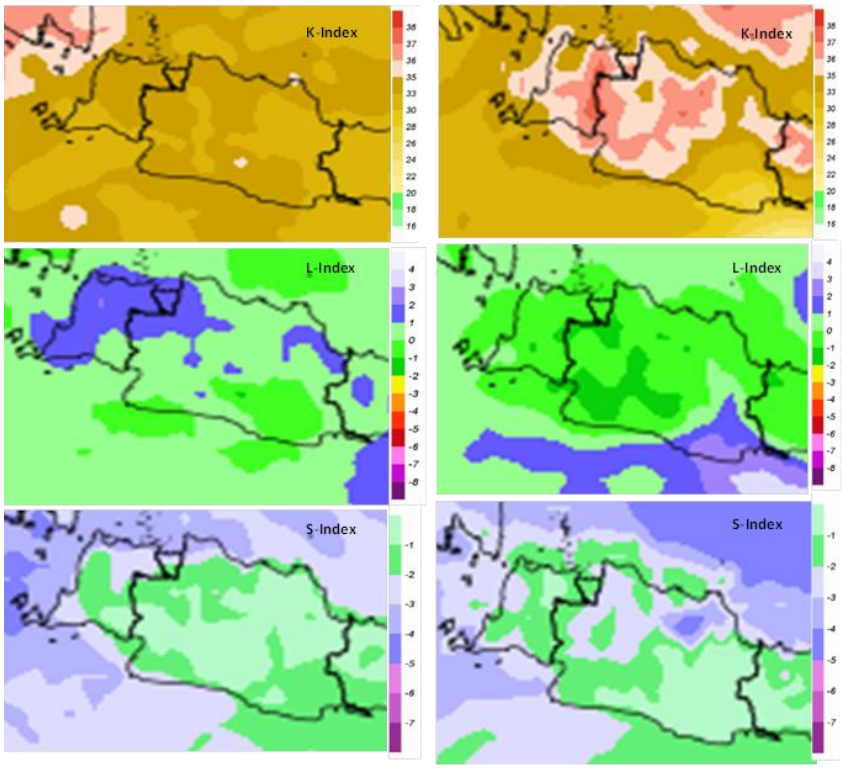


Gambar 7. Analisis Angin 3000 Feet jam 07.00 WIB (kanan), dan jam 19.00 WIB (kiri)

3.2.4 *Labilitas atmosfer*

Berdasarkan analisis labilitas atmosefer yakni dengan menggunakan data K-indeks, *Lifted Indeks* dan juga *Showalter Indeks* dapat diketahui bahwa labilitas atmosfer untuk wilayah Bogor berada pada kategori labil sedang hingga tinggi dengan rincian interpretasi sebagai berikut (gambar 8):

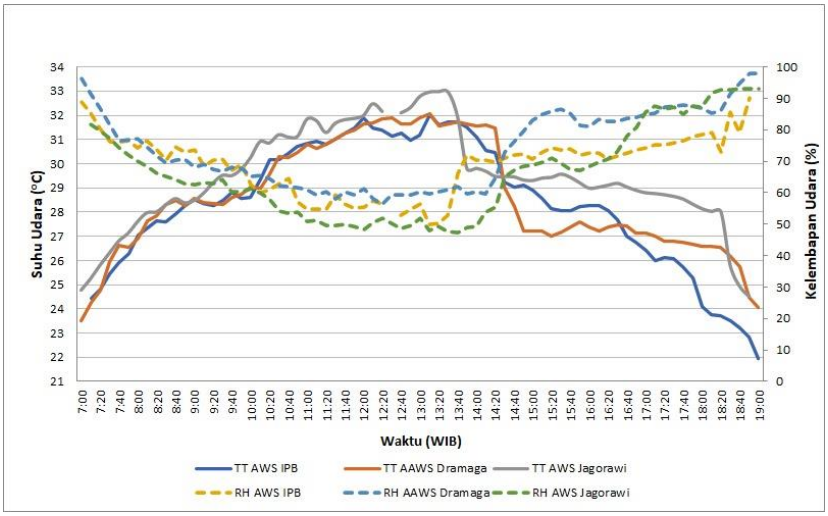
- K Indeks : 35 – 39 (Konvektif sedang)
- Lifting Indeks : -1 - -3 (labil dan terdapat peluang terjadinya TS)
- Showalter Indeks : 0 - -2 (terdapat potensi TS)



Gambar 8. Analisis labilitas atmosfer 07.00WIB (kanan) dan 19.00 WIB (kiri)
(sumber : ECMWF-CIPS BMKG)

3.3 Analisis parameter cuaca

Berdasarkan data pengamatan cuaca di sekitar wilayah Bogor yang di wakili oleh tiga Automatic Weather Station (AWS), yakni AWS IPB yang terletak di pusat Kota Bogor, kemudian AAWS Dramaga yang berlokasi di Stasiun Klimatologi Jawa Barat serta AWS Jagorawi yang terletak di Kab. Bogor bagian utara kita dapat mengetahui tendensi perubahan suhu yang dapat digunakan untuk mengetahui indikasi potensi kelabilan atmosfer sebelum terjadinya cuaca ekstrem. Tendensi tekanan dihitung berdasarkan suhu pada pukul 07.00 WIB dan suhu pada pukul 10.00 WIB, dan nilai tendensi di AWS IPB, AAWS Dramaga, dan AWS Jagorawi secara berturut-turut adalah 4.2; 5.5; 5;5, nilai ini menunjukan perubahan yang signifikan dari fluktuasi suhu yang terjadi di pagi hari. Suhu maksimum yang terukur dimasing-masing lokasi secara berturt-turut yakni 32.0; 32.1; 33.1 ^{o}C yang terjadi pada sekitar pukul 13.10 WIB. Pembentukan awan konvektif akan tercapai jika tersedia uap air yang cukup sebagai bahan bakar pertumbuhan awan konvektif, ketersediaan uap air di wilayah Bogor secara umum relative tinggi sesuai dengan hasil pengukuran kelembapan relatif di tiga stasiun otomatis ini yang berada pada kisaran 47 – 98 % (gambar 9). Kondisi atmosfer seperti ini mengindikasikan potensi pembentukan awan konvektif yang tinggi karena didukung oleh labilitas atmosfer dan juga ketersediaan uap air yang mumpuni.



Gambar 9. Suhu udara dan kelembapan udara Kab. dan Kota Bogor Tanggal 27 Agustus 2022

3.4 Interpretasi citra satelit

Produk citra satelit yang digunakan dalam analisis ini merupakan citra satelit Himawari 8 *Enhanced* [lampiran I). Citra satelit memiliki resolusi yang lebih rendah di banding citra radar, namun untuk saat ini citra satelit merupakan data dukung dari instrument penginderaan jarak jauh yang saat ini mampu meng*cover* seluruh wilayah Jawa Barat. Berdasarkan citra satelit terpantau awan konvektif ini merupakan awan Cumulonimbus *single cells* yang memiliki siklus tumbuh dan punah yang relatif sama yakni:

Pukul 07.00 - 13.30 WIB : Cerah berawan hingga berawan, awan bergerak ke arah selatan hingga barat daya

Pukul 06.30 – 16.40 WIB : Cerah berawan hingga berawan, masuknya ekspansi bibit awan konvektif di selatan Kab. Bogor (perbatasan Kab. Sukabumi).

Pukul 16.40 – 17.30 WIB : Awan dalam tahan tumbuh di selatan Kab. Bogor (kec. Pamijahan dan sekitarnya)

Pukul 17.40 – 19.30 WIB : Awan tumbuh dan memasuki tahap dewasa dengan luasan yang massif, karena hampir sebagian besar wilayah Bogor tertutup Awan Cumulonimbus ini (kecuali sebagian wilayah Kab. Bogor bagian timur), suhu puncak awan mencapai -75 hingga -100 ^{o}C. Awan dengan suhu puncak seperti ini mengindikasikan terjadinya hujan dengan intensitas lebat hingga sangat lebat. Awan bergerak ke barat.

Pukul 19.30- 20.30 WIB : Awan bergerak keluar dari wilayah Bogor dengan arah relatif ke barat daya, terpantau indikasi terjadinya hujan dengan intensitas ringan hingga sedang.

Pukul 20.30– 24.00 WIB : Cerah berawan hingga berawan.

3.5 Interpretasi citra radar

Citra radar yang digunakan oleh Stasiun Klimatologi Jawa Barat adalah radar Tangerang yang hanya meng*cover* sebagian wilayah Jawa Barat (lampiran II). Beberapa wilayah yang letaknya relatif jauh sehingga memiliki bias dan paralaks yang perlu dipertimbangkan. Namun interpretasi citra radar dalam penelitian ini belum memperhitungkan faktor tersebut dalam merekonstruksi kronologis pembentukan awan konvenktif di wilayah

Bogor dan juga kecendrungan indikasi hujan yang terjadi pada skala waktu tiap sepuluh menit dan resolusi yang lebih detail dibandingkan citra satelit, sebagai berikut:

Pukul 07.00 - 11.17 WIB : Cuaca cerah - cerah berawan
Pukul 11.17 – 11.41 WIB : Terdeteksi bibit awan konvektif di Kec. Pamijahan
Pukul 11.41 – 12.05 WIB : Terjadi hujan dengan intensitas ringan-sedang
Pukul 12.05 – 12.21 WIB : Cuaca cerah berawan
Pukul 12.37 WIB : Terdeteksi bibit awan konvektif di sekitar wilayah Kec. Pamijahan, Kec. Leuwiliang, dan Kec. Nanggung
Pukul 12.37- 13.57 WIB : Terjadi hujan dengan intensitas sedang hingga lebat di Kec. Pamijahan. Kec. Leuwiliang dan Kec. Nanggung, terjadi hujan dengan intensitas ringan hingga sedang di Kec. Sukajaya, Kec. Cijeruk, Kec. Tamansari dan Kec. Cigombong, serta terpantau bibit awan konvektif baru tumbuh di sekitar wilayah Kec. Caringin dan Kec. Ciawi, sedangkan di wilayah Kab. Bogor bagian utara (Kec. Gunung sindur dan Parung panjang) terpantau pergerakan awan masuk dari utara (Wilayah Tangerang, DKI Jakarta) dengan kategori awan sudah memasuki tahap dewasa.
Pukul 13.57 - 14.53 WIB : Secara umum konsentrasi awan berada di wilayah Kab. Bogor bagian barat dan selatan, pertumbuhan awan juga mulai terpantau di Kec. Bogor selatan pada pukul 14.13 WIB namun kemudian bergerak ke arah barat daya dan keluar dari wilayah Kota Bogor pada pukul 14.45 WIB.
Pada rentang waktu ini terjadi hujan sedang hingga lebat bahkan di sebagian wilayah tertentu terdapat indikasi hujan dengan intensitas sangat lebat yang bersifat temporary. Wilayah yang terindikasi mengalami hujan dengan intensitas sedang hingga lebat diantaranya: Kec. Bogor Selatan, Kec. Tenjo, Kec Gunungsindur, Kec. Jasinga, Kec. Parung, Kec. Rumpin, Kec Sukajaya, Kec. Nanggung, Kec. Dramaga, Kec. Tenjolaya, Kec. Ciomas, Kec. Leuwisadeng, Kec. Tamansari, Kec. Kemang, Kec. Rancabungur, Kec. Pamijahan, dan Kec. Ciawi, sedangkan indikasi kuat terjadi hujan dengan intensitas sangat lebat terjadi disebagian wilayah Kec. Ciawi, Kec. Caringin, Kec. Parung panjang, Kec. Tajurhalang, Kec. Nanggung. Terdapat indikasi hujan ringan hingga sedang yang terjadi pada rentang waktu ini (intermittent) disekitar wilayah tersebut.
Pukul 14.53 – 16.05 WIB : Secara umum awan bergerak ke barat daya, sehingga awan yang di wilayah Kab. Bogor bagian utara bergerak keluar dari wilayah Kab. Bogor, meskipun demikian konsentrasi awan di Kab. Bogor bagian selatan terpantau masih bertahan.
Terindikasi hujan dengan intensitas ringan hingga sedang di sebagian wilayah Kec. Jasinga, Kec. Cigudeg, Kec. Sukajaya, Kec. Nanggung, Kec. Leuwiliang,Kec. Pamijahan, Kec. Tenjolaya, Kec. Tamansari, Kec. Cijeruk, Kec. Cigombong, Kec. Caringin, Kec. Ciawi dan sekitarnya, terdapat indikasi terjadi hujan sedang hingga lebat disebagian wilayah ini namun pada durasi singkat diantara rentang waktu ini.
Pukul 16.05 – 17.01 WIB : Terdeteksi bibit awan konvektif yang baru tumbuh di sekitar wilayah Kab. Bogor bagian barat, dan terpantau bergerak ke barat daya, sebagian awan tersebut masuk dan berekspansi menjadi awan konvektif matang di wilayah Kota Bogor. Konsentrasi awan di sekitar Kab. Bogor bagian selatan masih bertahan.
Terindikasi hujan dengan intensitas ringan hingga sedang di sebagian wilayah Kec. Sukajaya, Kec. Nanggung, Kec. Leuwiliang,Kec. Pamijahan, Kec. Tenjolaya, Kec. Tamansari, Kec. Cijeruk, Kec. Cigombong, Kec. Caringin, Kec. Ciawi dan sekitarnya, terdapat indikasi terjadi hujan sedang hingga lebat disebagian wilayah ini namun pada durasi singkat diantara rentang waktu ini.
Terindikasi hujan dengan intensitas ringan mulai terjadi di Kota Bogor pada pukul 16.37 WIB untuk kemudian meningkat menjadi sangat lebat di Kec, Bogor Selatan dan Kec. Bogor Timur, Indikasi hujan dengan intensitas sedang di Kec. Bogor tengah dan Tanah Sareal. Hujan dengan intensitas ringan terpantau disebagian wilayah Kab. Bogor bagian barat.
Pukul 17.01 – 18.05 WIB : Indikasi hujan sedang hingga lebat di sebagian wilayah Kec. Sukajaya, Kec. Pamijahan, Kec. Tenjolaya, Kec. Tamansari, Kec. Cigombong, Kec. Cijeruk, Kec. Ciawi, Kec, Tanjungsari, Kec. Cariu, Kec. Megamendung, Kec. Cisarua, Kec Ciawi, dan sekitarnya.
Indikasi hujan sangat lebat di sebagian wilayah Kec. Bogor Selatan, Kec. Bogor Barat, Kec. Bogor Timur, Kec. Tanah Sareal, Kec. Bogor Utara, Kec. Tajurhalang,

Kec. Bojonggede, Kec Cibinong, Kec. Citereup, Kec. Sukaraja, Kec. Babakan madang, Kec. Sukamakmur, Kec. Leuwiliang, dan sekitarnya
Terdapat indikasi hujan ringan hingga sedang yang terjadi pada rentang waktu ini (intermittent) disekitar wilayah tersebut.

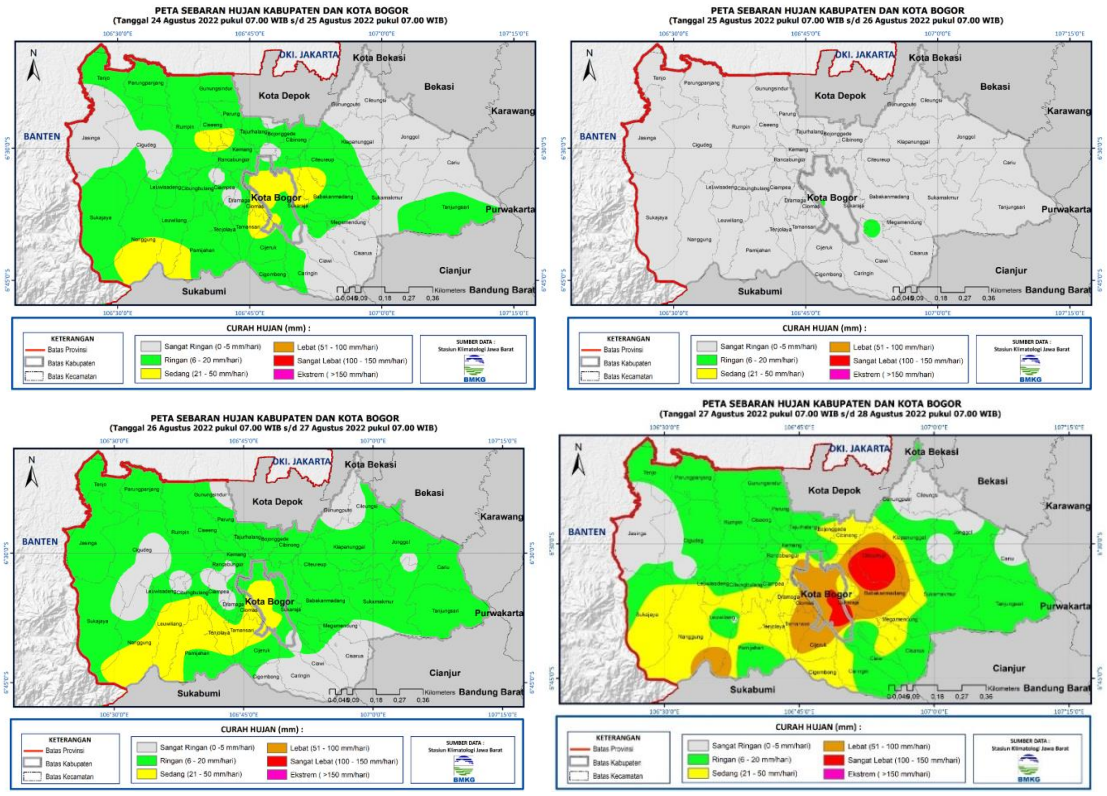
Pukul 18.05 – 12.09 WIB : Pada rentang waktu ini terdapat indikasi hujan dengan intensitas sedang hingga lebat di sebagian besar Kota Bogor, Kec. Dramaga, Kec. Ciampea, Kec. Cibungbulang, Kec. Sukaraja, Kec. Cibinong, Kec. Citeureup, Kec. Tajurhalang, Kec. Bojonggede, Kec. Babakan Madang, Kec. Sukamakmur dan sekitarnya. Terdapat indikasi hujan ringan hingga sedang yang terjadi pada rentang waktu ini (intermittent) disekitar wilayah tersebut.

Pukul 12.09 – 20.05 WIB : Awan konvektif berada pada tahap punah, dan hanya terdapat indikasi hujan ringan di sebagian wilayah Kab. Bogor bagian selatan dan sebagian wilayah Kota Bogor.

Pukul 20.05 – 24.00 WIB : Berawan.

3.6 Analisis Hujan

Analisis curah hujan harian dilakukan berdasarkan data pengukuran curah hujan yang di peroleh dari pos hujan observasi (manual) atau ombrometer dan juga stasiun pengukur curah hujan otomatis (*digital*) baik *Automatic Rain Gauge* (ARG) maupun *Automatic Weather Station* (AWS). Kedua jenis data ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing masing yakni pos hujan observasi memiliki kerapatan data atau (alat lebih banyak), namun resolusi temporal data yang diperoleh dari ARG maupun AWS lebih tinggi yakni per 10 menit dibandingkan data pos hujan observasi yang skalanya harian. Namun demikian keduanya dapat saling melengkapi untuk menganalisis kejadian hujan yang skalanya relatif luas seperti pada kejadian tanggal 27 Agustus 2022.



Gambar 10. Peta sebaran hujan harian (mm/hari) tanggal 24-27 Agustus 2022
(sumber : Stasiun Klimatoliogi Jawa Barat)

Bencana hidrometeorologi yang terjadi tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi cuaca saat kejadian, tetapi juga kondisi cuaca sebelumnya, sehingga dilakukan pula analisis curah hujan beberapa hari sebelum kejadian (Gambar 10). Pada tanggal 24 Agustus 2022 terpantau terjadi hujan dengan intensitas ringan hingga sedang di sebagian wilayah Bogor, kemudian keesokan harinya secara umum wilayah Bogor cerah berawan dan terpantau hanya sebagain kecil Kec. Ciawi dan Kec. Bogor Barat mengalami hujan ringan, namun kemudian terdapat

peningkatan curah hujan pada tanggal 26 yakni hampir sebagian besar wilayah Bogor mengalami hujan ringan, dan hujan dengan intensitas sedang terjadi di sebagian wilayah Kota Bogor dan juga sebagian kecil wilayah Kab. Bogor bagian selatan, dan kemudian terjadi peningkatan curah hujan yang sangat signifikan pada tanggal 27, dimana kita dapat ketahui intensitas hujan lebat hingga sangat lebat terkonsentrasi di wilayah Kota Bogor, dan Kab. Bogor yang berdampingan dengan Kota Bogor dan sebagian kecil di Kab. Bogor bagian selatan.

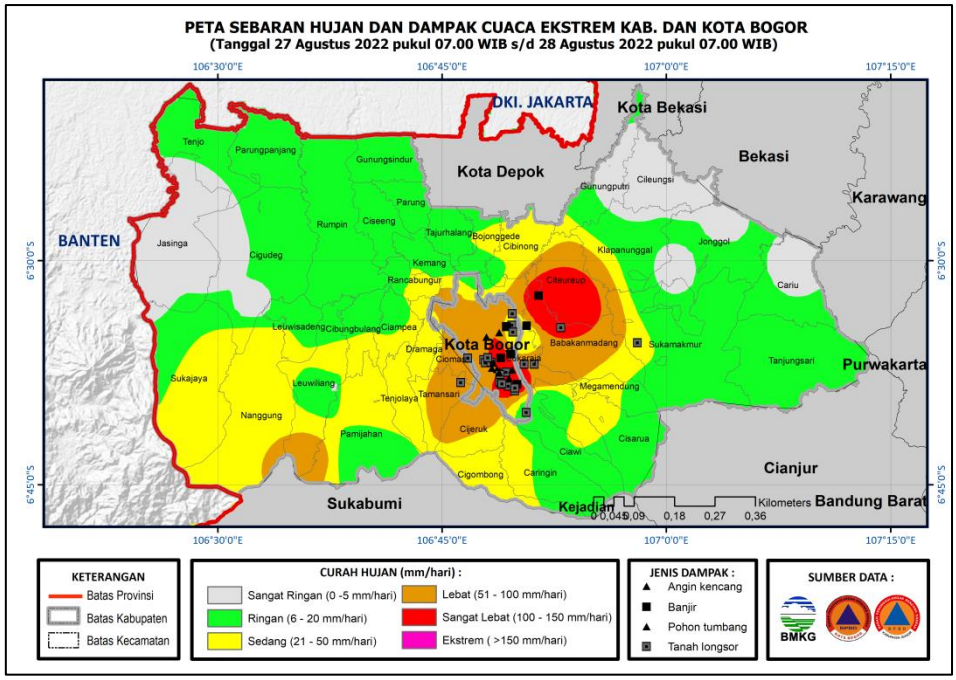
Seperti yang telah di jelaskan pada awal sub bab ini bahwa untuk mengetahui dengan detail kronologis kejadian curah hujan dengan resolusi temporal yang tinggi, dapat dilakukan investigasi data yang bersumber dari ARG/AWS untuk kemudian dikategorikan menjadi intensitas hujan per jam (mm/jam). Jika pada analisis curah hujan harian sebelumnya hanya diketahui bahwa intensitas paling tinggi adalah kategori hujan sangat lebat, maka dengan data curah hujan per jam dapat diketahui bahwa hujan yang terjadi pada tanggal 27 Agustus 2022 memiliki intensitas dengan kategori mencapai kategori sangat lebat hingga **esktrem** di sebagian wilayah Bogor, terpantau pula cuaca ekstrem ini di beberapa wilayah terjadi pada durasi lebih dari satu jam (tabel 1). Berdasarkan Informasi ini diperoleh fakta bahwa hujan dengan intensitas ekstrem yakni diatas 50 mm/jam merupakan faktor kuat terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir lintasan, tanah longsor, tebing runtuh, pohon tumbang, kerusakan rumah maupun bangunan dan kejadian serupa lainnya di wilayah Bogor .

Tabel 1. Rekapitulasi intensitas hujan sangat lebat hingga lebat pada tanggal 27 Agustus 2022

No	Nama Pos Hujan	Curah Hujan > 20 (mm/jam)	Kategori
1	ARG Katulampa	98.2 17.10 – 18.10 WIB 22.2 18.10-19.10 WIB	**Ekstrem** Sangat lebat
2	AWS Gunung Geulis	52.4 17.10-18.10 WIB 23.6 18.10-19.10 WIB	**Ekstrem** Sangat lebat
3	ARG Pintu Air Cibongas	107.8 17.50 – 18.50 WIB	**Ekstrem**
4	ARG Cisadane	50 17.40 – 18.40 WIB 39.4 18.40 – 19.40 WIB	**Ekstrem** Sangat lebat
5	AWS IPB	63 17.40 – 18.40 WIB	**Ekstrem**
6	ARG Cianten	21.2 23.30 – 00.30 WIB	Sangat lebat

3.7 Analisis dampak cuaca ekstrem

Berdasarkan data yang dihimpun dari BPBD Kab. dan Kota Bogor, hingga saat ini tercatat 34 laporan kejadian dampak cuaca ekstrem yang terjadi pada tanggal 27 Agustus ini di Kota Bogor dan terdapat delapan laporan dampak di Kab. Bogor. Kejadian dampak yang terjadi yakni banjir, tanah longsor, pohon tumbang maupun rumah maupun bangunan yang rusak akibat hujan lebat dan atau angin kencang. Bogor Selatan, Bogor Timur, dan Bogor utara merupakan wilayah yang paling terdampak kejadian cuaca ekstrem (gambar 11). Berdasarkan laporan-laporan tersebut, diketahui kejadian yang paling luas dampaknya yakni banjir setinggi 70 hingga 150 cm yang menggenangi 300 rumah warga di Kel. Tanah Baru Kec. Bogor Utara. Banjir merupakan resiko besar yang menghantui warga perkotaan, karena area perkotaan identik dengan minimnya lahan hijau, sistem drainase yang kurang baik, kerentanan suatu wilayah perkotaan akan terjadinya banjir akan meningkat jika banyak pemukiman yang terletak di bantaran sungai. Gambar 11 menampilkan wilayah yang paling terdampak cuaca ekstrem dalam hal ini hujan lebat atau sangat lebat adalah Kota Bogor. Secara umum wilayah perkotaan memiliki tingkat eksposure yang tinggi, selain itu area perkotaan identik dengan minimnya lahan hijau, sistem drainase yang kurang baik, kerentanan suatu wilayah perkotaan akan terjadinya banjir akan meningkat jika banyak pemukiman yang terletak di bantaran sungai.



Gambar 11. *Overlay* sebaran hujan dan dampak cuaca ekstrem tanggal 27 Agustus 2022

Khusus untuk wilayah yang memiliki karakteristik morfologi yang bervariasi seperti Bogor, terjadinya tanah longsor juga menjadi kerentanan lokal yang tidak bias diabaikan, perlu diketahui bahwa faktor utama terjadinya longsor bukan karena hujan lebat, namun karena struktur tanah atau kelabilan tanahnya sendiri. Terjadinya hujan merupakan faktor pendorong yang dapat digunakan sebagai indikasi kapan longsor berpotensi tinggi terjadi, hujan ringan hingga sedang yang terjadi secara terus menerus dapat mendorong terjadinya longsor karena struktur sudah menjadi jenuh dan lebih labil, jika ditambah dengan kejadian hujan ekstrem tentu saja potensinya menjadi berkali-kali lipat lebih tinggi.

IV. Kesimpulan

Wilayah Bogor merupakan tipe wilayah *semi urban* yang kompleks baik dari topografi wilayah, tata guna lahan, perkembangan penduduk, hingga aspek klimatologisnya. Sehingga perlu ada kajian yang mendalam berkaitan dengan interaksi aspek tersebut untuk kemudian dapat digali lebih jauh kerentanan dan resiko wilayah Bogor baik secara umum maupun secara mendetail (skala kecamatan).

Berdasarkan analisis dampak cuaca ekstrem tanggal 27 Agustus 2022 diperoleh fakta bahwa hujan dengan intensitas ekstrem yakni diatas 50 mm/jam merupakan faktor kuat terjadinya bencana hidrometeorologi seperti banjir lintasan, tanah longsor, tebing runtuh, pohon tumbang, kerusakan rumah maupun bangunan dan kejadian serupa lainnya di wilayah Bogor. Selain itu, wilayah Kota Bogor lebih terdampak cuaca ekstrem dengan adanya 34 laporan bencana yang terjadi dibandingkan dengan Kabupaten Bogor. Hal ini karena wilayah Perkotaan memiliki tingkat eksposure yang lebih tinggi, selain itu area perkotaan identik dengan minimnya lahan hijau, system drainase yang kurang baik, kerentanan suatu wilayah perkotaan akan terjadinya banjir akan meningkat jika banyak pemukiman yang terletak di bantaran sungai. Berdasarkan Informasi ini

Clustering dampak cuaca ekstrem dapat di ketahui berdasar data *histori* kejadian cuaca ekstrem serta laporan dampaknya, pada kejadian ini dapat dikategorikan menjadi beberapa *cluster* yakni daerah bantaran sungai rawan terhadap potensi banjir dan tanah longsor, daerah padat penduduk dengan drainase yang minim rawan terhadap terjadinya banjir lintasan maupun genangan, daerah berbukit atau topografi yang curam merupakan area yang sensitif terhadap longsor.

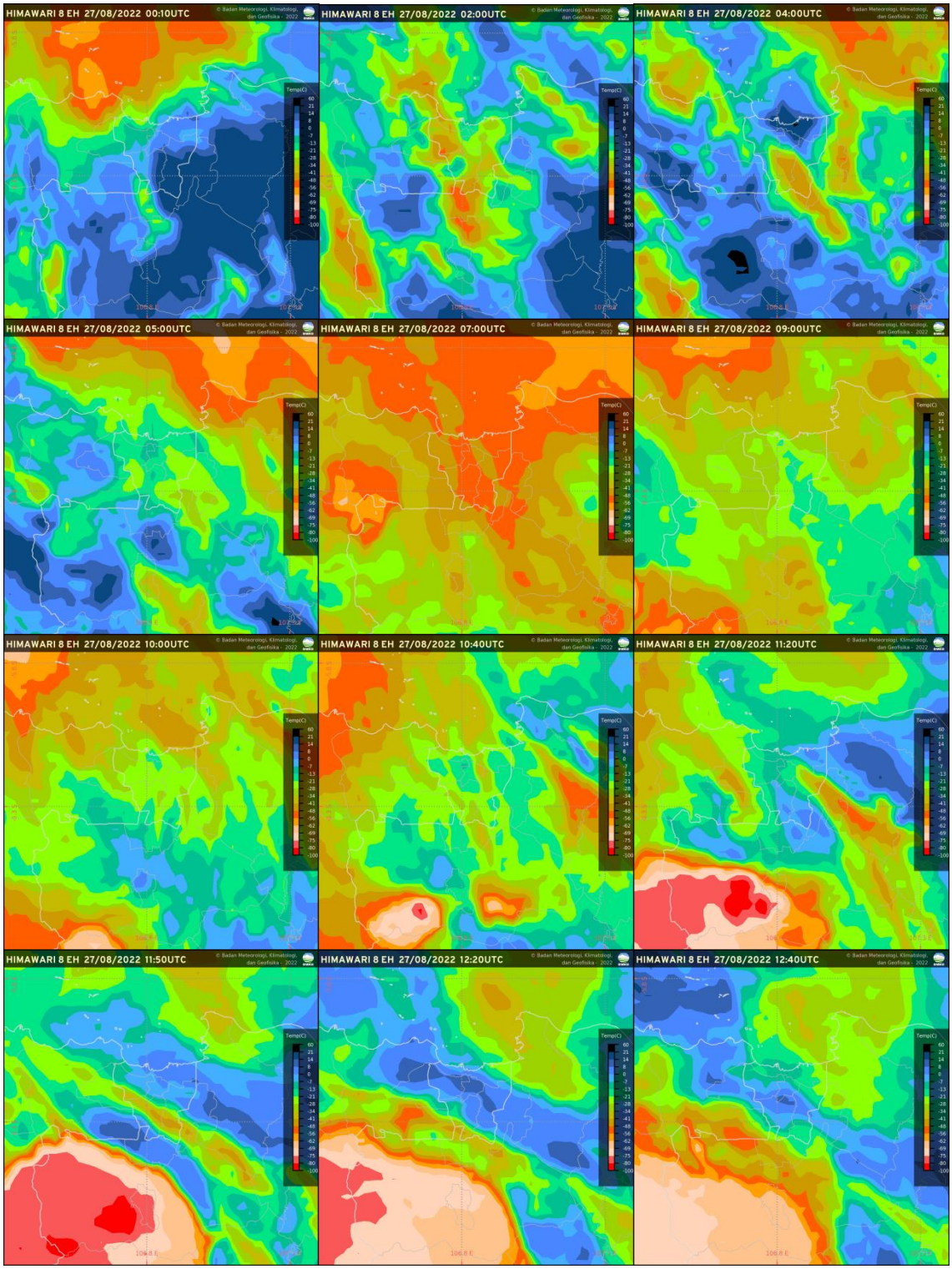
V. Rekomendasi

Kajian lebih lanjut terkait kejadian cuaca ekstrem serta dampak yang ditimbulkan sebaikanya terus dikembangkan, mengingat interaksi dinamika atmosfer akan terus berkembang seiring waktu, ditambah juga dengan dampak perubahan iklim dimana tatanan cuaca dan iklim akan sangat berubah ke depannya. Langkah mitigasi dan evakuasi memang sangat diperlukan mengingat dampak cuaca ekstrem dapat merugikan baik dari aspek materiil, moriil maupun jiwa, namun langkah antisipasi sebaiknya selalu menjadi prioritas utama, dengan potensi hujan yang tinggi sepanjang tahun di sebagian wilayah Bogor, dan tata guna lahan yang bukan hanya telah terpetakan bahkan terproyeksikan untuk beberapa tahun ke depan, dapat memberikan *clue* tentang langkah-langkah antisipasi yang perlu diprioritaskan dan mulai dari wilayah mana, sebagai contoh adalah wilayah perkotaan dengan pemukiman padat, resapan air kurang, akan beresiko banjir setiap hujan, maka sudah selayaknya pengembangan sistem drainase dan atau resapan air menjadi *concern* bagi pihak terkait.

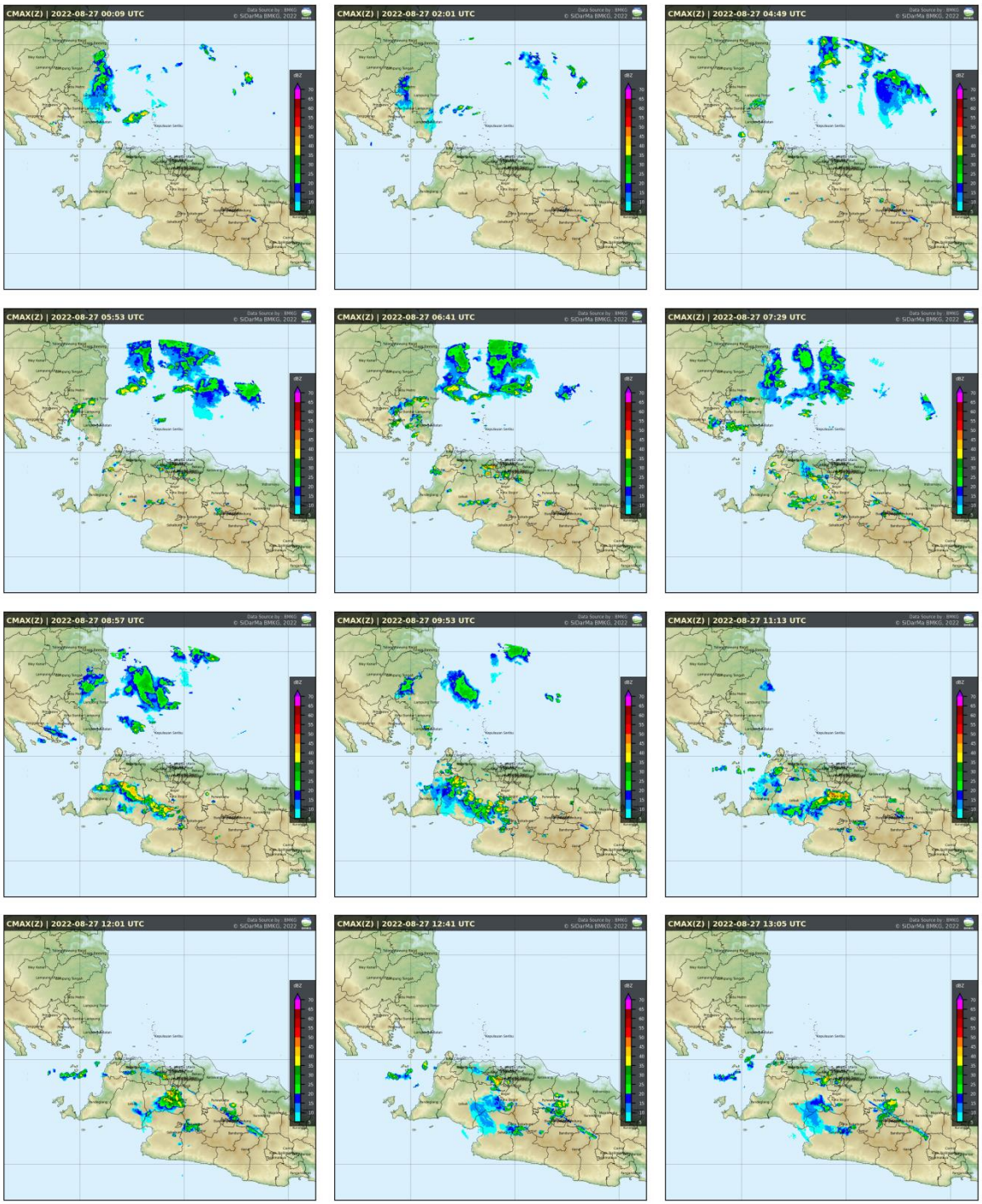
Daftar Pustaka

[1] https://bogorkab.go.id/pages/letak-geografis (diakses 30 Agustus 2022, 04.30 WIB)
[2] https://kotabogor.go.id/index.php/page/detail/9/letak-geografis (diakses 31 Agustus 2022 07.00 WIB)
[3] Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030,32p, 2015, UNISDR.org, Japan
4] Buletin Prakiraan musim hujan 2022/2023 Provinsi Jawa Barat, 2022, Stasiun Klimatologi Jawa Barat, Bogor
[5] Peraturan KBMKG No: KEP 009 Tahun 2010
[6] BPBD Kabupaten dan Kota Bogor
[7] https://web.meteo.bmkg.go.id/id/ (diakses 28 Agustus 2022, 03.00 WIB)
[8] http://www.bom.gov.au/climate/enso/#tabs=Pacific-Ocean&pacific=SOI (diakses 28 Agustus 2022, 03.00 WIB)
[9] https://ncics.org/pub/mjo/v2/map/olr.cfs.all.indonesia.1.png (diakses 31 Agustus 2022, 08.00 WIB)

Lampiran I Citra Satelit Jabodetabek 27 Agustus 2022 jam 00.10 – 12.40 UTC atau 07.10 – 19.40 WIB



Lampiran II Citra Radar Tangerang 27 Agustus 2022 jam 00.09 – 13.05 UTC atau 07.09 – 20.05 WIB



Bogor, 7 September 2022
Mengetahui,
Kepala Stasiun Klimatologi Jawa Barat

TTD

<u>Dr. Indra Gustari</u>
NIP. 197508241997031001

Penulis
1. Asri Rachmawati, M.Si
NIP. 198912032010122001
2. Retno Kartika Ningrum, S.Si
NIP. 198103082002122001
3. Leni Jantika Haswan, S.Si
NIP. 198401312006042001
4. Rossian Nursiddiq Islamiardi, S.Tr
NIP. 199806172021062001