

Memantau Cuaca dan Iklim dengan Satelit

Teguh Harjana

Pengamatan atmosfer dapat dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Pengamatan langsung dapat dilakukan dengan AWS (Automatic Weather Station) sedang pengamatan tidak langsung biasanya dilakukan dengan memanfaatkan bantuan alat yang sensitif terhadap energi gelombang elektromagnetik seperti cahaya, panas, dan gelombang radio. Beberapa satelit yang dibuat untuk keperluan meteorologi antara lain adalah MTSAT-2, NOAA-19, TRMM, TERRA dan AQUA.

Kata kunci: cuaca dan iklim, pengamatan langsung, pengamatan tak langsung, radar, satelit.

Teknik Pengamatan Atmosfer (Cuaca dan Iklim)

Pemantauan cuaca dan iklim dapat dilakukan dengan dua cara pengamatan yaitu,

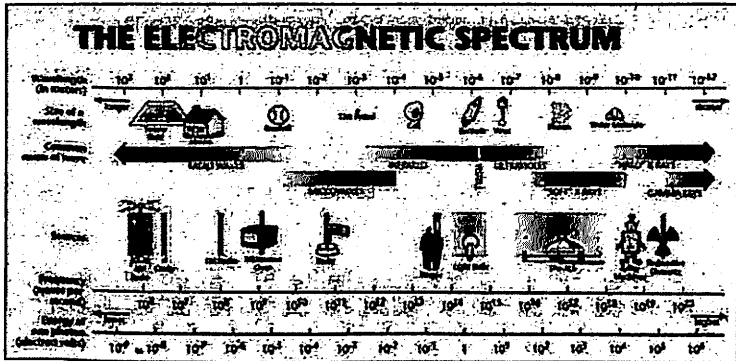
- 1) langsung (*direct, in-situ, in place*) dan
- 2) tak langsung (*indirect, remote sensing*).

Pengamatan langsung dilakukan dengan cara terjadi kontak langsung antara alat dan benda yang akan diukur, misalnya mengukur suhu dengan termometer).

Sedangkan pengamatan tak langsung dilakukan tanpa adanya kontak langsung terhadap benda yang akan diamati.

Dengan kemajuan teknologi dewasa ini, pengamatan langsung dapat dilakukan menggunakan AWS (*Automatic Weather Station*).

Sementara pengamatan tak langsung dapat dilakukan dengan bantuan alat yang sensitif terhadap energi gelombang elektromagnetik seperti cahaya, panas, dan gelombang radio.



Gambar 1. Spektrum elektromagnetik. Yang biasa dipakai dalam pengamatan atmosfer adalah gelombang visibel, infra merah dan radio.

Bagaimana pengamatan tak langsung dilakukan?

Pengamatan tak langsung juga dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengukuran pasif dan aktif.

Bila sensor hanya menerima energi radiansi yang dipancarkan atau dipantulkan dari suatu objek kemudian diolah menjadi suatu informasi maka teknik tersebut disebut pasif.

Jika sensor memancarkan energi kemudian menerima kembali pantulan dari energi tersebut dan mengolahnya menjadi suatu informasi maka pengukuran tersebut disebut sebagai pengukuran aktif.

Automatic Weather Station (AWS)

Alat ukur AWS merupakan suatu kumpulan dari banyak sensor pengamatan atmosfer yang dirangkai sehingga menjadi suatu sistem pengamatan atmosfer yang terintegrasi.

Di dalam AWS, biasanya terdapat sensor untuk mengukur suhu, tekanan, kelembapan udara, angin (arah dan kecepatan), curah hujan. Pada beberapa AWS juga dilengkapi sensor pengukur radiasi matahari, indeks UV, serta kelembapan dan suhu tanah.

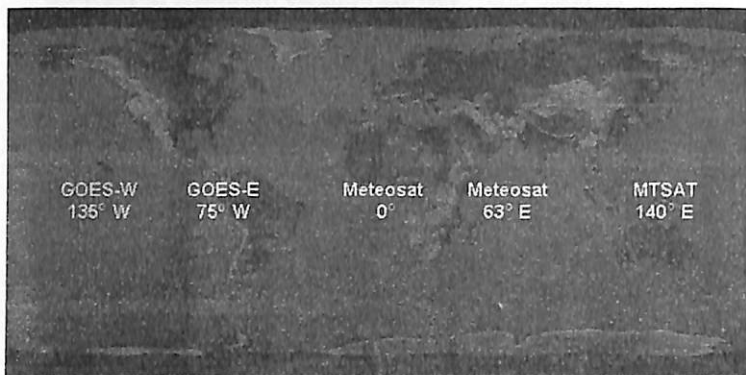


Gambar 2. Salah satu contoh AWS yang digunakan di LAPAN Bandung.

Satelit Meteorologi

Satelit meteorologi adalah satelit yang digunakan untuk mendapatkan data meteorologi. Satelit meteorologi berputar mengelilingi bumi secara *geostationer* dan *non-geostationer*.

Satelit *geostationer* beredar mengelilingi bumi pada ketinggian sekitar 36.000 km dengan arah dan kecepatan sudut yang sama dengan bumi sehingga satelit tersebut terlihat seolah-olah tidak bergerak terhadap bumi. Untuk dapat mencakup seluruh permukaan bumi diperlukan minimal 5 satelit *geostationer*.

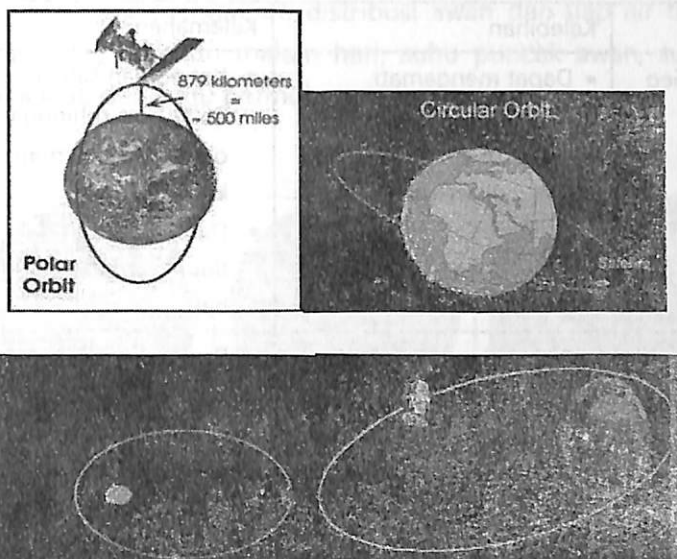


Gambar 3. Satelit cuaca *geostationer* dan posisinya (<http://www.ssec.wisc.edu>).

Sementara, satelit *non-geostationer* beredar mengelilingi bumi sesuai dengan jenis orbitnya masing-masing, seperti orbit polar, *circular*, elips, dan *molniya*.

Walau orbit *non-geostationer* mempunyai banyak jenis, tetapi secara salah kaprah orang menyebutnya sebagai orbit polar untuk membedakan dengan yang orbit *geostationer*.

Satelit meteorologi yang populer saat ini antara lain: MTSAT, MSG, NOAA series, TRMM, Tera, dan Aqua.



Gambar 4. Beberapa tipe orbit non-geostasioner (polar, sirkular, elip, dan molniya).

Kelebihan dan Kekurangan Satelit Geo dan Non-Geo (Polar)

	Kelebihan	Kelemahan
Geo	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat mengamati ~ bagian bumi secara terus menerus setiap saat • Cakupan pengamatan - lebih luas • Dapat mengirimkan gambar tiap jam 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketinggian satelit 36000 km sehingga objek yang diamati kurang detail • Daerah kutub tidak dapat teramati dengan baik.
Polar	<ul style="list-style-type: none"> • Ketinggian satelit sekitar 800 km sehingga objek yang diamati lebih detail. • Dapat mengamati daerah kutub dengan jelas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bagian bumi yang diamati selalu berubah terhadap waktu. • Hanya sekitar 2x sehari melintas di daerah ekuator.

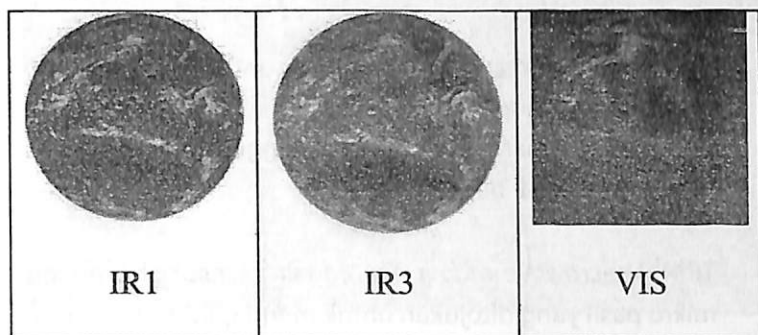
Satelit MTSAT (*Multi-Functional Transport Satellite*)

MTSAT merupakan satelit untuk memantau cuaca dan penerbangan yang dimiliki dan dioperasikan oleh *Japanese Ministry of Land, Infrastructure and Transport* dan *the Japan Meteorological Agency (JMA)*.

MTSAT-2 (Himawari 7) diluncurkan 18 Februari 2006 pada ketinggian 36000 km di atas 145°BT dan merupakan kelanjutan dari MTSAT-1R (Himawari 6) dan GMS 5 (Himawari 5).

MTSAT-2 mengirimkan citra satelit pada jalur *infrared* (IR1, IR2, IR3, IR4) dengan resolusi spasial 5 km dan visibel (VIS) dengan resolusi spasial 1 km.

MTSAT-2 mengamati distribusi awan dan uap air baik pada siang maupun malam hari, suhu puncak awan, suhu muka laut, dan suhu permukaan.



Gambar 5. Contoh *image* satelit MTSAT-2 IR1, IR3 dan Visibel pada tanggal 18-07-2012 jam 18:00 UTC.

Data-data tersebut dapat diolah dan dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan informasi tentang tinggi puncak awan, distribusi awan, jenis awan (*cumulus*, *stratus*, *cirrus*, dan *cumulonimbus*), distribusi *fog*, angin, dan sebaran abu vulkanik.

Informasi lain yang bisa diperoleh dari pengamatan satelit MTSAT-2 adalah ukuran dan tingkat perkembangan angin topan. Detail MTSAT-2 dapat dilihat di <http://mscweb.kishou.go.jp/general/system/gms/index.htm>.

Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*)

Satelit TRMM merupakan satelit hasil kerja sama antara NASA dan *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)* yang bertujuan untuk memonitor dan mempelajari hujan tropis.

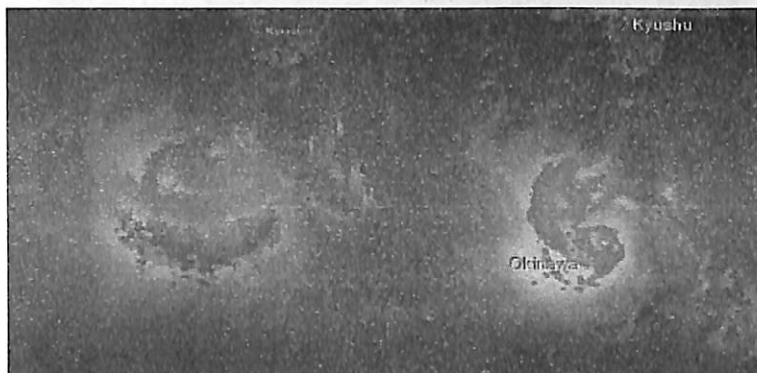
Satelit TRMM diluncurkan pada 27 November 1997 dari *Tanegashima Space Center* Japan.

Satelit TRMM membawa instrumen/sensor sebagai berikut.

- *Precipitation radar (PR)*, digunakan untuk mendapatkan informasi tentang intensitas dan distribusi hujan, jenis hujan, kedalaman *storm*, dan ketinggian di mana salju mencair menjadi hujan.
- *TRMM microwave imager (TMI)*, adalah sensor gelombang mikro pasif yang ditujukan untuk mendapatkan informasi hujan secara kuantitatif. Dengan mengukur jumlah energi gelombang mikro yang dipancarkan bumi atau atmosfer akan dapat diketahui kuantitas uap air, air awan (*cloud water*) dan intensitas hujan di atmosfer.
- *Visible dan Infrared Scanner (VIRS)*, dengan menerima radiasi yang datang dari bumi akan dapat ditentukan tingkat kecerahan (*visibel dan near infrared*) atau suhu (*infrared*) dari sumber yang diamati.
- *Clouds and the Earth's Radiation Energy System (CERES)*, mengukur radiasi di lapisan atmosfer bagian atas, mengestimasi tingkat energi antara atmosfer dan

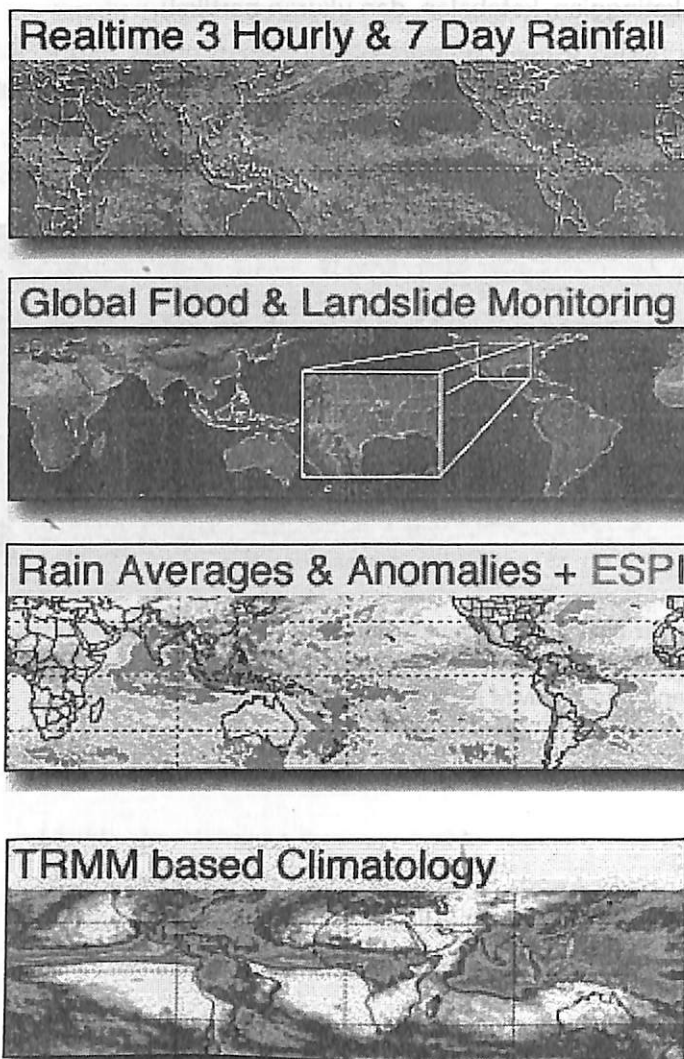
bumi, juga untuk menentukan sifat awan (jumlah awan, ketinggian, ketebalan, dan ukuran partikel).

- *Lightning Imaging Sensor* (LIS), untuk mendeteksi kilat dan lokasinya.



Gambar 6. Gambar topan Khanun yang terliput oleh TRMM pada 17 Juli 2012 di dekat Okinawa Jepang. Diperkirakan kecepatan angin saat TRMM melintas adalah sekitar 40 kts (46 mph).

Beberapa contoh hasil satelit TRMM:

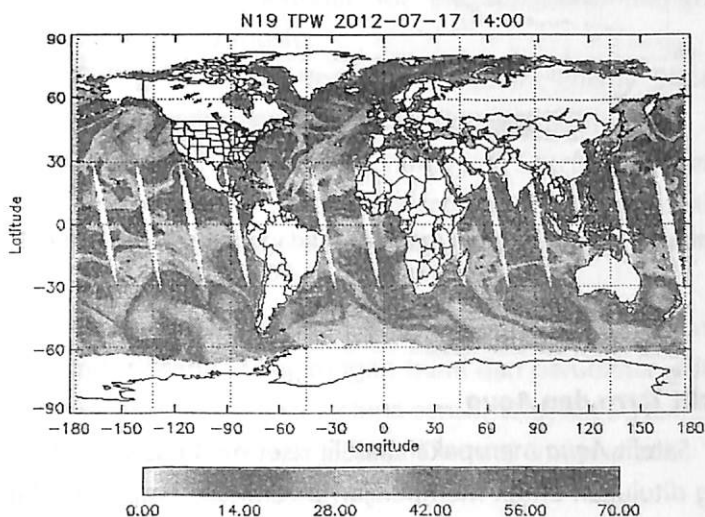


Gambar 7. Beberapa contoh hasil satelit TRMM

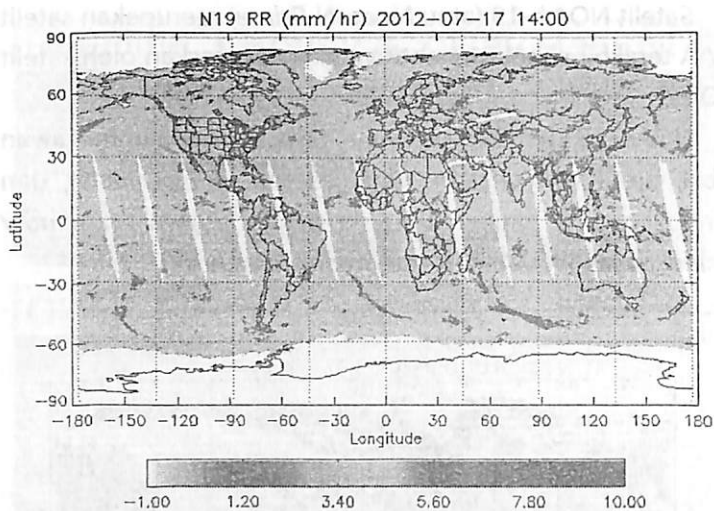
Satelit NOAA-19

Satelit NOAA-19 (atau Noaa-N *Prime*) merupakan satelit NOAA terakhir sebelum nantinya akan diteruskan oleh satelit NPOESS.

NOAA-19 memberikan hasil data antara gambar awan global, profil vertikal suhu dan kelembapan atmosfer, dan distribusi ozon di bagian atas atmosfer. (http://www.nasa.gov/mission_pages/NOAA-N-Prime/main/index.html)



Gambar 8. Total Precipitable Water yang didapat dari satelit NOAA-19 pada tanggal 17-07-2012.



Gambar 9. Laju Hujan (*rain rate*) yang didapat dari satelit NOAA-19 pada tanggal 17-07-2012

Satelit *Terra* dan *Aqua*

Satelit *Aqua* merupakan satelit riset multinasional NASA yang ditujukan untuk mempelajari presipitasi, evaporasi, dan siklus air.

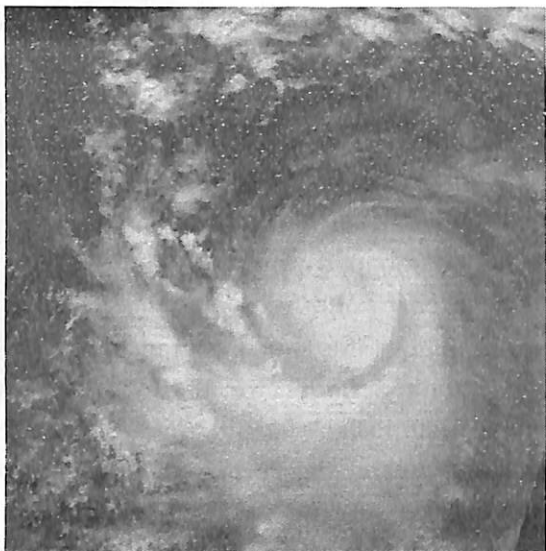
Satelit *Aqua* merupakan satelit kedua dalam misi '*Earth Observing System*' setelah satelit yang pertama *Terra* diluncurkan pada tahun 1999.

Satelit *Aqua* membawa 6 sensor yang digunakan untuk mempelajari air di permukaan bumi dan atmosfer yaitu:

- AMSR-E (*Advanced Microwave Scanning Radiometer - EOS*), mengukur sifat awan, suhu muka laut, kecepatan angin dekat permukaan, air permukaan, es, dan salju.
- AMSU (*Advanced Microwave Sounding Unit*), mengukur suhu dan kelembapan atmosfer.
- AIRS (*Atmospheric Infrared Sounder*), mengukur suhu dan kelembapan atmosfer, suhu permukaan laut dan daratan.
- HSB (*Humidity Sounder for Brazil*) - VHF, mengukur kelembapan atmosfer.
- CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*), mengukur *flux* energi radiasi.
- MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), mempelajari sifat awan, *flux* radiasi, *aerosol*, perubahan *land use* dan *land cover*, kebakaran, dan vulkanos.

Satelit *Terra* membawa 5 sensor yang ditujukan untuk memonitor keadaan lingkungan bumi dan perubahan sistem iklim yang sedang terjadi. Kelima sensor tersebut adalah:

- ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*).
- CERES (*Clouds and the Earth's Radiant Energy System*).
- MISR (*Multi-angle Imaging SpectroRadiometer*).
- MODIS (*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer*).
- MOPITT (*Measurements of Pollution in the Troposphere*).



Gambar 10. Hurricane Karl yang mendekati Mexico 16 September 2010 (Terra)