

# Klasifikasi Tutupan Awan Menggunakan Data *Sensor* Satelit NOAA/AVHRR APT

Dodi Sudiana

Departemen Teknik Elektro FTUI, Kampus Baru UI Depok 16424, e-mail: [dodi@ee.ui.ac.id](mailto:dodi@ee.ui.ac.id)

**Abstrak** – Informasi keadaan cuaca di laut lepas merupakan hal penting yang menentukan keselamatan para nelayan dalam eksploitasi sumber daya kelautan. Dan dalam hal ini, awan merupakan parameter utama untuk menentukan kadar kestabilan di atmosfer. Langit yang bebas awan menandakan kondisi atmosfer Bumi yang cenderung stabil sedangkan keadaan langit mendung dengan bentangan awan yang cukup luas menandakan ketidakstabilan atmosfer. Melalui citra sensor satelit penginderaan jauh NOAA/AVHRR berupa sinyal APT, keadaan cuaca melalui pendeteksian dan pengklasifikasian tutupan awan dapat dilakukan.

Di dalam penelitian ini, pengklasifikasian tutupan awan terbatas pada awan jenis *cirrus*, *stratocumulus*, dan *cumulonimbus*. Data yang digunakan adalah data level 2 APT yang diterima oleh sistem penerima radio VHF dan diolah menggunakan perangkat lunak *Wxtolmg*. Awan dideteksi menggunakan persamaan pendekatan regresi temperatur terhadap nilai kecerahan piksel. Persamaan diperoleh dengan mengambil titik-titik sampel pada data citra APT kanal 4. Setelah dipisahkan dari daratan dan lautan, awan diklasifikasikan berdasarkan tingkat kecerahan albedo yang dihitung dari data APT kanal 2.

**Kata Kunci** : Satelit penginderaan jauh, NOAA/AVHRR, APT, Klasifikasi Awan.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya merupakan lautan. Sehingga sumber daya kelautan seharusnya dapat dimanfaatkan dengan optimal. Jika kebutuhan dalam negeri telah terpenuhi, maka hasil laut ini dapat dimanfaatkan untuk diekspor sehingga dapat mendatangkan tambahan devisa bagi negara. Selain itu, Indonesia merupakan daerah dengan gugusan pulau yang sangat banyak. Sehingga, sarana transportasi laut merupakan pilihan utama untuk transportasi antar pulau.

Keadaan cuaca merupakan faktor utama keselamatan untuk nelayan dan aktifitas pelayaran. Untuk itu diperlukan suatu sistem teknologi yang dapat mengetahui keadaan cuaca nasional dengan tepat. Teknologi satelit penginderaan jauh merupakan jawaban atas masalah ini. Satelit merupakan kebutuhan yang tidak bisa dielakkan lagi pada saat sekarang ini. Kemampuan satelit mengalami

peningkatan yang luar biasa. Mulai dari penggunaan satelit untuk pencarian sumber daya alam, komunikasi data dan telepon hingga penggunaan satelit untuk kebutuhan militer. Kelebihan utama data satelit ini adalah kecepatan dalam memperoleh data dengan cakupan luas.

Satelit NOAA (US *National Oceanographic and Atmospheric*) merupakan salah satu satelit yang sangat luas digunakan dalam teknologi penginderaan jauh. Satelit ini mampu memantau wilayah perairan Indonesia dengan luas cakupan (*swath width*) 2400 km. Dalam satu hari, satelit NOAA melewati Indonesia dua, tiga atau empat kali. Berdasarkan hal tersebut, satelit ini sangat baik untuk kepentingan pemantauan cuaca dan lingkungan serta manfaat lainnya yang dapat dipetik.

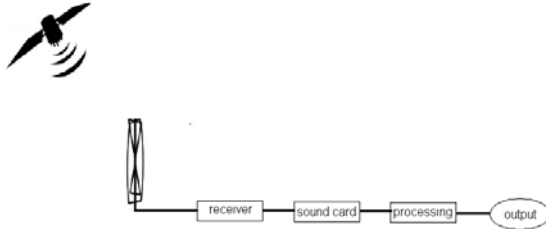
Awan merupakan indikator utama dalam menentukan keadaan cuaca di suatu daerah dan masing-masing jenis awan mempunyai arti yang berbeda. Adanya awan *cumulonimbus* dengan bentangan awan yang cukup luas pada suatu daerah dapat diasumsikan sebagai indikasi keadaan cuaca buruk karena akan turun hujan lebat. Awan *stratocumulus* menandakan daerah tersebut cenderung hujan gerimis. Namun, sering kali awan ini merupakan tanda bahwa cuaca yang lebih buruk akan datang. Awan *cirrus* tidak membawa hujan, namun jika banyak terdapat awan *cirrus* di atmosfer merupakan tanda bahwa 24 jam ke depan akan terjadi perubahan cuaca.

Beberapa metode telah dilakukan untuk menentukan kelas awan. Diantaranya adalah penentuan melalui *fractal dimension* [1], *weather prediction model* dengan *radiation transfer model* (RTM) [2], dan APOLLO (*Over cLouds, Land and Ocean*) [3]. Dalam penelitian ini, klasifikasi awan dilakukan menggunakan pendekatan persamaan regresi temperatur terhadap nilai kecerahan piksel.

## II. PERANGKAT DAN KLASIFIKASI AWAN

Sistem data akuisisi citra satelit dirancang agar secara otomatis mendeteksi dan menerima data satelit saat melewati sistem. Sistem ini terdiri atas antena, radio penerima VHF dan komputer. Sinyal satelit NOAA APT ditangkap oleh Quadri Fillar Helix (QFH) antenna kemudian dipisahkan dari *carrier*-nya oleh radio penerima. Radio penerima yang digunakan adalah KENWOOD TS-2000. *Transceiver* ini dapat bekerja pada frekuensi HF hingga 1.2 GHz.

Setelah sinyal APT ditangkap berupa audio, *sound card* akan bekerja untuk mengubah data audio analog menjadi data digital. Data ini yang selanjutnya akan digunakan pada tahap selanjutnya, melalui teknik pengolahan citra menghasilkan kelas-kelas awan yang diperoleh dari pengamatan satelit. Blok diagram sistem penerima dan pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Blok diagram sistem penerima

Untuk mendapatkan data satelit melalui transmisi APT, antena QFH yang digunakan harus mempunyai arah *anti-clock wise* (jika dilihat dari atas). Hal ini dikarenakan transmisi APT menggunakan jenis polarisasi *right hand circular polarisation* (RHCP).

Perangkat lunak akan mengolah keluaran data audio APT dari radio hingga menghasilkan data citra digital. Data yang digunakan untuk analisis tutupan awan ini adalah data dari kanal 2 dan 4. Selanjutnya, tutupan awan (*cloud coverage*) yang terdapat di dalam citra akan diklasifikasi berdasarkan *albedo* dan temperatur dan direkam lengkap dengan koordinatnya. Langkah-langkah penelitian ini ditunjukkan dalam *flowchart* pada Gambar 2.

Variasi regresi yang digunakan dalam metode klasifikasi awan ini adalah regresi linier dan polinomial. Titik-titik sampel berupa piksel yang mengandung awan di dalam citra, diambil secara acak sebanyak 40 buah. Persamaan regresi linear yang akan didapatkan adalah:

$$y = a_1x + a_0 \quad (1)$$

dengan

$$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2)$$

dan

$$a_0 = \bar{y} - a_1 \bar{x} \quad (3)$$

Sedangkan untuk regresi polinomial orde 2 adalah:

$$y = a_1x^2 + a_1x + a_0 \quad (4)$$

dengan

$$a_0 + a_1 \sum x_i + a_2 \sum x_i^2 = \sum y_i \quad (5)$$

$$a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 + a_2 \sum x_i^3 = \sum x_i y_i \quad (6)$$

$$a_0 \sum x_i^2 + a_1 \sum x_i^3 + a_2 \sum x_i^4 = \sum x_i^2 y_i \quad (7)$$

Ketiga persamaan tersebut diselesaikan dengan menggunakan eliminasi. Untuk melihat keterkaitan antara nilai estimasi dengan nilai aktualnya, digunakan parameter koefisien korelasi  $r$  antara 0-1. Nilai  $r=0$  berarti persamaan hasil regresi tidak dapat dijadikan acuan untuk perhitungan, sedangkan  $r=1$  sebaliknya.

$$r = \sqrt{\frac{S_t - S_r}{S_t}} \quad (8)$$

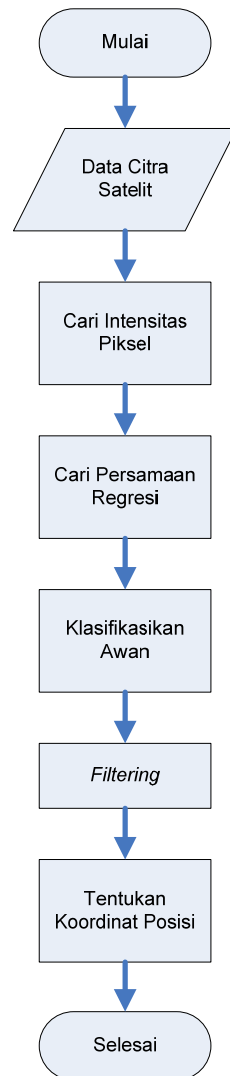
dengan

$$S_r = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1x_i - a_2x_i^2)^2 \quad (9)$$

dan

$$S_t = (y_i - \bar{y})^2 \quad (10)$$

Setelah diperoleh, persamaan regresi digunakan sebagai dasar penentuan piksel pada kanal 4. Setiap titik piksel mewakili temperatur. Kemudian dilakukan determinasi awan dengan daratan dan lautan menggunakan perbedaan temperatur, dimana temperatur di bawah 270K dideteksi sebagai awan [4].



Gambar 2: Flowchart klasifikasi jenis awan

Awan diklasifikasikan menurut perbedaan *albedo* (Tabel 1). Parameter ini mengindikasikan ketebalan awan, sehingga klasifikasi awan didasarkan pada tingkat ketebalannya. Namun, *albedo* tidak hanya dipengaruhi oleh ketebalan awan saja tetapi juga oleh sudut *zenith* matahari. Sehingga klasifikasi ini hanya dibatasi pada data yang ditangkap antara pukul 09:30 hingga 10:00 pagi waktu setempat.

$$\alpha = \frac{W_r}{W_s} \quad (11)$$

dengan  $\alpha$  adalah albedo (bernilai antara 0-1),  $W_r$ : energi yang direfleksikan dan  $W_s$ : energi sumber.

Penentuan albedo menggunakan citra dari kanal 2. Albedo=1 artinya objek tersebut memantulkan 100% radiasi matahari. Sedangkan  $\alpha=0$  artinya objek tersebut merupakan benda hitam sempurna, menyerap

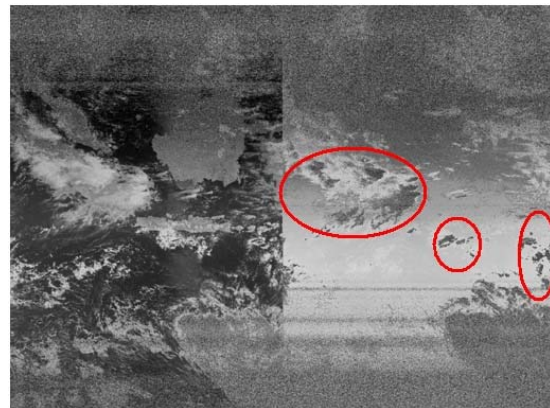
seluruh radiasi matahari. Hasil klasifikasi ini adalah tiga kelas awan cirrus, stratocumulus, dan cumulonimbus.

Proses berikutnya adalah filter. Filter yang digunakan adalah filter *salt and pepper*. Filter ini digunakan untuk menghilangkan awan-awan kecil yang berukuran  $5 \times 5$  piksel pada masing-masing citra. Kemudian masing-masing awan ditentukan batas-batas sistem koordinatnya.

### III. ANALISIS HASIL PENGOLAHAN

#### A. Pengolahan data awan

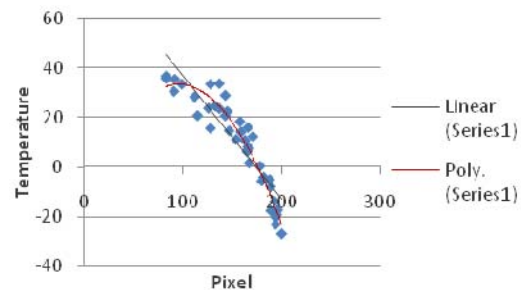
Dalam penelitian ini, contoh citra yang diambil berasal dari satelit NOAA-17 yang diterima pada 3 April 2008 Pukul 09:39 pagi. Gambar 3 adalah citra hasil digitasi perangkat lunak yang belum diproses.



Gambar 3: Flowchart Citra satelit noaa-17 tanggal 3 April 2008 dengan tipe *enhancement* normal

Tampak bahwa citra terbagi menjadi 2 bagian, citra sebelah kiri adalah citra kanal 2 dan sebelah kanan adalah citra kanal 4. Bagian gambar yang ditandai adalah sebagian informasi yang rusak. Jika dibandingkan dengan citra pada kanal 2, di posisi yang sama pada kanal 4, terlihat bahwa bagian itu seharusnya adalah awan. Tetapi pada kenyataannya pada kanal 4, bagian tersebut mempunyai temperatur di atas 270K (ditandai dengan piksel berwarna hitam).

Dari pemilihan 40 sampel secara acak dari kanal 4, didapatkan hasil kurva regresi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4: Kurva regresi temperatur terhadap piksel

Dengan metode regresi linear didapatkan persamaan:

$$y_l = -0,497226x + 86,520451 \quad (12)$$

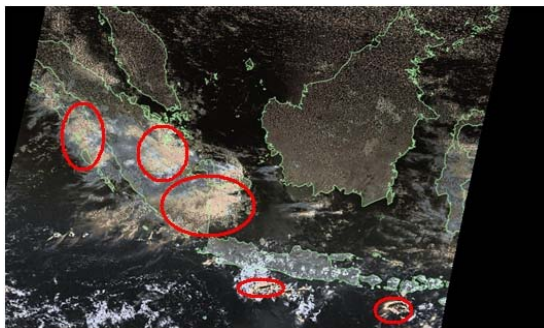
dengan nilai koefisien korelasi sebesar  $r = 0,908505$ .

Sedangkan dengan menggunakan regresi polinomial orde dua didapatkan persamaan:

$$y_p = -0,005205x^2 + 0,999466x - 14,792437 \quad (13)$$

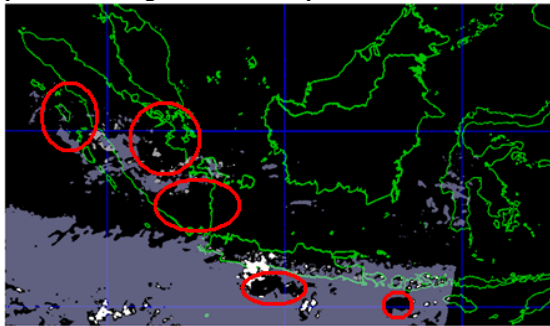
dengan nilai koefisien korelasi sebesar  $r = 0,964784$ .

Dari kedua persamaan tersebut, nilai koefisien korelasi yang paling baik adalah persamaan dengan menggunakan regresi polinomial orde 2.



Gambar 5: Hasil *Image Enhancement* Citra Satelit

Gambar 5 menunjukkan hasil klasifikasi awan. Jenis awan dibedakan menurut intensitas warnanya. Warna paling cerah adalah untuk awan *cumulonimbus*. Yang lebih gelap adalah *stratocumulus*. Dan yang paling gelap adalah awan *cirrus*. Bagian gambar yang di tandai seharusnya adalah letak piksel-piksel yang rusak, namun piksel-piksel tersebut sudah dihilangkan untuk menjaga keakuratan hasil. Gambar 6 dan 7 menunjukkan citra klasifikasi awan dengan pendekatan regresi linear dan polinomial orde 2.

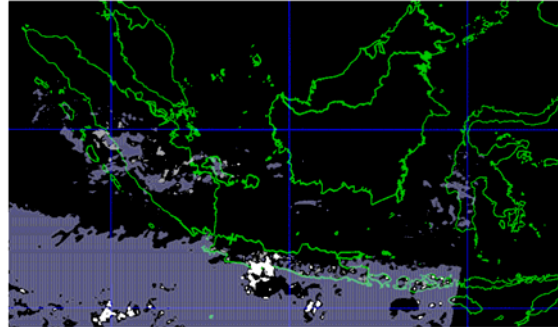


Gambar 6: Klasifikasi awan dengan regresi linear

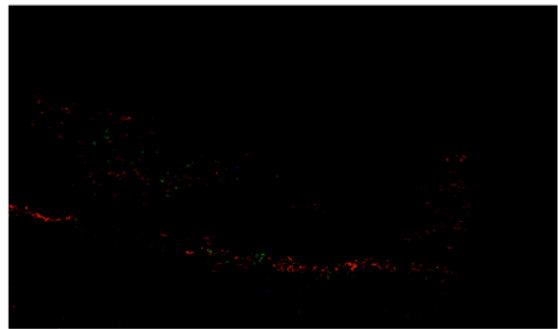
Di daerah selatan Indonesia, terlihat bahwa keadaan sangat berawan. Namun awan-awan ini adalah awan-awan *cirrus* yang tidak memiliki potensi hujan. Namun di beberapa tempat terdapat awan-awan *cumulonimbus*. Bentangan awan *cumulonimbus* yang paling besar terletak pada pantai selatan perbatasan

antara Jawa Tengah dengan Jawa Barat. Sedangkan di daerah Laut Jawa, cuaca cerah tidak berawan.

Secara kasat mata, kedua gambar di atas tidak memiliki perbedaan. Namun dengan menggunakan program, dapat diketahui perbedaannya. Gambar 8 memperlihatkan piksel-piksel yang tidak terdapat pada Gambar 6 tetapi terdapat pada Gambar 7, atau sebaliknya. Warna merah, hijau, dan biru berturut-turut adalah perbandingan hasil pada awan *cirrus*, *stratocumulus*, dan *cumulonimbus*.



Gambar 7: Klasifikasi awan (regresi polinomial orde 2)



Gambar 8: Perbandingan hasil dengan regresi linear dengan polinomial orde 2

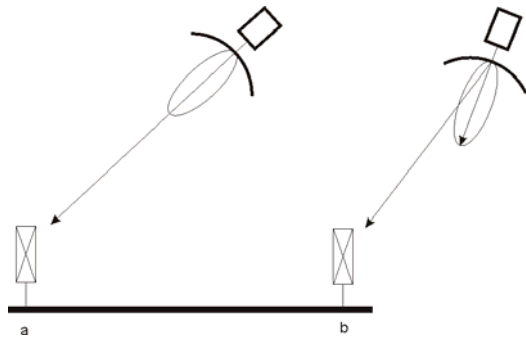
## B. Analisis Kerusakan Data

Bagian-bagian dari data yang mengalami kerusakan adalah akibat adanya *noise* dan atenuasi selama proses akuisisi. Pengaruh terbesar yang membuat *noise* pada sistem adalah *random thermal motion* dari elektron. *Noise* ini biasanya terjadi pada divais yang bersifat resistif dan pada komponen aktif. Selain itu, antena, *transmission line* dan *amplifier* juga merupakan bagian dari sistem akuisisi yang menghasilkan *noise*. Ditambah lagi, penempatan antena yang kurang baik dapat sangat berpengaruh terhadap data satelit yang didapatkan.

Faktor gangguan yang lain adalah pengaturan alokasi frekuensi di Indonesia yang belum sepenuhnya ditaati oleh masyarakat pengguna radio komunikasi. Pada kenyataannya, frekuensi penerima sinyal NOAA APT pada 137 MHz kadang-kadang terganggu oleh lalu lintas radio komunikasi tersebut.

Pada penerimaan gelombang radio analog, cuaca yang kurang baik dan keadaan atmosfer selama perjalanan sinyal dari satelit ke *ground station* juga berpengaruh pada kualitas data yang diterima. Salah satu pengaruh atmosfer adalah absorpsi energi oleh masing-masing lapisan atmosfer. Absorpsi ini bergantung pada kepadatan dan kandungan udara pada saat itu. Selain itu adalah efek pada lapisan ionosfer dimana partikel-partikel terionisasi, terutama oleh radiasi matahari. Efek yang terjadi adalah delay propagasi dan perubahan frekuensi.

Faktor yang berikutnya adalah *antenna misalignment losses*. Gambar 9 menunjukkan *alignment* antara antena *ground station* dengan satelit. Posisi pada Gambar 9.a akan memberikan *gain* maksimum posisi ini merupakan yang paling baik. Sedangkan pada Gambar 9.b, *gain* yang diterima pada *ground station* menjadi tidak maksimal.



Gambar 9: *Antenna alignment*

#### IV. KESIMPULAN

1. Citra satelit NOAA APT tanggal 3 April 2008 jam 09:39 menghasilkan informasi bentangan awan *cirrus* yang luas pada sebelah selatan Indonesia dan Sumatra. Awan *cumulonimbus* pada pantai selatan perbatasan antara Jawa Tengah dengan Jawa Barat. Beberapa *stratocumulus* terdeteksi di langit Sumatra.
2. Pendekatan dengan menggunakan regresi polinomial orde 2 lebih baik dari pada dengan regresi linear karena koefisien korelasi regresi polinomial orde 2 ( $r=0,964784$ ) lebih besar dari pada regresi linear ( $r=0,908505$ ).
3. Kerusakan data citra diakibatkan beberapa faktor, seperti: noise peralatan radio, antena, interferensi dari komunikasi radio amatir, cuaca, delay propagasi dan *misalignment* pada perangkat antena penerima.

#### DAFTAR ACUAN

- [1] Ryoichi Kawao, Mikio Takagi, "A Method for Cloud of Classification of AVHRR Image Data with Fractal Dimension", Joint Research Project, Institute of Industrial Science, University of Tokyo.
- [2] Sauli Joro, Marcel Derrien, Hervé Le Gléau, Adam Dybbroe, "Validation of Cloud Masks Using

Ceilometer Data" Joint Research Project, EUMETSAT, Météo-France, SMHI.

- [3] R.P.Armitage, F.A.Ramirez, E.Y. Ogunbadewa, F.M.Danson, "Comparison Of Avhrr and Modis Cloud Products for Estimating Cloud Cover Probabilities for The United Kingdom", Joint Research Project, Centre for Environmental Systems Research, Research Institute for the Built Environment, School of Environment and Life Sciences, University of Salford, Manchester, M5 4WT UK Computer Science Department, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Asunción, Paraguay.
- [4] L. Billa, S.B. Mansor, A.R. Mahmud, "Quantitative Precipitation Forecasting Using Cloud-Based Techniques On AVHRR Data", 1st Phase Research Journal, SNML, ITMA, University Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia.