

**PERHITUNGAN DAN PENENTUAN LOKASI
PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT
MENGUNAKAN DATA NOAA/AVHRR-APT**

SKRIPSI

Oleh

MIA RIZKINIA

04 04 03 060 1



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**PERHITUNGAN DAN PENENTUAN LOKASI
PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT
MENGUNAKAN DATA NOAA/AVHRR-APT**

SKRIPSI

Oleh

MIA RIZKINIA

04 04 03 060 1



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PERHITUNGAN DAN PENENTUAN LOKASI PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN DATA NOAA/AVHRR-APT

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 9 Juli 2008

Mia Rizkinia

NPM. 0404030601

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

PERHITUNGAN DAN PENENTUAN LOKASI PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN DATA NOAA/AVHRR/APT

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diajukan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 24 Juni 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Program Studi Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 9 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Dodi Sudiana, M. Eng.

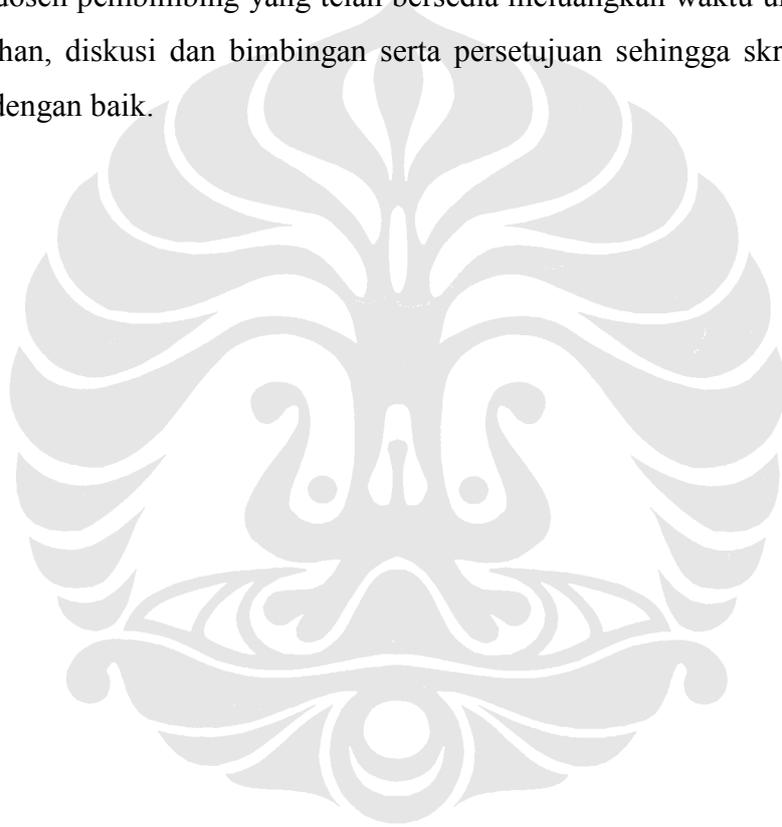
NIP. 131 944 413

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr. Ir. Dodi Sudiana, M. Eng.

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



Mia Rizkinia
NPM 04 04 03 060 1
Departemen Elektro
Universitas Indonesia

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Dodi Sudiana, M. Eng.
NIP. 131 944 413

**PERHITUNGAN DAN PENENTUAN LOKASI PERBEDAAN SUHU
PERMUKAAN LAUT MENGGUNAKAN DATA NOAA/AVHRR APT**

ABSTRAK

Kegiatan penangkapan ikan di laut memerlukan aplikasi teknologi yang memberikan informasi pendukung yang menyeluruh, mencakup wilayah yang luas dan dalam waktu yang cepat untuk efisiensi dan efektivitas penangkapan ikan. Hasil *scan* satelit NOAA/AVHRR-APT dapat dimanfaatkan untuk keperluan ini dengan melakukan pengolahan datanya terlebih dahulu. Penelitian ini menggunakan data mentah dari transmisi analog tipe *Automatic Picture Transmission* (APT) satelit NOAA/AVHRR yang di-*decode* menjadi digital dengan *software* WxtoImg. Pengolahan citra dilakukan menggunakan *software* perangkat lunak komputasi matematis dengan masukan berupa data level 2.

Pengolahan data level 0 menjadi data level 2 ini dilakukan pada WxtoImg. Untuk membuat peta isotherm permukaan laut dan menentukan letak geografis daerah potensi ikan dibutuhkan persamaan yang menghubungkan antara suhu dengan piksel citra. Karena itu, dengan WxtoImg data di-*enhancement* menjadi citra yang dapat diolah dengan perangkat lunak komputasi matematis dengan persamaan yang menghubungkan antara suhu dan piksel citra. *Enhancement* bisa dilakukan secara otomatis dengan fasilitas *enhancement sea surface temperature* (SST) pada WxtoImg dengan acuan hubungan piksel dan suhu dari *enhancement curve* WxtoImg. Hasil *enhancement* berupa suhu permukaan laut akan dianalisis keunggulan dan kelemahannya jika dibandingkan dengan menggunakan citra hasil pada utilitas *contrast enhance channel B only*, yang dalam hal ini menggunakan kanal 4 saja. Dari penggunaan dua jenis data yang berbeda ini, juga bisa diperoleh letak geografis daerah perbedaan suhu permukaan laut dengan algoritma yang dikembangkan.

Kata Kunci : Satelit pengindraan jauh, NOAA/AVHRR, APT, Suhu Permukaan Laut

Mia Rizkinia
NPM 04 04 03 060 1
Departemen Elektro
Universitas Indonesia

Supervisor
Dr. Ir. Dodi Sudiana, M. Eng.
NIP. 131 944 413

**THE DERIVATION OF SEA SURFACE TEMPERATURE AND
GEOGRAPHICAL LOCATION OF ITS DIFFERENCES USING
NOAA/AVHRR-APT DATA**

ABSTRACT

In order to increase the productivity of fish cultivation, a comprehensive information on fishery area is very vital. Using NOAA/AVHRR-APT, remote sensing satellite data could be converted into the Sea Surface Temperature (SST) could be one of the most effective solution to help the fishermen. In this research, the Automatic Picture Transmission (APT) data broadcasted from the satellite was decoded to level-2 digital imagery using Wxtolmg software. To convert this image into the SST profile, image processing technique was implemented.

The result is the SST isotherm map and the geographical location of fishery potential area which is derived from the differences of temperature area. A mathematical correlation function between the pixel values and the SST was derived from the enhancement curve used in the software. The SST as the enhancement output will be analyzed and compared to the result of contrast enhancement of channel 4 only. Using these two variations of data, geographical location of different SST area could be obtained.

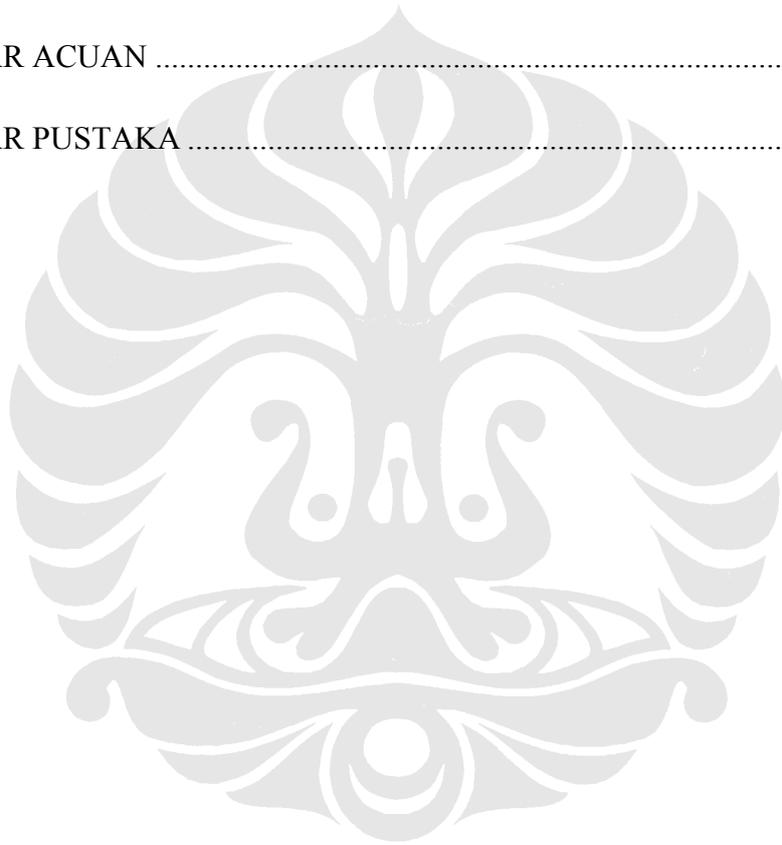
Keywords : Remote sensing satellite, NOAA/AVHRR, APT, Sea Surface Temperature

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH	3
1.5 METODOLOGI PENELITIAN.....	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TEORI DASAR	5
2.1 SATELIT CUACA	5
2.2 PEMANFAATAN SATELIT CUACA DI BIDANG OSEANOGRAFI .	10

2.3	TIPE TRANSMISI.....	12
2.3.1	<i>Automatic Picture Transmission (APT)</i>	12
2.3.2	<i>Weather Facsimile (WEFAX) Geostationary</i>	12
2.3.3	<i>High Resolution Picture Transmission (HRPT)</i>	13
2.4	SISTEM AKUISISI DATA SATELIT NOAA/AVHRR-APT	13
2.4.1	Satelit NOAA.....	14
2.4.2	Tipe Transmisi APT	20
2.4.3	Antena	22
2.4.4	<i>Receiver (FT-897 VHF)</i>	23
2.4.5	Perangkat lunak WxtoImg.....	23
2.5	Sistem Proyeksi Data Satelit.....	25
2.6	ALGORITMA SUHU PERMUKAAN LAUT NOAA/AVHRR	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	DATA PENELITIAN	30
3.2	PENGOLAHAN DATA	33
3.3	PENENTUAN LOKASI PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT	35
3.3.1	Penentuan Lokasi Perbedaan Suhu Permukaan Laut dengan <i>Contrast Enhance Ch4 Only</i>	36
3.3.2	Penentuan Lokasi Perbedaan Suhu Permukaan Laut dengan <i>Enhancement SST</i>	41
BAB IV HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA		47
4.1	HASIL DAN ANALISA PENELITIAN DENGAN <i>CONTRAST ENHANCE CH.4 ONLY</i>	47

4.2 KONTUR SUHU DENGAN <i>ENHANCEMENT SEA SURFACE</i> <i>TEMPERATUR</i>	52
4.3 PERBANDINGAN <i>ENHANCEMENT SST</i> DENGAN <i>CONTRAST</i> <i>ENHANCE CH4 ONLY</i>	55
4.4 ANALISA HASIL PENENTUAN LOKASI PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT	58
BAB V KESIMPULAN	60
DAFTAR ACUAN	61
DAFTAR PUSTAKA	63



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi lokasi orbit LEO, MEO, dan GEO dari bumi [1].....	5
Gambar 2.2	Satelit LEO [2].....	6
Gambar 2.3	Satelit MEO [3].....	6
Gambar 2.4	Satelit GEO [4].....	7
Gambar 2.5	Satelit polar dan satelit geostationer [5].....	8
Gambar 2.6	Satelit NOAA-18 pada tahap pengujian akhir sebelum diluncurkan [6].....	9
Gambar 2.7	Bagan operasional komunitas oceanografi penangkapan ikan[9].....	11
Gambar 2.8	Konfigurasi sistem penerimaan data satelit cuaca [10].....	14
Gambar 2.9	Satelit NOAA beserta waktu operasional dan <i>extended lifetimes</i> dari satelitnya [11].....	15
Gambar 2.10	Instrumen AVHRR [12].....	16
Gambar 2.11	Spektrum Elektromagnetik [13].....	18
Gambar 2.12	Format transmisi APT [12].....	21
Gambar 2.13	Gambar Konstruksi fisik QFH[15].....	22
Gambar 2.14	Gambar Radio penerima jenis FT 897 VHF.....	23
Gambar 2.15	<i>Screen shot</i> aplikasi WxtoImg.....	24
Gambar 2.16	Proyeksi Mercator.....	27
Gambar 3.1	Diagram alir proses pengolahan data pada WxtoImg.....	32

Gambar 3.2	Pengaturan wilayah penelitian pada citra dengan Projection Option.....	33
Gambar 3.3	Diagram alir pengolahan citra pada perangkat lunak komputasi matematis untuk penentuan lokasi perbedaan suhu permukaan laut dengan <i>contrast enhance ch4 only</i>	37
Gambar 3.4	Pendeteksian dan pemberian warna (cokelat) piksel awan	39
Gambar 3.5	Penggabungan semua warna setiap isotherm setelah <i>masking</i> pulau.....	40
Gambar 3.6	Pemberian warna lain (cokelat) untuk awan, pulau dan noise ...	40
Gambar 3.7	Cetakan pulau jawa	40
Gambar 3.8	Hasil akhir	40
Gambar 3.9	Enhancement curve pada WxtoImg	42
Gambar 3.10	Diagram alir pengolahan citra pada perangkat lunak komputasi matematis untuk penentuan lokasi perbedaan isotherm permukaan laut dengan <i>enhancement SST</i>	44
Gambar 3.11	Pendeteksian dan pemberian warna (cokelat) selain piksel laut	45
Gambar 3.12	Pendeteksian piksel awan yang menutupi laut.....	46
Gambar 4.1	Kurva regresi suhu terhadap intensitas piksel.....	48
Gambar 4.2	Citra hasil enhancement <i>contrast enhance ch4 only</i>	49
Gambar 4.3	Grafik jumlah piksel setiap isotherm	50
Gambar 4.4	Citra hasil enhancement <i>enhancement sea surface temperature</i>	52
Gambar 4.5	Grafik jumlah piksel setiap isotherm	53
Gambar 4.6	Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil dua jenis <i>enhancement</i> data 1	56

Gambar 4.7	Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil dua jenis <i>enhancement</i> data 2	56
Gambar 4.8	Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil dua jenis <i>enhancement</i> data 3	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kanal AVHRR [12].....	17
Tabel 2.2 Koefisien untuk algoritma NLSST [12].....	28
Tabel 2.3 Koefisien untuk algoritma MCSST [12].....	29
Tabel 3.1 Data penelitian <i>Contrast Enhance Ch4 Only</i>	34
Tabel 3.2 Data penelitian <i>Enhancement Sea Surface Temperature (SST)</i>	35
Tabel 3.3 Pengelompokan suhu untuk pewarnaan isotherm	38
Tabel 3.4 Fungsi piksel RGB terhadap Suhu	42
Tabel 3.5 Pengelompokan isotherm untuk pewarnaan.....	43
Tabel 4.1 <i>Range</i> suhu dan warna isotherm.....	47
Tabel 4.2 Sampel piksel yang tidak persis berada pada <i>enhancement curve</i>	55

DAFTAR SINGKATAN

NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
AM	Amplitude Modulation
APT	Automated Picture Transmission
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
<i>ch</i>	Kanal
FM	Frequency Modulation
FTUI	Fakultas Teknik Universitas Indonesia
GAC	Global Area Coverage
GEO	Geostationary Earth Orbiters
GPS	Ground Positioning System
HRPT	High Resolution Picture Transmission
LAC	Local Area Coverage
LEO	Low Earth Orbiters
MEO	Medium Earth Orbiters
PC	Personal Computer
QFH	Quadrifilar Helix Antenna
RGB	Red Green Blue
SPL	Suhu Permukaan Laut
SSB	Single Side Band
SST	Sea Surface Temperature

VHF	Very High Frequency
WEFAX	Weather Facsimile
WxtoImg	Weather Satellite to Image



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
MCSST	Multi Channel SST pada NOAA/AVHRR	K
NLSST	Non Linear SST pada NOAA/AVHRR	°C
R^2	Koefisien korelasi	% atau dalam desimal
SPL	Suhu permukaan Laut	°C
SST	Suhu permukaan Laut	°C
S/N	Rasio perbandingan sinyal terhadap <i>noise</i>	
T4, T5	Suhu kecerahan kanal 4 dan kanal 5 NOAA/AVHRR	K
θ	Sudut zenith matahari	derajat
λ	Panjang gelombang	μm

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari lautan. Lautan menyimpan banyak sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, salah satunya adalah sumber daya hewani, lebih spesifik lagi ikan. Aktivitas penangkapan ikan telah dilakukan dengan berbagai macam cara. Variasi ini termasuk pada cara mendapatkan informasi yang mendukung efektivitas dan efisiensi penangkapannya. Informasi yang *reliable* (dapat dipercaya) dari komunitas keilmuan tentang lautan dibutuhkan untuk tujuan ini.

Pengetahuan mengenai kondisi dan proses tertentu yang mempengaruhi populasi ikan, dapat dilakukan dengan berbagai cara, langsung (*Aerial photography*, *echo-sounder*, sonar dan sistem laser daya tinggi) maupun tidak langsung (penginderaan jauh dari sensor satelit)[1]. Pengetahuan tersebut antara lain mengenai konsentrasi materi terlarut dan tersuspensi, daerah tepian, pola arus laut, sirkulasi air, distribusi *surface* isotherm. Parameter yang dapat menghasilkan informasi pada faktor-faktor ini memungkinkan untuk dilakukan penentuan distribusi ikan.

Untuk mendapatkan informasi ini, akan sangat efektif dan efisien jika dilakukan penerapan teknologi yang dapat mencakup seluruh wilayah perairan laut yang sangat luas, sekaligus tersedia dalam waktu cepat. Maka dipilihlah penginderaan jauh untuk tujuan optimalisasi ini. Penginderaan jauh didapatkan dari sensor satelit terhadap Bumi. NOAA sebagai satelit polar dipilih karena sensor satelit NOAA sudah banyak digunakan (generasi satelitnya sudah lebih dari 30 tahun). Salah satu sensor pada satelit NOAA yang banyak dimanfaatkan adalah sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) karena dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, misalnya: penentuan cakupan vegetasi,

tutupan awan, es, suhu permukaan darat, dan suhu permukaan laut. Terkait dengan perikanan, pada sensor ini terdapat kanal-kanal data yang menyediakan informasi mengenai *Sea Surface Temperature* (SST). Suhu Permukaan Laut (SPL atau dalam bahasa Inggris disingkat SST) dapat digunakan sebagai salah satu parameter penentuan daerah potensi ikan di mana ikan-ikan akan berkumpul pada daerah perairan yang memiliki perbedaan suhu yang cukup tinggi/signifikan. Sedangkan jenis transmisi dari sensor AVHRR yang digunakan adalah jenis *Automatic Picture Transmission* (APT) dengan resolusi 4 km. Walaupun memiliki resolusi yang lebih rendah dari transmisi jenis *High Resolution Picture Transmission* (HRPT) – 1 km/piksel, namun APT lebih unggul dalam hal kemudahan dalam perancangan sistem akuisisi dan harga peralatan yang lebih terjangkau. Sistem akuisisinya hanya berupa Quadrifilar Helix antenna (QFH), radio penerima VHF dan PC yang dilengkapi dengan *soundcard* dan *software decoder*. Data APT dikirimkan setiap saat sesuai dengan jadwal penerimaan data satelit NOAA dan dikirimkan dalam format analog dimodulasi pada frekuensi 137 MHz untuk kemudian diolah menjadi citra satelit digital menggunakan perangkat lunak yang terpasang pada PC.

Untuk menghasilkan informasi yang dibutuhkan, yaitu lokasi daerah potensi ikan, maka diperlukan pengolahan citra satelit sebagai bagian dari teknologi penginderaan jauh yang dipilih. Informasi SPL dari transmisi data satelit NOAA/AVHRR-APT akan lebih mudah diperoleh dari pengolahan data satelit dengan *software decoder* hingga mencapai data level 2. Sehingga pengolahan selanjutnya adalah berupa pengolahan citra dengan algoritma tertentu hingga menghasilkan keluaran informasi yang diharapkan. Keluaran ini direpresentasikan berupa peta isotherm suhu permukaan laut dan letak geografis daerah pertemuan isotherm yang berbeda, karena merupakan lokasi yang diindikasikan berpotensi kaya ikan. Oleh sebab itu, penelitian ini menghasilkan dua jenis keluaran tersebut guna merepresentasi informasi yang dibutuhkan.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pada penelitian ini dibuat algoritma yang dapat menghasilkan peta isotherm suhu permukaan laut dan letak geografis daerah perbedaan suhu permukaan laut sebagai informasi yang mendukung optimalisasi penangkapan ikan. Perhitungan suhu permukaan laut dilakukan dengan melakukan pemetaan hubungan antara nilai piksel data citra satelit dengan suhu konversi pada perangkat lunak WxtoImg. Data keluaran berupa informasi lokasi geografis daerah perairan di mana terdapat perbedaan suhu yang signifikan.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan disusunnya skripsi ini adalah untuk membangun sebuah sistem penerimaan data satelit NOAA/AVHRR-APT dan program yang dapat menghasilkan peta isotherm suhu permukaan laut dan letak geografis daerah pertemuan suhu yang berbeda sebagai informasi yang dibutuhkan para nelayan demi efisiensi dan efektivitas penangkapan ikan.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam laporan penelitian yang dituangkan melalui skripsi ini akan dibuat program yang menghasilkan peta isotherm suhu permukaan laut dan analisis letak geografis daerah perbedaan suhu permukaan laut. Program dirancang untuk dua kebutuhan, yaitu untuk mengolah data level 2 hasil *enhancement contrast enhance ch4 only* pada perangkat lunak WxtoImg dan yang mengolah data level 2 hasil pengolahan otomatis *enhancement sea surface temperature* pada program yang sama. Kemudian dianalisis apakah *enhancement sea surface temperature* cukup representatif dibandingkan perumusan dari *enhancement contrast enhance ch4 only*.

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Data mentah satelit diperoleh dari akuisisi data satelit NOAA/AVHRR-APT dengan antenna QFH dan radio penerima VHF yang terpasang di Departemen Elektro FT UI. Pengolahan citra satelit dari data mentah hingga diperoleh suhu permukaan laut pada skripsi ini seluruhnya dilakukan menggunakan perangkat lunak WxtoImg. Adapun algoritma yang digunakan untuk menghasilkan peta isotherm suhu permukaan laut dan letak geografis daerah pertemuan isotherm yang berbeda dibuat dan dijalankan menggunakan perangkat lunak komputasi matematis. Dasar hubungan antara nilai suhu permukaan laut dengan nilai piksel pada citra satelit dijadikan landasan dalam perhitungan lanjutan. Hubungan ini didapat dari dua macam sumber, yaitu *enhancement curve* yang diturunkan dari *enhancement sea surface temperature* (kanal 3 dan 4) dan persamaan pendekatan yang diturunkan dari *contrast enhance ch4 only* (kanal 4 saja).

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Pada Bab I berupa pendahuluan, akan dijelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Pada Bab II berupa teori dasar, akan dijelaskan dasar teori tentang satelit cuaca, pemanfaatan satelit cuaca di bidang oseanografi, tipe transmisi satelit, sistem akuisisi data satelit NOAA/AVHRR-APT, dan sistem proyeksi data satelit.

Pada Bab III berupa metodologi penelitian, akan dijelaskan tentang data penelitian, langkah-langkah pengolahan data, penentuan lokasi perbedaan suhu permukaan laut.

Pada Bab IV berupa hasil dan analisa, akan dijelaskan hasil keluaran program yang dibuat dengan mengambil sampel data satelit sebagai contoh kasus.

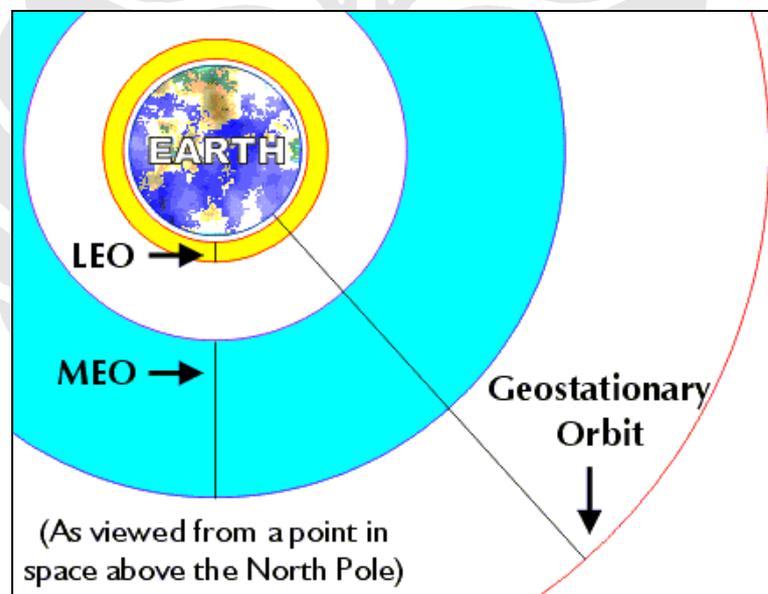
Pada Bab V berupa kesimpulan, akan dijelaskan kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini.

BAB II

TEORI DASAR

2.1 SATELIT CUACA

Fungsi utama satelit cuaca adalah sebagai pemantau cuaca dan iklim di permukaan Bumi yang diamati dari ruang angkasa. Kelebihan utama dari satelit cuaca adalah kecepatan perolehan datanya dan cakupan luas yang dimilikinya. Satelit cuaca terdiri dari tiga tipe, yaitu *Low Earth Orbiters* (LEO), *Medium Earth Orbiters* (MEO) dan *Geostationary Orbiters* (GEO). Perbedaan ketiga tipe satelit tersebut terletak pada ketinggian orbit dan kecepatan pergerakannya terhadap permukaan Bumi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi lokasi orbit LEO, MEO, dan GEO dari bumi [1]

Satelit LEO memiliki orbit pada ketinggian sekitar 100 km sampai dengan 1000 km di atas permukaan Bumi, bergerak secara konstan mengikuti permukaan Bumi. Karena ketinggian orbit dari satelit ini tergolong rendah, maka satelit ini cenderung menghasilkan gambar yang lebih tajam. Selain kualitas citranya lebih baik, orbit satelit LEO dari kutub ke kutub mengitari Bumi setiap 104 menit, mengimplikasikan satelit itu melewati wilayah yang sama di Bumi minimal dua

kali sehari. Oleh karenanya, satelit LEO umum digunakan sebagai satelit pemantau permukaan Bumi yang handal. Gambar 2.2 merupakan gambar salah satu satelit LEO.



Gambar 2.2 Satelit LEO [2]

Satelit MEO memiliki orbit pada ketinggian sekitar 10.000 km di atas permukaan Bumi, sedangkan satelit GEO memiliki orbit pada ketinggian sekitar 40.000 km di atas permukaan Bumi dengan kecepatan pergerakan sama dengan kecepatan rotasi Bumi. Gambar 2.3 merupakan gambar salah satu satelit MEO dan Gambar 2.2 merupakan gambar salah satu satelit GEO.

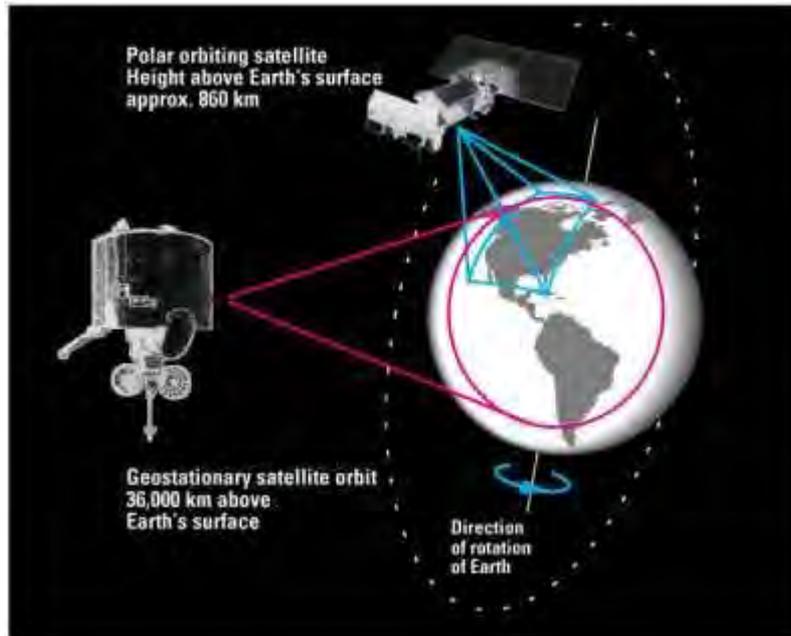


Gambar 2.3 Satelit MEO [3]



Gambar 2.4 Satelit GEO [4]

Satelit cuaca termasuk ke dalam jenis satelit meteorologi, yaitu satelit yang tidak hanya melihat awan dan sistem perawan saja, tetapi juga mengumpulkan informasi mengenai cahaya kota, api kebakaran, efek polusi, aurora, badai pasir dan debu, tutupan salju, daerah es, tepian arus samudera, aliran energi dan lain-lain. Satelit meteorologi memiliki dua tipe dasar, yaitu geostasioner dan berorbit kutub (*polar orbiting*). Satelit geostasioner mengorbit Bumi di atas ekuator pada ketinggian 35.880 km (22.300 mil), sehingga pergerakan satelit cuaca geostasioner tetap mengikuti rotasi Bumi. Satelit ini dapat merekam dan mentransmisikan secara kontinyu gambar setengah bagian Bumi yang berada di bawahnya dengan sensor yang dimilikinya. Sedangkan satelit cuaca berorbit polar, mengorbit Bumi pada ketinggian tertentu dengan ketinggian 850 km (530 mil) di bagian barat sampai selatan (atau sebaliknya), melintas di atas kutub utara dan selatan dalam penerbangannya yang kontinyu. Satelit polar merupakan satelit dengan orbit sinkron matahari. Hal ini menunjukkan bahwa satelit ini dapat mengobservasi tempat di mana pun di Bumi dan akan memperlihatkan setiap lokasi sebanyak dua kali dalam sehari. Resolusi satelit ini jauh lebih baik daripada satelit geostasioner karena jaraknya yang jauh lebih dekat dengan Bumi. Gambar 2.5 merupakan gambar satelit polar dan satelit geostasioner.



Gambar 2.5 Satelit polar dan satelit geostationer [5]

Salah satu contoh satelit cuaca yang sangat luas digunakan adalah satelit NOAA (*National Oceanographic and Atmospheric Administration*) yang lebar cakupannya (*swath width*) mencapai 2.400 km dalam setiap pengamatannya. NOAA memiliki dua tipe satelit, yaitu satelit GEO dan LEO. Fungsi utama dari satelit ini adalah sebagai pemantau permukaan Bumi yang sangat luas digunakan, karena dalam satu hari satelit NOAA berbagai seri melewati satu kawasan tertentu sebanyak dua, tiga atau empat kali. Termasuk memantau kawasan kepulauan dan perairan Indonesia, saat ini satelit NOAA yang tengah beroperasi penuh ada empat, yaitu NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17 dan NOAA-18. Gambar 2.6 menunjukkan gambar satelit cuaca NOAA-18 pada tahap pengujian akhir sebelum diluncurkan.



Gambar 2.6 Satelit NOAA-18 pada tahap pengujian akhir sebelum diluncurkan [6]

Satelit ini beroperasi dengan menggunakan sensor yang dapat menganalisa spektrum cahaya tampak dan infra merah secara berulang-ulang, sehingga menghasilkan citra secara kontinyu. Lebar pencitraan satelit ini mencakup bentangan sepanjang 2000-3000 km. Dalam format analog hasil pencitraan ini ditransmisikan langsung melalui pengiriman data *Automatic Picture Transmission* (APT) pada 137 MHz dan tidak disimpan di satelit. Penerimaan sinyal ini dilakukan oleh pesawat penerima radio VHF melalui antena QFH (Quadrifilar Helix), yaitu termasuk salah satu jenis antena *omnidirectional circularly polarized*, ketika satelit tepat melintas di atasnya selama sekitar 15 menit.

Dalam pengaplikasiannya selama jam *local daylight* (siang hari), satelit cuaca dapat menghasilkan pencitraan cahaya tampak yang dapat dengan mudah diinterpretasi secara visual. Baik awan, maupun sistem perawanan seperti badai tropis, danau, hutan, gunung, es salju, kebakaran, dan polusi seperti asap, kabut, awan asap, debu dan uap air dengan mudah dapat dilihat. Dengan melihat pola

awan, tanda garis dan pergerakan dari beberapa citra satelit yang saling berkelanjutan secara temporal, pergerakan angin dapat diketahui.

Scanning radiometer adalah sensor yang digunakan untuk merekam gambar panas atau infra merah untuk mengetahui ketinggian dan tipe awan, agar dapat menghitung suhu permukaan laut dan daratan, sehingga dapat memetakan garis permukaan lautan. Manfaat dari citra infra merah ini adalah untuk menghasilkan gambar arus melingkarnya lautan dan peta terkini, seperti *Gulf Stream* untuk industri perkapalan, mengetahui suhu daratan agar para petani dapat melindungi tanamannya, dan mengetahui suhu perairan untuk meningkatkan jumlah tangkapan para nelayan dari laut. Bahkan melalui sensor ini dapat diketahui atau diprediksi kedatangan fenomena El Nino.

2.2 PEMANFAATAN SATELIT CUACA DI BIDANG OSEANOGRAFI

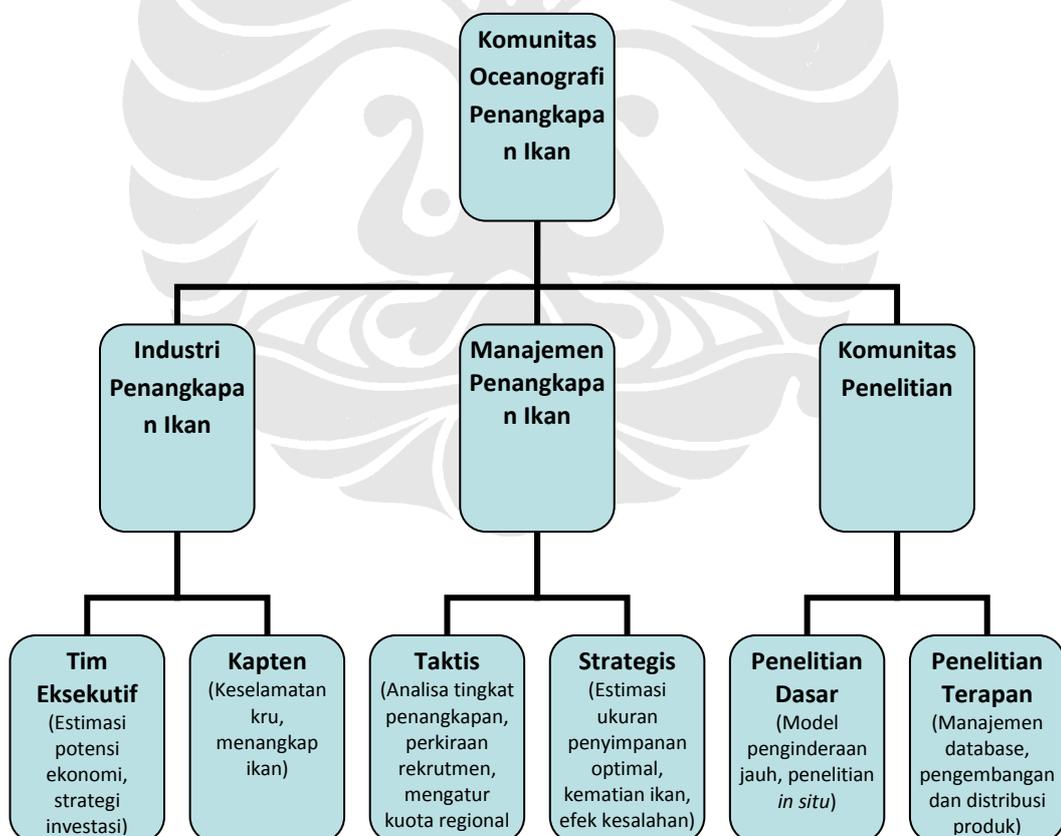
Pada masa yang akan datang, peran satelit dan *environmental oceanography* akan sangat berkembang untuk mendukung operasional nelayan dan analisa retrospektif tentang data iklim dan historis untuk menentukan sistem jangka panjang dan variasi pada penangkapan ikan.. Hal ini disebabkan oleh perkembangan pada akuisisi data, mass storage, dan teknologi komunikasi data, ketika dipasangkan.

Pemanfaatan produk penginderaan jauh adalah sebagai berikut :

1. Membantu usaha komersil dan mendukung penangkapan ikan laut oleh nelayan
2. Menyediakan pengelolaan sumber daya laut dengan informasi untuk penangkapan dan mortalitas ikan
3. Menyediakan indikasi peristiwa iklim mayor seperti El Nino, yang akan berdampak pada operasional nelayan
4. Meningkatkan pemahaman dasar ilmiah mengenai penangkapan ikan lautan
5. Membantu indentifikasi racun buatan manusia maupun dari lautan secara alami yang secara serius mengancam penangkapan ikan lautan.

Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam industri penangkapan ikan, yaitu keakuratan dalam menganalisa potensi ekonomi jangka panjang suatu daerah penangkapan, serta keamanan dan efisiensi penangkapan ikan. Sehingga agar mendapatkan hasil yang optimal dan memenuhi tujuan respektifnya dibutuhkan aplikasi penginderaan jauh dan data environmental yang akurat.

Pada umumnya, penangkapan ikan laut, dapat menguntungkan hanya untuk area yang ikannya cenderung bervariasi. Untuk mendeteksi faktor environmental, seperti gradien suhu laut, yang menghasilkan variasi ikan, digunakan data satelit. Teknologi penginderaan jauh untuk komunitas penangkapan ikan dibutuhkan dan dapat digunakan sebagai pengelola sumber daya laut yang dapat diperbaharui dengan lebih baik [8]. Model konseptual komunitas penangkapan ikan ini dijelaskan oleh Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Bagan operasional komunitas oceanografi penangkapan ikan[9]

2.3 TIPE TRANSMISI

2.3.1 *Automatic Picture Transmission (APT)*

Automatic Picture Transmission (APT) merupakan transmisi mode sederhana yang menggunakan sinyal analog untuk mentransmisi gambar, dengan transmisi sekitar 137 MHz agar mudah diterima. Contoh dua jenis frekuensi yang umumnya digunakan dalam satelit ini adalah 136.50 MHz untuk NOAA 12 dan 15 dan 137.62 MHz untuk NOAA 14. Sistem ini memanfaatkan satelit pada orbit LEO. Satelit dengan tipe transmisi APT menghasilkan sekitar 12 gambar dalam sehari dengan resolusi 4 km per piksel. Untuk menangkap sinyal yang memiliki daya yang sangat kuat dari satelit ini, digunakan antena dengan jenis antena dipole dan helix tanpa memerlukan kemampuan *tracking*/pergerakan, agar data dapat diterima dengan baik. Karakteristik penerima yang dibutuhkan satelit cuaca adalah memiliki sensitivitas tinggi, S/R yang baik, tahan terhadap interferensi dari transmisi lain dan bandwidth sinyal sebesar 40 KHz.

2.3.2 *Weather Facsimile (WEFAX) Geostationary*

WEFAX adalah alat yang dapat menginformasikan gambar monokrom analog melalui sebuah kanal voice-audio standar. Sinyal WEFAX memiliki frekuensi yang berbeda-beda dan dicuplik dari ratusan sampai ribuan kali per detik tergantung tipe WEFAX yang ditransmisikan. Saat ini ada tiga negara yang telah mentransmisikan WEFAX, yaitu Amerika (GOES), Eropa (Meteosat) dan Jepang (GMS).

Satelit ini membaca kondisi permukaan Bumi setiap setengah jam, membutuhkan 60 menit untuk mentransmisikan *raw data* ke stasiun penerima dengan peralatan *computing* yang canggih. Data ditransmisikan ke satelit dan akan ditransmisikan kembali ke Bumi pada 1691 MHz. Untuk menerima WEFAX membutuhkan *Down converter* 1691 MHz dan sebuah *dish-antenna*.

Gambar WEFAX yang diterima dipotong ke dalam 800-by-800 *pixel sections* dan ditambahkan informasi tambahan. Untuk mentransmisikan delapan ratus garis dari sebuah gambar masing-masing membutuhkan sekitar 3,5 menit untuk menerima, karena masing-masing membutuhkan waktu 250 ms. Sebuah

jadwal yang dipublikasikan menjelaskan gambar apa yang ditransmisikan, pada waktu dan kanal tertentu.

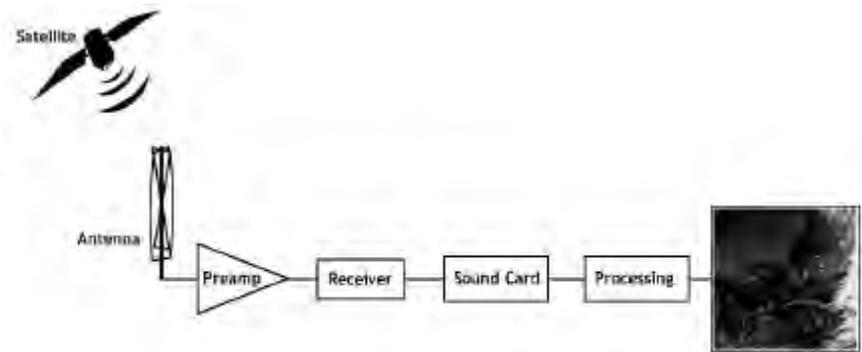
Pada WEFAX satelit terdapat 3 sensor untuk cahaya tampak, inframerah dan uap air atmosfer bagian atas dengan frekuensi utama sebesar 1691 MHz sebagai input WEFAX *receiver* dan outputnya berupa gelombang audio. Satelit ini memberikan 400 gambar dalam sehari dengan resolusi bervariasi antara 2.5 sampai 10 km.

2.3.3 High Resolution Picture Transmission (HRPT)

High Resolution Picture Transmission (HRPT) merupakan transmisi digital dengan metode *encoding* data gambar beresolusi 1.1 km tiap piksel dengan 5 pita frekuensi dari *scanner* AVHRR yang terdiri dari dua cahaya tampak, dan tiga inframerah. Pada satelit cuaca, sistem ini digunakan sistem digital dengan 10 bit data, 1024 level warna tiap band sehingga memberikan total 50 bit data dan lima buah sensor yang dapat dicampur untuk menghasilkan 12 gambar dengan detail gambar yang sangat baik dan resolusi yang optimal. HRPT dapat menghasilkan resolusi 13 kali lipat lebih baik dibandingkan dengan APT yang berkemampuan 4 km per piksel. Sistem antena yang digunakan adalah sistem antena dengan parabola berukuran 90 cm yang berfungsi sebagai *tracking*, yaitu mengikuti orbit dari satelit. Keseluruhan kerja sistem ini dilakukan secara otomatis dengan tingkat reliabilitas yang sangat tinggi, sehingga sistem ini digolongkan sebagai sistem yang sangat kompleks dan mahal.

2.4 SISTEM AKUISISI DATA SATELIT NOAA/AVHRR-APT

Sistem Akuisisi data satelit NOAA/AVHRR-APT digunakan untuk mendeteksi secara otomatis waktu lintasan satelit dan penangkapan sinyal. Sistem ini terdiri dari antena, *receiver*, *sound card*, dan pemrosesan. Pada sistem ini digunakan *pre-amplifier* dengan *gain* rata-rata 18 dB dan *Receiver* yang beroperasi pada 137 MHz untuk mencari dan menangkap sinyal dari setiap satelit secara kontinu dengan melewati range tertentu pada saat melintas. Konfigurasi sistem penerimaan data satelit cuaca dijelaskan pada Gambar 2.8.

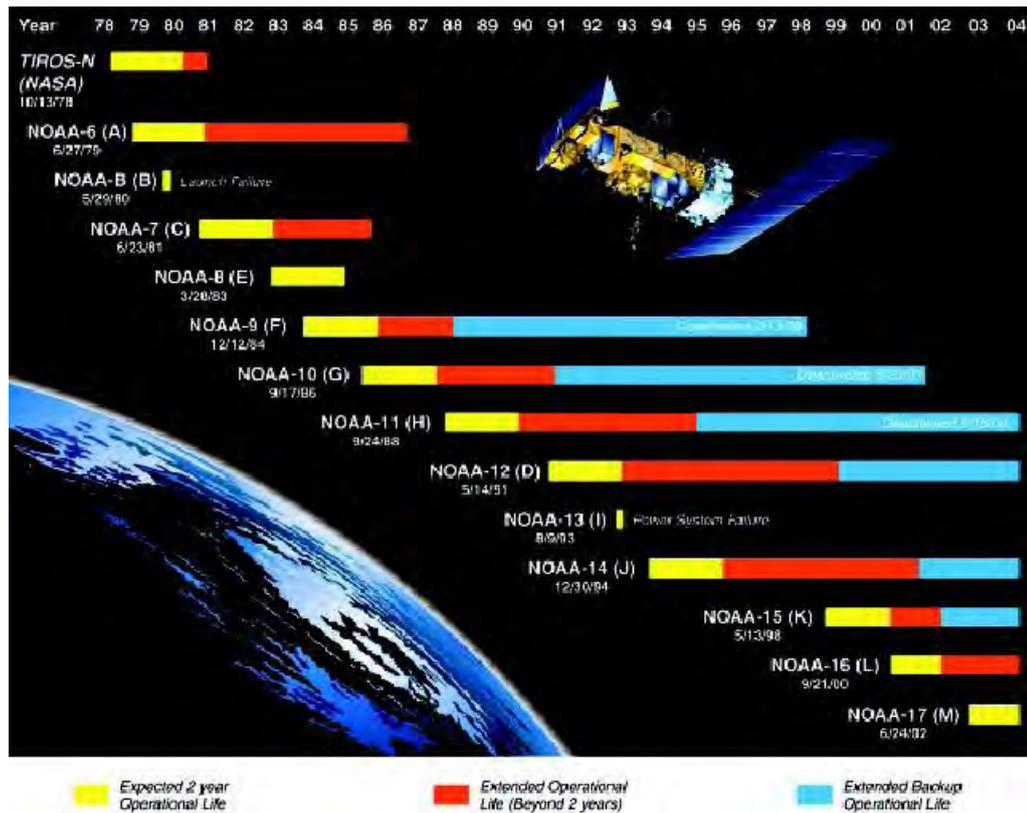


Gambar 2.8 Konfigurasi sistem penerimaan data satelit cuaca [10]

Sinyal dari satelit ditangkap oleh antenna QFH yang dikuatkan dengan *pre-amplifier*. *Receiver* menangkap data dalam sinyal dan melewatkan sinyal melalui *sound card*, sehingga sinyal dapat diolah untuk menghasilkan citra dalam beberapa menit saja. Saat sinyal melalui *sound card*, terjadi pengkonversian sinyal analog menjadi digital. Kemudian sinyal dari *sound card* direkam dalam bentuk wave file (.wav). Wave file inilah yang kemudian di-*decoding* menjadi citra pada sebuah software.

2.4.1 Satelit NOAA

Satelit NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) mengorbit polar terhadap Bumi sebanyak 14 kali setiap hari dengan sekali lintasan yang mencapai lebar 3000 km dengan rentang frekuensi 137 MHz -138 MHz dan 1698 MHz -1707 MHz. Satelit ini melewati suatu area sebanyak 2 kali dalam sehari sehingga menghasilkan total 6 kali dalam sehari yaitu dari tiga buah satelit yang beroperasi. Ukuran satelit ini relatif kecil apabila dibandingkan dengan *Space Shuttle* dan tidak terlalu reflektif. Dari ketinggian sekitar 833 km (500 mil), didapatkan *footprint* berbentuk mendekati lingkaran dengan diameter sekitar 6000 km. Transmisi data yang disajikan pada proses downlink berada pada 1,7 GHz (L-Band). Satelit NOAA beserta waktu operasional dan *extended lifetimes* satelitnya dijelaskan pada Gambar 2.9.

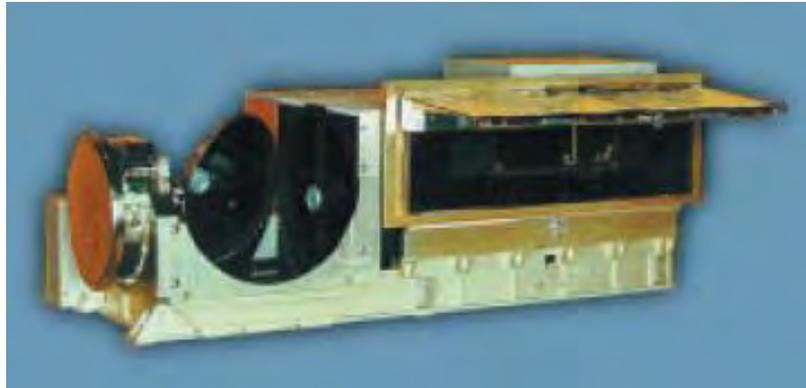


Gambar 2.9 Satelit NOAA beserta waktu operasional dan *extended lifetimes* dari satelitnya [11]

Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) adalah sebuah radiometer pencitraan yang terdiri dari 4, 5 atau 6 kanal yang tergantung pada modelnya. AVHRR berfungsi untuk mendeteksi energi dalam porsi cahaya tampak dan infra merah dari spektrum elektromagnetik. Data AVHRR dari satelit NOAA sampai saat ini adalah yang paling banyak digunakan untuk keperluan lingkungan dan cuaca. AVHRR merupakan ilustrasi dari deteksi terhadap radiasi gelombang cahaya tampak dan infra merah yang dapat digunakan untuk menentukan letak tutupan awan dan suhu permukaan. Permukaan ini dapat berarti permukaan Bumi, permukaan awan, atau permukaan air.

Instrumen ini memiliki bandwidth frekuensi yang lebar. Resolusinya sekitar 1.1 km di titik terendah satelit (resolusi berkurang hingga sekitar 3.5 km pada bagian ujung). Data AVHRR disiarkan secara *realtime* untuk diambil oleh *receiver*/stasiun Bumi. Selain itu juga direkam pada pita magnetik di satelit. Data-data ini dapat direkam dalam resolusi 1.1 km (resolusi dasar dari instrumen AVHRR) dikenal sebagai *Local Area Coverage* (LAC) atau pada resolusi 4 km

disebut *Global Area Coverage* (GAC). Tingkat resolusi berkenaan dengan banyaknya bit data, semakin tinggi resolusi berarti bit data makin banyak sehingga membutuhkan *storage* yang juga besar. Bentuk fisik dan bagian-bagian dari instrument AVHRR dapat dilihat pada Gambar 2.10.



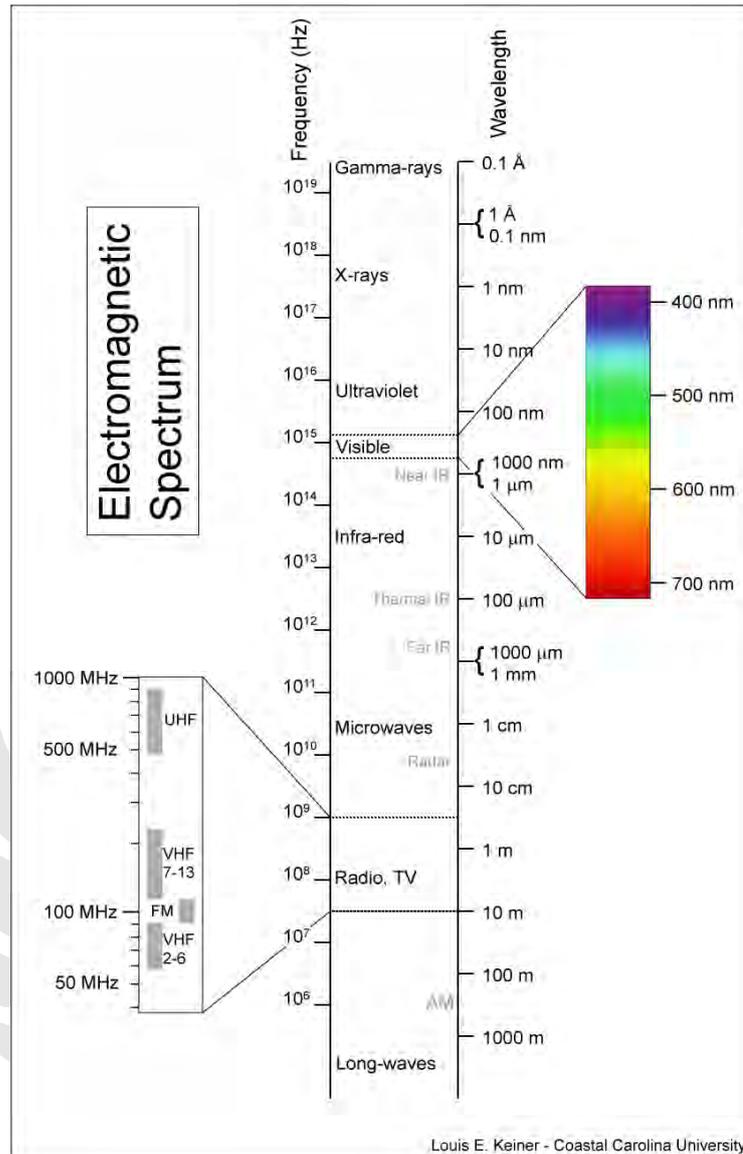
Gambar 2.10 Instrumen AVHRR [12]

AVHRR pertama adalah sebuah radiometer 4 kanal, dibawa oleh TIROS-N (diluncurkan pada Oktober 1978). Kemudian dikembangkan menjadi instrument 5 kanal (AVHRR/2) yang dibawa oleh NOAA-7 (diluncurkan Juni 1981). Versi instrument terbaru adalah AVHRR/3, dengan 6 kanal, pertama dibawa oleh NOAA-15 diluncurkan pada Mei 1998. Instrument AVHRR/3 memiliki berat sekitar 72 pon, dengan ukuran 11.5 inchi x 14.4 inchi x 31.4 inchi, dan konsumsi daya sebesar 28.5 watt.

Satelit men-*scanning* Bumi dengan menggunakan sejumlah sensor. Masing-masing sensor hanya sensitif terhadap sebagian kecil dari spektrum, sehingga beberapa sensor dipasang bersama di setiap *scanner*. Misalnya, *scanner* AVHRR memiliki dua sensor pada spektrum cahaya tampak dan dua pada spektrum inframerah (dan dua lagi diantaranya) seperti yang dijelaskan pada Tabel II.1. Sedangkan spektrum elektromagnetik dijelaskan pada Gambar 2.11.

Tabel II.1 Karakteristik Kanal AVHRR [12]

Parameter	Ch. 1	Ch. 2	Ch. 3A	Ch. 3B	Ch. 4	Ch. 5
Jangkauan Spektrum (μm)	0.58-0.68	.725-1.0	1.58-1.64	3.55-3.93	10.3-11.3	11.5-12.5
Resolusi (km)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Penggunaan Umum	Pemetaan daytime cloud dan permukaan	Batas Daratan dan perairan	Deteksi es dan salju	Pemetaan night cloud, suhu permukaan laut	Pemetaan night cloud, suhu permukaan laut	Suhu permukaan laut
S/N @ 0.5% albedo	$\geq 9:1$	$\geq 9:1$	$\geq 20:1$	-	-	-
Jangkauan suhu (K)	-	-	-	180 - 335	180 - 335	180 - 335



Gambar 2.11 Spektrum Elektromagnetik [13]

Setiap kanal memberikan informasi berbeda, misalnya kanal 1 untuk melihat awan-awan. Kanal 1 merespon cahaya tampak dan kanal 5 merespon radiasi infra merah (panas). Kanal-kanal yang lain merespon frekuensi diantaranya. Secara umum kanal yang memberikan hasil terbaik untuk dilihat adalah kanal 2 dan kanal 4 (termal). Banyak informasi yang dapat diperoleh dengan menggabungkan hasil dari beberapa kanal di atas. Gambar beresolusi tinggi yang diperoleh dapat digunakan untuk menetapkan parameter hidrologi, meteorologi, oceanografi dan melihat relief daratan secara akurat.

Gambar visual diperoleh dari respon sinar matahari yang direfleksikan oleh awan dan permukaan Bumi. Hasil yang didapat mirip dengan yang dihasilkan oleh kamera biasa. Kanal 1 dan 2 lebih gelap (atau hanya akan terlihat *speckled noise*) pada waktu malam. Sulit untuk mengamati kota pada malam hari dengan AVHRR karena tidak cukup sensitif. Itulah sebabnya stasiun Bumi ini hanya beroperasi pada siang hari.

Gambar inframerah dibentuk sebagai respon *scanner* terhadap panas yang diradiasikan objek atau permukaan yang disorot. Semakin tinggi temperatur objek yang di-*scan*, maka gambar yang dihasilkan juga semakin gelap. Hasilnya merupakan gambar yang terdiri dari bayangan dengan warna bervariasi dari putih hingga abu-abu gelap. Misalnya awan *cirrus* yang letaknya tinggi dan tersusun atas kristal-kristal es tampak mendekati warna putih pada gambar IR, sedangkan bagian hangat permukaan Bumi ditunjukkan sebagai area yang lebih gelap. Karakteristik ini memungkinkan ketinggian relatif dari lapisan awan yang berbeda untuk dideteksi karena awan yang lebih rendah akan lebih gelap daripada awan yang lebih tinggi di mana temperturnya lebih rendah. Variasi temperatur permukaan laut juga dapat diketahui.

Kanal NDVI merupakan kombinasi kanal 1 dan 2 dengan formula tertentu yang menunjukkan vegetasi. Walaupun hanya merupakan sebuah indeks kasar, namun dapat digunakan untuk informasi awal guna telaah lebih lanjut.

Kanal *pseudo colour* adalah kombinasi dari 3 kanal, masing-masing mewakili komponen merah, hijau dan biru (RGB) dalam menghasilkan gambar. Untuk AVHRR ketiga kanal yang digunakan masing-masing adalah kanal 1, 2, dan 4 yang lebih ditujukan untuk menghasilkan gambar *pseudo-colour* dibandingkan gambar *true colour*, karena frekuensi kanal-kanal tersebut bukan merupakan spektrum cahaya tampak yang sesuai.

Walaupun tidak merepresentasikan warna sesungguhnya (*true colour*), namun gambar ini masih berguna untuk membedakan daratan, laut dan awan sebagai berikut:

1. Putih atau putih kebiruan: Awan tebal dan dingin
2. Biru muda: Awan tipis dan dingin
3. Putih atau putih kekuningan: level menengah
4. Kuning hingga coklat muda: Awan level rendah
5. Putih kekuningan: Es dan salju
6. Hijau tua: Permukaan daratan
7. Biru tua: Permukaan laut [14]

Pada NOAA-6, 8, 10, tidak terdapat kanal 5 (*thermal inframerah*), sedangkan pada NOAA-15 terdapat tambahan kanal (3A) yaitu 1.58 - 1.64 μm yang dimaksudkan untuk membedakan salju, es dan awan.

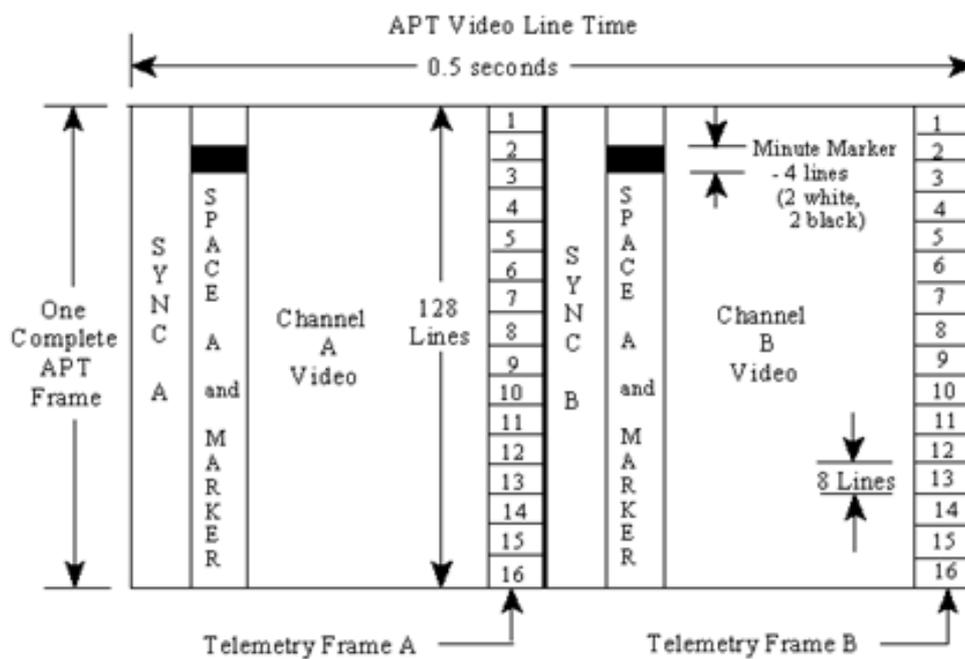
2.4.2 Tipe Transmisi APT

Transmisi penyiaran APT terdiri dari dua kanal citra, informasi telemetri, dan data sinkronisasi, dengan kanal citra yang biasanya disebut Video A dan Video B. Semua data ini ditransmisikan sebagai *scan line* horizontal. Garis A lengkap sepanjang 2080 piksel, dengan setiap citra menggunakan 909 piksel dan yang tetap ada telemetri dan sinkronisasi. Garis ditransmisikan dengan kecepatan 2 per detik yang senilai dengan 4160 kata per detik.

Pada sistem satelit NOAA, dua citra adalah citra 8 bit resolusi 4 km/piksel yang didapat dari dua kanal sensor AVHRR. Citra ini dikoreksi untuk resolusi geometri konstan terdekat untuk disiarkan sehingga citra ini bebas distorsi yang disebabkan lekuk Bumi.

Dari dua citra, yang satu merupakan gelombang panjang infra merah (10,8 mikrometer) dengan yang kedua bergantian antara *near-visible* (0,86 mikrometer) dan *mid-wave infrared* (3.75 mikrometer) tergantung apakah Bumi teriluminasi oleh cahaya matahari.

Termasuk dalam transmisi adalah seri pulsa sinkronisasi, *minute marker*, dan informasi telemetri. Informasi sinkronisasi, ditransmisikan pada permulaan kanal video, memungkinkan software penerima menandakan *sampling*-nya dengan baud rate dari sinyal, yang bisa sedikit berubah dari waktu ke waktu. *Minute marker* adalah empat garis berselang-seling garis hitam lalu putih yang berulang setiap 60 detik (120 garis). Format transmisi APT dijelaskan pada Gambar 2.12.



WEDGE #1	WEDGE #2	WEDGE #3	WEDGE #4	WEDGE #5	WEDGE #6	WEDGE #7	WEDGE #8
1	2	3	4	5	6	7	8
Zero Modulation Reference	Thermistor Temp. #1	Thermistor Temp. #2	Thermistor Temp. #3	Thermistor Temp. #4	Patch Temp.	Back Scan	Channel I.D. Wedge
9	10	11	12	13	14	15	16

Notes:

- 1) Each telemetry frames consists of 16 points
- 2) Telemetry frame rate is 1 frame per 84 seconds
- 3) Each telemetry point is repeated on 8 successive APT video lines

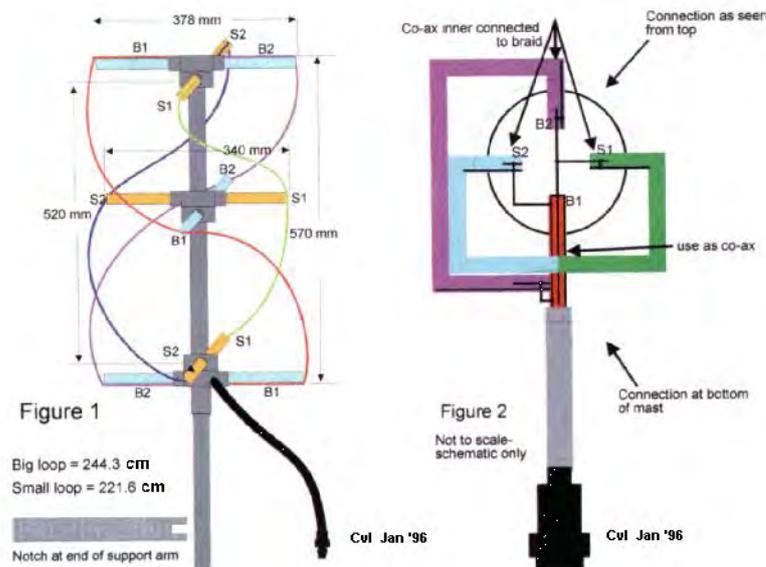
Gambar 2.12 Format transmisi APT [12]

Seksi telemetri terdiri dari 16 blok, masing-masing sepanjang 8 garis, yang dijadikan nilai referensi untuk men-*decode* kanal citra. Delapan blok pertama,

disebut “*wedges*”, dimulai dari 1/8 intensitas maksimum dan meningkat 1/8 menuju intensitas maksimum pada *wedges* kedelapan, dengan intensitas nol pada yang kesembilan. Blok sepuluh sampai lima belas masing-masing meng-*encode* sebuah nilai kalibrasi untuk sensor. Blok keenam belas mengidentifikasi apakah kanal sensor digunakan untuk *preceding* kanal citra dengan mencocokkan intensitas satu per satu *wedges* dari satu hingga enam. Kanal video A sesuai dengan *wedge* dua maupun tiga, kanal B dengan *wedge* empat. Empat belas blok pertama identik untuk kedua kanal. Enam belas blok telemetri berulang setiap 128 baris, dan 128 baris ini menjadi sebuah frame.

2.4.3 Antena

Untuk menerima transmisi satelit cuaca 137 MHz, *Quadrifilar Helix antenna* (QFH) merupakan antenna yang paling baik untuk dipilih. QFH menghasilkan magnitude gain yang lebih tinggi pada sinyal terpolarisasi sirkular dibandingkan sinyal yang terpolarisasi linear. Antena ini memiliki jangkauan yang baik walaupun sulit dalam *tuning* dan tidak meresonansi optimum pada 137 MHz. Konstruksi fisik dari QFH dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Gambar Konstruksi fisik QFH[15]

Antena ini lalu dihubungkan dengan *pre-amplifier* (pre-amp) melalui kabel coaxial. Pre-amp ini dihubungkan dengan kabel coaxial lagi menuju *connecting box* dan selanjutnya dihubungkan ke *receiver* yang dihubungkan dengan *sound card* yang mengubah sinyal analog menjadi digital.

2.4.4 Receiver (FT-897 VHF)

FT-897 merupakan transceiver portable yang kuat, inovatif, multiband, dan multimode. Selain menyediakan jangkauan pita 160-10 Meter ditambah pita 6 m, 2 m, dan 70 cm, FT-897 bisa beroperasi pada mode SSB, AM, FM dan mode digital, dan bisa beroperasi *portable* 20 Watt menggunakan baterai internal, atau hingga 100 Watt ketika menggunakan sebuah sumber daya DC eksternal 13,8 Volt. Gambar 2.14 menunjukkan gambar radio penerima FT-897 VHF.



Gambar 2.14 Gambar Radio penerima jenis FT 897 VHF

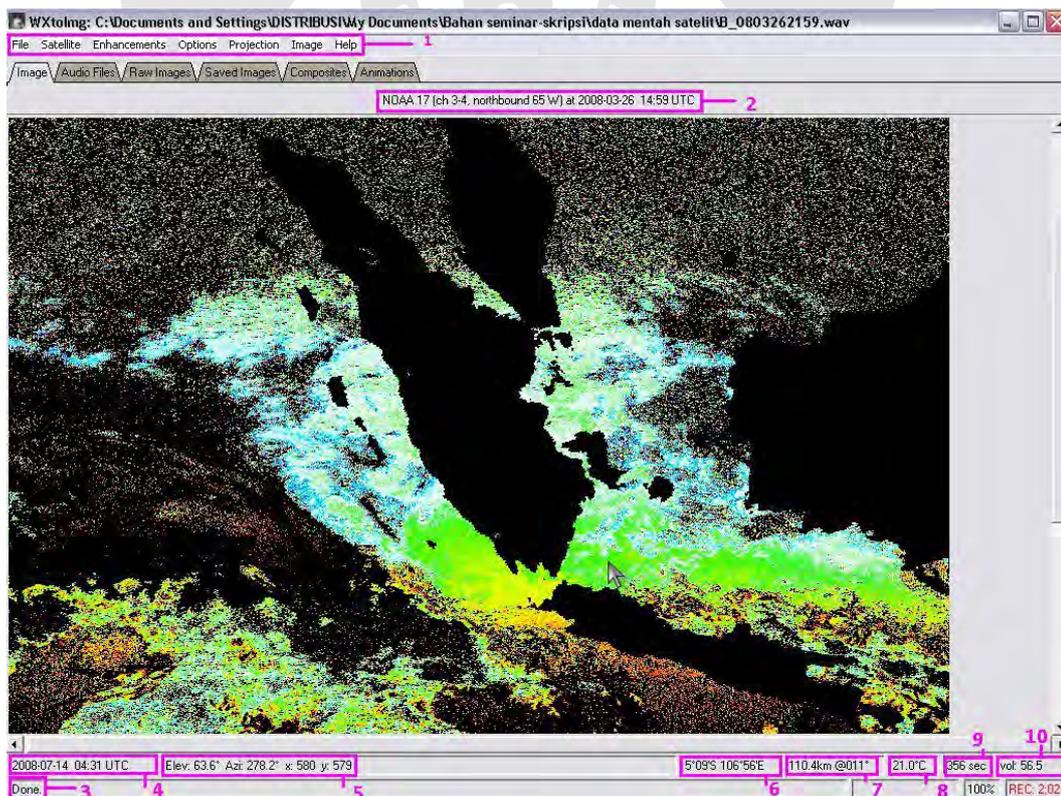
2.4.5 Perangkat Lunak WxtoImg

WxtoImg merupakan *decoder* yang mengubah sinyal satelit cuaca (WXsat) menjadi gambar. Secara sederhana, WxtoImg menghubungkan *receiver*, *scanner* atau *receiver* satelit cuaca komunikasi FM 137-138MHz ke *soundcard* dan langsung bisa didapatkan gambar berwarna langsung dari satelit cuaca.

WxtoImg adalah *decoder* satelit cuaca (WXsat) APT dan WEFAX yang terautomasi penuh. Perangkat lunak yang mendukung *recording*, *decoding*,

editing, dan *viewing* terdapat pada semua versi Windows, Linux, dan MacOS X. WxtoImg menyediakan *real-time decoding*, *map overlay*, *advanced colour enhancement*, gambar 3-D, animasi, gambar *multi-pass*, *projection transformation* (contoh: Mercator), *text overlay*, *automated web page creation*, *display temperature*, *GPS interfacing*, dan kendali untuk banyak *receiver* satelit cuaca, *receiver* komunikasi, dan *scanner*.

WxtoImg menggunakan *soundcard* dengan kapabilitas *sampling* 16 bit untuk menghasilkan *decoding* yang lebih baik daripada *decoder hardware* yang didisain untuk tujuan tertentu yang lebih mahal. WxtoImg akan bekerja hanya dengan *receiver* dengan kapabilitas penerimaan pada pita FM 137-138 MHz (namun untuk hasil terbaik dibutuhkan *bandwidth* 30kHz-50kHz). Antena bertujuan khusus dibutuhkan, apapun *receiver* yang dipilih. Untuk menggunakan WxtoImg, tidak perlu *tone decoder*, *hardware demodulator*, atau *PC interface* lagi. WxtoImg menggunakan kapabilitas *decoding* 16-bit dari *soundcard* komputer dan daya dari processor modern untuk hasil yang lebih baik.



Gambar 2.15 *Screen shot* aplikasi WxtoImg

Gambar 2.15 merupakan *screen shot* aplikasi WxtoImg. Yang ditandai oleh nomor 1 menunjukkan baris menu, sedangkan nomor 2 menunjukkan baris informasi. Baris informasi terdiri dari tipe satelit (arah, sudut elevasi maksimum, dan azimuth), tanggal, dan waktu berlangsungnya proses *scanning*. Nomor 3 hingga 12 merupakan baris status, berturut-turut: tanggal tanggal dan waktu ; status proses dan informasi peringatan ; sudut elevasi satelit, sudut azimuth, koordinat matriks ; posisi koordinat peta ; jarak dari *ground station* ke tempat yang ditunjuk *cursor* ; temperatur ; jumlah detik pada saat proses *recording* ; dan *volume* pada saat *recording*.

Untuk membangun sistem penerima data satelit diperlukan adalah sebuah *receiver*, antena (dan kabel), dan kabel untuk menghubungkan *receiver* line/audio ke *soundcard* komputer. Sebuah *pre-amplifier* pada umumnya tidak terlalu dibutuhkan, namun bisa membantu ketika digunakan dengan *receiver* komunikasi tujuan umum dan *scanner*.

2.5 Sistem Proyeksi Data Satelit

Karena bentuk bumi yang tidak datar, maka saat data satelit yang telah menjadi citra akan diolah, diperlukan koreksi geometris yang tepat. Terdapat berbagai macam proyeksi data satelit, antara lain:

1. *Satellite View*

Proyeksi ini merupakan hasil dari scanner satelit ketika mengorbit bumi. Karena bentuk bumi yang bulat, bagian sisi dari kedua gambar akan mengalami distorsi dan kehilangan detail/kualitasnya.

2. *Quicklook projection*

Hasil proyeksi ini sama dengan pencitraan satelit resolusi yang lebih kecil namun dengan sebuah koreksi terhadap kurva permukaan bumi. Koreksi ini memperhitungkan altitude dan latitude satelit. Setiap piksel gambar merepresentasikan jarak yang sama pada permukaan bumi.

3. *Generic Satellite Projection*

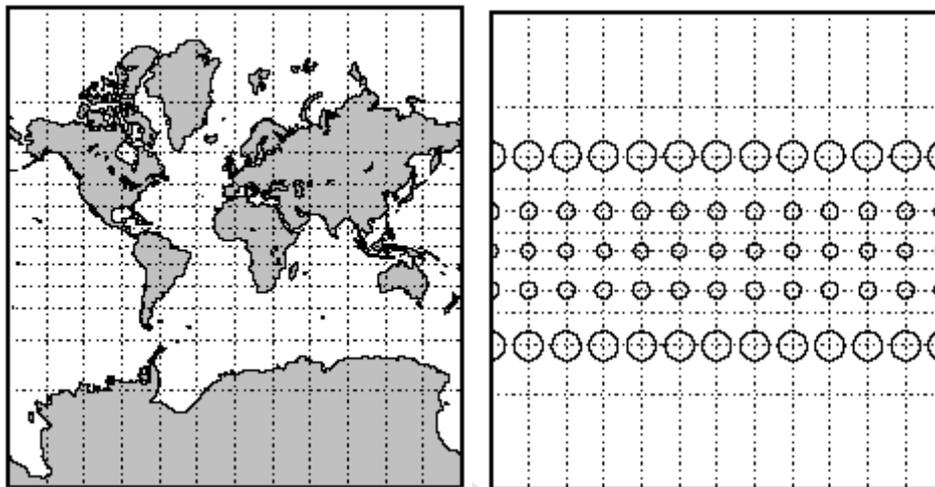
Proyeksi ini diperoleh dengan memperhitungkan orbit satelit dengan inklinasi maupun eccentricity yang diabaikan. Pengabaian inklinasi berarti satelit melewati tepat di atas kutub utara dan selatan. Pada proyeksi ini diasumsikan bahwa bumi berhenti berotasi.

4. *Cylindrical Equidistant Projection*

Gambarnya menyebar ketika mendekati kutub utara. Gambar ini menunjukkan bahwa semakin ke-utara satelit, maka semakin jauh bisa melihat keseluruhan dunia.

5. *Mercator Projection*

Proyeksi ini merupakan jenis koreksi geometris yang paling sering digunakan karena keakuratannya untuk kepentingan navigasi. Proyeksi ini menghasilkan sebuah peta di mana paralel dan meridiannya (garis latitude dan longitude) lurus dan diatur pada jarak yang sama, namun jarak pisah garis latitudenya lebih lebar. Hal ini memudahkan menelusuri gambar proyeksi jika diberikan koordinat *corner points*. Gambar 2.16 menunjukkan ilustrasi dari *Mercator Projection*.



Gambar 2.16 Proyeksi Mercator

Poin menarik dari proyeksi ini adalah bahwa gambarnya menyebarkan ketika mendekati kutub utara. Gambar ini menunjukkan bahwa semakin ke utara satelit, maka semakin jauh bisa melihat keseluruhan dunia.

2.6 ALGORITMA SUHU PERMUKAAN LAUT NOAA/AVHRR

Saat ingin mendapatkan suhu permukaan laut, maka rentang radiasi yang mempengaruhi komponen atmosfer saat sinyal ditransmisikan dari permukaan laut ke satelit adalah minimal. Karena itu, rentang yang direkam adalah rentang 3.5-12.5 μm (infra merah termal). Suhu permukaan laut ditentukan dengan menganalisis radiansi yang direkam oleh radiometer sensitif untuk radiasi elektromagnetik dalam rentang ini.

Teori transfer radiasi juga digunakan untuk mengoreksi atmosfer dalam dua kanal termal spektrum, oleh karena pengaruh dari uap air. Teknik *splitwindow* dengan kanal-kanal yang digunakan untuk menentukan suhu permukaan laut berdasarkan proporsi data kanal dan uap air di atmosfer. Prosedur yang digunakan adalah dengan algoritma *non-linear sea surface temperature* (NLSST). NLSST menggunakan algoritma *multi-channel sea surface temperature* (MCSST) sebagai estimasi pertama suhu permukaan laut dengan hubungan non-linier. Baik MCSST maupun NLSST adalah model statistik yang koefisien-koefisiennya disediakan

oleh NOAA's National Environmental Satellite Data and Information Service (NESDIS).

Persamaan penentuan suhu permukaan laut NOAA/AVHRR berdasarkan algoritma NLSST dan MCSST yang ada pada NOAA-KLM *User's Guide*, yaitu:

$$\text{NLSST} = A_1 (T_4) + A_2(T_4 - T_5)(\text{MCSST}) + A_3(T_4 - T_5)(\text{Sec}\theta - 1) - A_4 \quad (2.1)$$

$$\text{MCSST} = B_1 (T_4) + B_2(T_4 - T_5) + B_3(T_4 - T_5)(\text{Sec}\theta - 1) - B_4 \quad (2.2)$$

dimana T_4 = suhu kecerahan kanal 4 AVHRR (dalam derajat Kelvin)

T_5 = suhu kecerahan kanal 5 AVHRR (dalam derajat Kelvin)

$\text{Sec } \theta$ = secan dari sudut zenith satelit θ

NLSST = *non-linear* SST (dalam derajat Celcius)

MCSST = *linear multi-channel* (dalam derajat Celcius)

Adapun koefisien-koefisiennya dapat dilihat pada Tabel II.2 dan II.3 berikut ini:

Tabel II.2 Koefisien untuk algoritma NLSST [12]

Satelit	Algoritma	Waktu	Koefisien
NOAA-15	NLSST	Siang	$A_1=0.913116, A_2=0.0905762, A_3=0.476940, A_4=246.887$
NOAA-15	NLSST	Malam	$A_1=0.922560, A_2=0.0936114, A_3=0.548055, A_4=249.819$
NOAA-16	NLSST	Siang	$A_1=0.914471, A_2=0.0776118, A_3=0.668532, A_4=248.116$
NOAA-16	NLSST	Malam	$A_1=0.898887, A_2=0.0839331, A_3=0.755283, A_4=244.006$
NOAA-17	NLSST	Siang	$A_1=0.936047, A_2=0.0838670, A_3=0.920848, A_4=253.951$
NOAA-17	NLSST	Malam	$A_1=0.938875, A_2=0.0864265, A_3=0.979108, A_4=255.023$

Tabel II.3 Koefisien untuk algoritma MCSST [12]

Satelit	Algoritma	Waktu	Koefisien
NOAA-15	MCSST	Siang	$B_1=0.964243, B_2=2.71296, B_3=0.38791, B_4=262.443$
NOAA-15	MCSST	Malam	$B_1=0.976789, B_2=2.77072, B_3=0.435832, B_4=266.290$
NOAA-16	MCSST	Siang	$B_1=0.999314, B_2=2.30195, B_3=0.628976, B_4=273.768$
NOAA-16	MCSST	Malam	$B_1=0.995103, B_2=2.53657, B_3=0.753281, B_4=273.146$
NOAA-17	MCSST	Siang	$B_1=0.992818, B_2=2.49916, B_3=0.915103, B_4=271.206$
NOAA-17	MCSST	Malam	$B_1=1.01015, B_2=2.58150, B_3=1.00054, B_4=276.590$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 DATA PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data satelit NOAA/AVHRR-APT yang masih tergolong level 0, yaitu sinyal transmisi analog (audio) yang telah direkam oleh *soundcard* dalam bentuk *wave file* (.wav). Data-data ini diperoleh langsung dari PC yang berada di Departemen Elektro FT UI yang merupakan salah satu bagian dari sistem penerimaan data satelit NOAA/AVHRR-APT yang dimiliki oleh Departemen Elektro FT UI. Untuk mengolah citra sesuai dengan tujuan yang diinginkan, maka *wave file* ini harus melewati beberapa proses terlebih dahulu sehingga menjadi data yang siap diolah yaitu data level 1b ataupun level 2. Tahapan level data dari data mentah hingga menjadi data yang siap diolah adalah sebagai berikut:

1. Data level 0

Data level 0 adalah data mentah satelit yang masih dalam format data transmisi karena langsung didapatkan dari transmisi data satelit.

2. Data level 1a

Data level 1a adalah data yang telah diperiksa dan direkonstruksi sehingga sudah mempunyai informasi waktu, parameter georeferensi dan keterangan koefisien kalibrasi

3. Data level 1b

Data level 1b adalah data yang telah disisipkan beberapa sub-file tersendiri berupa data lokasi geografis dan data kalibrasi sensor untuk konversi perhitungan digital.

4. Data level 2

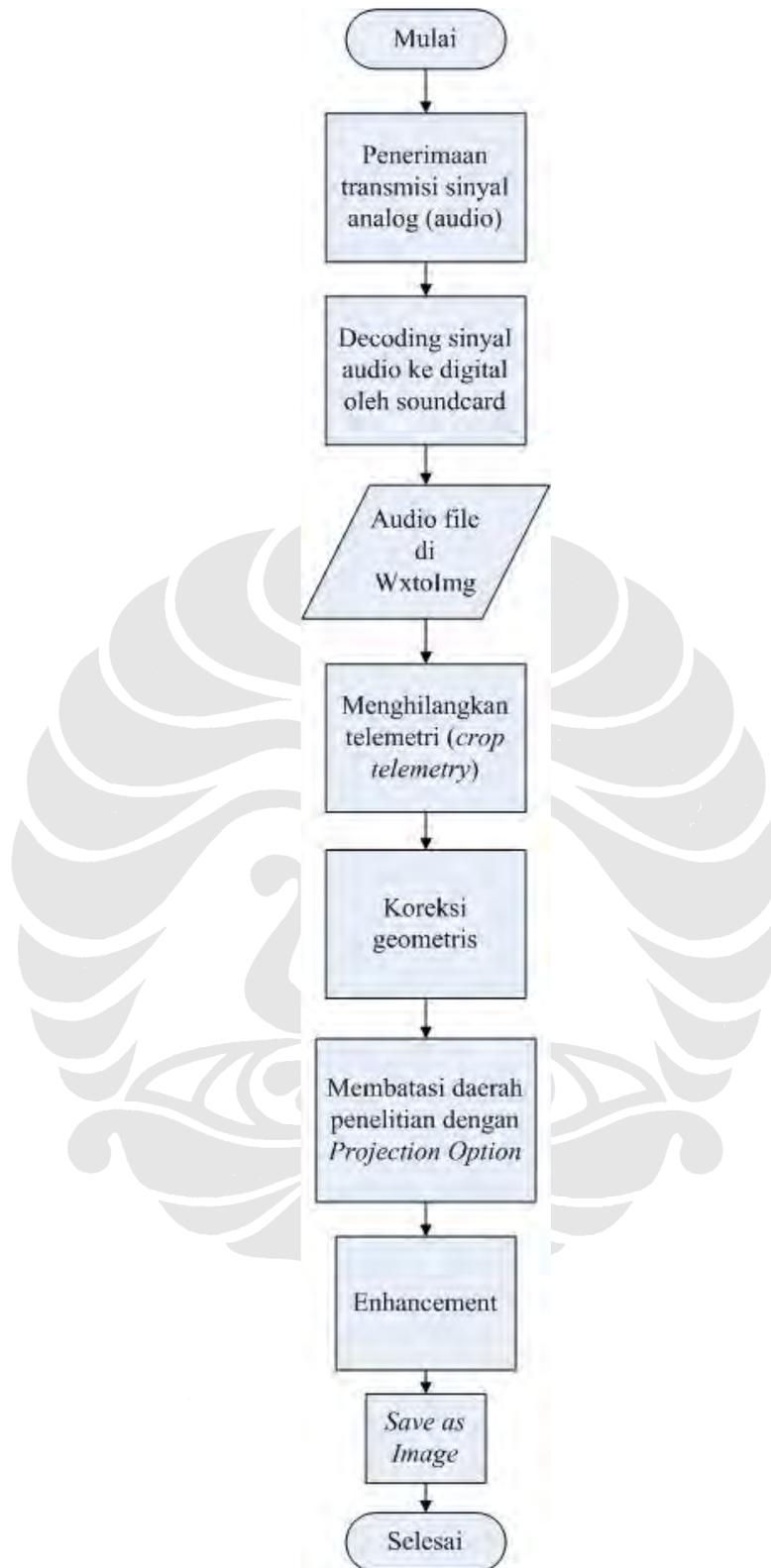
Data level 2 adalah data yang telah diproses untuk menghasilkan produk data geofisik seperti suhu kecerahan, radiasi, tutupan awan, NDVI, SST, LST, dan titik api.

Pemrosesan data dengan algoritma produk sesuai tujuan yang diinginkan menggunakan data level 2. Sedangkan data awal yang diperoleh adalah data level 0. Karena itu, data mentah ini diubah terlebih dahulu menjadi data level 2 yang telah mempunyai informasi SPL menggunakan perangkat lunak WxtoImg yang secara otomatis melakukan *recording*, *decoding*, *editing* dan *viewing* data satelit cuaca. Berikut ini adalah beberapa nama *wave file* yang digunakan pada penelitian sebagai data masukan.

1. B_0804052128.wav
2. B_0804042151.wav
3. B_0803262159.wav

Alur persiapan data penelitian untuk diubah menjadi citra yang siap diolah di perangkat lunak komputasi matematis, dimulai dengan penerimaan data satelit cuaca yang dikirimkan oleh satelit NOAA-17 kanal 3 dan 4. Format transmisi ini adalah analog, yaitu sinyal audio. Sinyal ini diterima oleh antenna QFH dan radio penerima FT-897 VHF. Kemudian sinyal audio ini diubah menjadi sinyal digital menggunakan *soundcard* yang terdapat pada PC. Data ini kemudian dibaca oleh WXtoImg dan menghasilkan gambar dari wilayah yang direkam oleh satelit. Persiapan selanjutnya dilakukan dengan WXtoImg.

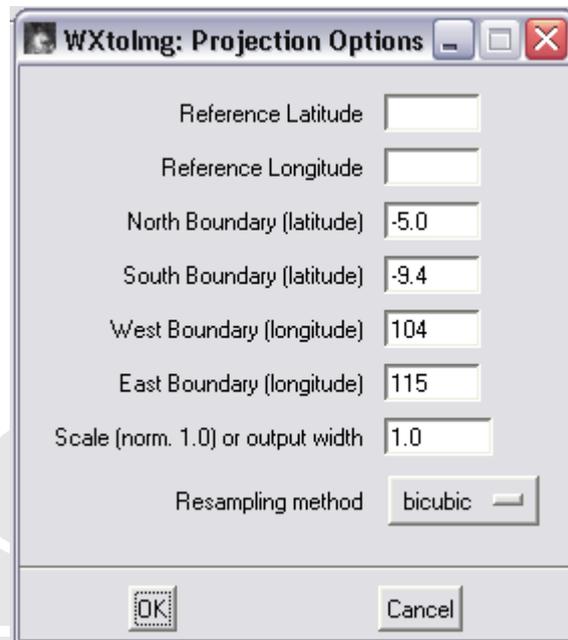
Untuk disesuaikan dengan kebutuhan penelitian, maka bagian telemetri dari gambar harus dihilangkan dahulu agar tidak ikut diolah pada proses selanjutnya. Setelah itu dilakukan koreksi geometris karena perbedaan kondisi Bumi yang tidak datar dengan gambar yang datar perlu disesuaikan. Persiapan terakhir sebelum diolah di perangkat lunak komputasi matematis, dilakukan pembatasan wilayah penelitian dengan *projection option* pada WXtoImg. Gambar 2.1 merupakan diagram alir proses pengolahan data.



Gambar 3.1 Diagram alir proses pengolahan data pada WxtoImg

Batasan wilayah diterapkan pada data dengan menggunakan menu *projection option* pada perangkat lunak WxtoImg. Menu *projection option*

merupakan menu yang dapat mengatur luas proyeksi yang diinginkan. Tampilannya dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pengaturan wilayah penelitian pada citra dengan Projection Option

Untuk melakukan pengaturan proyeksi, terlebih dahulu dilakukan koreksi geometri (proyeksi) dengan menu *projection*. Jenis proyeksi yang dipilih adalah *Mercator Projection*. Proyeksi ini dipilih karena memiliki kelebihan yaitu memiliki garis loxodrome (garis-garis yang membuat sudut-sudut yang sama dengan semua meridian), garis ini adalah garis lurus. Hal ini yang membuatnya menjadi proyeksi yang sangat baik untuk kepentingan navigasi.

3.2 PENGOLAHAN DATA

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data satelit NOAA-17 kanal 3 dan 4. Karena tidak membandingkan data dari dua satelit yang berbeda, ataupun dari dua tipe transmisi yang berbeda, maka penelitian dapat menggunakan data satelit dengan wilayah, hari, tanggal dan waktu pengambilan yang sama. Wilayah yang diambil untuk diteliti adalah wilayah laut sekitar Pulau Jawa.

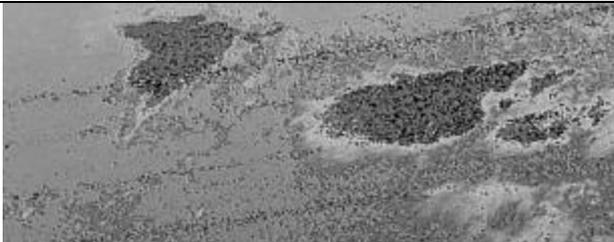
Data mentah diproses dengan perangkat lunak WxtoImg untuk menghasilkan 2 jenis citra satelit NOAA/AVHRR-APT, yaitu:

1. Citra setelah *contrast enhance channel B only*
2. Citra setelah *enhancement sea surface temperature (SST)* kanal 3 dan 4

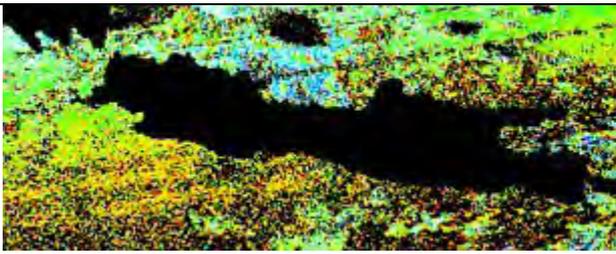
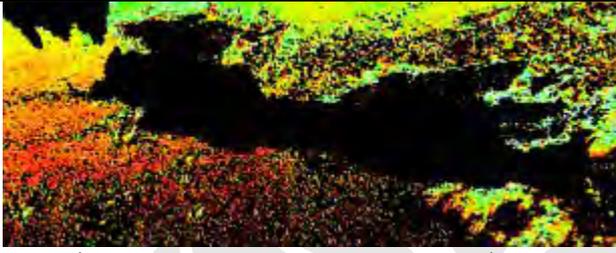
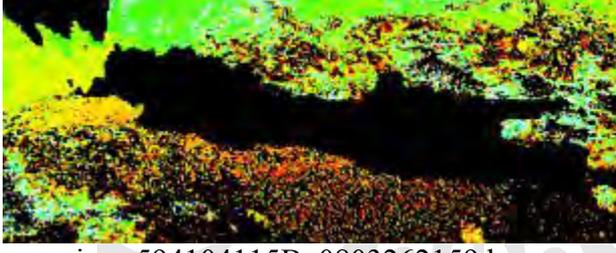
Kanal B yang dimaksud pada *contrast enhance channel B only* adalah kanal 4 yang menghasilkan gambar *grayscale*. Kanal ini dipilih karena dengan satu kanal *far infra red* ini masih memberikan informasi SPL yang lebih baik dari pada kanal 3 *medium infra red* karena *bandwidth*-nya yang lebih besar.

Enhancement sea surface temperature (SST) kanal 3 dan 4 menghasilkan gambar berwarna (RGB) dengan gradasi warna perpaduan merah, hijau dan biru dengan intensitas masing-masing yang menunjukkan derajat Celsius suhu tertentu. Tabel III.1 dan Tabel III.2 menunjukkan data-data penelitian yang digunakan.

Tabel III.1 Data penelitian *Contrast Enhance Ch4 Only*

Contrast Enhance Ch4 Only	Nama wave file	Waktu
 GSjawaB_0804052128.bmp	B_0804052128 .wav	05-04- 2008 Pk. 21.28
 GSjawaB_0804042151.bmp	B_0804042151 .wav	04-04- 2008 Pk. 21.51
 GSjawaB_0803262159.bmp	B_0803262159 .wav	26-03- 2008 Pk. 21.59

Tabel III.2 Data penelitian *Enhancement Sea Surface Temperature (SST)*

Sea Surface Temperature (SST) Enhancement	Nama wave file	Waktu
 jawa594104115B_0804052128.bmp	B_0804052128 .wav	05-04- 2008 Pk. 21.28
 jawa594104115B_0804042151.bmp	B_0804042151 .wav	04-04- 2008 Pk. 21.51
 jawa594104115B_0803262159.bmp	B_0803262159 .wav	26-03- 2008 Pk. 21.59

3.3 PENENTUAN LOKASI PERBEDAAN SUHU PERMUKAAN LAUT

Wxtoimg menggunakan data telemetri pada citra NOAA/AVHRR-APT untuk mengkaliberasi citra dengan akurat. Data telemetri juga digunakan untuk mengkaliberasi instrument untuk pembacaan suhu yang sangat akurat. Sehingga pada penelitian ini tidak diperlukan perhitungan matematis untuk menentukan suhu permukaan laut setiap piksel pada citra [16].

Untuk menentukan wilayah-wilayah suhu permukaan laut yang berbeda dan kemudian menentukan lokasi astronomisnya, dilakukan pengolahan citra pada perangkat lunak komputasi matematis. Citra yang diolah adalah masing-masing citra hasil *Contrast Enhance Ch4 Only* maupun hasil *Sea Surface Temperature (SST) Enhancement*. Pada kedua cara ini, suhu yang digunakan adalah sama, yaitu

3 °C mulai 0 hingga 30 °C, sehingga menghasilkan sepuluh jenis isotherm (yang masing-masing diwakili oleh warna yang berbeda).

Hasil yang diinginkan dari penelitian ini ada dua, yaitu isotherm permukaan laut dan letak geografis lokasi perbedaan SPL. Hasil tersebut bisa didapatkan dengan mengolah data mentah menjadi data level 2 dengan dua cara, yaitu dengan *contrast enhance ch4 only* dan dengan *enhancement sea surface temperature*.

Isotherm permukaan laut menunjukkan letak setiap jenis *range* suhu secara visual dari daerah yang diteliti dalam sebuah citra. Sedangkan informasi yang lebih spesifik lagi mengenai letak pertemuan dua suhu diperoleh dari algoritma lokasi perbedaan SPL.

Lokasi perbedaan SPL merupakan lokasi tepian dari setiap isotherm, karena tepian tersebut merupakan daerah perbatasan suhu tersebut dengan *range* suhu lain yang berbeda. Setiap tepian satu macam isotherm terbentuk oleh satu piksel-satu piksel yang membuat daerah tertutup. Sehingga saat dua macam suhu bertemu, maka dideteksi sebagai dua piksel. Karena satu piksel mewakili 4 km, maka daerah perbedaan suhu dalam penelitian ini adalah selebar 8 km.

3.3.1 Penentuan Lokasi Perbedaan Suhu Permukaan Laut dengan *Contrast Enhance Ch4 Only*

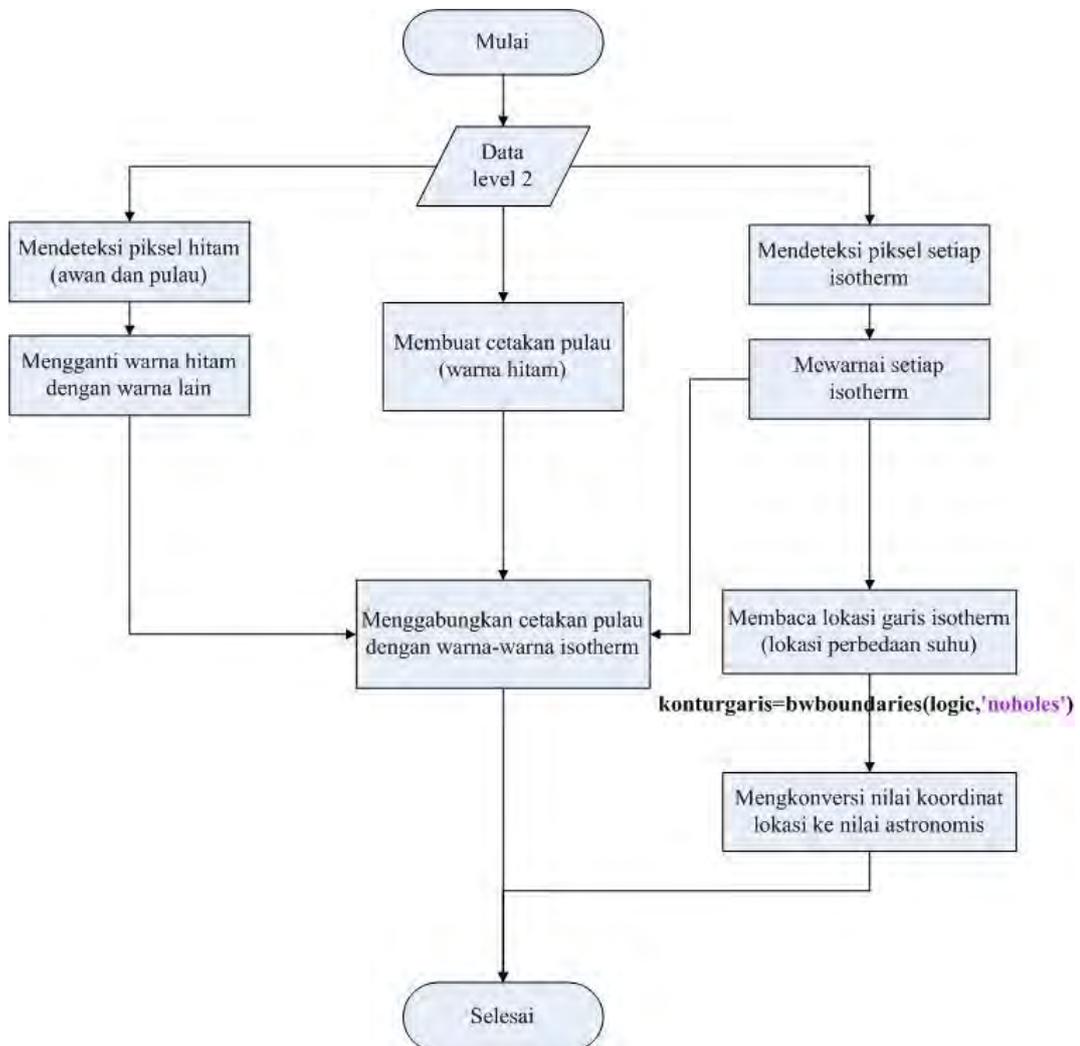
Sebelum melakukan pengolahan citra, terlebih dahulu dilakukan pembacaan intensitas *grayscale* setiap piksel citra dan selanjutnya dicari persamaan pendekatan yang menjelaskan hubungan antara intensitas *grayscale* dengan suhu (dalam derajat Celsius). Suhu ini diperoleh dari *WxtoImg* bersamaan dengan pengambilan titik-titik sampel piksel citra. Persamaan pendekatan yang didapat adalah sebagai berikut:

$$y = -1.384x + 166.7 \quad (3.1)$$

di mana $y =$ intensitas *grayscale*

$x =$ suhu (°C)

Selanjutnya, persamaan ini menjadi acuan pengolahan citra *grayscale* dengan menggunakan perangkat lunak komputasi matematis. Gambar 3.3 menunjukkan diagram alir dari proses penentuan lokasi perbedaan suhu permukaan laut dengan *contrast enhance ch4 only*.



Gambar 3.3 Diagram alir pengolahan citra pada perangkat lunak komputasi matematis untuk penentuan lokasi perbedaan suhu permukaan laut dengan *contrast enhance ch4 only*

Data level 2 yang dimaksud di sini adalah data yang berasal dari data mentah yang telah dilakukan *enhancement Contrast Enhance Ch4 Only* terhadapnya dengan *WxtoImg*. Output dari *WxtoImg* berupa citra dengan format bitmap (.bmp). Citra ini kemudian diolah di perangkat lunak komputasi matematis. Pengolahan di perangkat lunak komputasi matematis dimulai dengan

mendeteksi piksel setiap isotherm. Dengan berdasarkan pada persamaan pendekatan yang telah diperoleh, dapat dilakukan penyesuaian isotherm sesuai nilai yang diinginkan. Pada penelitian ini digunakan range 3 °C, mulai dari 0 - 30 °C. Tabel III.3 menunjukkan pengelompokan isotherm yang digunakan pada penelitian.

Tabel III.3 Pengelompokan suhu untuk pewarnaan isotherm

No.	Range Suhu(T)	Intensitas Piksel	Warna <i>Isotherm</i>
1.	$0 \leq T < 3 \text{ } ^\circ\text{C}$	$166.7 \leq I < 162.548$	Abu-abu
2.	$3 \leq T < 6 \text{ } ^\circ\text{C}$	$162.548 \leq I < 158.396$	Ungu
3.	$6 \leq T < 9 \text{ } ^\circ\text{C}$	$158.396 \leq I < 154.244$	Hijau
4.	$9 \leq T < 12 \text{ } ^\circ\text{C}$	$154.244 \leq I < 150.092$	Biru
5.	$12 \leq T < 15 \text{ } ^\circ\text{C}$	$150.092 \leq I < 145.94$	Putih
6.	$15 \leq T < 18 \text{ } ^\circ\text{C}$	$145.94 \leq I < 141.788$	Hijau muda
7.	$18 \leq T < 21 \text{ } ^\circ\text{C}$	$141.788 \leq I < 137.636$	Biru muda
8.	$21 \leq T < 24 \text{ } ^\circ\text{C}$	$137.636 \leq I < 133.484$	Kuning
9.	$24 \leq T < 27 \text{ } ^\circ\text{C}$	$133.484 \leq I < 129.332$	Jingga
10.	$27 \leq T < 30 \text{ } ^\circ\text{C}$	$129.332 \leq I < 125.18$	Merah

Awan dan pulau bukan merupakan objek yang akan diteliti pada citra, sehingga harus dibedakan dari laut. Pembuatan isotherm warna untuk awan berdasarkan pada algoritma pendeteksian awan sebagai berikut [17]:

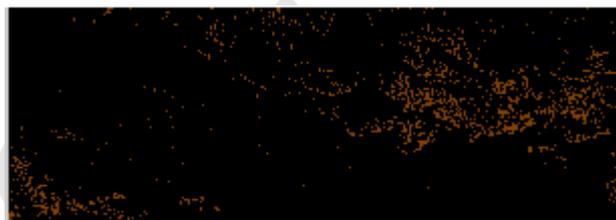
1. Jika perbandingan antara kanal 2 dan kanal 1 lebih besar dari 0.7, maka piksel tersebut berawan.
2. Jika suhu kecerahan pada kanal 4 lebih kecil dari 270 °K, maka piksel tersebut berawan.
3. Jika perbedaan suhu kecerahan kanal 4 dan kanal 5 lebih besar dari 3.5°K, maka piksel tersebut berawan.

Algoritma deteksi awan yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma kedua, yaitu jika suhu kecerahan pada kanal 4 lebih kecil dari 270 °K, maka piksel tersebut berawan. Hal ini disebabkan karena penelitian ini menggunakan kanal 4. Suhu 270 °K ekuivalen dengan suhu - 3 °C. Dengan persamaan pendekatan, suhu ini direpresentasikan dengan intensitas 170.852. Karena itu, operasi logika yang digunakan untuk pendeteksian awan adalah:

$\text{logicawan} = \text{ge}(a, 170.852)$

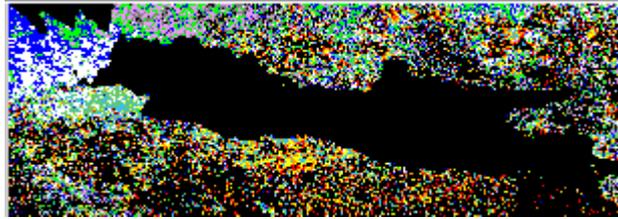
di mana a = layer pertama matriks citra masukan

Setelah pendeteksian ini, maka selanjutnya piksel awan dijadikan berwarna sesuai dengan warna yang diinginkan (pada penelitian ini menggunakan warna coklat). Dari proses ini bisa menghasilkan output citra awan saja. Gambar 3.4 menunjukkan piksel awan yang dideteksi.

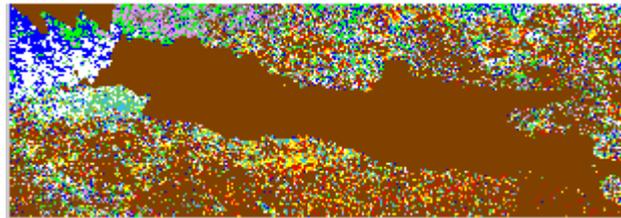


Gambar 3.4 Pendeteksian dan pemberian warna (cokelat) piksel awan

Piksel pulau pada citra masukan (hasil *contrast enhance ch4 only*) tidak bisa dibedakan dengan piksel lainnya. Karena itu, piksel pulau dideteksi dengan membuat file cetakan pulau sebagai *masking* untuk kemudian digabungkan ke citra masing-masing isotherm sehingga menjadi citra dengan isotherm permukaan laut dan pulau yang berwarna hitam. Awan dan noise bisa tetap berwarna hitam (tidak masuk dalam kriteria isotherm) sehingga memungkinkan untuk tidak dibaca pada pembacaan letak geografis lokasi perbedaan suhu permukaan laut. Gambar 3.5 menunjukkan citra hasil penggabungan semua warna isotherm setelah *masking* pulau. Gambar 3.6 menunjukkan citra setelah pemberian warna coklat untuk piksel hitam. Gambar 3.6\7 merupakan cetakan pulau. Dengan perangkat lunak komputasi matematis, Gambar 3.5 digabung dengan Gambar 3.6 kemudian digabung dengan Gambar 3.7 untuk menghasilkan hasil akhir seperti pada Gambar 3.8.



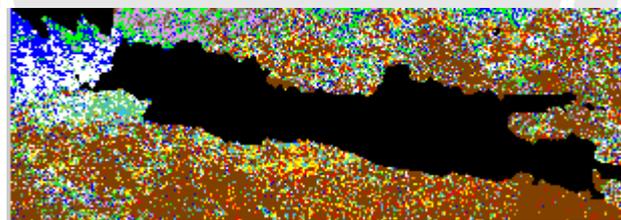
Gambar 3.5 Penggabungan semua warna setiap isotherm setelah *masking* pulau



Gambar 3.6 Pemberian warna lain (cokelat) untuk awan, pulau dan noise



Gambar 3.7 Cetakan pulau jawa



Gambar 3.8 Hasil akhir

Algoritma pembacaan letak geografis perbedaan suhu permukaan laut diawali dengan membuat tepian setiap piksel isotherm permukaan laut menjadi warna putih, sedangkan yang lainnya hitam dengan fungsi *bwboundaries*. Berikut ini adalah algoritmanya.

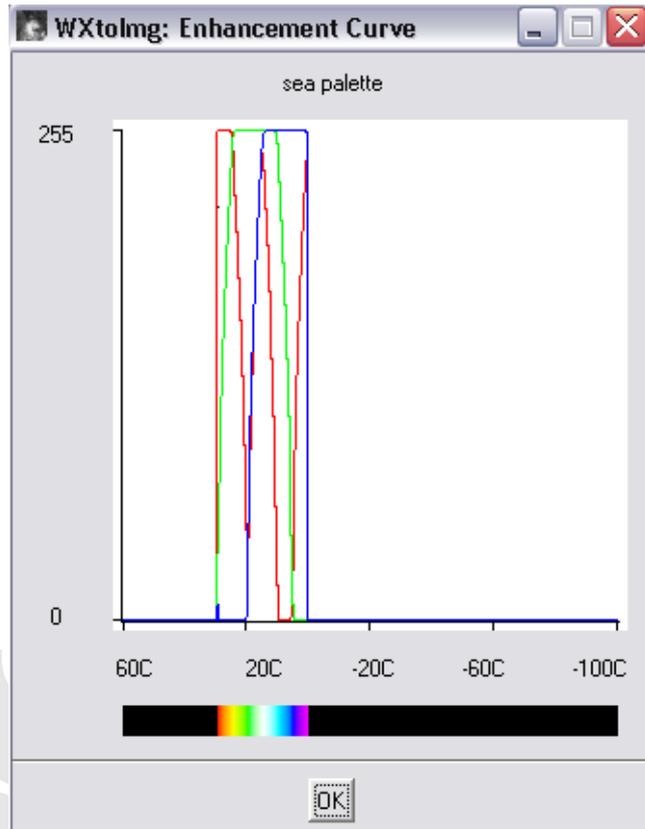
konturgaris=bwboundaries(logic,'noholes')

di mana logic = citra masukan berupa citra setiap isotherm warna yang sudah bernilai *logical*
 noholes = pilihan untuk mendeteksi tepian objek saja

Penggunaan pilihan *noholes* disebabkan karena menghasilkan performance yang lebih baik dibandingkan *holes* yang mendeteksi tepian maupun *hole* objek.

3.3.2 Penentuan Lokasi Perbedaan Suhu Permukaan Laut dengan *Enhancement SST*

Pada dasarnya, proses pengolahan citra hasil *enhancement SST* sama dengan pengolahan citra hasil *contrast enhance ch4 only*. Yang membedakan adalah nilai parameter dalam melakukan pewarnaan isotherm dan urutan *masking* pulau (karena piksel pulau bisa langsung terdeteksi pada citra masukannya). Pada pengolahan citra hasil *enhancement SST*, dasar pengklasifikasian isotherm untuk diwarnai adalah *enhancement curve* yang sudah tersedia di *WxtoImg*. *Enhancement curve* adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara nilai RGB piksel dan suhu (dalam °C) pada citra hasil *enhancement SST*. Gambar 3.9 menunjukkan *enhancement curve* yang tersedia di *WxtoImg*.



Gambar 3.9 Enhancement curve pada WxtoImg

Kurva ini menjadi acuan pengolahan citra RGB selanjutnya dengan menggunakan perangkat lunak komputasi matematis. Tabel III.4 menunjukkan persamaan matematis antara suhu dan nilai R, G, dan B yang didapat dari kurva ini.

Tabel III.4 Fungsi piksel RGB terhadap Suhu

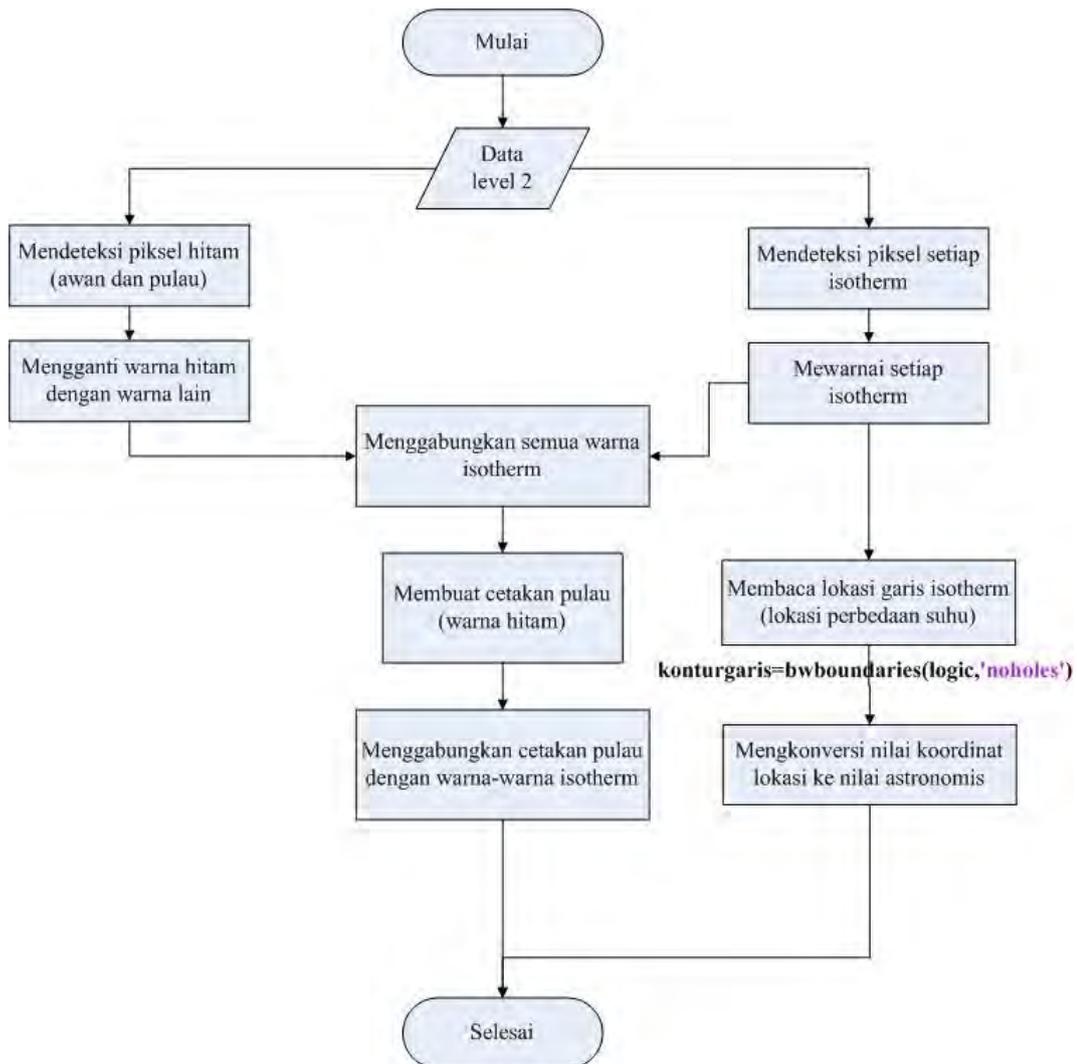
Range Suhu (T)	Fungsi piksel R terhadap T	Fungsi piksel G terhadap T	Fungsi piksel B terhadap T
$0 \leq T < 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = -90.99T + 371.9$	$G = 53.94T + 31.95$	
$5 \leq T < 10 \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = -0.124T + 1.375$	$G = 3.550T + 221.0$	$B = -0.973T + 254.6$
$10 \leq T < 15 \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = 72.22T - 755.0$		
$15 \leq T < 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = -37.43T + 811.5$	$G = 0.259T + 249.7$	$B = -55.17T + 1136.$
$20 \leq T < 25 \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = 25.65T - 392.4$		$B=0$
$0 \leq T < 30 \text{ } ^\circ\text{C}$	$R = -75.33T + 2151$	$G = -73.14T + 2162.$	$B=0$

Dapat dilihat bahwa dari *enhancement curve* ini, didapat enam kelompok isotherm antara 0 - 30 °C dengan selisih 5 °C. Penyesuaian dapat dilakukan untuk penelitian ini di mana selisih yang dipakai adalah 3 °C. Tabel III.5 menunjukkan pengelompokan isotherm yang digunakan pada penelitian.

Tabel III.5 Pengelompokan isotherm untuk pewarnaan

Range Suhu(T)	R	G	B	Warna Isotherm
$0 \leq T < 3$ °C	$255 \geq R > 102$	0	255	Abu-abu
$3 \leq T < 6$ °C	$102 \geq R > 0$	$0 \leq R < 51$	255	Ungu
$6 \leq T < 9$ °C	0	$51 \leq R < 204$	255	Hijau
$9 \leq T < 12$ °C	$0 \leq R < 102$	$204 \leq R \leq 255$	255	Biru
$12 \leq T < 15$ °C	$102 \leq R < 255$	255	255	Putih
$15 \leq T < 18$ °C	$255 \geq R > 102$	255	$255 \geq R > 102$	Hijau muda
$18 \leq T < 21$ °C	$102 \geq R > 0$	255	$102 \geq R > 0$	Biru muda
$21 \leq T < 24$ °C	$51 \leq R < 204$	255	0	Kuning
$24 \leq T < 27$ °C	$204 \leq R < 255$	$255 \geq R > 153$	0	Jingga
$27 \leq T < 30$ °C	255	$153 \geq R > 0$	0	Merah

Sedangkan diagram alir dari proses penentuan lokasi perbedaan suhu permukaan laut dengan *enhancement SST* ditunjukkan oleh Gambar 3.10 sebagai berikut.



Gambar 3.10 Diagram alir pengolahan citra pada perangkat lunak komputasi matematis untuk penentuan lokasi perbedaan isotherm permukaan laut dengan *enhancement SST*

Data level 2 yang dimaksud di sini adalah data yang berasal dari data mentah yang telah dilakukan *enhancement Sea Surface Temperature* terhadapnya dengan *WxtoImg*. Output dari *WxtoImg* berupa citra dengan format bitmap (.bmp). Citra ini kemudian diolah di perangkat lunak komputasi matematis. Pengolahan di perangkat lunak komputasi matematis dimulai dengan mendeteksi piksel setiap isotherm. Dengan berdasarkan pada persamaan pendekatan, dapat dilakukan penyesuaian isotherm sesuai nilai yang diinginkan.

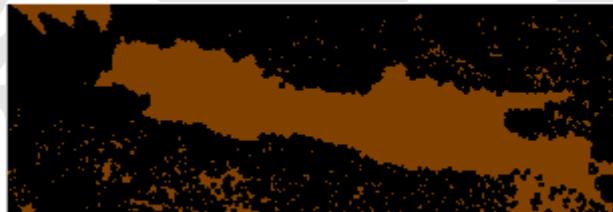
Sama seperti pada *enhancement Contrast Enhance Ch4 Only*, awan dan pulau bukan merupakan objek yang akan diteliti pada citra, sehingga harus dibedakan dari laut. Pembuatan isotherm warna untuk awan berdasarkan pada

algoritma pendeteksian awan yang sama. Operasi logika yang digunakan untuk pendeteksian awan adalah:

$$\text{logicawan} = \text{eq}(r,1) \& \text{eq}(g,1), \text{eq}(b,1)$$

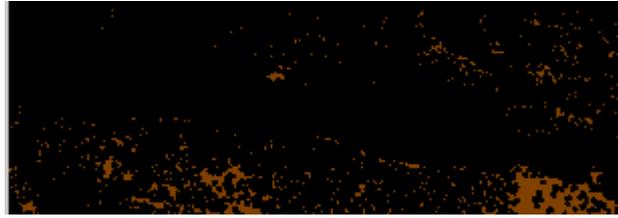
di mana r =layer pertama matriks citra masukan
 g =layer kedua matriks citra masukan
 b =layer ketiga matriks citra masukan

Setelah pendeteksian ini, maka selanjutnya piksel awan dijadikan berwarna sesuai dengan warna yang diinginkan (penelitian ini menggunakan warna coklat). Dari proses ini tidak bisa menghasilkan output citra awan saja, namun juga pulau. Hal ini disebabkan karena setelah setiap isotherm diberi warna, piksel yang tidak masuk dalam *range* mana pun menjadi berwarna hitam, sama seperti warna pulau. Berbeda dengan *enhancement Contrast Enhance Ch4 Only*, pulau juga terdeteksi dan diwarnai juga dengan warna coklat karena pulau sudah berwarna hitam dari citra masukan (hasil *enhancement Sea Surface Temperature*), hal ini seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pendeteksian dan pemberian warna (cokelat) selain piksel laut

Karena itu diperlukan satu tahap lagi yaitu *masking* pulau jawa sehingga menghasilkan isotherm awan yang menutupi laut saja. Gambar 3.12 menunjukkan piksel awan yang menutupi lautan.



Gambar 3.12 Pendeteksian piksel awan yang menutupi laut



BAB IV

HASIL PERCOBAAN DAN ANALISA

Untuk kedua jenis *enhancement*, range suhu (isotherm) yang sama akan diwakili oleh warna yang sama. Konversi dari suhu ke warna isotherm dijelaskan dengan Tabel IV.1.

Tabel IV.1 *Range* suhu dan warna isotherm

<i>Range</i> Suhu(T)	Warna Isotherm
$0 \leq T < 3$ °C	Abu-abu
$3 \leq T < 6$ °C	Ungu
$6 \leq T < 9$ °C	Hijau
$9 \leq T < 12$ °C	Biru
$12 \leq T < 15$ °C	Putih
$15 \leq T < 18$ °C	Hijau muda
$18 \leq T < 21$ °C	Biru muda
$21 \leq T < 24$ °C	Kuning
$24 \leq T < 27$ °C	Jingga
$27 \leq T < 30$ °C	Merah

4.1 HASIL DAN ANALISA PENELITIAN DENGAN *CONTRAST ENHANCE CH.4 ONLY*

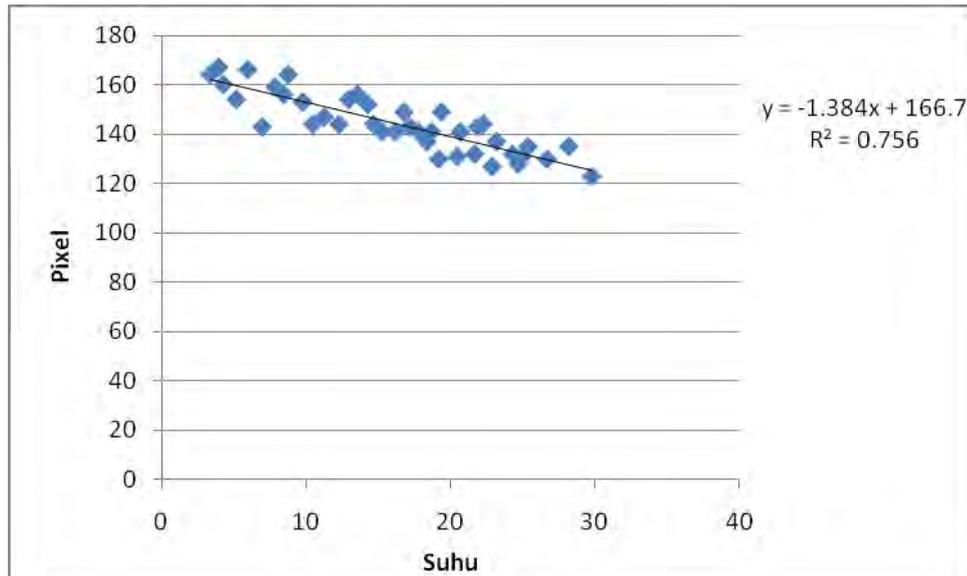
Berbeda dengan *enhancement sea surface temperature*, pengolahan citra hasil *contrast enhance ch4 only* tidak memiliki persamaan hubungan antara piksel dengan suhu seperti persamaan dari *enhancement curve* pada *enhancement sea surface temperature*. Karena itu dibuat persamaan regresi yang dibentuk dari titik-titik sampel yang diambil.

Persamaan regresi yang didapat dari 40 titik sampel yang diambil adalah sebagai berikut:

$$y = -1.384x + 166.7 \quad (4.1)$$

Dengan nilai koefisien determinasi:

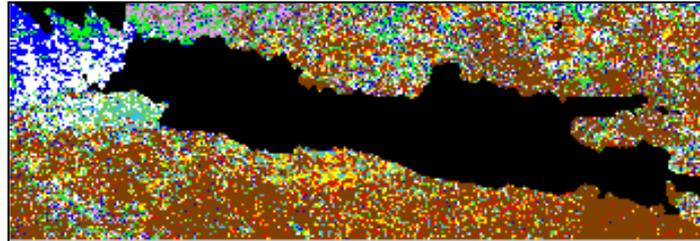
$$R^2 = 0.756$$



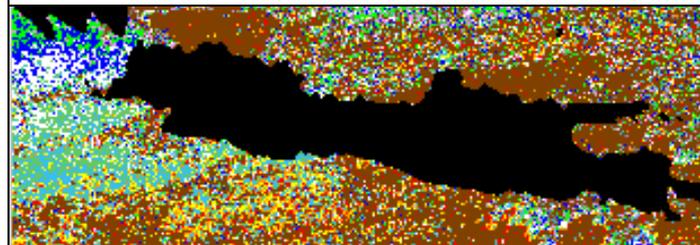
Gambar 4.1 Kurva regresi suhu terhadap intensitas piksel

Pada Gambar 4.1, sumbu x adalah suhu, sedangkan sumbu y mewakili piksel. Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa hubungan antara suhu terhadap intensitas piksel *grayscale* adalah berbanding terbalik. Semakin besar suhu maka intensitas piksel yang merepresentasikannya akan semakin kecil. Persamaan regresi di atas memiliki nilai koefisien determinasi yang baik, yaitu 0,756, karena sudah di atas nilai 0,5. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dibuat telah merepresentasikan 75,6 % dari sistem.

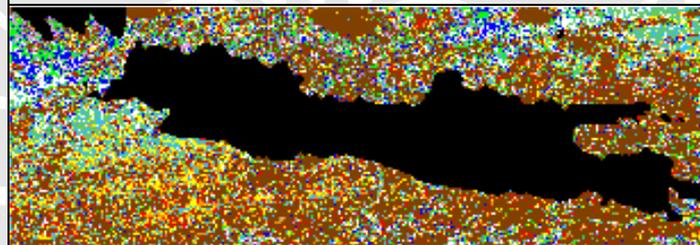
Dari persamaan inilah, nilai intensitas piksel citra hasil *contrast enhance ch4 only* diterjemahkan ke dalam suhu. Persamaan ini yang selanjutnya menjadi acuan pengolahan citra di perangkat lunak komputasi matematis dengan algoritma untuk membuat isotherm permukaan laut dan menentukan lokasi perbedaan suhu permukaan laut. Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengolahan akhir citra hasil *contrast enhance ch4 only*, sedangkan Gambar 4.3 menunjukkan histogram jumlah piksel setiap isothermnya, di mana sumbu x mewakili suhu dan sumbu y mewakili jumlah piksel.



Hasil pengolahan citra *contrast enhance ch4 only* data 1

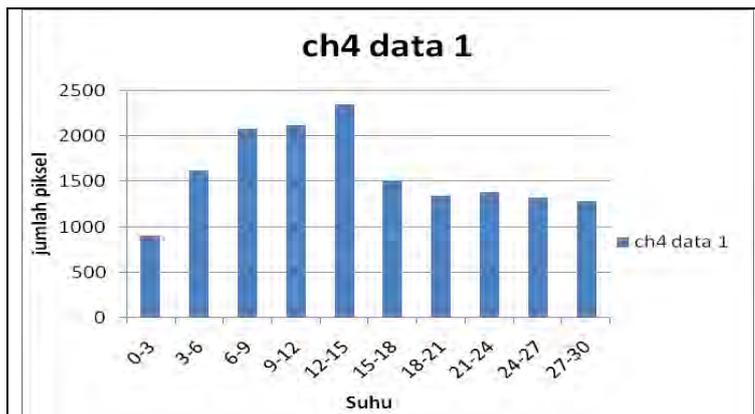


Hasil pengolahan citra *contrast enhance ch4 only* data 2

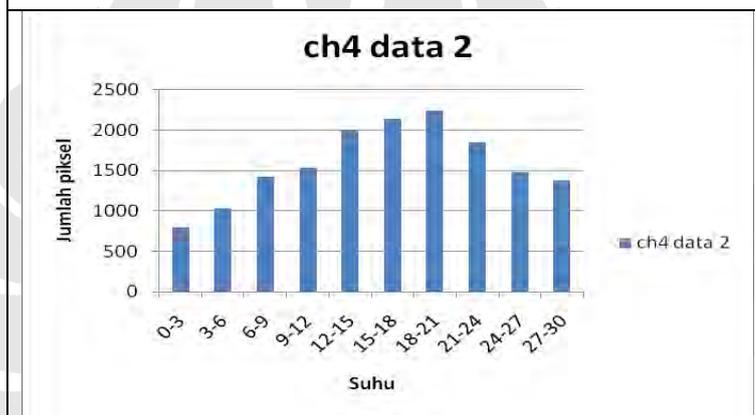


Hasil pengolahan citra *contrast enhance ch4 only* data 3

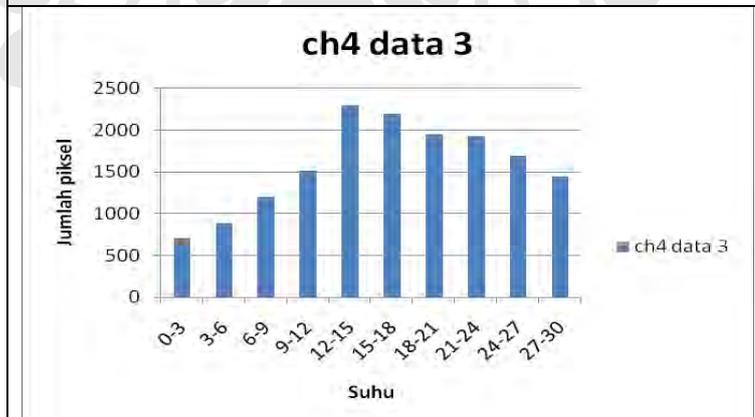
Gambar 4.2 Citra hasil enhancement *contrast enhance ch4 only*



Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil *contrast enhance ch4 only* data 1



Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil *contrast enhance ch4 only* data 2



Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil *contrast enhance ch4 only* data 3

Gambar 4.3 Grafik jumlah piksel setiap isotherm

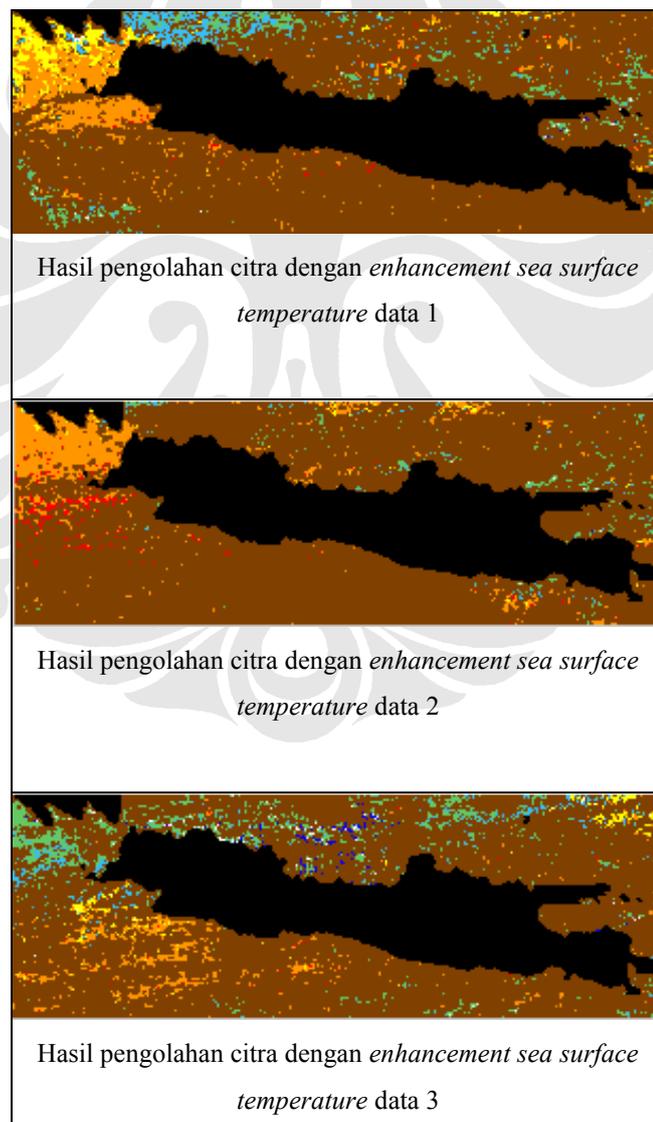
Dari ketiga data yang diolah dengan *enhancement contrast enhance ch4 only*, hasilnya menunjukkan warna isotherm paling dominan pada citra ini adalah warna coklat. Namun warna coklat mewakili daerah yang tidak masuk pengklasifikasian suhu permukaan laut 0 hingga 30°C. Warna coklat ini sesungguhnya menunjukkan awan (lebih kecil dari -3°C) dan noise. Hal ini dapat disebabkan oleh dua hal. Yang pertama adalah karena daerah laut tersebut memang sedang ditutupi awan yang cukup mendominasi. Atau yang kedua adalah karena data yang mengandung noise.

Persebaran jumlah piksel setiap isotherm diolah di perangkat lunak komputasi matematis dan direpresentasikan dengan grafik-grafik di atas. Untuk warna yang mewakili isotherm permukaan laut, dari ketiga hasil pengolahan data dapat dilihat bahwa isotherm yang paling dominan di daerah tersebut adalah 12 – 15°C dan 18 – 21°C. Padahal suhu isotherm di sekitar Pulau Jawa adalah 25°C. Berarti persebaran suhu yang dominan bergeser ke arah kiri dari nilai yang diharapkan seharusnya.

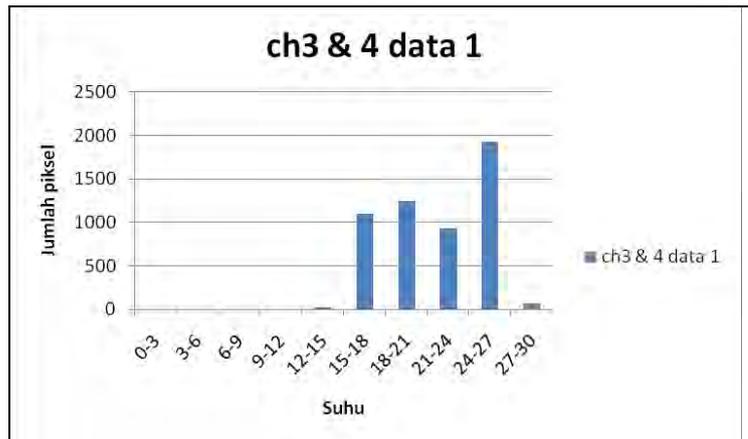
Citra yang dihasilkan memiliki persebaran warna yang sangat detail dan heterogen. Tidak jarang terjadi perbedaan suhu hanya pada jarak satu piksel, atau dengan kata lain dalam jarak 4 km saja sudah terjadi perbedaan suhu. Hal ini juga bisa dilihat dari grafik-grafik di atas. Semua suhu muncul dengan jumlah piksel yang besar, termasuk suhu yang sangat rendah yang bukan termasuk suhu lautan sekitar Khatulistiwa. Bahkan jika diakumulasikan dari grafik, untuk range-suhu suhu di bawah 10°C mencapai nilai rata-rata 3510 piksel. Jika dibandingkan dengan jumlah piksel dalam citra yaitu 37.638 piksel (123 × 306 piksel), maka jumlah suhu dibawah 10°C mencapai 9,3%. Hal ini yang menjadi kelemahan dari pengolahan citra hasil *enhancement contrast enhance ch4 only*.

4.2 KONTUR SUHU DENGAN *ENHANCEMENT SEA SURFACE TEMPERATUR*

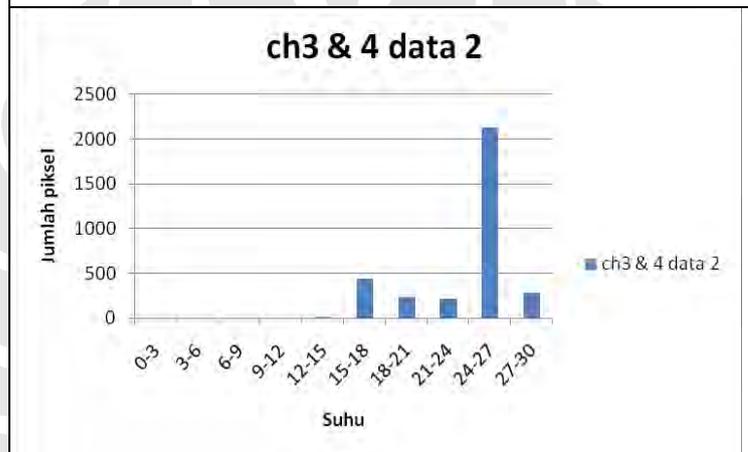
Penggunaan data level 2 hasil *enhancement sea surface temperature* (SST) ini memiliki persebaran warna yang lebih homogen. Tidak seperti hasil *enhancement contrast enhance ch4 only*, jarang terjadi perbedaan suhu hanya pada jarak satu piksel, atau dengan kata lain wilayah range suhunya lebih luas. Gambar 4.4 menunjukkan hasil pengolahan akhir citra hasil *enhancement SST*, sedangkan Gambar 4.5 menunjukkan histogram jumlah piksel setiap isothermnya, di mana sumbu x mewakili suhu dan sumbu y mewakili jumlah piksel.



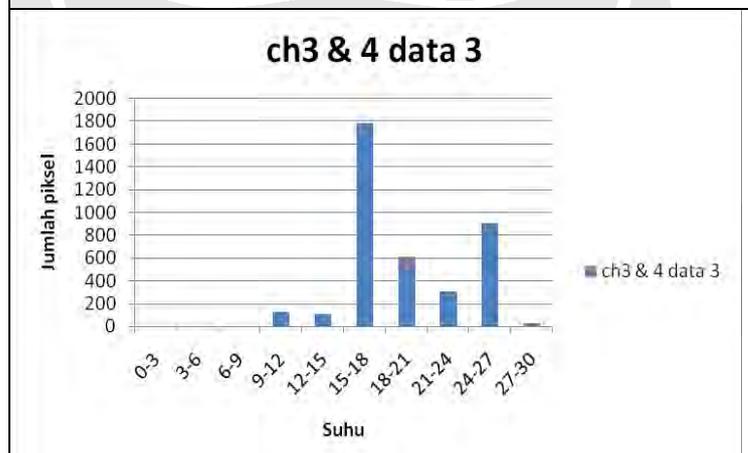
Gambar 4.4 Citra hasil *enhancement sea surface temperature*



Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil *enhancement sea surface temperature data 1*



Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil *enhancement sea surface temperature data 2*



Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil *enhancement sea surface temperature data 3*

Gambar 4.5 Grafik jumlah piksel setiap isotherm

Hasil *enhancement* ini terlihat lebih mendekati kenyataan. Untuk warna yang mewakili isotherm permukaan laut, dari ketiga hasil pengolahan data dapat dilihat bahwa isotherm yang paling dominan di daerah tersebut adalah 15 – 18°C dan 24 – 27°C, mendekati suhu lautan sekitar Khatulistiwa. Selain itu, dari grafik juga terlihat bahwa suhu di bawah 10°C tidak muncul pada piksel sama sekali. Hal ini lebih mendekati kenyataan bahwa suhu tersebut terlalu rendah untuk wilayah lautan sekitar Khatulistiwa.

Sama seperti citra hasil *enhancement contrast enhance ch4 only*, warna yang paling dominan adalah warna cokelat yang berarti awan dan *noise*. Namun dengan *enhancement* ini, warna cokelat yang dihasilkan lebih banyak. Hal ini berarti lebih banyak piksel yang tidak terklasifikasikan sebagai isotherm permukaan laut, sehingga dideteksi sebagai *noise* dan awan. Kekurangan *enhancement* ini dapat dimengerti dengan memperhatikan kembali pengklasifikasian isotherm berdasarkan *enhancement curve* yang diperoleh dari *WxtoImg*.

Ternyata terdapat banyak piksel yang tidak masuk dalam klasifikasi di atas, sehingga saat diolah akan menghasilkan piksel berwarna cokelat yang selanjutnya dikenali sebagai awan dan *noise*. Padahal piksel tersebut adalah piksel yang merepresentasikan suhu permukaan laut. Hal ini menjadi kelemahan *enhancement sea surface temperature* berdasarkan *enhancement curve*. Dari salah satu data level 2, diambil beberapa sampel piksel yang menunjukkan adanya piksel yang tidak persis berada di *enhancement curve*. Hal ini menunjukkan bahwa *enhancement curve* ternyata juga merupakan kurva pendekatan dari titik-titik persebaran, sehingga ada titik-titik yang tidak dilewati kurva. Tabel IV.2 menunjukkan sampel piksel yang tidak persis berada pada *enhancement curve*.

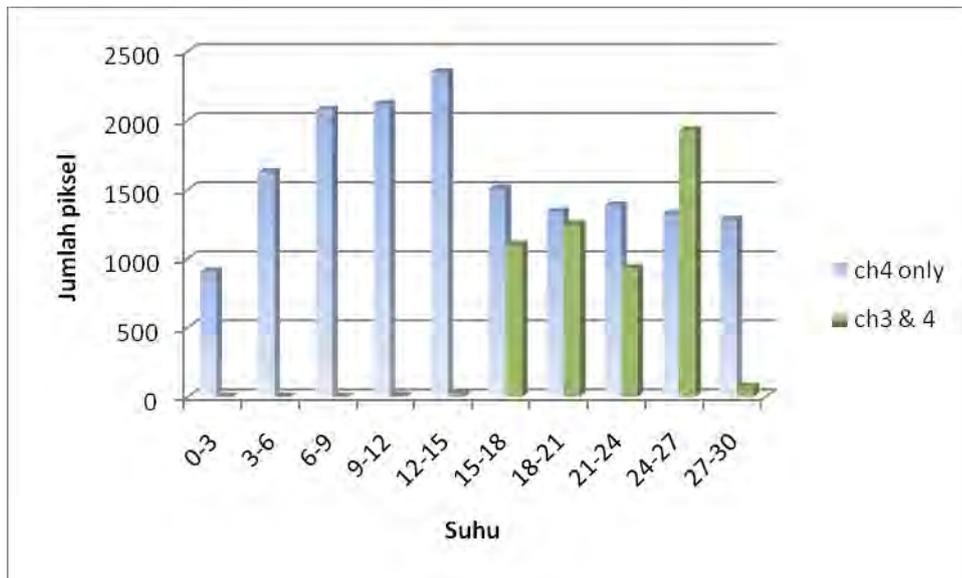
Tabel IV.3 Sampel piksel yang tidak persis berada pada *enhancement curve*

Warna Piksel Pada Citra Hasil Enhancement SST WxtoImg	R	G	B
Biru muda	30	252	255
	59	254	255
	18	48	255
Kuning	240	254	0
	248	249	0
	253	241	0
Jingga	255	223	0
	252	246	0
	254	236	0
	255	210	0
	255	216	0
Merah	255	33	18

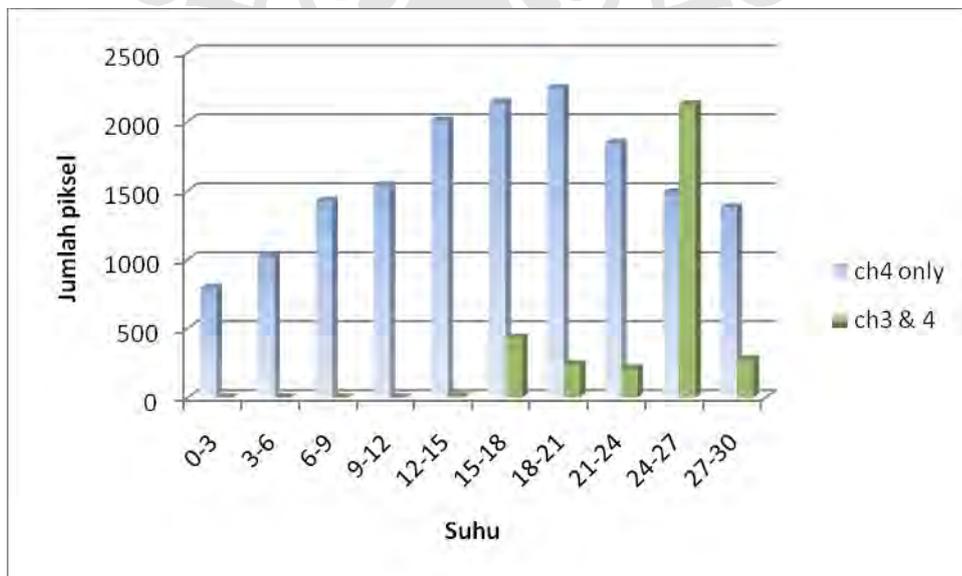
4.3 PERBANDINGAN *ENHANCEMENT SST* DENGAN *CONTRAST ENHANCE CH4 ONLY*

Software WxtoImg telah memiliki fasilitas *enhancement sea surface temperature* untuk melihat persebaran suhu permukaan laut dari daerah yang di-*scan* oleh satelit dengan transmisi APT ataupun WEFAX. *Performance* dari fasilitas *enhancement* otomatis ini akan dilihat dengan membandingkannya dengan pengukuran dan persebaran suhu permukaan laut hasil perumusan matematis dengan *contrast enhance ch4 only*. Berikut ini adalah tiga buah grafik yang menunjukkan jumlah piksel setiap isotherm permukaan laut dari tiga data penelitian.

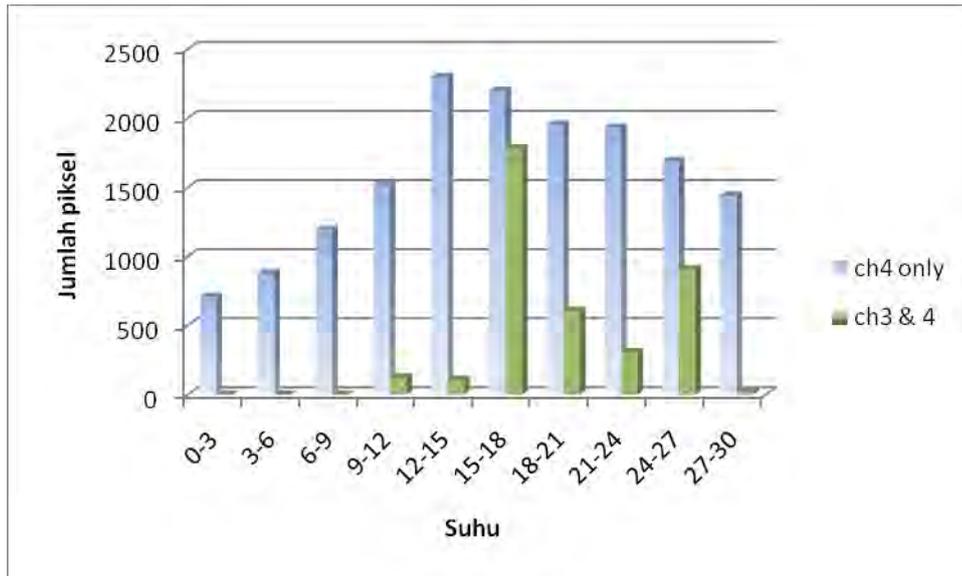
Gambar 4.6 menunjukkan grafik jumlah piksel setiap isotherm yang terdiri dari dua histogram. Histogram berwarna biru untuk data hasil *enhancement contrast enhance ch4 only*, sedangkan histogram berwarna hijau untuk data hasil *enhancement SST*. Sumbu x mewakili suhu dan sumbu y mewakili jumlah piksel. Begitu pula untuk Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Gambar 4.6 untuk data 1, Gambar 4.7 untuk data 2 dan Gambar 4.9 untuk data 3.



Gambar 4.6 Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil dua jenis *enhancement* data 1



Gambar 4.7 Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil dua jenis *enhancement* data 2



Gambar 4.8 Jumlah piksel setiap isotherm citra hasil dua jenis *enhancement* data 3

Isotherm yang mendekati suhu daerah lautan sekitar Pulau Jawa (25°C) adalah isotherm $24 - 27^{\circ}\text{C}$. Dari ketiga grafik di atas dapat dilihat bahwa *enhancement* SST lebih mendekati kondisi sebenarnya karena piksel tertinggi berada pada isotherm tersebut (isotherm $24 - 27^{\circ}\text{C}$ menempati posisi kedua tertinggi hanya pada satu data). Selain itu, *enhancement* SST juga lebih menggambarkan kondisi *real* karena tidak ada suhu permukaan laut pada citra yang di lebih kecil dari 9°C . *Range* suhu tersebut sangat rendah untuk kondisi geografis laut tersebut yang dekat dengan Garis Khatulistiwa. Pada data 3, suhu yang paling dominan bukan isotherm $24 - 27^{\circ}\text{C}$, melainkan lebih rendah yaitu $15 - 18^{\circ}\text{C}$. Hal ini bias saja terjadi disebabkan oleh peristiwa *upwelling*, yaitu bertukarnya suhu panas dan suhu dingin lautan secara vertikal sehingga suhu dingin di atas dan suhu permukaan lautnya lebih rendah.

Sehingga dapat dikatakan bahwa fasilitas *enhancement* SST cukup *representative*. Kelemahannya hanya satu, yaitu jika dilakukan pengolahan berdasarkan *enhancement curve*, maka akan terdapat banyak piksel yang tidak berada di kurva tersebut sehingga bukan dideteksi sebagai suhu permukaan laut, tetapi *noise* ataupun awan.

4.4 Analisa Hasil Penentuan Lokasi Perbedaan Suhu Permukaan Laut

Lokasi perbedaan suhu permukaan laut dari pengolahan citra hasil *enhancement contrast enhance ch4 only* dan dari pengolahan citra *enhancement sea surface temperature* menunjukkan hasil yang berbeda karena isotherm permukaan laut yang dihasilkan juga berbeda. Keluaran dari algoritma untuk fungsi ini adalah berupa tulisan yang menunjukkan letak geografisnya. Salah satunya adalah sebagai berikut:

daerah pertemuan dua suhu berada pada:

8 derajat 39'LS, 104 derajat 39'BT
8 derajat 39'LS, 104 derajat 39'BT
7 derajat 28'LS, 113 derajat 4'BT
7 derajat 28'LS, 113 derajat 4'BT
7 derajat 22'LS, 113 derajat 16'BT
7 derajat 22'LS, 113 derajat 16'BT
7 derajat 9'LS, 113 derajat 42'BT
7 derajat 11'LS, 113 derajat 45'BT
7 derajat 9'LS, 113 derajat 42'BT
7 derajat 13'LS, 114 derajat 13'BT
7 derajat 13'LS, 114 derajat 13'BT
7 derajat 32'LS, 114 derajat 32'BT
7 derajat 32'LS, 114 derajat 32'BT

Keluaran berupa *text* di atas bukan merupakan letak geografis pertemuan dua suhu yang mencakup satu citra, tetapi hanya diambil dari salah satu range suhu yaitu 9 – 12°C dari data pertama *enhancement sea surface temperature*. Jika diperhatikan, maka terlihat ada pengulangan *text*, namun tidak terjadi pada semua *text*. Hal ini menjadi salah satu kelemahan algoritma fungsi penentuan lokasi perbedaan suhu permukaan laut. Penyebab kekurangan ini adalah terkait dengan fungsi yang digunakan di perangkat lunak komputasi matematis untuk algoritmanya. Fungsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
%%%buat kontur garis (putih) dengan BWBOUNDARIES  
konturgaris=bwboundaries(logic,'hoholes');
```

Fungsi „bwboundaries’ mendeteksi tepian objek yang terdapat pada citra yang sudah bernilai biner. Fungsi „noholes’ adalah untuk memilih tepian objek saja, bagian dalam dari objek tidak di-*trace*. Walaupun „noholes’ menghasikan *performance* yang lebih baik daripada „holes’, masih ada kekurangannya. Pengulangan *text* terjadi saat objek yang sedang di-*trace* terdiri dari piksel-piksel yang tidak membentuk lingkaran (bertemu di satu titik kembali). Karena itu maka yang terjadi adalah pembacaan bolak-balik yang akan terdeteksi di keluaran berupa pengulangan *text* keluaran. Namun pengulangan ini tidak terjadi pada objek yang tepiannya membentuk lintasan tertutup.



BAB V

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Pada pengolahan dengan *enhancement contrast enhance ch4 only*, isotherm yang paling dominan di laut sekitar Pulau Jawa adalah 12 – 15°C dan 18 – 21°C, atau lebih kecil dari nilai yang diharapkan yaitu 25 °C.
2. Pada pengolahan dengan *enhancement SST*, isotherm yang paling dominan di daerah tersebut adalah 15 – 18°C dan 24 – 27°C, atau mendekati nilai yang diharapkan.
3. Keunggulan citra isotherm permukaan laut yang dihasilkan dari pengolahan citra *enhancement SST* adalah lebih mendekati suhu permukaan laut yang sebenarnya karena memanfaatkan data dari dua kanal yaitu kanal 3 dan 4 NOAA/AVHRR-APT.
4. Kelemahan citra isotherm permukaan laut yang dihasilkan dari pengolahan citra *enhancement SST* adalah adanya piksel yang tidak masuk ke kelompok isotherm permukaan laut (dianggap awan atau *noise*) karena *enhancement curve* hanya kurva pendekatan saja.
5. Kelemahan *enhancement SST* dapat diatasi dengan mengambil sampel piksel-piksel untuk membuat persamaan pendekatan yang lebih baik dari *enhancement curve* sebagai dasar pengklasifikasian isotherm permukaan laut.
6. Isotherm yang dominan pada citra hasil *enhancement SST* berbeda dengan citra hasil *enhancement contrast enhance ch4 only*. Pada citra hasil *enhancement sea surface temperature*, isotherm yang dominan lebih tinggi (namun lebih mendekati nilai sebenarnya).

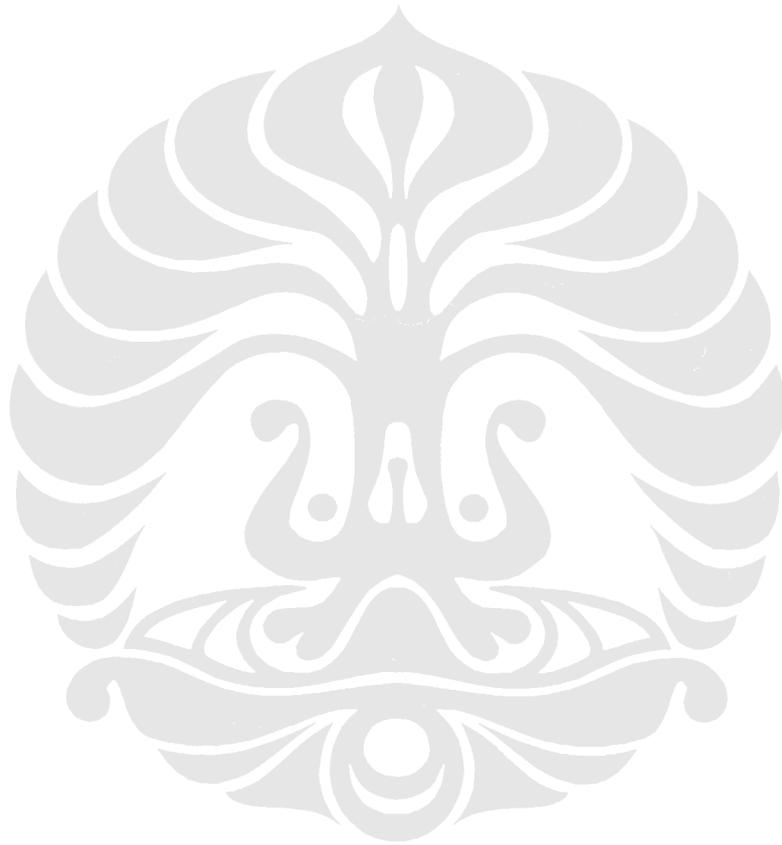
DAFTAR ACUAN

- [1] *Application of Remote Sensing for Fisheries*. Diakses 19 Juni 2008, dari FAO.
<http://www.fao.org/docrep/003/t0355e/T0355E00.HTM>
- [2] *Telecom Dictionary - Definitions of terms*. Diakses 10 Juni 2008, dari Faxswitch.
<http://faxswitch.com/images/geostationaryorbit.gif>
- [3] *Space and Missile Tracking System*. Diakses 10 Juni 2008, dari Global Security.
http://www.globalsecurity.org/space/systems/images/smts_tr2.jpg
- [4] *ESA Award SSTL Contract To Build A Second GIOVE-A*. Diakses 10 Juni 2008, dari ee surrey.
www.ee.surrey.ac.uk/.../homepage/giove_a.jpg
- [5] *"KODAMA" Data Relay Test Satellite (DRTS) to dramatically extend contact time and areas*. Diakses 10 Juni 2008, dari jaxa.
http://www.jaxa.jp/projects/sat/drts/img/photo-1_drts.jpg
- [6] *Weather Satellite*. Diakses 10 Juni 2008, dari
http://www.qc.ec.gc.ca/meteo/images/Fig_20-1_a.jpg
- [7] *Images for the class room: Satellite*. Diakses 10 Juni 2008, dari nasa.
http://scijinks.jpl.nasa.gov/scijinks/en/educators/gallery/satellites/NOAA-N-test-stand_L.jpg
- [8] *Fisheries Application Oceanography Notes*. Diakses 10 Maret 2008, dari Global Imaging.
<http://www.globalimaging.com/sat-brochures.html>
- [9] Simpson, Can J. Fish. Aquat. Sci, Vol 51, 743-711, 1994.
- [10] Kawayu Swana Eric Mbaka, Mark Roland, Vijo Varghese, Bill Dower, "Weather Satellite Imaging System", 2006.
- [11] "NOAA-N", NASA & U.S. Department of Commerce NOAA, U.S.A. Maryland.
- [12] "NOAA KLM User's Guide", U.S. Department of Commerce NOAA, U.S.A. Maryland.
- [13] *Electromagnetic Spectrum*. Diakses 10 Maret 2008, dari Wikipedia.
http://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum
- [14] ZAMG, see Basics Artificial Channels.

[15] Chris van Lint, "A Portable/Collapsible Quadrafilar Helix Antenna for the 137 MHz APT Band".

[16] "WxtoImg Guide User Interface".

[17] Martin, Seelye, *An Introduction to Ocean Remote Sensing*, (UK: Cambridge University Press.,2007)



DAFTAR PUSTAKA

Asep Kusuma, "Analisa Suhu Permukaan Laut Pada Sensor Satelit NOAA/AVHRR dan Eos Aqua/Terra Modis", Skripsi, Dept. Elektro FTUI, Depok, 2007.

C.P. Lo, Pengindraan Jauh Terapan (Jakarta : UI-Press, 1996).

Duane Hanselman, Bruce Littlefield, MATLAB Bahasa Komputasi Teknis, Penerbit ANDI Yogyakarta, 2000.

Paul R. Pinet, Invitation to Oceanography, Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, 1998.

Steven C. Chapra, Raymond P. Canale, Metode Numerik untuk Teknik, terj. S. Sardy (Jakarta: UI-Press, 1991), hal. 361-381

Tiur Simanjutak. Sistem Komunikasi Satelit. Bandung: P.T. ALUMNI, 2004.

Totok Suprpto, "Pemetaan Suhu Permukaan Laut Di Perairan Sekitar Pulau Jawa Dengan Menggunakan Satelit NOAA-14 Sensor AVHRR Kanal Infra Merah", Tesis, FTUI, Depok, 2000.

Wilbur Pritchard, Henri Suyderhoud, Robert Nelson. Satellite Communication Systems Engineering. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1993.