

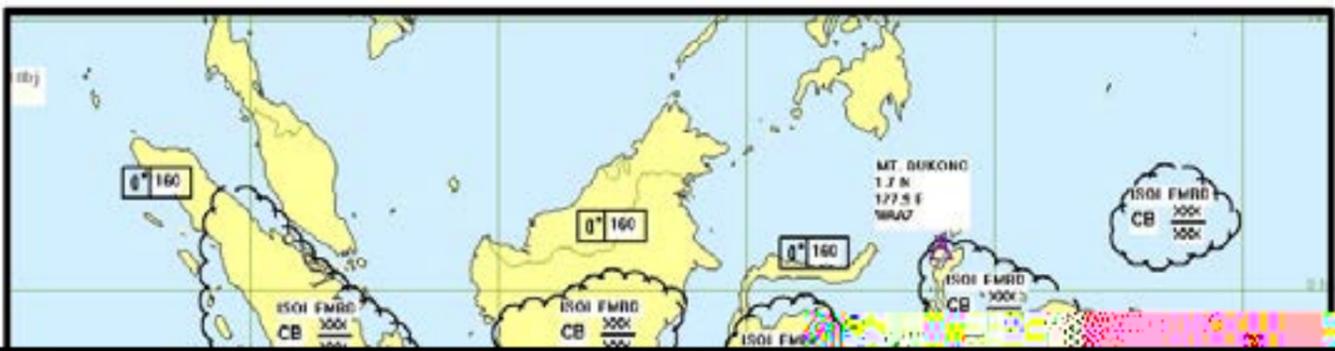
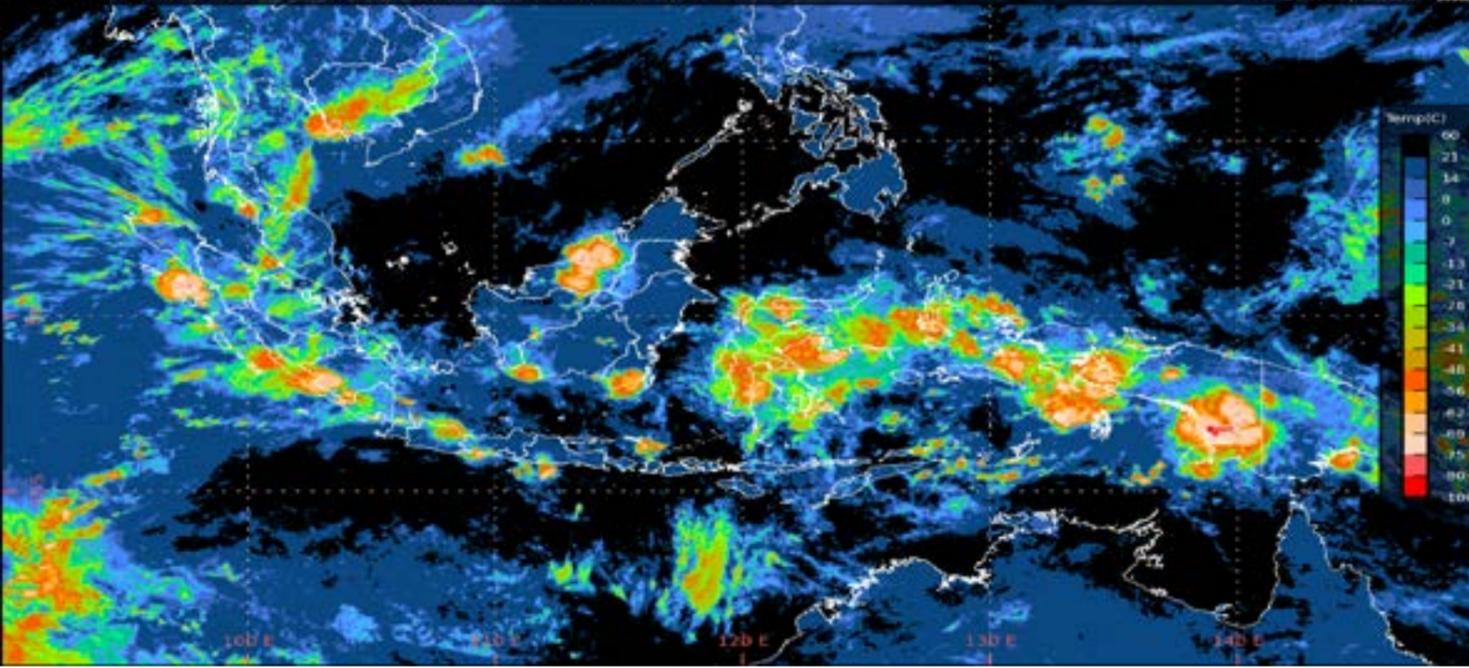


# PENGINDERAAN JAUH



**BMKG**

**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA  
STASIUN METEOROLOGI KELAS II GUSTI NGURAH RAI**



Sapa Editor  
**PENGINDERAAN JAUH**

**P**engindraan Jauh merupakan sesuatu yang diamati dari jauh atau sesuatu yang diletakkan jauh. Dalam mengamati cuaca, prakiraan cuaca tidak serta merta menggunakan perhitungan statistik, pengamatan secara langsung atau pemodelan namun juga menggunakan alat pengindraan jarak jauh yang mempunyai cakupan lebih luas untuk mengetahui gambaran kondisi atmosfer. Pengindraan jauh dengan alat yang umum digunakan yaitu citra satelit dan juga radar cuaca.

**Tim Redaksi**



Diterbitkan oleh:  
Stasiun Meteorologi Kelas I Ngurah Rai - Denpasar

Gedung GOI Lt. II Bandara Ngurah Rai Denpasar  
Kodepos 80361  
03619359754 | 0361701601  
03619351124 | 03619356665  
stametngurahrai@gmail.com

Website:  
<http://ngurahrai.bali.bmkg.go.id/>



**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA  
STASIUN METEOROLOGI KELAS I I GUSTI NGURAH RAI**

***WEATHER SERVICE FOR FLIGHT SAFETY***



# Correlation Analysis of Sea Surface Temperature (SST) and Zonal Component of Wind In The West Sumatera Waters During 2012-2016

Oleh: Ni Luh Putu Sri Ariastuti

**Judul: Correlation Analysis of Sea Surface Temperature (SST) and Zonal Component of Wind In The West Sumatera Waters During 2012-2016**

**Penulis: U. J. Wisna<sup>1</sup>, R. B. Hatmaja, I. M. Radjawane, and T. Al Tanto**

## A. Latar Belakang

Perairan Sumatera Barat adalah wilayah perairan yang strategis, karena dinamika laut dan posisi geografisnya yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia dan persis berada di bawah garis khatulistiwa. Akibatnya, karakteristik air sangat dipengaruhi oleh musim (angin pembalikan musiman disertai dengan perubahan curah hujan yang sesuai) yang bertiup sekitar enam bulan dari barat daya dan enam bulan dari timur laut. Sebagai akibat dari pengaruh variabilitas iklim, kondisi fisik di perairan Sumatera Barat sangat tidak menentu.

Parameter yang terkena dampak langsung adalah suhu perairan. Temperatur permukaan laut (SST) adalah parameter signifikan, mudah diamati yang dapat mendeteksi variabilitas dan iklim baik regional maupun global. Di permukaan, distribusi suhu sangat terkait dengan pengaruh angin, yang merupakan faktor utama yang berperan dalam distribusi massa air. Oleh karena itu, menilai angin permukaan di daerah studi sangat penting. Di permukaan, distribusi suhu sangat terkait dengan pengaruh angin, yang merupakan faktor utama yang berperan dalam distribusi massa air. Oleh karena itu, menilai angin permukaan di daerah studi sangat penting. Selain itu, angin permukaan juga berperan dalam menginduksi upwelling di dekat pantai dan siklus IOD juga. Dengan memeriksa angin yang dipengaruhi SST di perairan Sumatera Barat, kita dapat memperoleh gambaran yang baik tentang distribusi dan periode terkait dengan siklus IOD.

Sebuah studi korelasi dan koherensi antara distribusi SST dan komponen wind angin sangat penting di mana penelitian ini dapat berguna untuk memprediksi daerah upwelling, serta ideat dari

pengaruh angin dipermukaan. Sebaliknya, variasi musiman terkuat dari SPL pada periode 35-60 hari ditemukan terjadi pada bulan Desember 2012 hingga Maret 2013.

#### D. PEMBAHASAN

Untuk menganalisis peran signifikan IOD dalam mengendalikan suhu air laut, kami membandingkan fluktuasi fase IOD dan data SST selama empat tahun di mana mode positif terjadi selama September-November 2015 sementara mode negatif terjadi selama Juni-September 2016. Gambar 2 menunjukkan bahwa SST meningkat secara signifikan dari Maret hingga Juni di setiap tahun mulai dari 28,5 hingga 30°C. Selain itu, ada anomali, di mana suhu turun pada Oktober 2015 dan kemudian meningkat drastis pada pertengahan 2016 (Maret - Juli 2016). IOD dapat sangat memicu anomali SST (SSTa).

Mode dipol meningkat secara dramatis pada Oktober 2015, menunjukkan munculnya IOD positif (Dominasi suhu rendah di Sumatera Barat) (Gambar 2). Penurunan signifikan dalam mode dipol telah diidentifikasi selama Juni-September 2016, menunjukkan terjadinya fase negatif (suhu permukaan laut yang lebih tinggi di Sumatera Barat). Berdasarkan hasil ini, SST kemungkinan besar terkait dengan siklus IOD seperti yang ditunjukkan oleh variasi yang relatif berlawanan antara data SST dan IOD.

Gambar 3a menunjukkan bahwa rata-rata SST menurun di Stasiun 1 ke Stasiun 4, lalu ratakan di Stasiun 5, berkurang di Stasiun 6 dan 7, dan ratakan lagi di Stasiun 8 (Tabel 2). Fluktuasi adalah <math><1^{\circ}\text{C}</math>. SST di wilayah selatan cenderung lebih rendah dari wilayah utara, yang mungkin dipengaruhi oleh pemanasan matahari

Station	SST ( $^{\circ}\text{C}$ )	Wind velocity (m/s)
Station 1	29.74	2.49
Station 2	29.42	2.83
Station 3	29.15	3.12
Station 4	28.88	3.41
Station 5	28.61	3.70
Station 6	28.34	3.99
Station 7	28.07	4.28
Station 8	27.80	4.57

Gambar 5 menunjukkan periode 30 hingga 1461 hari yang digunakan untuk menganalisis terjadinya variasi *musiman-interannual*. Itu dilakukan dengan mengabaikan variasi harian-mingguan (periode 2 hingga 28 hari). Variasi tahunan sangat kuat dalam periode 365 hari yang terjadi sepanjang tahun. Selain itu, ada variasi intra-musiman dengan periode sekitar 35-60 hari yang terjadi selama Desember 2012 - Maret 2013, terutama di Stasiun 1 dan Stasiun 2. Limpasan air tawar dengan suhu rendah (faktor antropogenik) dapat mempengaruhi intra-musiman variasi SST.

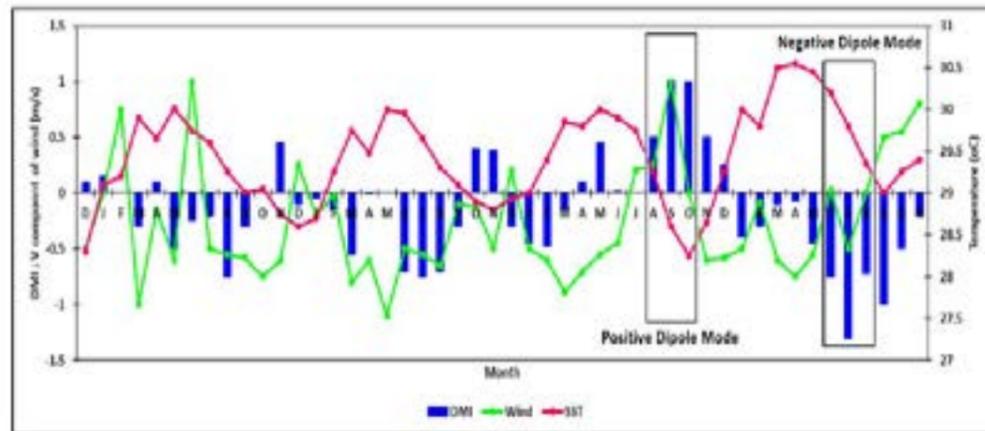


Figure 2. Time series of monthly average SST and V component of wind compared with DMI in West Sumatera Waters for four years (December 2012 to November 2016)

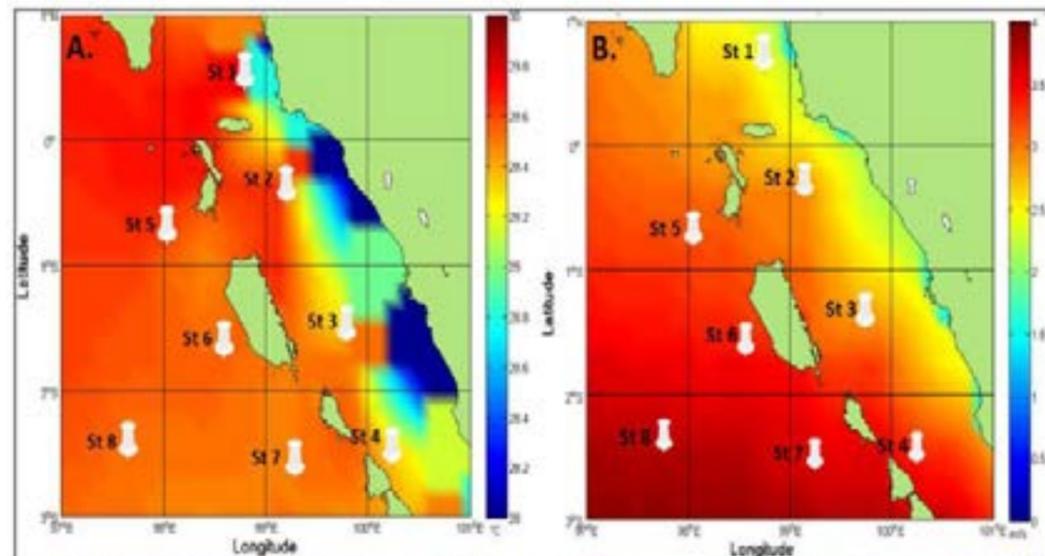


Figure 3. The spatial distribution of mean SST interpolated from monthly SST data (A) and average wind velocity (B) in the West Sumatera Waters during December 2012 to November 2016.

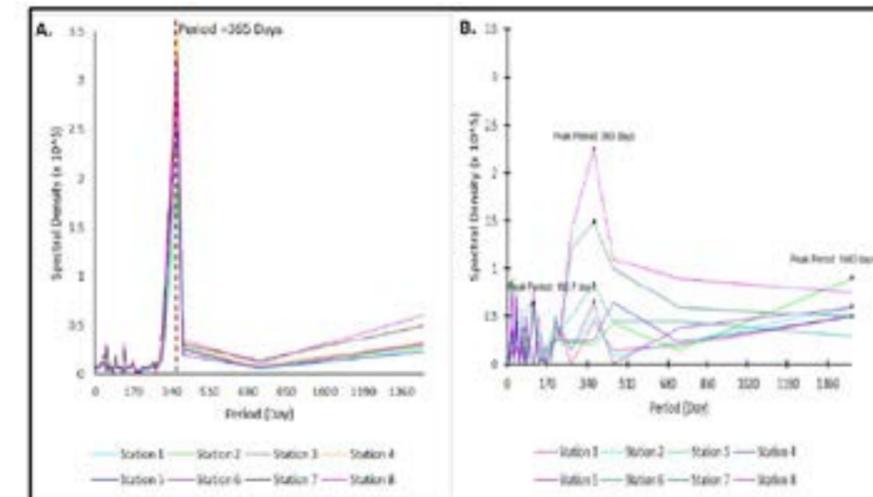


Figure 4. Spectral density of SST and V component of wind at each station. The strongest annual SST variation is uniform in the 365 days period (A), while the zonal component is more erratic by which the peak period varies at all stations (B).

Gambar 4a menggambarkan dominasi *variabilitas* tahunan SST periode 365 hari dan antar tahunan. Gambar 4b menunjukkan kepadatan spektral dominan dari variasi komponen angin zonal harian di mana variansinya di perairan Sumatera Barat sangat tinggi dan tidak menentu. Namun demikian, variasi musiman bervariasi dari 91 hingga 97 hari, variasi intra-musiman selama periode 35 hingga 90 hari, variasi semi-tahunan 183 hingga 209 hari (periode 6 bulan), dan variasi tahunan periode 365 hari, variasi periode 730 (dua tahun) hingga 1461 hari. Variasi SST tahunan dan antar-tahunan diperkirakan diinduksi oleh siklus musim. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perubahan kecepatan angin permukaan yang lebih kuat pada musim hujan barat daya (Juni-Agustus) dan musim transisi ke-2 (September-November).

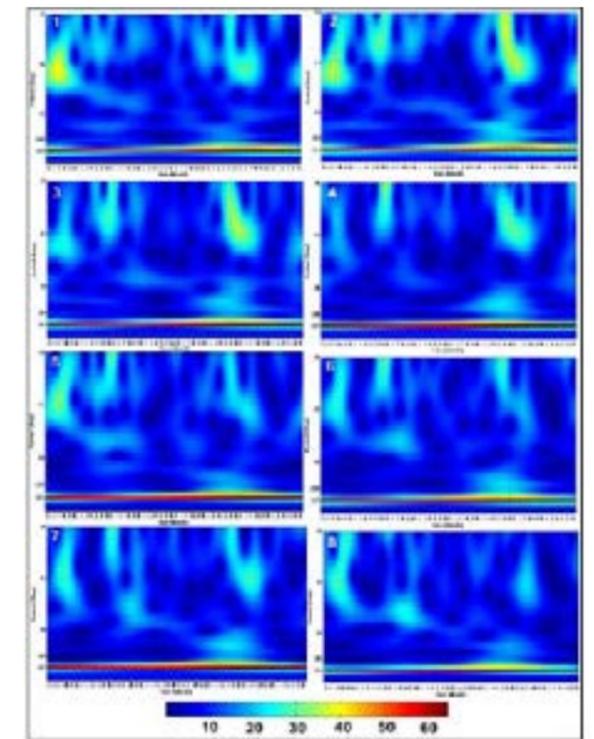
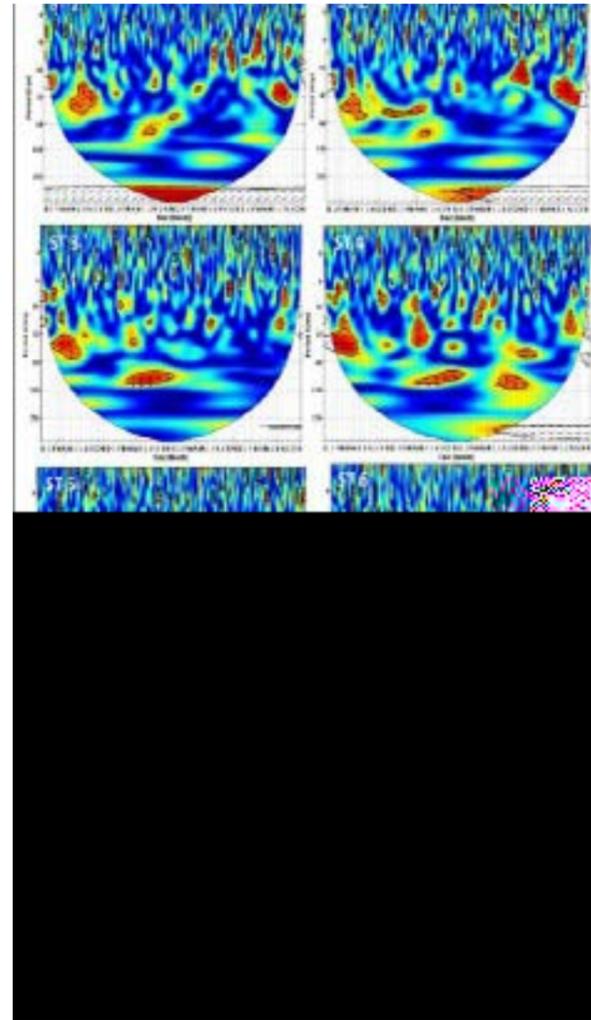
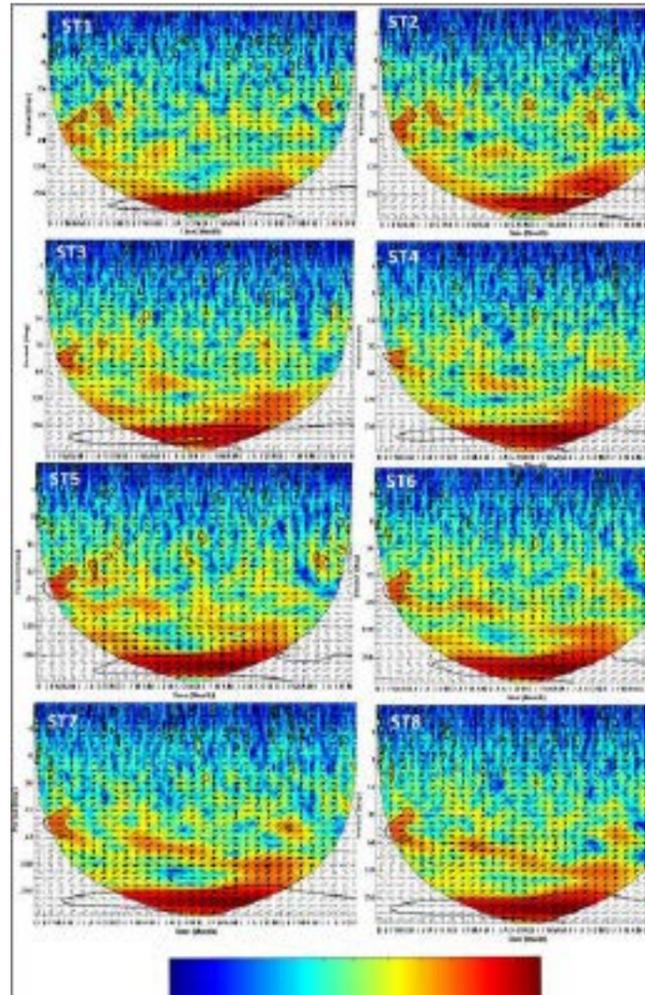


Figure 5. Time series of SST data at each station.



Gambar 6 menunjukkan korelasi antara SST dan komponen V angin dalam periode 32-60 hari (dominasi variasi intra-musiman) yang terjadi pada Maret-September 2013 cenderung *anti-fase*. Istilah *anti-fase* berarti bahwa kecepatan angin berkurang ketika peningkatan SST muncul. Dalam hal ini, kecepatan angin meningkat di perairan selatan, menghasilkan penurunan SST di wilayah itu. Ini berarti bahwa angin mendistribusikan massa air hangat ke arah utara dan barat. Kalau tidak, ketika angin bergerak lambat, massa air hangat akan didistribusikan oleh faktor-faktor lain seperti arus, gelombang, tekanan, dan IOD.

Koherensi wavelet menunjukkan koherensi antara SST dan komponen kecepatan angin dengan periode 32 hingga 60 hari (variasi intra-musiman dominan) yang terjadi pada bulan Maret-September 2013 cenderung anti fase (Gambar 7). Koherensi variasi intra-musiman sangat meningkat di Stasiun 4 hingga Stasiun 8 di perairan selatan dan wilayah yang berbatasan dengan Samudera Hindia.

### E. Kesimpulan

Ada korelasi dan koherensi antara SST dan kecepatan komponen zonal angin, dengan berbagai periode dan variasi. Korelasi dan koherensi dominan yang bervariasi selama intra-musiman dengan periode 35 hingga 90 hari cenderung anti-fase. Rezim angin mempengaruhi distribusi SST dengan periode sekitar 35-90 hari (variasi intra-musiman). Korelasi dan koherensi semi-tahunan dengan periode tahunan yang kuat terjadi di perairan selatan dan laut terbuka yang bersebelahan dengan Samudra Hindia (anti-fase) menunjukkan pengaruh terbatas angin muson di wilayah itu. Perairan Sumatera dibatasi oleh beberapa pulau kecil di mana pengaruh limpasan air tawar, arus, ombak, pasang surut, dan upwelling terjadi. Selama acara IOD positif pada Oktober 2015, kecepatan angin permukaan cenderung setinggi SST lebih rendah dari kondisi normal dan sebaliknya untuk mode negatif.

### F. Daftar Pustaka

- U. J. Wisna, T. Al Tanto, and I. Ilham, "Spatial Distribution of Sea Surface Temperature in West Sumatera Seawaters Associated With Indian Ocean Dipole (IOD) Event in Transitional Seasons (August-October) (Case Study: Pasumpahan and Sibonta Island)," *J. Ilm. GEOMATIKA*, 2017.
- N. H. Saji, B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, and T. Yamagata, "A dipole mode in the tropical Indian Ocean.," *Nature*, 1999.
- J. P. McWilliams, I. M. Côté, J. A. Gill, W. J. Sutherland, and A. R. Watkinson, "Accelerating impacts of temperature-induced coral bleaching in the Caribbean," *Ecology*, 2005.
- U. J. Wisna and H. Khoirunnisa, "Sea surface temperature rising trend and its influence on the coral mortality in pagai strait, Mentawai Islands, Indonesia," *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 10, 2017.
- L. Stramma, P. Cornillon, R. A. Weller, J. F. Price, and M. G. Briscoe, "Large Diurnal Sea Surface Temperature Variability: Satellite and In Situ Measurements," *J. Phys. Oceanogr.*, 2002.
- I. Iskandar, S. A. Rao, and T. Tozuka, "Chlorophyll-a bloom along the southern coasts of Java and Sumatra during 2006," *Int. J. Remote Sens.*, 2009.
- D. N. Sugianto and A. A. . Suryoputro, "Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat," *ILMU Kelaut. Indones. J. Mar. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 79-92, 2007.
- Kunarso, S. Hadi, and N. S. Ningsih, "Kajian Lokasi Upwelling untuk Penentuan Fishing Ground Potensial Ikan Tuna," *Ilmu Kelaut.*, vol. 10, no. 2, pp. 61-67, 2005.
- R. D. Susanto, T. S. Moore, and J. Marra, "Ocean color variability in the Indonesian Seas during the SeaWiFS era," *Geochemistry, Geophys. Geosystems*, 2006.
- D. Wang, T. C. Gouhier, B. A. Menge, and A. R. Ganguly, "Intensification and spatial homogenization of coastal upwelling under climate change," *Nature*, 2015.
- D. P. Dee et al., "The ERA-Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system," *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 2011.
- J. Sprintall, A. L., Gordon, A., Koch-Larrouy, T., Lee, J. T., Potemra K., Pujiana, & S. E., Wijffels, "The Indonesian seas and their role in the coupled ocean-climate system," *Nat. Geosci.*, 2014.
- J. Li and R. Ding, "Temporal-spatial distribution of the predictability limit of monthly sea surface temperature in the global oceans," *Int. J. Climatol.*, 2013.
- T. Qu, Y. Du, J. Stachan, G. Meyers, and J. Slingo, "Sea Surface Temperature and its Variability in the Indonesian Region," *Oceanography*, 2011.

# SUHU, TEKANAN, DAN KELEMBABAN UDARA MARET 2020

Oleh : I Kadek Mas Satriyabawa

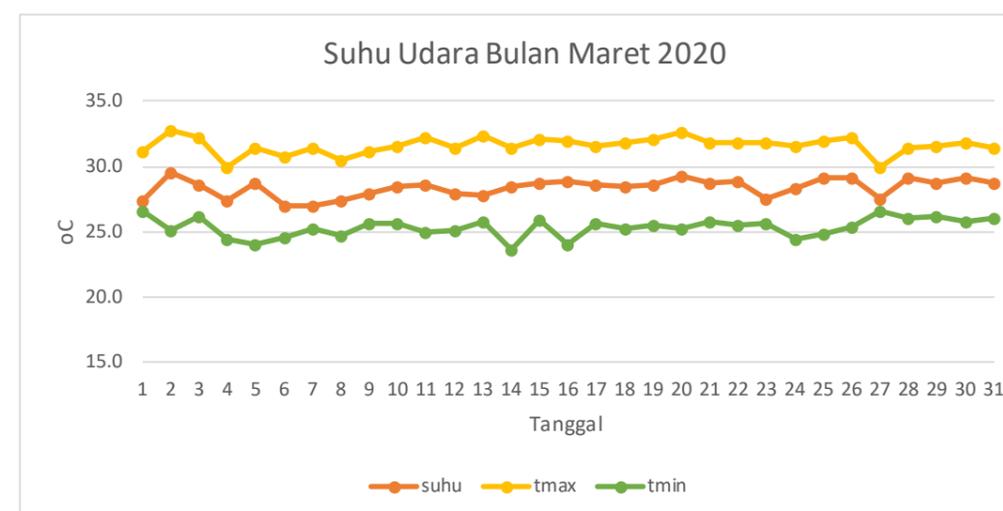
**B**ulan Maret lalu, Bali khususnya wilayah sekitar Bandara I Gusti Ngurah Rai didominasi oleh kondisi cuaca hujan. Pada dasarian I bulan Maret 2020 (sepuluh hari pertama di bulan Maret 2020) tercatat terjadi 9 hari hujan, kemudian pada dasarian II tercatat terjadi 5 hari hujan, dan selanjutnya pada dasarian III tercatat terjadi 4 hari hujan. Bulan Maret hujan masih mengguyur wilayah Bandara I Gusti Ngurah Rai dengan intensitas yang cenderung sedang hingga lebat yang disertai dengan petir, biasanya terjadi pada sore hari hingga dini hari. Lalu bagaimana dengan keadaan suhu, tekanan, dan kelembaban udara bulan Maret 2020? Berikut kita simak ulasannya.

Pada periode musim hujan biasanya kita akan merasakan suhu yang lebih hangat daripada biasanya terutama pada malam dan dini hari. Hal ini disebabkan karena banyaknya jumlah tutupan awan sehingga pelepasan panas dari bumi langsung ke atmosfer terhalangi oleh awan. Selain itu, pada musim hujan kita juga akan merasakan udara yang cenderung lembap. Hal ini disebabkan karena pada musim hujan bertiup angin baratan yang membawa massa udara yang dingin dan lembap dari daratan Asia melewati Indonesia. Massa udara ini bersifat dingin dan lembap karena melewati lautan yang luas di Laut Cina Selatan dan mendapatkan banyak suplai uap air dari lautan.

Berdasarkan data hasil observasi Stasiun Meteorologi Ngurah Rai Denpasar, suhu rata-rata pada bulan Maret 2020 tercatat 29,6 °C sedangkan suhu rata-rata maksimumnya adalah 28,7

°C dan suhu rata-rata terendahnya adalah 27,0°C. Suhu maksimum rata-rata yaitu 31,6 °C, suhu maksimum tertingginya yaitu 32,8°C, sedangkan suhu maksimum terendahnya yaitu 30,0°C. Suhu minimum rata-rata yaitu 25,3 °C, suhu minimum tertingginya yaitu 26,6°C sedangkan suhu minimum terendah yaitu 23,6°C. Rata-rata klimatologis bulan Maret selama 30 tahun untuk suhu rata-rata adalah 27,6°C, suhu maksimum 31,3°C, dan suhu minimum yaitu 24,7°C.

Kondisi suhu rata-rata, suhu maksimum, suhu minimum, tekanan dan kelembaban udara pada bulan Maret 2020 disajikan dalam bentuk grafik seperti berikut. Dari grafik tersebut dapat kita lihat bahwa suhu rata-rata, suhu maksimum dan suhu minimum pada bulan Maret 2020 cenderung *berfluktuasi*. Terjadi kenaikan dan penurunan suhu selama bulan Maret 2020 namun tidak terlalu signifikan.



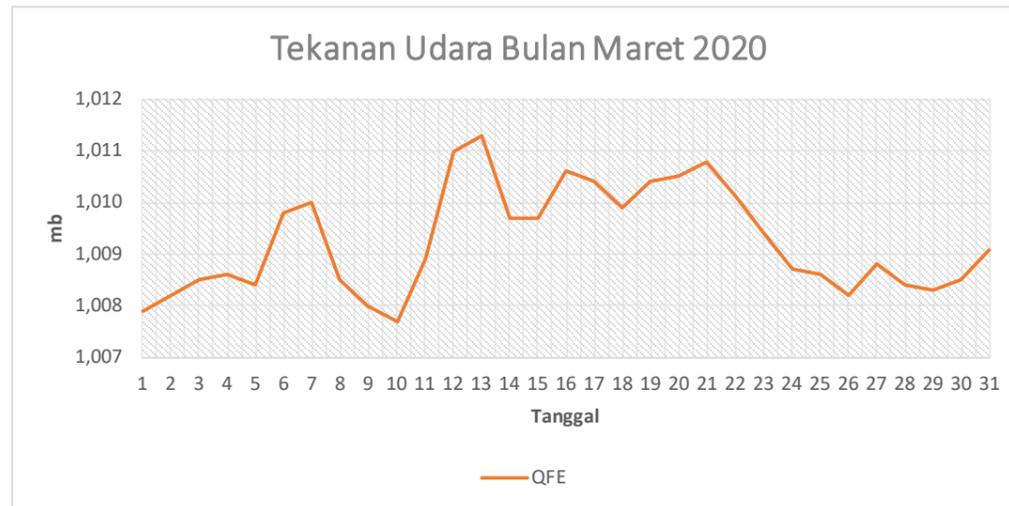
▲ Suhu Udara Bulan Maret 2020 di Stasiun Meteorologi Kelas I Ngurah Rai Denpasar

Suhu rata-rata bulan Maret 2020 lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata klimatologis 30 tahunnya (normal) dan terlihat cukup signifikan. Suhu rata-rata bulan Maret 2020 mencapai 29,6°C, lebih tinggi dari normalnya yaitu 27,6°C. Suhu minimum bulan Maret 2020 mencapai 25,3°C yaitu lebih tinggi daripada kondisi normalnya yaitu 24,7°C. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu udara pada malam hingga dini hari cenderung lebih hangat daripada kondisi normalnya. Hal yang sama juga terjadi pada suhu rata-rata maksimum dimana pada bulan Maret 2020 mencapai angka 31,6°C, yaitu lebih tinggi daripada normalnya yaitu 31,3°C. Hal ini juga mengindikasikan bahwa suhu udara pada siang hari cenderung lebih panas daripada kondisi normalnya.

Grafik tekanan udara menunjukkan kondisi yang berfluktuasi. Dimana pada awal bulan Maret 2020 tekanan udara rata-rata menca-

pai 1007,7 mb dan tekanan udara rata-rata tertinggi terjadi pada tanggal 13 yaitu mencapai 1011,3 mb. Grafik kelembaban udara juga menunjukkan kondisi yang berfluktuasi. Kelembaban rata-rata tertinggi yaitu 87% terjadi pada tanggal 1,7 dan 27. sedangkan kelembaban rata-rata terendah mencapai 74% terjadi yaitu pada tanggal 2 Maret 2020.

Untuk tekanan udara rata-rata pada bulan Maret 2020 tercatat 1009,3 mb dengan nilai tertinggi yaitu 1011,3 mb dan terendah yaitu 1007,7 mb. Kelembaban udara rata-rata tercatat 81% dengan nilai tertinggi yaitu 87% dan terendah yaitu 74%. Rata-rata klimatologis bulan Maret selama 30 tahun untuk tekanan udara yaitu 1008,9 mb, dan kelembaban udara yaitu mencapai 82%. Hal ini mengindikasikan bahwa pada bulan Maret 2020 udara cenderung sedikit lebih kering dibandingkan dengan kondisi normalnya.

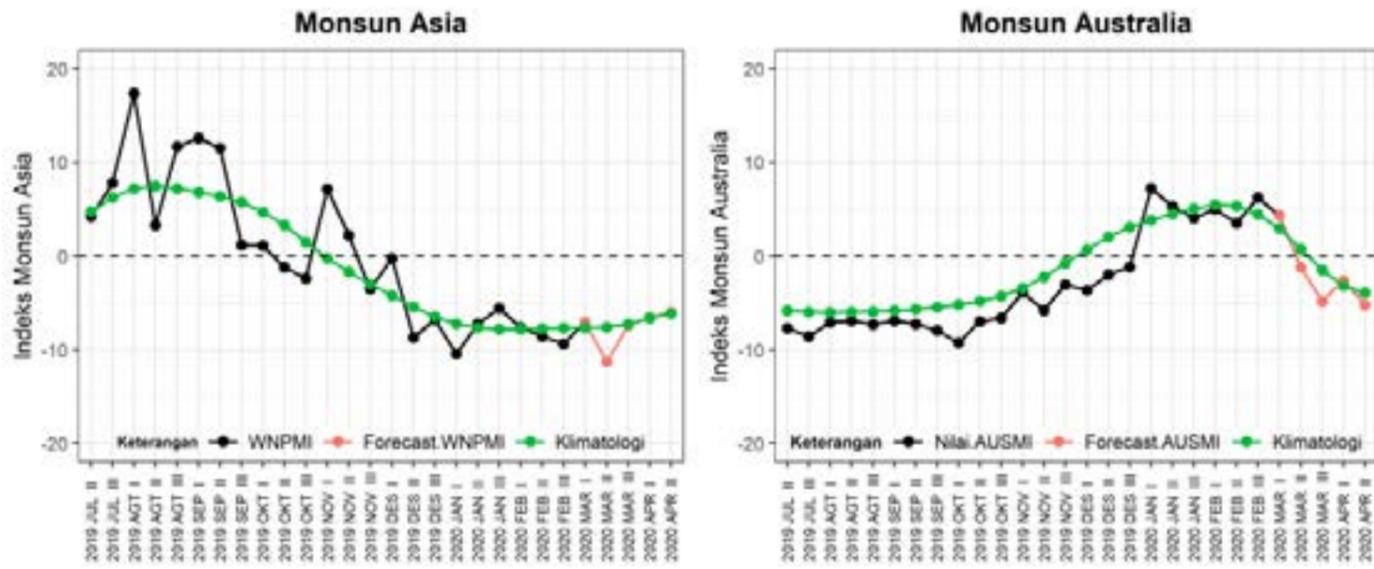


**Tekanan Udara Bulan Maret 2020 di Stasiun Meteorologi Kelas I Ngurah Rai Denpasar**



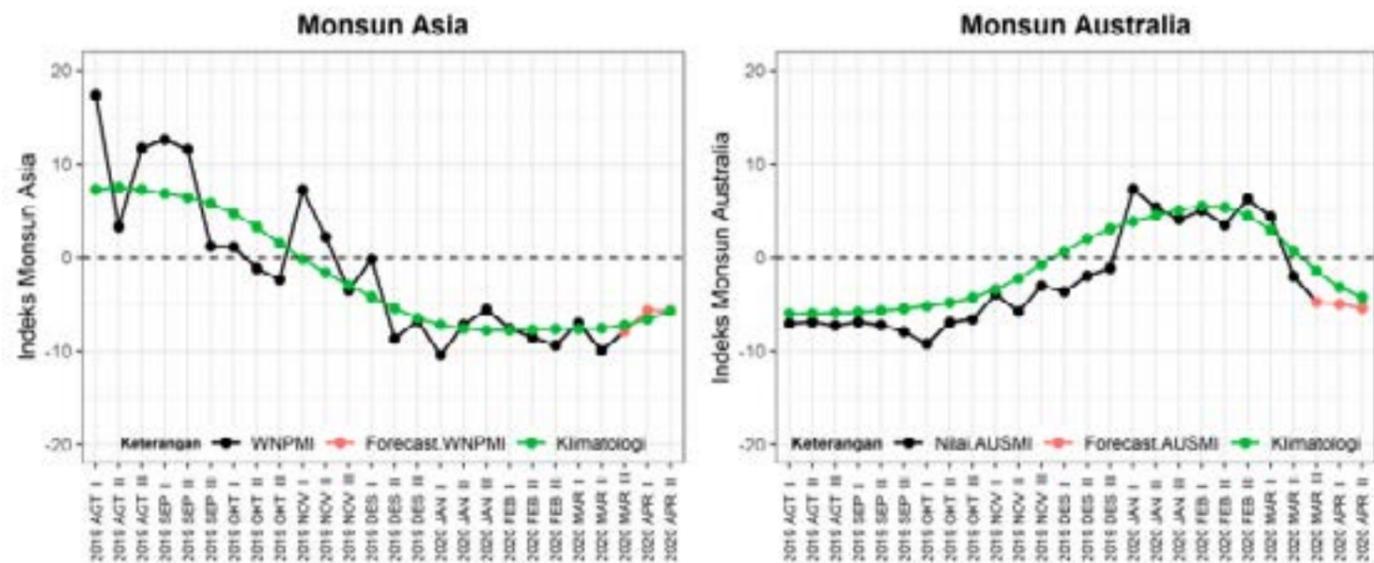
**Kelembaban Udara Bulan Maret 2020 di Stasiun Meteorologi Kelas I Ngurah Rai Denpasar**

# KEADAAN UMUM ANGIN DI INDONESIA SELAMA BULAN MARET



(a)

Perbandingan antara a) grafik Indeks Monsun Asia dan Monsun Australian dasarian 1 Maret 2020 dan b) grafik Indeks Monsun Asia dan Australia dasarian 3



(b)

Apabila kita akan membahas mengenai keadaan angin di Indonesia, salah satu unsur yang tidak dapat kita lewatkan adalah kejadian angin monsun. Ada dua monsun yang dikenal mempengaruhi musim di Indonesia, yaitu Monsun Asia dan Monsun Australia. Ketika Monsun Asia terjadi, maka Indonesia akan dilewati oleh angin baratan dan hujan akan sering terjadi di wilayah Indonesia atau sering dianggap sebagai musim hujan. Sedangkan ketika Monsun Australia terjadi, maka angin timuran akan lebih sering terjadi di Indonesia dan berpengaruh terhadap berkurangnya jumlah curah hujan di Indonesia atau dianggap sebagai musim kemarau.

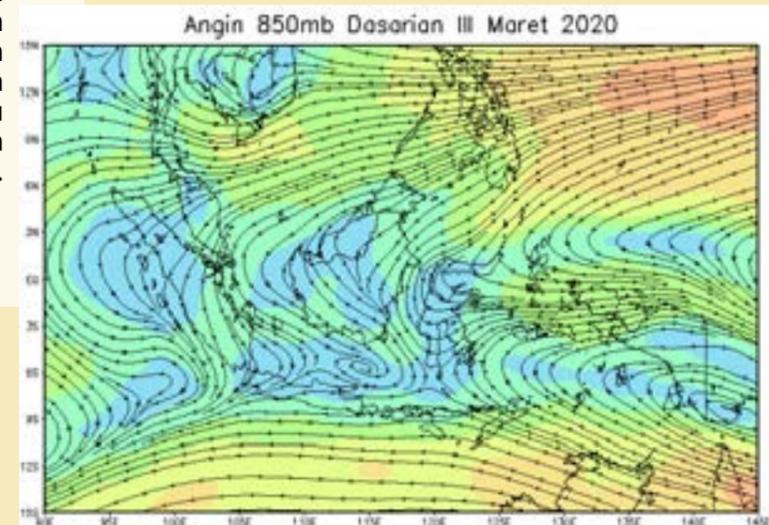
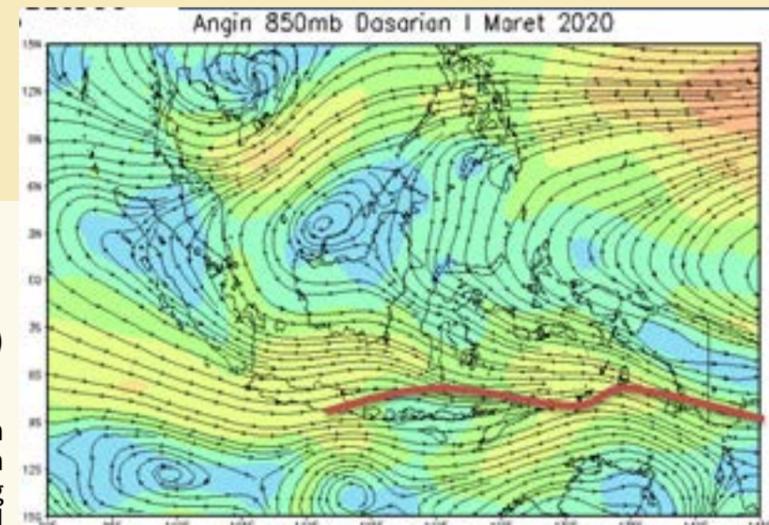
Dibuat dari Analisis Dinamika Atmosfer yang dikeluarkan oleh Kedeputan Bidang Klimatologi BMKG, grafik (a) menunjukkan grafik Indeks Monsun Asia dan Australia pada dasarian I Bulan Maret. Pada grafik tersebut dapat kita lihat bahwa Monsun Asia aktif dan Monsun Australia tidak aktif sehingga angin di wilayah Indonesia didominasi oleh angin baratan. Beralih ke gambar (b), gambar (b) menunjukkan grafik Indeks Monsun Asia dan Australia Dasarian III Maret. Hasil analisis grafik menunjukkan bahwa Monsun Asia dan Monsun Australia sama-sama berada dalam kondisi aktif. Hal ini mempengaruhi arah angin yang terjadi di Indonesia yang akan di-

jelaskan melalui gambar arus angin (streamline) lapisan 850 mb di samping.

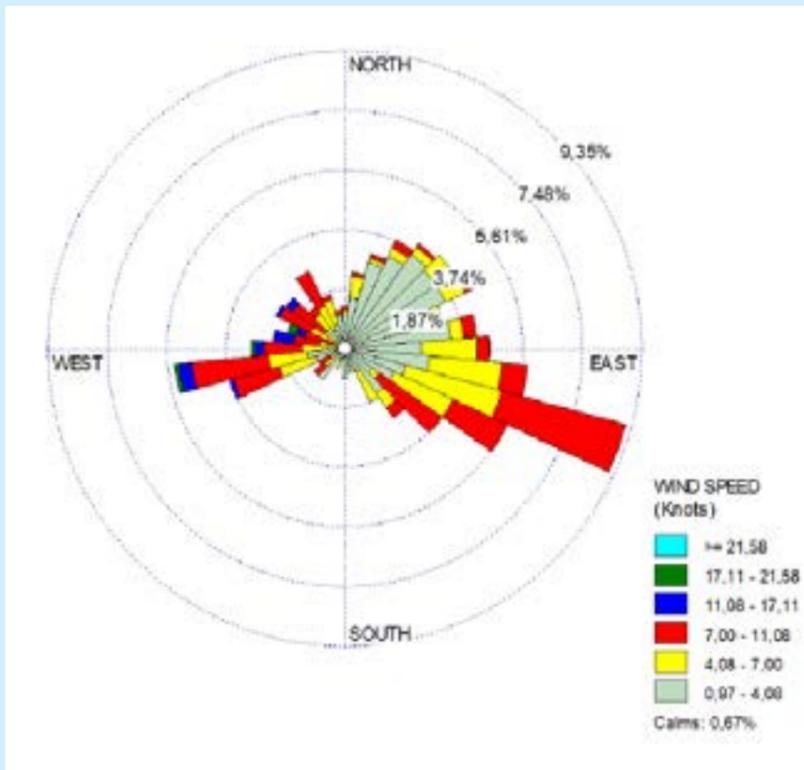
Pada dasarian I Bulan Maret, seperti yang telah kita ketahui, kejadian angin baratan lebih dominan di Indonesia. Aliran massa udara yang terjadi di Indonesia sebagian besar berasal dari Asia. Daerah pertemuan angin berada di sekitar Pulau Jawa sampai dengan daerah Nusa Tenggara dan mencapai Papua bagian Selatan.

Berbeda dengan dasarian II Bulan Maret, kedua monsun dalam keadaan aktif. Monsun Asia yang masih aktif dan ditambah dengan Monsun Australia yang mulai aktif. Mulai aktifnya Monsun Australia tersebut mengakibatkan adanya potensi penghambatan pembentukan awan di Indonesia bagian selatan. Aliran massa udara di Indonesia masih didominasi oleh angin baratan, dan terdapat daerah pertemuan massa udara di sekitar Bali, Nusa Tenggara, hingga Papua bagian Selatan.

Aliran streamline pada dasarian III Bulan Maret menunjukkan hal yang sama dengan aliran streamline dasarian II. Arah angin di Indonesia masih didominasi angin baratan namun dengan sedikit perbedaan yaitu di Indonesia bagian Selatan, Monsun Australia sudah mulai mempengaruhi arah angin sehingga menyebabkan arah angin di Indonesia bagian Selatan cenderung didominasi oleh angin timuran. Daerah yang terdampak antara lain Bali, Nusa Tenggara Timur, Jawa Timur, Maluku dan Papua. Monsun Australia ini diprediksi akan tetap aktif sampai dengan dasarian II April 2020.



## KEADAAN UMUM ANGIN DI BANDARA I GUSTI NGURAH RAI

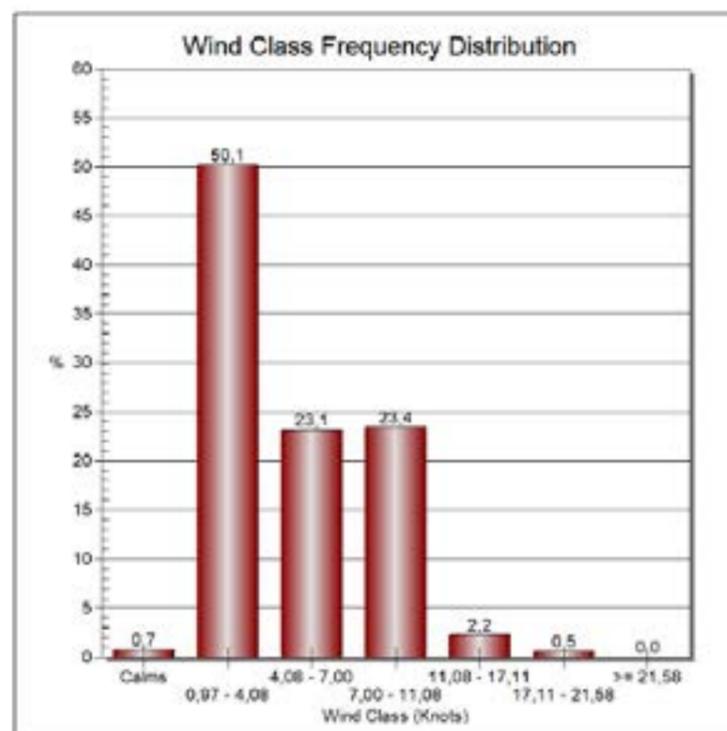


▲ Wind rose Maret

Keadaan angin di Bandara I Gusti Ngurah Rai secara umum dapat digambarkan melalui *wind rose* dan grafik distribusi kecepatan angin. Seperti yang telah digambarkan oleh *wind rose*, angin yang terjadi pada Bulan Maret didominasi oleh angin timuran dengan kisaran arah dari Timur sampai dengan Tenggara.

Sedangkan untuk kecepatan angin, kita dapat melihat pada grafik distribusi kecepatan angin bahwa kejadian angin calm hanya terjadi sekitar 0,7%. Pengukuran kecepatan angin terbanyak berada pada kelas 1 - 4 knots. Kelas kecepatan angin tertinggi terletak pada kisaran 17 - 22 knots dengan persentase sebesar 0,5%.

Apabila dilihat dengan lebih rinci, pada dasarian pertama Bulan Maret, arah angin cenderung berubah-ubah (variabel) dengan kecepatan angin berkisar antara 10 - 20 knots. Perubahan arah angin menuju angin timuran mulai terasa pada dasarian kedua, dimana arah angin didominasi dari arah Timur Laut - Tenggara. Kecepatan angin pada dasarian kedua berkisar antara 10 - 15 knots. Terakhir, pada dasarian ketiga, arah angin sebagian besar datang dari arah Timur dengan kisaran kecepatan berada tidak jauh dari angka 10 knots.



▲ Grafik distribusi kecepatan angin

# BERKURANGNYA HUJAN DI BULAN APRIL

Oleh : KADEK SUMAJA



Bulan Maret yang digadang-gadang sebagai puncak musim hujan telah berlalu dan bulan April yang diprediksi akan terjadi penurunan musim hujan akan segera tiba. Apakah benar musim hujan akan mulai berkurang di bulan April ini? mari kita lihat analisa bulan Maret sebagai pembanding dan Bagaimana Prediksi untuk Bulan April.

Secara umum, pada bulan Maret 2020 telah turun hujan sebanyak 18 hari, dengan total curah hujan yang diukur mencapai 289.9 mm. Pada bulan ini juga terdapat 13 hari yang terjadi fenomena cuaca badai guntur. Curah hujan harian tertinggi terjadi pada tanggal 7 Maret 2020 sebesar 57,8 mm. Selama dasarian 1, data pengamatan mencatat bahwa terjadi 9 hari hujan dengan total curah hujan adalah sebesar 118,6 mm. Sedangkan untuk dasarian 2, data pengamatan mencatat ada 6 hari hujan dengan total curah hujan mencapai 74,4 mm. Terakhir, data pengamatan mencatat bahwa pada dasarian 3 terdapat 4 hari hujan dengan total curah hujan sebesar 26,9 mm. Banyaknya hari hujan dan tingginya curah hujan pada Bulan Maret yang sering disertai dengan badai guntur menyebabkan terjadi fenomena cuaca yang berpengaruh pada operasional penerbangan di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, dapat dilihat dari di publikasikannya *Aerodrome Warning* sebanyak 18 kali

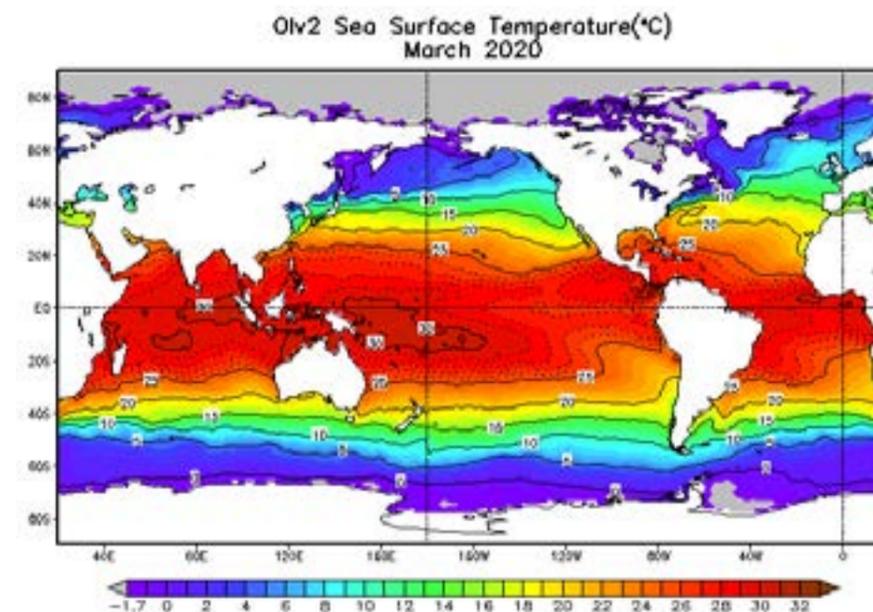
Untuk kondisi angin di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, angin dominan berhembus dari Arah Timur-Tenggara dengan kecepatan Rata-rata 12 Knots. Terdapat Angin kencang yang berhembus dari arah Barat Laut dengan kecepatan mencapai 30 Knots yang terjadi pada tanggal 21 Maret 2020 jam 5.43 UTC. Pada bulan maret terjadi juga empat kali kejadian *windshear*.

## RANGKUMAN CUACA MARET 2020

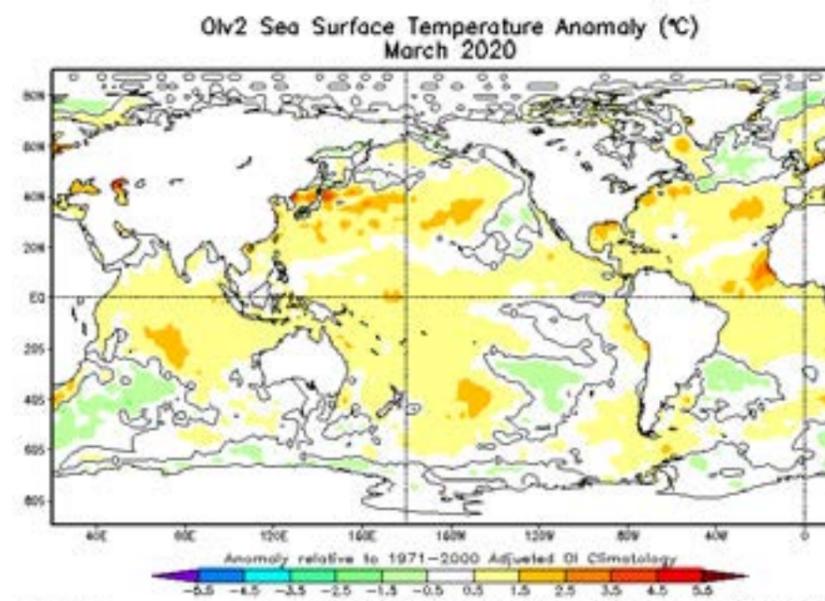
**18 HARI HUJAN  
TOTAL 289.9 MM  
CURAH HUJAN TERTINGGI  
7 MARET 2020 → 57.8 MM  
18 AERODROME WARNING**

**ARAH ANGIN DOMINAN  
DARI TIMUR-TENGGARA  
KECEPATAN RATA-RATA  
12KT  
ANGIN KENCANG 30KT  
DARI ARAH BARAT LAUT  
21 MARET 2020  
4 WINDSHEAR WARNING**

**TIDAK ADA AKTIFITAS  
GUNUNG BERAPI**

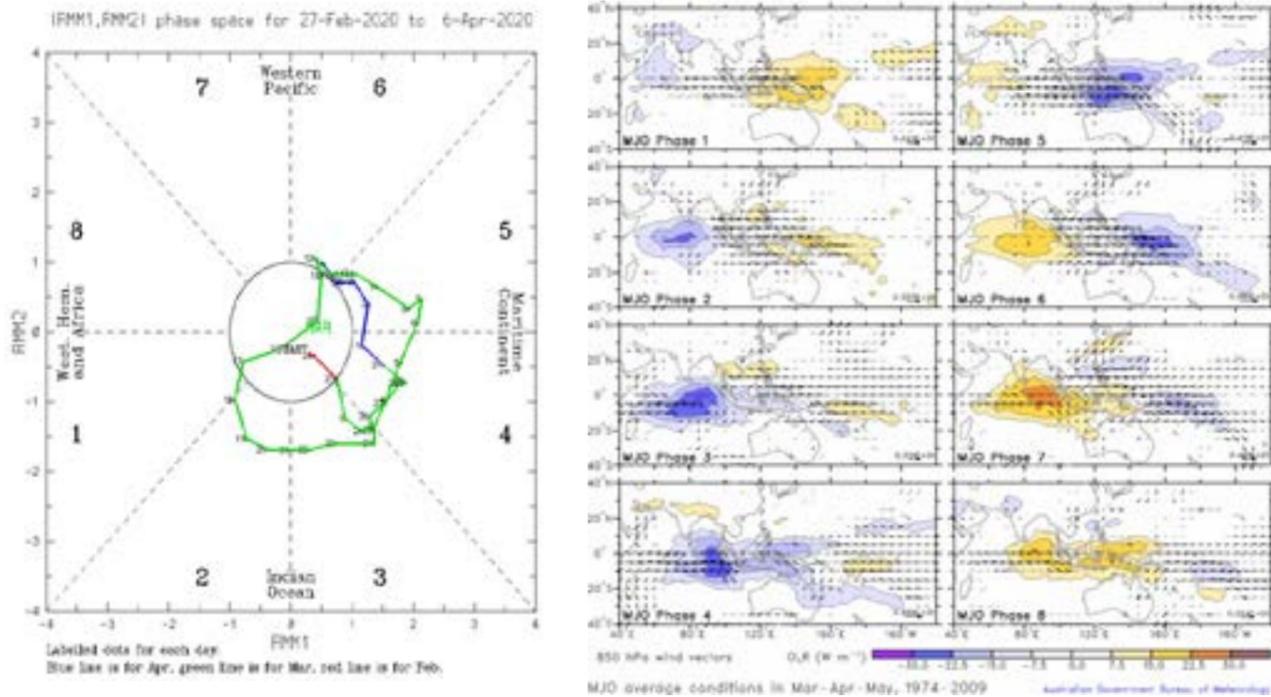


▲ SST Maret 2020 (Sumber : NOAA)



▲ SST Anomaly Maret 2020 (Sumber : NOAA)

Hasil analisa *Sea Surface Temperature* (SST), terlihat bahwa suhu permukaan laut di sekitar Bali cenderung berkisar antara 30° C - 32 °C yang tergolong hangat, sehingga dapat membantu pembentukan awan konvektif. Untuk anomali SST sendiri berkisar antara 0,5 - 1.5 yang menunjukkan SST lebih hangat dari keadaannya namun nilainya tidak terlalu signifikan. Dikutip dari analisis Dinamika Atmosfer yang dikeluarkan oleh BMKG untuk dasarian III Maret 2020, anomali SST di wilayah Nino 3.4 (yang mencakup wilayah Indonesia di dalamnya), menunjukkan kondisi ENSO netral dan berpeluang besar akan tetap netral hingga Oktober 2020. Kemudian, angin monsun Australia mulai masuk di wilayah NTT, NTB, Bali, Jatim, Maluku dan Papua. Daerah pertemuan angin terdapat di sekitar Jawa bagian barat dan Sulawesi bagian selatan. Pada dasarian I April 2020 diperkirakan angin monsun Australia semakin meluas ke wilayah Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua. Daerah pertemuan angin terdapat di sekitar Lampung, Kalimantan Selatan, Sulawesi dan Maluku.

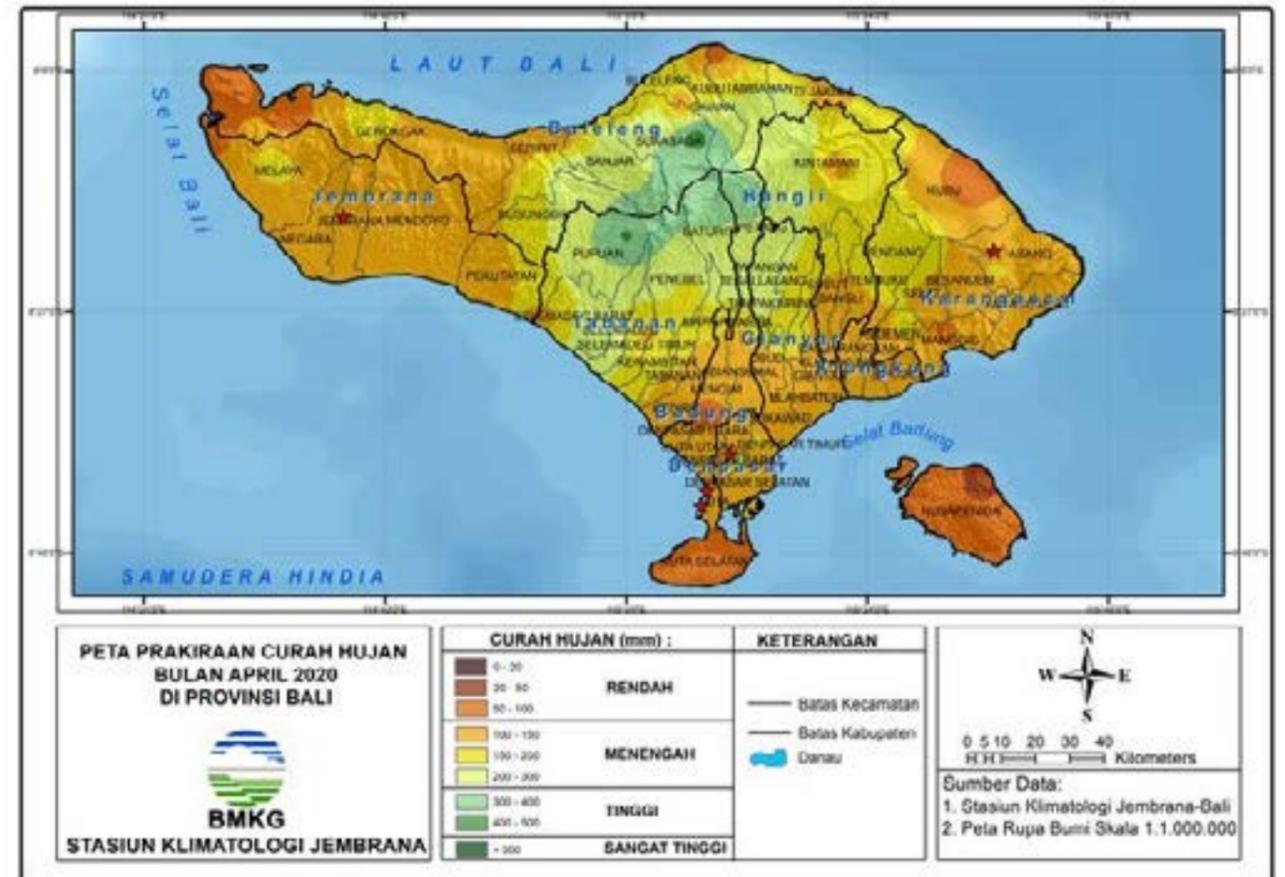


▲ Diagram fase MJO dan OLR Maret 2020 (Sumber : BOM)

Madden Julian Oscillation (MJO) digunakan untuk merepresentasikan pergerakan gelombang atmosfer di suatu wilayah. Diagram MJO digunakan untuk melihat pergerakan MJO selama beberapa fase yang berbeda. Analisis tanggal 30 Maret 2020 menunjukkan MJO aktif di fase 4 dan bergerak menuju (Maritime Continent) dan diprediksi tidak aktif mulai pertengahan dasarian I April 2020. Sedangkan *Outgoing longwave radiation* (OLR) biasa digunakan sebagai indikator untuk mengidentifikasi seberapa tebal dan tingginya awan-awan konvektif. Berdasarkan peta prediksi spasial anomali OLR, terdapat wilayah konvektif/basah mendominasi seluruh wilayah Indonesia pada awal hingga pertengahan dasarian I April 2020 kemudian berangsur-angsur menjadi wilayah *subsiden/kering* hingga pertengahan dasarian II April 2020.

Dari analisis sederhana tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat cukup banyak faktor yang mempengaruhi pembentukan awan hujan pada tanggal 7 Maret 2020, mulai dari keberadaan massa uap air yang dipengaruhi oleh SST, fase aktif MJO yang berada di kuadran pergerakan massa udara yang berkumpul (*berkonvergen*) di dekat Bali. Faktor-faktor tersebut mendukung pembentukan awan Cumulonimbus dan menyebabkan terjadinya hujan dengan intensitas ringan-lebat yang berlangsung hampir sepanjang hari dan sempat menyebabkan jarak pandang mendatar turun ke angka 200 meter pada pukul 9.00 UTC - 9.30 UTC. Namun kondisi hujan ini akan berangsur-

Prakiraan sifat hujan yang dirilis oleh Stasiun Klimatologi Jembrana untuk wilayah Bandara I Gusti Bali menunjukkan bahwa untuk Bulan April 2020 masih terjadi curah hujan dengan intensitas normal, begitu juga untuk sebagian besar wilayah di Pulau Bali. Sedangkan untuk prakiraan curah hujannya cenderung berkisar antara rendah dan menengah untuk sebagian besar wilayah.



▲ Prakiraan Curah Hujan April 2020 (Sumber : Stasiun Klimatologi Jembrana)

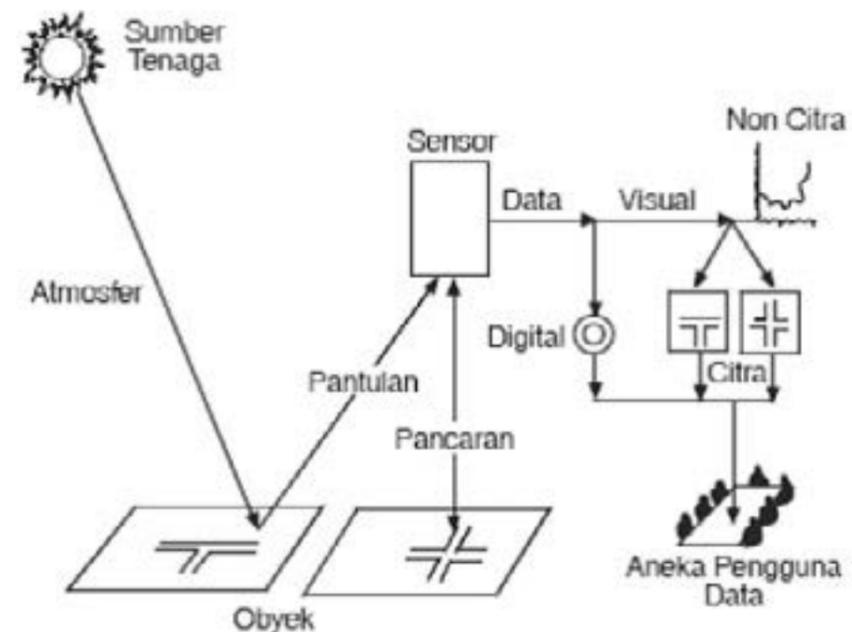


▲ Prakiraan Sifat Hujan April 2020 (Sumber : Stasiun Klimatologi Jembrana)

# REMOTE SENSING DAN PEMANFAATANNYA PADA SATELIT CUACA

Oleh: MADE NANDA PUTRI ARIANTI, M

Penginderaan jauh (*Remote Sensing*) adalah pengukuran atau *akuisisi* data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut. Dengan kata lain pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena dilakukan oleh sebuah alat dari jarak jauh, (misalnya dari pesawat, pesawat luar angkasa, satelit, kapal atau alat lain). Contoh dari penginderaan jauh antara lain satelit pengamatan bumi dan satelit cuaca. Satelit memonitor objek dengan ultrasonik dan wahana luar angkasa yang memantau planet dari orbit. Pada masa modern, istilah penginderaan jauh mengacu kepada teknik yang melibatkan instrumen di pesawat atau pesawat luar angkasa dan dibedakan dengan penginderaan lainnya seperti penginderaan medis atau *fotogrametri*. Walaupun semua hal yang berhubungan dengan astronomi sebenarnya adalah penerapan dari penginderaan jauh (faktanya merupakan penginderaan jauh yang intensif), istilah “penginderaan jauh” umumnya lebih kepada yang berhubungan dengan teresterial dan pengamatan cuaca terhadap kondisi cuaca.



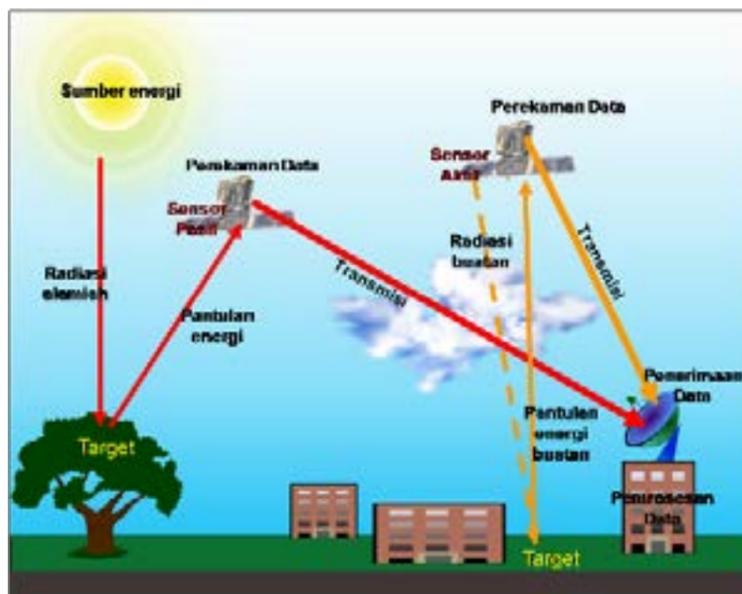
*Remote Sensing* memiliki dua sumber tenaga, yaitu sistem *pasif* dan sistem *aktif*. Tenaga yang didapat melalui sistem *pasif* didapat dari matahari, sedangkan tenaga yang didapat melalui sistem *aktif* didapat melalui tenaga buatan seperti gelombang *mikro*. Jumlah tenaga yang diterima oleh objek di setiap tempat berbeda-beda tergantung dari beberapa faktor. Faktor pertama yaitu waktu penyinaran, dimana apabila matahari sedang pada posisi tegak lurus, energi yang diterima oleh objek akan lebih besar jika dibandingkan dengan ketika matahari pada posisi miring. Semakin banyak energi yang diterima maka warna objek tersebut akan semakin cerah. Kedua yaitu bentuk permukaan bumi, dimana permukaan bumi yang bertopografi halus dan memiliki warna cerah pada permukaannya lebih banyak memantulkan sinar matahari dibandingkan permukaan yang bertopografi kasar dan berwarna gelap. Sehingga daerah bertopografi halus dan cerah terlihat lebih terang dan jelas. Faktor ketiga yaitu keadaan cuaca. Kondisi cuaca pada saat pemotretan mempengaruhi kemampuan sumber tenaga dalam memancarkan dan memantulkan. Misalnya kondisi udara yang berkabut menyebabkan hasil remote sensing menjadi tidak begitu jelas atau bahkan tidak terlihat.

Lapisan udara yang terdiri atas berbagai jenis gas, seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, nitrogen, hidrogen dan helium. Molekul-molekul gas yang terdapat di dalam atmosfer tersebut dapat menyerap, memantulkan dan melewatkan radiasi *elektromagnetik*.

Di dalam remote sensing terdapat istilah Jendela Atmosfer, yaitu bagian spektrum elektromagnetik yang dapat mencapai bumi. Keadaan di atmosfer dapat menjadi penghalang pancaran sumber tenaga yang mencapai ke permukaan bumi. Kondisi cuaca yang berawan menyebabkan sumber tenaga tidak dapat mencapai permukaan bumi. Terkadang di atmosfer sering terjadi hamburan. Hamburan dibagi menjadi tiga yaitu hamburan *Rayleigh*, *Mie* dan *non-selektif*. Hamburan *Rayleigh* terjadi jika diameter atmosfer lebih kecil dari panjang gelombang. Hamburan *Mie* terjadi jika diameter atmosfer sama dengan panjang gelombang. Hamburan *non-selektif* terjadi jika diameter atmosfer lebih besar dari panjang gelombang.

Interaksi antara tenaga dan objek dapat dilihat dari rona yang dihasilkan oleh foto udara. Tiap-tiap objek memiliki karakteristik yang berbeda dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Objek yang mempunyai daya pantul tinggi akan terlihat cerah pada citra, sedangkan objek yang daya pantulnya rendah akan terlihat gelap pada citra. Contoh: Permukaan puncak gunung yang tertutup oleh salju mempunyai daya pantul tinggi yang terlihat lebih cerah, daripada permukaan puncak gunung yang tertutup oleh lahar dingin. Media/wahana yang digunakan untuk membawa sensor guna mendapatkan remote sensing dibedakan menjadi tiga kelompok, yakni pesawat terbang rendah hingga menengah (1.000 - 9.000 meter dari permukaan bumi), pesawat terbang tinggi (lebih dari 18.000 meter di

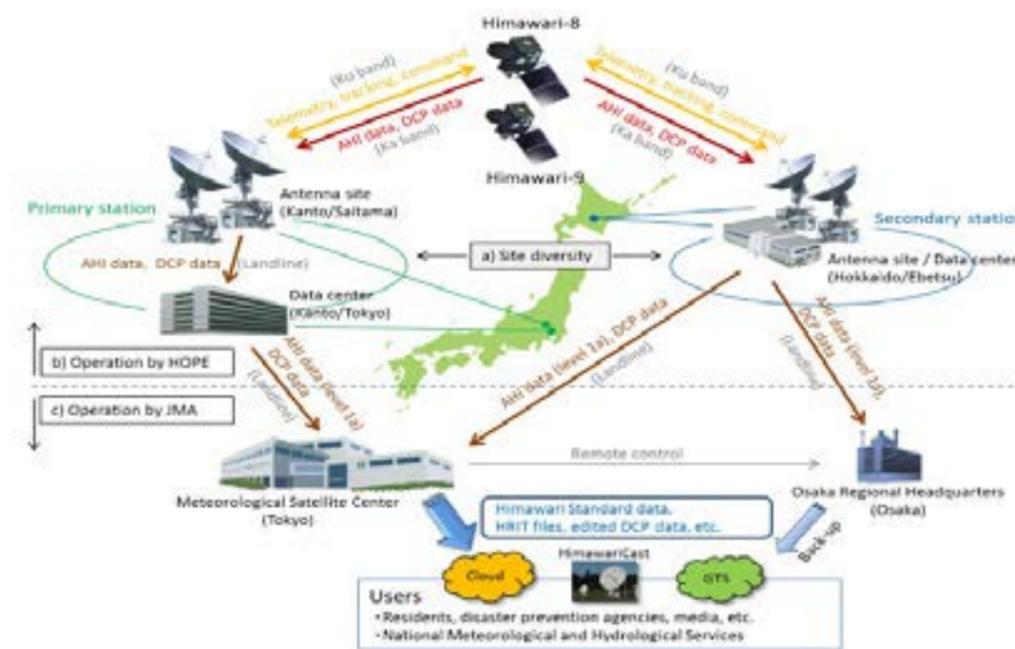
atas permukaan bumi, dan satelit (400 - 900 kilometer di luar atmosfer bumi). Data yang diperoleh dari *remote sensing* ada 2 jenis, yaitu data manual yang didapatkan melalui kegiatan *interpretasi* citra. Guna melakukan *interpretasi* citra secara manual diperlukan alat bantu bernama stereoskop. Stereoskop dapat digunakan untuk melihat objek dalam bentuk tiga dimensi. Kedua yaitu data numerik (digital) yang diperoleh melalui penggunaan software khusus pengindraan jauh yang diterapkan pada komputer. Pada teknik pengumpulan data pada remote sensing, data dapat dikumpulkan dengan berbagai macam peralatan tergantung kepada objek atau fenomena yang sedang diamati. Umumnya teknik-teknik pengindraan jauh memanfaatkan radiasi elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh objek yang diamati dalam frekuensi tertentu seperti inframerah, cahaya tampak, gelombang mikro, dsb. Hal ini memungkinkan karena faktanya objek yang diamati (tumbuhan, rumah, permukaan air, udara dll) memancarkan atau memantulkan radiasi dalam panjang gelombang dan intensitas yang berbeda-beda. Metode pengindraan jauh lainnya antara lain yaitu melalui gelombang suara, gravitasi atau medan magnet.



Interaksi antar tenaga elektromagnetik dan

Manfaat penginderaan jauh di bidang meteorologi dan klimatologi adalah membantu analisis cuaca dengan menentukan daerah tekanan rendah dan daerah bertekanan tinggi, daerah hujan, dan badai siklon, mengetahui sistem atau pola angin permukaan, permodelan meteorologi dan data klimatologi, dan untuk pengamatan iklim suatu daerah melalui pengamatan tingkat kewarnaan dan kandungan air di udara. Contoh pemanfaatan teknik penginderaan jauh di bidang meteorologi dan klimatologi adalah satelit cuaca Himawari-8. Satelit Himawari-8 adalah sebuah satelit cuaca yang dioperasikan oleh JMA- Badan Meteorologi Jepang. Himawari merupakan *Geostasioner Meteorologi Satelit* (GMS) yang merupakan generasi baru dari satelit MTSAT (*Multi Fungsi Transportasi Satelit*). Himawari-8 diluncurkan pada Oktober 2014 dan mulai beroperasi pada pertengahan 2015. Posisi Himawari berada pada 140° BT untuk memantau kawasan bagian timur Asia dan barat Pasifik. Satelit Himawari dilengkapi sensor bernama *Advanced Himawari Imager* (AHI), yang memiliki resolusi temporal, spektral dan spasialnya

lebih baik dibandingkan seri sebelumnya. Kanal yang dimiliki Satelit Himawari-8 adalah 16 kanal yang terdiri dari 3 kanal visibel, 3 kanal infra merah-dekat atau near infrared (NIR) dan 10 kanal Infrared (IR). Satelit Himawari memiliki resolusi spasial 0.5 km dan 1 km untuk kanal cahaya tampak (*visible*), 2 km untuk data kanal IR serta 1 km dan 2 km untuk data kanal NIR. Adapun resolusi temporal, Himawari 8 memiliki resolusi tiap 10 menit untuk pengamatan global dan 2,5 menit sekali untuk pengamatan khusus. Kelebihan lain Satelit Himawari-8 dengan kanalnya yang sangat banyak, maka kita dapat memanfaatkannya untuk membuat produk RGB (*red green blue*) dengan mengkombinasikan beberapa kanal dari beberapa kanal yang ada tersebut. Pada laman JMA, disebutkan bahwa Satelit Himawari-8 baik satelit maupun stasiun buminya dioperasikan oleh sebuah perusahaan bernama HOPE (*Himawari Operation Enterprise Corporation*) yang kemudian mentransmisikan datanya ke JMA. Data yang diterima diproses oleh Meteorological Satellite Center (MSC), sebuah unit kerja milik JMA yang memang bertugas untuk mengamati meteorologi dan fenomena



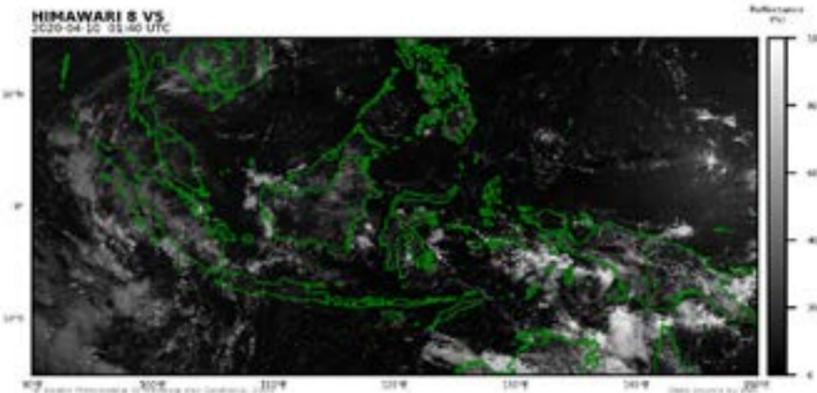
Citra Satelit HIMAWARI-8 VISIBLE

terkait lainnya berdasarkan data satelit. Sistem komputer pada MSC akan mengolah data hasil observasi satelit Himawari-8 dan satelit NOAA serta data NWP, yang digunakan untuk berbagai tujuan seperti untuk memantau suhu muka laut atau untuk mendeteksi karakteristik aliran atmosfer. Semua data tersebut didistribusikan kepada kantor-kantor meteorologi negara lain yang berkepentingan. MSC secara rutin menerima data primer dan sekunder dari stasiun bumi untuk diproses dan menggunakan hasil prosesing tersebut untuk membuat standar data Himawari, file-file HRIT dan DCP yang telah diedit untuk pengguna khusus. Pada kondisi di mana terjadi gangguan pada sistem MSC karena tidak berfungsinya sistem-sistem yang ada atau karena bencana alam maka data dan produk tertentu dapat disediakan oleh Osaka Regional Headquarters.

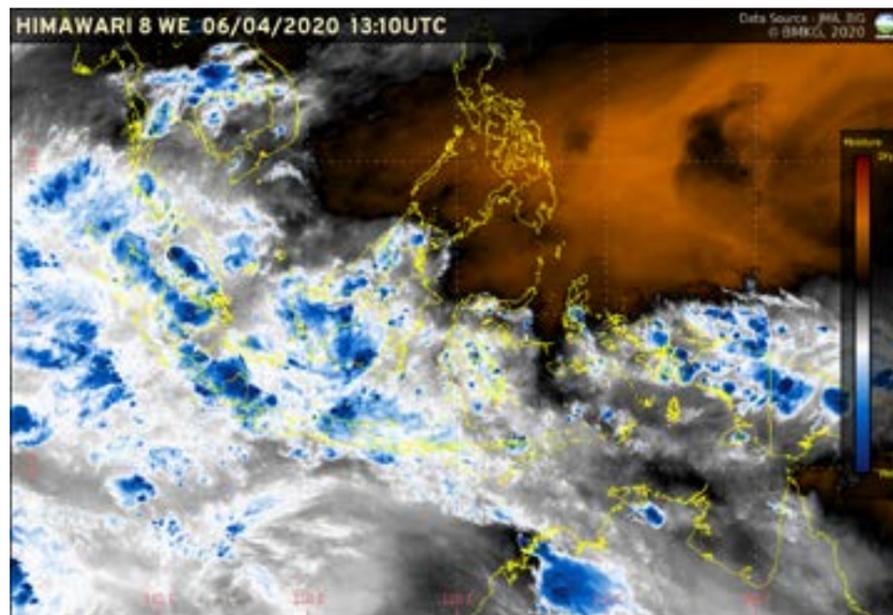
BMKG memiliki beberapa produk citra satelit untuk keperluan meteorologi dan klimatologi. Berikut beberapa contoh produk citra satelit dari semua produk yang dimiliki oleh BMKG.

Citra Satelit HIMAWARI-8 VISIBLE

Himawari-8 Visible menunjukkan reflektivitas yang didapat dari pengamatan radiasi pada panjang gelombang 0.65 mikrometer. Panjang gelombang merupakan panjang gelombang yang sama dengan



yang digunakan mata manusia. Sensor visible akan merekam besarnya radiasi matahari yang dipantulkan kembali oleh obyek. Oleh karena itu, citra satelit visibel tidak tersedia pada malam hari. ke depan.

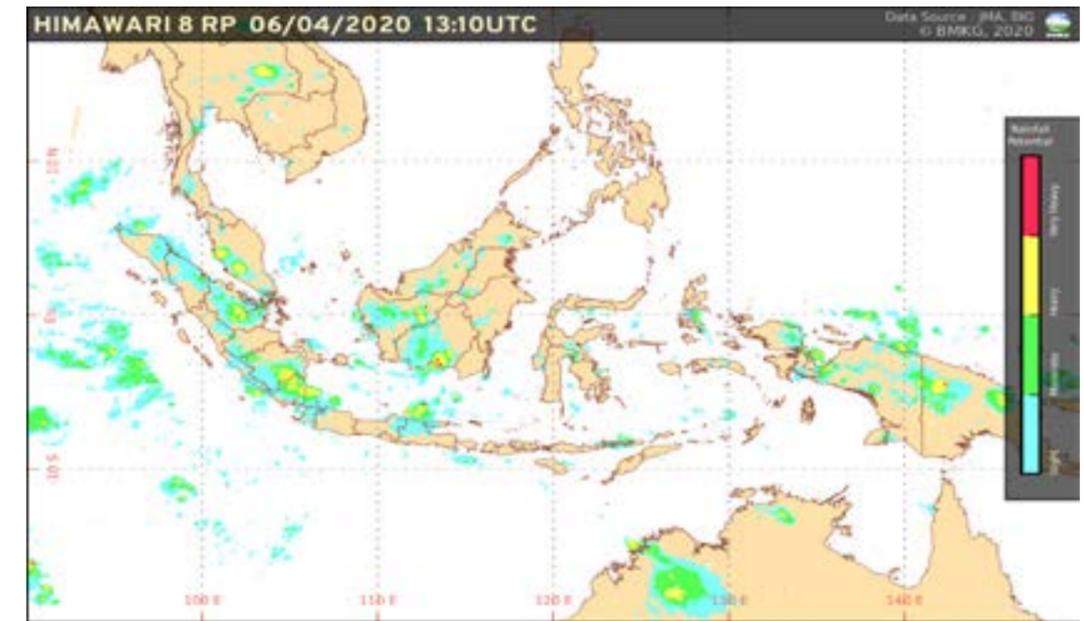


Citra Satelit HIMAWARI-8 Water

Himawari-8 Water Vapor Enhanced (Himawari-8 WE) adalah produk yang menampilkan kondisi kelembaban atmosfer pada lapisan menengah hingga atas yang didapat dari radiasi infrared pada panjang gelombang 6.2 mikrometer. Produk ini

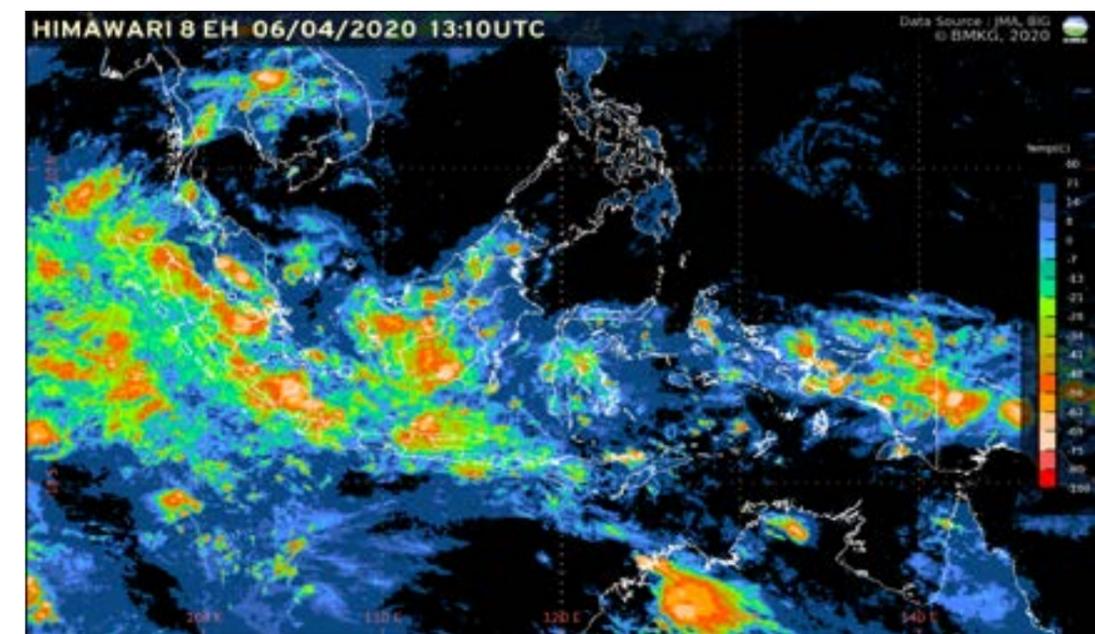
dapat menunjukkan kondisi kelembapan udara sebagai bahan pembentukan awan, dimana wilayah yang berwarna coklat menunjukkan kondisi kering dan berwarna biru menunjukkan kondisi basah. Produk ini digunakan untuk mengamati pergerakan massa udara kering dari benua Australia pada musim kemarau.

Produk turunan Himawari-8 Potential Rainfall adalah produk yang dapat digunakan untuk mengestimasi potensi curah hujan, yang disajikan berdasarkan kategori ringan, sedang, lebat, hingga sangat lebat, dengan menggunakan hubungan antara suhu puncak awan dengan curah hujan yang berpotensi dihasilkan.



Citra Satelit HIMAWARI-8 Rainfall

Himawari-8 IR Enhanced (Himawari-8 EH) adalah produk yang 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.



Citra Satelit HIMAWARI-8 IR Enhanced



**BMKG**

**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA  
STASIUN METEOROLOGI KELAS I I GUSTI NGURAH RAI**

