

STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP)

NOMOR : SOP/024/KMU/VII/2023

TENTANG

**PENYEDIAAN DAN PENYEBARLUASAN PERINGATAN DINI
POTENSI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI LINGKUNGAN
BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA**

**BAB I
PENDAHULUAN**

1. UMUM

Kebakaran hutan dan lahan adalah suatu peristiwa terbakarnya hutan atau lahan baik secara alami maupun oleh perbuatan manusia, sehingga mengakibatkan dampak pada manusia dan kerusakan lingkungan yang menimbulkan kerugian ekologi, ekonomi, sosial budaya dan politik. Kebakaran hutan dan lahan merupakan kejadian yang pada umumnya terjadi pada musim kemarau atau saat periode kering.

Kebakaran hutan dan lahan sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Unsur-unsur cuaca seperti curah hujan, suhu udara, kelembapan udara, kecepatan dan arah angin secara langsung mempengaruhi terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Kondisi cuaca yang dimaksud yaitu pada saat cuaca panas dalam periode waktu tertentu yang mengakibatkan hutan dan lahan dalam kondisi kering. Kondisi kering ini dapat memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan.

Dalam upaya meningkatkan keseragaman dalam penyediaan dan penyebaran peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan pada tingkat nasional dan provinsi, perlu disusun Standar Operasional Prosedur (SOP) tentang penyediaan dan penyebarluasan peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan di lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

Dalam rangka penyediaan dan penyebaran peringatan dini kebakaran hutan dan lahan pada tingkat Nasional perlu disusun Standar Operasional Prosedur (SOP) tentang Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Potensi Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Lingkungan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.

2. MAKSUD DAN TUJUAN

- a. Maksud disusunnya SOP ini adalah sebagai acuan dalam Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Potensi Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Lingkungan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.
- b. Tujuan disusunnya SOP ini adalah terwujudnya keseragaman dan tertib administrasi dalam Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Potensi Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Lingkungan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.

3. RUANG LINGKUP

Standar Operasional Prosedur (SOP) ini menguraikan tata cara Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Potensi Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Lingkungan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika.

4. DASAR HUKUM

- a. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 139, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5058);
- b. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2016 tentang Pelayanan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 87, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5878);
- c. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2008 tentang Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika;
- d. Instruksi Presiden Republik Indonesia Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan;
- e. Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor KEP.06 tahun 2012 tentang Pedoman Penyusunan Standard Operating Procedures (SOP) di lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika sebagaimana telah diubah dengan Perka BMKG Nomor 2 tahun 2013;
- f. Peraturan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor 5 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 1370);
- g. Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor 9 Tahun 2022 tentang Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Cuaca Ekstrem;

h. Keputusan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor Kep.50/UM/KB/V/2017 Tahun 2017 tentang Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika dalam Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Cuaca Ekstrem, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor KEP.19/UM/KB/V/2021 tentang Perubahan Kedua Atas Keputusan KBMKG Nomor Kep. 50/UM/KB/V/2017.

BAB II

PROSEDUR

1. BMKG Pusat wajib menyediakan sarana dan prasarana peringatan dini kebakaran hutan dan lahan dalam sebuah sistem terintegrasi/platform digital yang disebut Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan dan Lahan (SPARTAN).
2. Penyediaan dan penyebarluasan informasi peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan di lingkungan BMKG Pusat dilaksanakan oleh Pusat Meteorologi Publik sebagai unit kerja yang melaksanakan penyediaan informasi cuaca publik.
3. Penyediaan dan penyebarluasan informasi peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan di tingkat Provinsi dilaksanakan oleh Unit Pelaksana Teknis (UPT) di lingkungan BMKG dalam penyediaan dan penyebarluasan peringatan dini cuaca ekstrem yang ditetapkan oleh Kepala BMKG.
4. Peringatan Dini Potensi Kebakaran Hutan dan Lahan di sediakan dalam durasi waktu 1 (satu) minggu ke depan meliputi wilayah Indonesia dan *Association of Southeast Asian Nation (ASEAN)*.

5. Penyediaan peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan minimal mencakup komponen kebakaran hutan dan lahan, serta asap lintas batas (*transboundary haze*).
6. BMKG Pusat melalui sistem SPARTAN wajib menyediakan informasi antara lain:
 - a. *Fire Danger Rating System (FDRS)*
 - b. Satelit Cuaca
 - c. Radar Cuaca
 - d. Prediksi Cuaca Numerik (curah hujan, angin, dan kelembapan)
 - e. Titik Panas (*Hotspot*)
 - f. Hari tanpa hujan
 - g. METAR
 - h. Analisis dan prediksi sebaran asap
7. Data produk luaran (*output*) Fire Danger Rating System (FDRS) minimal meliputi:
 - a. *Fine Fuel Moisture Code (FFMC)* : FFMC menunjukkan tingkat potensi kemudahan terjadinya kebakaran ditinjau dari parameter cuaca pada bahan-bahan ringan mudah terbakar di lapisan atas permukaan tanah. Mewakili tingkat kekeringan bahan-bahan ringan mudah terbakar (seperti humus permukaan, sampah dedaunan kering, alang-alang, dan bahan ringan lain) yang biasanya menutupi lantai hutan pada kedalaman 1-2 cm;
 - b. *Duff Moisture Code (DMC)* : DMC menunjukkan tingkat potensi kemudahan terjadinya kebakaran ditinjau dari parameter cuaca pada bahan organik di lapisan menengah permukaan tanah dan bahan-bahan kayu ringan (ranting-ranting kecil, semak belukar berkayu) di permukaan tanah. Mewakili tingkat kekeringan lapisan tanah organik atau bahan kurang padat lain pada kedalaman 5-10 cm dan bahan-bahan kayu ringan

- (ranting-ranting kecil, semak belukar berkayu) di permukaan tanah;
- c. *Drought Code* (DC) : DC menunjukkan tingkat potensi kemudahan terjadinya kebakaran ditinjau dari parameter cuaca pada bahan organik padat di lapisan bawah permukaan tanah dan bahan-bahan kayu berat (seperti gelondongan kayu) di permukaan tanah. Mewakili tingkat kekeringan lapisan tanah organik padat yang biasanya berada pada kedalaman >10 cm dan juga mewakili tingkat kekeringan bahan-bahan kayu berat (seperti gelondongan kayu) di permukaan tanah;
 - d. *Build-Up Index* (BUI) : BUI menunjukkan tingkat ketersediaan bahan organik mudah terbakar. Dihitung dari nilai DMC dan DC, umumnya lebih didominasi nilai DMC. Nilai DC hanya berpengaruh ketika lapisan tanah padat di lapisan bawah permukaan tanah mulai kering;
 - e. *Initial Spread Index* (ISI) : ISI menunjukkan tingkat kemudahan penyebaran api jika terjadi kebakaran hutan. Nilai ISI meningkat secara eksponensial terhadap kecepatan angin. Nilai ISI menjadi dua kali lipat setiap kenaikan kecepatan angin sebesar 13 km/jam (3.6 m/s). Sangat baik menggambarkan kemudahan penyebaran di area padang rumput atau alang-alang, dimana penyebaran api yang sangat cepat akibat kecepatan angin yang tinggi dapat membentuk pola kepala api; dan
 - f. *Fire Weather Index* (FWI) : FWI menunjukkan besarnya intensitas api jika terjadi kebakaran hutan. Sangat dipengaruhi nilai ISI dan BUI.
8. Data produk satelit cuaca sekurang-kurangnya meliputi :
- a. Satelit cuaca geostasioner menunjukkan suhu puncak awan yang didapat dari pengamatan radiasi pada panjang gelombang

- 10.4 mikrometer yang kemudian diklasifikasi dengan pewarnaan tertentu, dimana warna hitam atau biru menunjukkan tidak terdapat pembentukan awan yang banyak (cerah), sedangkan semakin dingin suhu puncak awan, dimana warna mendekati jingga hingga merah, menunjukkan pertumbuhan awan yang signifikan dan berpotensi terbentuknya awan Cumulonimbus.
- b. Deteksi Hotspot (titik api) menggunakan satelit polar yang memberikan gambaran lokasi wilayah yang mengalami kebakaran hutan.
9. Data produk radar cuaca sekurang-kurangnya menampilkan produk *Column Maximum* (CMAX/MAX). CMAX merupakan produk yang menampilkan nilai reflektivitas maksimum hingga ketinggian tertentu dengan besaran satuan desibel (dBZ).
10. Data produk analisis dan prediksi sebaran asap yaitu :
- Analisis sebaran asap merupakan salah satu produk dari satelit yang dianalisis berdasarkan metode *Red Green Blue* (RGB). Data ini *di-overlay* dengan arah dan kecepatan angin lapisan 1000 mb serta titik panas berdasarkan GeoHospot.
 - Prediksi sebaran asap merupakan produk yang ditampilkan dalam bentuk garis lintasan asap yang berpotensi menyebar dalam 24 (dua puluh empat) jam. Data ini diperoleh dari prediksi cuaca numerik khususnya angin di beberapa lapisan atmosfer.
11. Penyediaan dan penyebarluasan informasi peringatan dini Potensi Kebakaran Hutan dan Lahan di Lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika wajib memperhatikan sekurang-kurangnya data dan informasi:
- Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan dan Lahan (SPARTAN); dan/atau

- b. Data pengamatan lainnya.
12. Data pengamatan lainnya sebagaimana dimaksud diatas meliputi data tambahan di luar daripada produk yang dihasilkan dari SPARTAN. Data pengamatan ini bersifat tidak wajib namun dapat dijadikan pendukung dalam analisis peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan, antara lain:
- a. Data observasi dari AWS/ARG;
 - b. Data tinggi muka air gambut;
 - c. Data satelit polar;
 - d. Informasi dari Daerah Operasi (DAOPS) Manggala Agni Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK);
 - e. Informasi dari masyarakat; dan/atau
 - f. Data lainnya.
13. Tahapan pekerjaan penyediaan peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan meliputi:
- a. Pembuatan produk dan analisis; dan
 - b. Diseminasi.
14. Tahapan pembuatan produk dan analisis meliputi:
- a. Pengolahan data luaran FDRS ke dalam 2 (dua) produk, yaitu peta dan buletin; dan
 - b. Pengamatan dan analisis potensi peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan.
15. Produk peta dan buletin yaitu:
- a. Produk Peta mencakup wilayah Indonesia dan ASEAN untuk setiap produk luaran FDRS dan disajikan dalam format gambar; dan
 - b. Produk Buletin mencakup wilayah di Indonesia dan disajikan dalam bentuk dokumen.

16. Pengolahan produk peta dan buletin dilaksanakan dengan pembaruan setiap 24 (dua puluh empat) jam dan disebarluaskan melalui web dan email.
17. Pengamatan dan analisis potensi peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:
- Mengamati dan menganalisis setiap produk FDRS (FFMC, DMC, DC, BUI, ISI dan FWI) pada setiap provinsi. Potensi rendah dan tinggi ditunjukkan pada warna dan nilai tertentu.
 - Melakukan pengamatan menggunakan data lain diluar SPARTAN jika diperlukan.
 - Menyusun buletin peringatan dini kebakaran hutan dan lahan.
18. Potensi rendah dan tinggi pada setiap produk FDRS adalah sebagai berikut :

a. FFMC

Warna	Rentang	Deskripsi
Biru	0 - 72	Alang-alang dan dedaunan yang biasanya menutupi lantai hutan dalam kondisi basah dan sulit terbakar
Hijau	73 - 77	Alang-alang dan dedaunan yang biasanya menutupi lantai hutan dalam kondisi lembab dan cukup sulit terbakar
Kuning	78 - 82	Alang-alang dan dedaunan yang biasanya menutupi lantai hutan dalam kondisi kering dan mudah terbakar
Merah	>82	Alang-alang dan dedaunan yang biasanya menutupi lantai hutan dalam kondisi sangat kering dan sangat mudah terbakar

b. DMC

Warna	Rentang	Deskripsi
Biru	0 - 4	Bahan organik di lapisan menengah permukaan tanah dalam keadaan basah
Hijau	5 - 14	Bahan organik di lapisan menengah permukaan tanah dalam keadaan lembab
Kuning	15 - 29	Bahan organik di lapisan menengah permukaan tanah dalam keadaan kering
Merah	>29	Bahan organik di lapisan menengah permukaan tanah dalam keadaan sangat kering

c. DC

Warna	Rentang	Deskripsi
Biru	0 - 140	Kondisi lapisan permukaan tanah bagian bawah dalam kondisi basah . Perlu waktu lebih dari 4 pekan tanpa hujan untuk mencapai kondisi sangat kering.
Hijau	141 - 260	Kondisi lapisan permukaan tanah bagian bawah dalam kondisi lembab . Perlu waktu setidaknya 2 pekan tanpa hujan untuk mencapai kondisi sangat kering.
Kuning	261 - 350	Kondisi lapisan permukaan tanah bagian bawah dalam kondisi kering . Kekeringan mulai terjadi, pengawasan kegiatan pembakaran lahan perlu diperketat. Jika dalam kurun waktu 5 - 7 hari ke depan tidak terjadi hujan, dapat meningkat menjadi kategori sangat kering

Merah	>350	<p>Kondisi lapisan permukaan tanah bagian bawah dalam kondisi sangat kering. Kekeringan mulai mencapai kondisi ekstrem, pelarangan kegiatan pembakaran lahan perlu digalakkan.</p> <p>*) Berdasarkan catatan historis, kondisi kabut asap sangat parah di Indonesia terjadi dalam rentang nilai ini.</p>
--------------	----------------	---

d. BUI

Warna	Rentang	Deskripsi
Biru	0 – 6	Ketersediaan jumlah bahan organik mudah terbakar masih sangat rendah
Hijau	7 – 19	Ketersediaan jumlah bahan organik mudah terbakar masih rendah
Kuning	20 – 33	Ketersediaan jumlah bahan organik mudah terbakar rendah - sedang
Merah	>33	Ketersediaan jumlah bahan organik mudah terbakar sedang - tinggi

e. ISI

Warna	Rentang	Deskripsi
Biru	0 – 1	Kebakaran menyebar dengan perlahan. Api dapat ditangani dengan peralatan tangan.

Hijau	2 – 3	Kebakaran menyebar dengan perlahan. Bagian tepi api (<i>fire's flank</i>) dapat ditangani dengan peralatan tangan, namun air bertekanan (menggunakan pompa air dan selang pemadam api) diperlukan untuk mengendalikan bagian kepala api (<i>fire's head</i>)
Kuning	4 – 5	Kebakaran menyebar dengan cukup cepat. Pemadaman perlu menggunakan air bertekanan (menggunakan pompa air dan selang pemadam api). Perlu dibuat garis kontrol (<i>control line</i>) menggunakan peralatan mekanik (seperti: bulldozer, dll) sebagai upaya antisipasi agar kebakaran tidak semakin meluas.
Merah	>5	<p>Kebakaran menyebar dengan cepat. Pemadaman perlu menggunakan air bertekanan (menggunakan pompa air dan selang pemadam api). Perlu dibuat garis kontrol (<i>control line</i>) menggunakan peralatan mekanik (seperti: bulldozer, dll) sebagai upaya antisipasi agar kebakaran tidak semakin meluas.</p> <p>Strategi <i>back-burning</i> dibarengi dengan upaya pemadaman sangat disarankan untuk membantu membuat api lebih terkendali.</p>

28. Dalam hal terdapat pembaruan teknologi prediksi cuaca numerik dengan domain yang lebih luas mencakup wilayah negara lain, BMKG Pusat dapat menyediakan dan menyebarluaskan informasi peringatan dini kebakaran hutan dan lahan berdasarkan domain tersebut.
29. BMKG Pusat wajib melakukan kalibrasi indeks FDRS setidaknya dilakukan di 3 (tiga) lokasi berbeda setiap tahunnya.
30. SPARTAN wajib mempertimbangkan kelayakan FDRS yang disediakan oleh lembaga/organisasi lain untuk dapat dimasukkan dalam mode operasional, setelah melalui uji kelayakan.
31. Uji kelayakan FDRS wajib dilakukan jika terdapat indeks atau algoritma FDRS baru diajukan untuk menjadi mode operasional.
32. Uji kelayakan FDRS untuk menjadi mode operasional sekurang-kurangnya harus dilakukan pengkajian secara ilmiah dan harus dilaksanakan paling sedikit 3 (tiga) bulan serta validasi data secara langsung di lapangan.
33. Standar Operasional Prosedur (SOP) tentang penyediaan dan penyebarluasan Peringatan Dini Potensi Kebakaran Hutan dan Lahan di Lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika tercantum dalam Lampiran SOP ini

BAB III
PENUTUP

Standar Operasional Prosedur (SOP) ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal, 13 Juli 2023

Plt. KEPALA PUSAT
METEOROLOGI PUBLIK,



ANDRI RAMDHANI



**DEPUTI BIDANG
METEOROLOGI**
**PUSAT
METEOROLOGI
PUBLIK**

BMKG

Nomor SOP : SOP/024/KMU/VII/2023
Tanggal : 13 Juli 2023
Pembuatan
Tanggal Revisi :
Tanggal Efektif : 13 Juli 2023
Disahkan Oleh : Plt. Kepala Pusat Meteorologi Publik

Dr. Andri Ramdhani, S.Kom, M.Si.
NIP. 197808051999031001

**SOP PENYEDIAAN DAN PENYEBARLUASAN
PERINGATAN DINI POTENSI KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN
DI LINGKUNGAN BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA**

Dasar Hukum :	Kualifikasi Pelaksanaan :
<ol style="list-style-type: none">1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 139, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5058);2. Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2016 tentang Pelayanan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 87, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5878);3. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2008 tentang Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika;4. Instruksi Presiden Republik Indonesia Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020 tentang Penanggulangan Kebakaran Hutan dan Lahan;5. Peraturan Kepala BMKG Nomor KEP.06 tahun 2012 tentang Pedoman Penyusunan Standard Operating Procedures (SOP) di lingkungan BMKG sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Kepala BMKG Nomor 2 tahun 2013;	<ol style="list-style-type: none">1. Mampu menggunakan komputer;2. Memiliki kompetensi bidang meteorologi;3. Memahami data-data meteorologi;4. Mampu menganalisis dinamika atmosfer.

<p>6. Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor 5 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 1370);</p> <p>7. Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor 9 Tahun 2022 tentang Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Cuaca Ekstrem;</p> <p>8. Keputusan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor Kep.50/UM/KB/V/2017 Tahun 2017 tentang Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika dalam Penyediaan dan Penyebarluasan Peringatan Dini Cuaca Ekstrem, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Nomor KEP.19/UM/KB/V/2021 tentang Perubahan Kedua Atas Keputusan KBMKG Nomor Kep. 50/UM/KB/V/2017.</p>	
Keterkaitan :	Peralatan/Perlengkapan
	1. Komputer;
	2. Jaringan internet;
	3. Alat komunikasi;
	4. Alat tulis kantor.
Peringatan :	Pencatatan dan Pendataan :
Jika tidak dilaksanakan, maka UPT tidak akan mendapatkan panduan potensi kebakaran hutan dan lahan	Disimpan sebagai data elektronik
Uraian Prosedur :	
A. Pengolahan	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Prakirawan menginput parameter cuaca hasil keluaran <i>numerical weather prediction</i> (NWP), data synoptik dan data curah hujan <i>Global Satellite Mapping of Precipitation</i> (GSMaP). 2. Prakirawan mengolah data inputan untuk memperoleh indeks-indeks peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan berdasarkan unsur cuaca. 3. Prakirawan melakukan pengamatan dan menganalisis produk peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan berdasarkan unsur cuaca. 4. Membuat laporan peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan berdasarkan unsur cuaca. 	

B. Penyebarluasan

1. Prakirawan menyebarkan informasi peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan berdasarkan unsur cuaca melalui website dan surat elektronik.
2. Prakirawan mengarsipkan laporan peringatan dini potensi kebakaran hutan dan lahan berdasarkan unsur cuaca.