

PENENTUAN SUHU PERMUKAAN LAUT DAN KONSENTRASI KLOOROFIL UNTUK PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI SST/ FISHING GROUND DENGAN MENGGUNAKAN DATA MODIS

Nana Suwargana*), Muchlisin Ariel***)
*) Pcnclili Bidang Telcdcicksi Sumber A lam
**) Pcnclili Bidang Data Salclil Cuaca

ABSTRACT

Research on oceanography application either in global scale or mesoscale requires sea surface temperature observation and imagery ocean color from satellite. LAP AN has done some observation on oceanography by using NOAA-AVHRR Satellite Data, as in determining the implemented sea surface temperature to determine fishing ground (fish catching area), etc. However, by launching the new satellite that TERRA Satellite that brings spectral multi sensor (MODIS data/ Moderate Imaging Spectroradiometer), the research is tried by using MODIS data.

The aim of this research is to determine sea surface temperature distribution and to see klorofill content distribution by using MODIS data in order to determine the phenomena of upwelling and front. The method that is carried out in this research is by using algoritma from (Minuet, 2001) for sea surface temperature and (Relly, 1998) for klorofill concentration, and to converse the radiance value [band 21 and band 32] of MODIS image to sea surface temperature value and conversion of two-channel ratio of visible area [band 9 and 12] to the value of the klorofill content. The result of the research shows that algoritma development model whether for sea surface temperature or chlorophyll concentration gives the value of spatial distribution that generally is close to what has been obtained from NOAA-AVHRR satellite data or SeaWhifs. However, the above results still require the detailed development and validation.

ABSTRAK

Penelitian tentang aplikasi oceanografi baik skala global maupun mesoscale diperlukan pengamatan temperatur permukaan laut dan *Ocean color imagery* dari satelit. LAPAN telah melakukan penelitian tentang kelautan dengan menggunakan data satelit NOAA-AVHRR, seperti penentuan suhu permukaan laut yang diimplementasikan guna menentukan *fishing ground* (daerah tangkapan ikan) dan sebagainya. Namun dengan diluncurkannya satelit baru, yakni satelit TERRA yang membawa sensor multi spectral (data MODIS/ Moderate Imaging Spectroradiometer), pengamatan tersebut dicoba dengan menggunakan data MODIS

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan distribusi suhu permukaan laut dan melihat distribusi kandungan klorofil dengan menggunakan data Modis guna menentukan fenomena adanya *upwelling* dan *front*. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara menggunakan algoritma dari (Minnet, 2001) untuk suhu permukaan laut dan (Relly, 1998) untuk konsentrasi klorofil, dan mungkonversi nilai radiansi [band 21 dan band 32] citra MODIS ke nilai suhu perairan laut dan konversi dari ratio dua kanal daerah visible [band 9 dan 12] ke nilai kandungan klorofil. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa model pengembangan algoritma baik untuk suhu permukaan laut maupun konsentrasi klorofil memberikan nilai sebaran spatial yang secara umum mendekati dengan yang diperoleh dari data satelit NOAA-AVHRR maupun *SeaWifs*, Akan tetapi hasil - hasil di atas masih diperlukan pengembangan dan validasi lebih lanjut.

1 PENDAHULUAN

Sebagaimana diketahui bahwa dua pertiga bagian dunia adalah lautan begitu pula dengan wilayah Indonesia terdiri dari 62% ($\pm 3,1$ juta km²) berupa laut dan daerah pesisir. Karena

negara Indonesia dilalui oleh garis khatulistiwa, mempunyai karakteristik yang unik karena di wilayah perairan tersebut sering terjadi interaksi antara masa air yang datang dari Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Peremuan masa air dari kedua Samudra tersebut di daerah-daerah wilayah

perairan laut Indonesia, dapat diperkirakan daerah-daerah tersebut banyak terdapat grombolan ikan yang beraneka ragam. Di samping itu, wilayah laut nasional mempunyai daya dukung alami yang sangat potensial (misalnya potensi wisata bahari, terumbu karang dan sebagainya).

Potensi tersebut merupakan sumber daya alam asli Indonesia yang belum secara optimal dikelola secara serius dalam program pembangunan nasional. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan untuk dimanfaatkan seluas-luasnya bagi peningkatan kesejahteraan dan taraf hidup bangsa Indonesia.

Karena sifat di atas, maka keberadaan daerah ikan di perairan Indonesia bersifat dinamis, selalu berubah/berpindah mengikuti pergerakan kondisi lingkungan, yang secara alamiah ikan akan memilih habitat yang lebih sesuai. Sedangkan habitat tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi atau parameter oseanografi perairan seperti temperatur permukaan laut, salinitas, konsentrasi klorofil laut, cuaca dan sebagainya, yang berpengaruh pada dinamika atau pergerakan air laut baik secara horizontal maupun vertikal. Seperti peristiwa naiknya air dari dasar laut ke permukaan sebagai perbedaan gradien suhu yang diuamikan Upwelling. Maka daerah fupwelling tersebut biasanya terdapat klorofil yang merupakan makanan ikan dan diduga daerah tersebut terdapat banyak ikan yang disebut daerah *fishing ground*.

Parameter-parameter laut tersebut dapat diperoleh dengan pengukuran langsung/survey lapangan atau dengan menggunakan satelit penginderaan jauh seperti satelit NOAA-AVHRR (*National Oceanic Atmosphere and Administration Advanced Very High Resolution*). Dengan mengetahui parameter tersebut, maka ketika satelit melewati perairan Indonesia, informasi daerah-daerah yang diduga terdapat ikan dapat diketahui. Informasi tersebut dapat digunakan oleh nelayan dalam kegiatan penangkapan ikan, sehingga penangkapan ikan akan menjadi lebih efisien dan efektif apabila daerah grombolan ikan dapat diduga terlebih dahulu.

Penelitian tentang pengukuran parameter oseanografi baik skala global maupun mesoscale telah dilakukan LAP AN semenjak tahun 1980-an, antara lain pengamatan temperatur permukaan laut dengan menggunakan kanal infra merah jauh dari data satelit NOAA-AVHRR. Penelitian tersebut telah dilaksanakan juga menemukan *fishing ground* (daerah tangkapan ikan). Namun dengan diluncurkannya satelit baru, yakni satelit TERRA yang membawa sensor multi spectral MODIS

(*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), pengamatan tersebut dicoba dengan menggunakan data MODIS. Data MODIS terdiri dari 36 kanal/band spectral dengan kanal 1-19 dan 26 berada pada kisaran gelombang visible dan infra merah dekat, sedangkan kanal-kanal selebihnya berada pada kisaran gelombang thermal. Dengan banyak kanal yang dipunyai oleh data tersebut yang mencakup kanal dari satelit NOAA, SeaWiFS, Landsat dan sebagainya, maka dapat digunakan untuk menentukan/mengukur parameter dari permukaan laut hingga ke atmosphere seperti mengukur Temperatur Permukaan Laut (Sea Surface Temperature), konsentrasi klorofil, kandungan uap air dan sebagainya.

Model penentuan *fishing ground* dengan data MODIS akan menggunakan dua parameter, yakni parameter temperatur permukaan laut dan konsentrasi klorofil. Perhitungan temperatur permukaan laut diturunkan dari algoritma NOAA, yaitu menggunakan dua band spectral infra merah dekat (Tandil dan Minct) 10.78-11.28 μm dan 11.77-12.27 μm), sedangkan untuk menghitung konsentrasi klorofil diturunkan dari algoritma satelit *SeaWiFS* menggunakan perbandingan band *spectral visible* [Relly-21998] (0.438-0.448 μm dengan 0.526-0.536 μm). Dengan menggabungkan dua informasi (temperatur permukaan laut dan konsentrasi klorofil) diharapkan zona potensi ikan (*fishing ground*) dapat ditentukan dengan akurasi yang lebih besar dari pada menggunakan satelit NOAA.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan presisi distribusi permukaan laut dan mampu membicarakan informasi konsentrasi klorofil dalam air laut.

2 STUDI PUSTAKA

2.1 Proses format data MODIS

Data Modis yang dititipkan dalam CD disimpan dalam format HDF (*Hierarchical Data Format*), yaitu dalam format level 1b. Dalam mempelajari cara pembacaan format membuka data (display image) HDF untuk MODIS dijelaskan beberapa cara-cara penggunaannya, antara lain :

- a. menampilkan image beberapa kanal dalam layar (satu kanal, dua kanal dan tiga kanal)
- b. menampilkan "Earth view" berisi informasi tentang kanal-kanal yang terdiri dari nilai spektral reflektansi dan nilai spektral emisi.
- c. merformat ke data format lain
- d. dan lain-lain

Format data level 1 merupakan data mentah dilambah dengan informasi tentang kalibrasi sensor dan geolokasi. Level 1a mengandung informasi lebih yang dibutuhkan pada set data. sedangkan data level 1b telah mempunyai terapanma. Pada setiap *Earth View*, data disimpan sbagai sebuah set data non standar yang tidak dapat dibaca dengan perangkat HDF normal. Untuk itu, pembacaannya memerlukan perangkat HDF

- Geolokasi berisi informasi tentang lintang dan bujur untuk setiap pusat piksel 1 km.
- Kalibrasi berisi informasi tentang kalibrasi *board*
- *Earth view* pada resolusi 250 m berisi hanya informasi tentang nilai-nilai spektral pada kanal-kanal 250 m (kanal 1 dan 2)
- *Earth view* pada resolusi 500 m berisi informasi nilai-nilai spektral pada kanal-kanal 500m (kanal 3-7) dan juga berisi nilai-nilai spektral pada kanal-kanal 250m yang telah diresampel menjadi beresolusi 500m.
- *Earth view* pada resolusi 1 km berisi informasi nilai-nilai spektral pada kanal-kanal 1 km yang terbagi dalam 2 (dua) kategori, yakni nilai refleksi (kanal 8-12, kanal 13 bawah, 13 atas, 14 bawah, 14 atas, 15 - 19, dan 26) dan nilai emisi (kanal 20 - 25, kanal 27 - 36). Selain itu, juga berisi nilai-nilai spektral dari kanal resolusi 250m dan 500m yang telah diresampel menjadi beresolusi 1 km.

Dalam informasi spektral data MODIS tersimpan ada perbedaan urutan dan penempatan kanal dalam eksplorasi format HDF, sehingga dalam menampilkan image harus benar umtannya. Informasi kanal disajikan dalam Tabel 2-1.

Pengolahan data MODIS dan untuk memudahkan dalam pengolahannya dengan software ER Mapper kemudian format MODIS di konversi ke format LAN. Kemudian dari format LAN diubah kembali kedalam format ERS,

sehingga data MODIS dapat dibaca di software ER Mapper.

2.2 Menentukan suhu permukaan laut

Untuk menentukan Perhitungan Suhu Permukaan Laut (SPL) dengan menggunakan data MODIS dapat dilakukan menggunakan algoritma, di antaranya adalah :

a) Algoritma pertama (1)

Perhitungan SPL dilakukan hanya pada piksel yang bebas awan. Langkah-langkah untuk mendeteksi awan dilakukan sebagai berikut:

- Jika suhu kecerahan dari kanal 32 (T_{b3}) lebih kecil dari 280° K maka piksel tersebut berawan.
- Jika ($\text{kanal } 2 / \text{kanal } 1$) > 0.6 maka piksel tersebut berawan.
- Jika selisih antara suhu kecerahan kanal 31 (T_{o1}) dan kanal 32 (T_{b1}) lebih besar dari 2,5° K maka piksel tersebut berawan.
- Selanjutnya, dilakukan perhitungan SPL pada piksel-piksel yang bebas awan menggunakan persamaan sebagai berikut: .

$$SPL = -0.0024 + 3.53T_{31} - 2.52T_{32} \quad [P.Minnct, 2001]$$

dengan SST dalam °K, T_{31} dan T_{32} adalah suhu kecerahan kanal 31 dan kanal 32.

b) Algoritma kedua (2)

Algoritma ini mengikuti jalan pikiran dari Pathfinder, yang disebut dengan istilah Miami pathfinder. Algoritma ini mengikutsertakan variable sudut Zenith satelit, spectral infra merah jauh (spectral far-infrared) dengan kisaran panjang gelombang 10 dan 12 um (band 1 dan 32) dengan alasan emissivitas radiasi bumi sebagai *black body radiation* akan maximum pada temperatur 300 °K (suatu pendekatan untuk rata-rata temperatur permukaan bumi).

Tabel 2-1 INFORMASI SPEKTRAL DATA MODIS

Ev (250m) (kanal)	Panjang Gel. (nm)	Informasi	Ev (500m) (kanal)	Panjang gel. (nm)	Informasi	Ev (1km) Reflek	Panjang gel. (nm)	Informasi	Ev (1km) Emisi (kanal)	Panjang gel. (nm)	Informasi
1	620-670	1	3	459-479	1	8	405-420	1	20	3.660-3.840	1
2	541-575	2	4	545-565	2	9	438-446	2	21	3.929-3.989	2
			5	1230-1250	3	10	483-495	3	22	3.929-3.989	3

			6	1628-01652	4	11	526-536	4	23	4.020-4.080	4
			7	2105-2155	5	12	545-556	5	24	4.433-4.498	5
						13 lo	662	6	25	4.482-4.549	6
						13 hi	672	7	27	6.535-6.895	7
						14 lo	673	8	28	7.175-7.475	8
						14 hi	683	9	29	8.400-8.700	9
						15	743-753	10	30	9.580-9.880	10
						16	B62-877	11	31	10.780-11.280	11
						17	890-920	12	32	11.770-12.270	12
						18	931-941	13	33	13.185-13.458	13
						19	915-965	14	34	13.458-13.785	14
						26	J.36-J.39 (Mm)	15	35	13.785-14.085	15
								16	36	14.085-14.385	16

Perhitungan SST didefinisikan berdasarkan algoritma Miami Pathfinder Ipath-20011

$$\text{Modis_SST} = \text{CI} + \text{C2T31} + \text{C3} * (\text{T31} - \text{T32}) + \text{SST_Guass} + \text{C4} * (\text{scc}(q) - 1) * (\text{T31} - \text{T32})$$

[IPathfinder, 2001]

Keterangan:

- q : adalah sudut Zenith satelit
- T31.T32 : Brightness temperature dari band 31 dan band 32

Sedangkan konstanta (C1,C2,C3.C4) ditentukan melalui analisis regresi dari simulasi Jiodiaive transfer atau me) a) vi Malch_vp dalahasc dari brightness temperature dan pengamatan radiometric in situ [path-20011

c) Algoritma ketiga (3)

Sesuai dengan nama orang yang mengusulkannya, maka algoritma ini disebut algoritma MINNET. Algoritma ini menggunakan spectral Mid-Infrared dalam (3.7-4.1 um) yang mana pada range tersebut atmospheric window lebih transparan dari pada 10-12 um (band 31 dan 32).

sehingga memungkinkan perhitungan temperatur permukaan laut akan menghasilkan accuracy yang lebih baik [Minnet]. Kerugian dari penggunaan spectral ini dalam menentukan temperature permukaan laut dikarenakan adanya refleksi sinar matahari oleh gelombang permukaan laut di siang hari. Oleh karena itu, metoda ini baik digunakan di malam hari. SST_4 didefinisikan sebagai berikut [Minnet]

$$\text{SST}_4 = \text{CI} + \text{C2} * \text{T22} + \text{C3} * (\text{T22} - \text{T23})$$

[P.Minnet, 2001]

Keterangan

- T22 : Brightness temperature band 22.
- T23 : Brightness temperature band 23.
- C1, C2, C3: ditentukan melalui model transfer radiative.

Hasil dari model SST_4 lebih tinggi dari model Modis_SST (SST_4 - Modis_SST < 0.8 °C) [Minnet]. "

Dengan adanya ketiga algoritma di atas, maka diperlukan pengujian yang lebih seksama.

dengan tujuan untuk mendapatkan metode yang mendekati kondisi Indonesia.

2.3 Menentukan konsentrasi klorofil

Data Modis pada satelit Terra mampu memberikan informasi tentang konsentrasi klorofil dalam permukaan air laut. Algoritma penentuan klorofil dilaksanakan berdasarkan ratio radiansi atau reflektansi yang diukur dalam spektral band biru dan hijau. Regresi antara ratio band dan pengukuran *in-situ* dari nilai klorofil dapat memberikan koefisien persamaan yang diperoleh.

Data Modis dari beberapa radiansi untuk reflektansi di antaranya dengan panjang gelombang/ spektral band (dari H hingga M, pada panjang gelombang 412 hingga 618 nm). Dari data ini dapat memperoleh fenomena kelautan yang terdiri dari sifat-sifat aerosol dan epsilon air jernih.

Untuk menentukan klorofil ini ada yang menggunakan beberapa algoritma diantaranya adalah studi kasus dengan menggunakan ratio 2 dan 3 kaita}. Dari level ini dapat diperoleh radiansi yang mengklasifikasikan fotosintesis dan radiansi absorpsi phytoplankton serta konsentrasi zat organik. Penentuan kandungan klorofil mengikuti algoritma-algoritma akan mengikuti algoritma dari pemikiran Reilly [Reil-98] dan juga pernah dicoba dengan menggunakan data satelit *SeaWiFS*. Algoritma ini menggunakan dua panjang gelombang dengan anggapan bahwa absorpsi pada kanal 443 besar, yang mengakibatkan reflektansi pada band tersebut rendah, Oleh karena itu, perbandingan antara reflektansi 443-reflektansi 551 akan rendah kalau konsentrasi klorofilnya tinggi dan

akan maksimum apabila konsentrasi klorofilnya rendah.

Konsentrasi klorofil didalam laut panjang gelombang 540 nanometer yang terdapat pada satelit *SeaWiFS* [Reill-98]. Formulasi perhitungan konsentrasi klorofil didefinisikan dengan [NASA-TM2000-206892 voll 1]:

$$\text{Log}(\text{chl}) = 0.283 - 2.753 R * 1.457 R' + 0.659 R'^{-1.403} R^4 \quad [\text{Ruill. 98}]$$

Keterangan :

$$R = \log \left[\frac{R_{ra}(443)}{R_r(551)}, \frac{R_{ra}(448)}{R_r(551)} \right]$$

Untuk mencapai keakuratan data harus dapat dievaluasi dengan algoritma-algoritma lain. Dalam evaluasi data ini paling sedikit harus membandingkan dua tipe, pertama menggunakan hanya data *irt-situ*. dan lainnya menggunakan pendekatan data *SeaWiFS* dan Modis

Data *m-situ* dapat dilakukan dengan mengukur spektral reflektansi dan mengambil sampel dari kandungan klorofil langsung di lapangan dengan mengambil beberapa lokasi pengamatan. Pengukuran di lapangan untuk reflektansi bisa menggunakan panjang gelombang pada 443, 490 dan 510 nm.

Hasil analisis kandungan konsentrasi klorofil dan hasil pengukuran reflektansi kemudian dikorelasikan dengan data hasil algoritma yang diturunkan untuk Modis.

3 METODOLOGI

3.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah data Modis rekaman tanggal 17 Mei 2002. Spektral kanal yang dibutuhkan seperti pada Tabel 2-2.

Tabel 2-2: KARAKTERISTIK DATA MODIS

Daerah	Kanal	Bandwidth	Spectral Radiansi
Visible (reflektansi)	9	438-448 nm	41.9
	12	546-556 nm	21.0
Emisi (infra merah)	31	10.780-11.280 um	0.45 (300K)
	32	11.770-12.270 um	8.94 (300K)

3.2 Metoda

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara menurunkan formula tentang fenomena osanografi berdasarkan konversi nilai radiansi citra MODIS ke nilai

suhu perairan laut dan ke nilai kandungan klorofil yang dianggap sesuai dengan kondisi sebenarnya untuk perairan Indonesia. Kemudian dan penurunan formula tersebut dikaitkan dengan data di lapangan, serta dengan penentuan persamaan regresi.

3.3 Suhu Permukaan Laut

Perhitungan suhu kecerahan air menggunakan persamaan *invers fungsi Planck (Black body radiation)*, dengan anggapan bumi mempunyai temperatur kamar berkisar 300° K :

$$T_b = \frac{C_2 v_1}{\ln(1 + (C_2 v_1^3 / N))}$$

Keterangan :

Tb adalah suhu kecerahan air (dalam derajat Kelvin)

Ci dan C2 adalah konstanta yang masing-masing nilainya $1,1910659 \times 10^8 \text{ W sr}^{-1} \text{ cm}^2$ dan $1,438833 \text{ cm K}$, dan

Vi adalah bilangan gelombang pusat (central wave number) untuk kanal 31 dan 32 masing-masing $867,302 \text{ cm}^{-1}$ dan 831.95 cm^{-1} .

N adalah radiansi yang diperoleh dari $R=R_{\text{scale}}(SI-R_{\text{ofset}})$. SI=Integer berskala [1, 32767] ; $R_{\text{scale}} 31 = 0.000840022$, $R_{\text{scale}} 32 = 0.000729698$ $R_{\text{ofset}} 31= 1577.34$, $R_{\text{ofset}} = 1658.22$

Untuk perhitungan suhu permukaan laut dilakukan hanya pada piksel yang bebas awan. Langkah-langkah untuk mendeteksi awan dilakukan sebagai berikut:

- Jika suhu kecerahan dari kanal 32 (Tb₃₂) lebih kecil dari 280° K maka piksel tersebut berawan.
- Jika selisih antara suhu kecerahan kanal 31 (Tb₃₁) dan kanal 32 (Tb₃₂) lebih besar dari 2,5° K maka piksel tersebut berawan.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan suhu permukaan laut pada piksel-piksel yang bebas awan menggunakan persamaan regresi sebagai berikut:

$$SPL = a + b (Tb_{31}, Tb_{32})$$

Keterangan :

SPL dalam °K

a,b = konstanta yang dicari dari persamaan regresi

Dengan memasukan parameter-parameter di atas maka dihitung SPL dengan menggunakan algoritma di bawah ini:

$$SPL = -0.024 + 3,129 Tb_{31} - 2.52Tb_{32} - .582 - 273$$

[P.Minet]

SPL dalam °C.

3.4 Konsentrasi Klorofil

Penentuan distribusi klorofil menggunakan sensor karakteristik Ocean Color, yaitu daerah visible sinar biru dan sinar Hijau. Sinar hijau

yang dipantulkan dari permukaan laut (membawa informasi mengenai konsentrasi klorofil) yang dideteksi oleh sensor. Semakin banyak sinar hijau yang diterima sensor, maka semakin banyak pula kandungan klorofil tersebut. Untuk melihat nilai spektral dari pixel, maka dilakukan dengan kombinasi band sebagai berikut

$$R = \frac{\text{Kanal 9}}{\text{Kanal 12}}$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai konsentrasi klorofil dilakukan perhitungan dengan menurunkan algoritma-algoritma dengan menurunkan persamaan regresi.

ari pemikiran [Relly, 1998]. Mengemukakan bahwa model algoritma yang digunakan dalam penelitiannya adalah menggunakan dua panjang gelombang dengan anggapan bahwa absorpsi pada kanal 443 besar yang mengakibatkan reflektansi pada kanal tersebut rendah, Oleh karena itu, perbandingan antara reflektansi 443 dengan reflektansi 551 akan rendah kalau konsentrasi klorofil tinggi dan akan maksimum apabila konsentrasi klorofilnya rendah. Jadi ketentuannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Ratio} = [R(443)/(551)] = [\text{sinar biru/sinar hijau}]$$

Jika : perbandingan antara refleksi [R(443)/(551)] tinggi, maka kandungan klorofil rendah, sebaliknya bila nilai perbandingannya rendah, maka kandungan klorofil tinggi.

Dan apabila :

$$\text{Ratio} = [R(551)/(443)] = [\text{sinar hijau/sinar biru}]$$

Jika : Perbandingan antara refleksi [R(443)/(551)] rendah, maka kandungan klorofil tinggi, sebaliknya bila perbandingannya tinggi, maka kandungan klorofil rendah .

Selanjutnya dilakukan perhitungan konsentrasi klorofil dengan menggunakan persamaan :

$$Klo = a + b \text{ Log } [R(443)/(551)]$$

Keterangan:

Klo dalam mg/m³

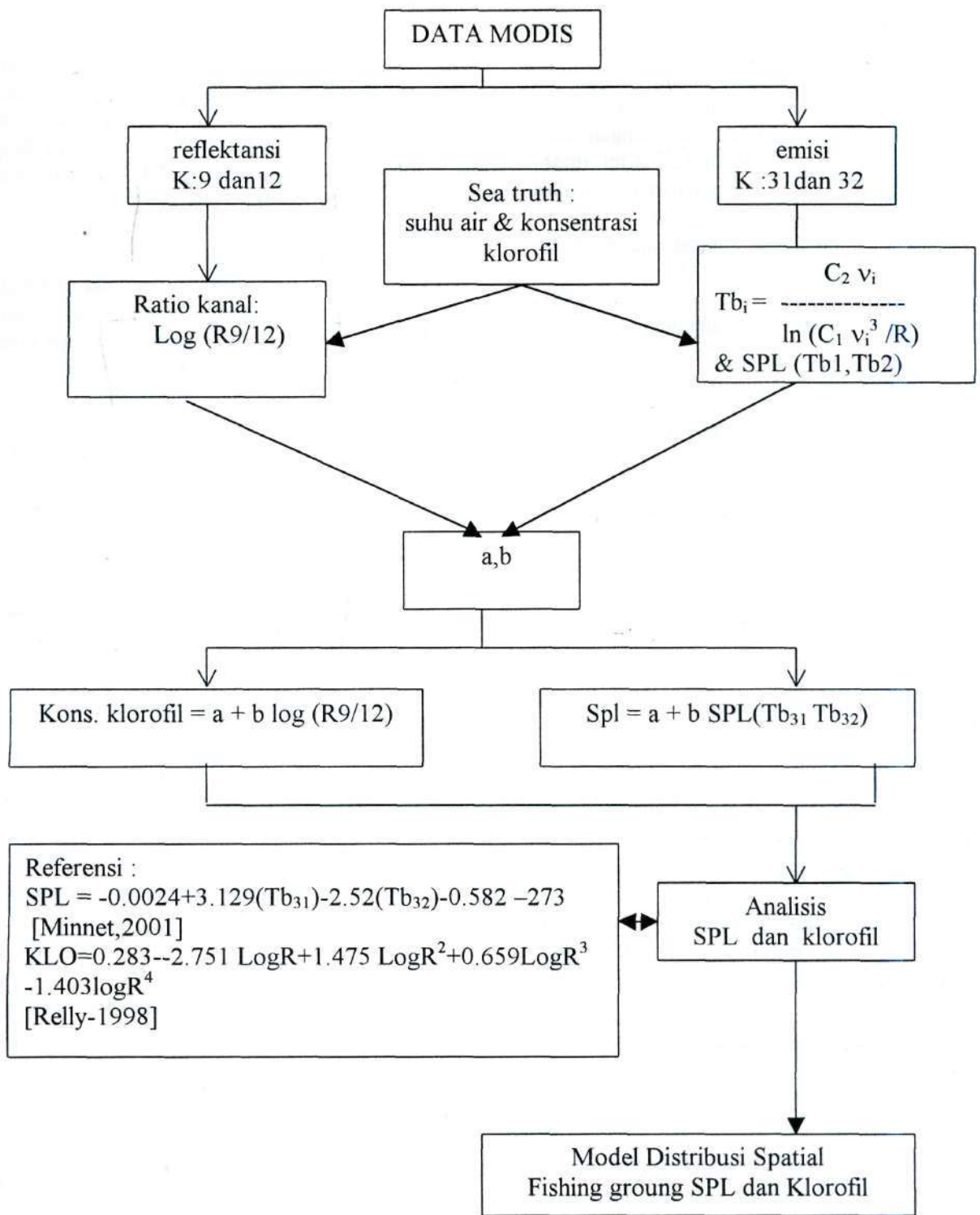
a.b = Konstanta yang diperoleh dari persamaan regresi.

Dengan menggunakan parameter-parameter band 9 dan 12 maka dihitung konsentrasi klorofil dari algoritma di bawah ini:

$$\text{Log (clr)} = 0.283 - 2.753 R + 1.457 R^2 + 0.659 R^3 - 1.403 R^4$$

[Relly, 1998]

Secara diagramatis metoda pengembangan model digambarkan pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1: Diagram alir metodologi

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Suhu permukaan laut

Hasil penelitian tahap pertama adalah mengolah data MODIS tanggal 19 Mei 2002 untuk wilayah perairan laut Jawa. Data MODIS untuk wilayah perairan laut Jawa diolah menggunakan

algoritma, dari pemikiran [P.Minet, 200] hasil pengolahan tersebut nampaknya cukup memberikan hasil yang baik, karena hasil olahan menunjukkan baliwa suhu permukaan laut berkisar 28° - 32° C, tetapi nampaknya algoritma tersebut perlu dimodifikasi, karena perlu adanya data lapangan untuk menentukan suatu konstanta dari

persamaan SPL untuk wilayah perairan Indonesia. Penelitian tahap selanjutnya (kedua) akan dilanjutkan pada penelitian mendatang, karena dalam penelitian ini memerlukan sinkronisasi antara data Modis saat akuisisi dengan data lapangan. Pada penelitian tahap kedua ini direncanakan memperoleh konstanta a dan b dari persamaan regresi yang akan diturunkan.

Hasil yang diperoleh dengan cara menentukan bentuk algoritma: $SPL = -0.024 + 3,129 T_b^{31} - 2.52 T_b^{32} - 582 - 273$, telah disajikan dalam bentuk citra suhu permukaan laut yang telah terkoreksi geometrik (Gambar 3-2). Hasil menunjukkan bahwa temperatur suhu permukaan laut di wilayah laut Jawa berkisar $30^{\circ} - 31^{\circ} C$. Namun dari hasil ekstraksi nilai spektral dari beberapa pixel kanal 31 dan kanal 32 diperoleh suhu permukaan laut rata-rata berkisar $30.27^{\circ}C$ (Tabel 2-2). Sebagai referensi untuk melihat suhu permukaan laut dengan citra NOAA -12 tanggal 17 Mei 2002 pukul 16:26 WIB (Gambar 3-3). Hasil menunjukkan bahwa nilai suhu permukaan laut antara kedua citra mendekati nilai yang sama berkisar $30 - 31 C$. Umumnya hasil olahan untuk menggunakan algoritma [Minnct, 2001] untuk suhu permukaan laut memberikan nilai sebaran spasial yang secara umum mendekati dengan yang diperoleh dari data satelit NOAA-AVHRR.

Untuk menentukan daerah upwelling atau front dari citra Modis, sementara saat ini belum bisa dilakukan, karena menunggu hasil penelitian tahap kedua, yaitu formula SPL yang diperoleh dari persamaan regresi, karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian lanjut mengenai menentukan kontur dari suhu permukaan laut.

4.2 Sebaran klorofil

Hasil penelitian tahap pertama dalam penelitian ini dilakukan dengan mengolah data MODIS tanggal 19 Mei 2002 untuk wilayah perairan laut Jawa (Gambar 3-4). Data MODIS untuk wilayah perairan laut Jawa diolah menggunakan algoritma (Relly, 1998]. Hasil pengolahan dengan menggunakan algoritma dari pemikiran Relly dapat menunjukkan sebaran klorofil terendah berkisar $0,4672493 \text{ ug/f}$ sedangkan (crfinggi berkisar $1,537944 \text{ ug/l}$. Namun dari hasil ekstraksi nilai spektral dari beberapa pixel kanal 9 dan kanal 12 diperoleh sebaran klorofil berkisar $0,45 \text{ ug/l} - 1,18 \text{ ug/l}$ seperti pada Tabel 3-1. Sebagai referensi untuk melihat sebaran klorofil dengan citra Sea Wifs tanggal 17 Mei 2002 (Gambar 3-5). Hasil menunjukkan bahwa pola sebaran klorofil antara kedua citra mendekati nilai yang hampir sama, nampak dalam kedua citra bahwa sebaran untuk daerah laut Jawa mempunyai sebaran klorofil yang cukup tinggi. Umumnya penggunaan algoritma (Rcllv, 1998] untuk suhu konsentrasi klorofil memberikan nilai sebaran spasial yang secara umum mendekati dengan yang diperoleh dari data satelit SeaWifs.

Penelitian tahap selanjutnya (kedua) akan dilanjutkan pada penelitian mendatang, karena dalam penelitian ini juga memerlukan sinkronisasi antara data Modis saat akuisisi dengan data lapangan. Pada penelitian tahap kedua ini direncanakan memperoleh konstanta a dan b dari persamaan regresi yang akan diturunkan dari persamaan regresi $klo = a + b \log (R9/12)$,

Tabel 3-1 : NILAI SUHU PERMUKAAN LAUT DARI CITRA MODIS

NO.	LINTANG	BUJUR	KANAL		SUHU
			31	32	
1	-2,83	110,2	12862	13642	30,267808
2	-2.8	110,08	12794	13544	30,27007:9
3	-2,62	109,93	12798	13600	30,2763557
4	•2,9	110.04	12794	13577	30,2733936
5	-2.86	109,81	12739	13502	30,2788848
6	-1,22	109.76	12754	13464	30,256813
7	-1,34	109,49	12667	13387	30,27076148
8	-1,32	109,41	12492	13024	30,2926502
9	-1,41	109,47	12613	13359	30,27544975
10	-1.23	109,31	12671	13333	30,27500724
11	-3,62	109,67	12648	13392	30,29155921
12	-3,87	109,49	12595	13348	30,29155921
13	-3,59	108.82	12539	13286	30,28977966
14	-3,58	108.37	12496	13204	30,29210*62

15	-2,41	109,68	12772	13510	30.27521514
[6	-4,36	109,31	12607	13330	30,2947151%
17	-3,25	109,53	12633	13373	30.28500556
18	-3.21	109,17	12615	13394	30,28299522
19	-3.58	109,11	12627	13360	30.2877769
20	-3,94	109.1	12569	13368	30,29525947
21	-3,52	108,9	12561	13301	30,29377746
22	-3,69	108.95	12578	13312	30.29401779
2?	-3,85	108,93	12566	13268	30,2952938
24	-3,97	108,74	12486	13296	30,2934513
25	-3,97	108,37	12444	13186	30,29359054
26	-3,76	108,31	12502	13223	30.29177856
27	-3,52	J 08.3	J 2495	J32J3	30.29579J62
28	-3,38	108,29	12430	13183	30.28977966
29	-3,05	108.28	12576	13320	30.27381706
30	-3,46	108,55	12501	13235	30.28994941

Tabel 3-2: NILAI SEBARAN KLOORIFIL DARI CITRA MODIS

NO	LINTANG	BUJUR	Kanal		Ratio	Klorofil
			9	12	9/12	
1	-2,83	110,2	14568	24612	0.5919064	1,074193
2	-2,8	110,08	13793	22089	0.6244284	0.993493
3	-2.62	109,93	14858	18835	0,7888505	0,64084
4	-2,9	110.04	14910	26537	0.561857	1,1528
5	-2,86	109.81	14195	17049	0,8326002	0.559404
6	-1.22	109,76	12838	20604	0,6230829	0,996748
7	-1.34	109,49	14909	26197	0,569111	1.133446
8	-1.32	109,41	13961	21944	0,6362104	0.965291
9	-1,41	109.47	14040	22528	0,6232244	0,996405
10	-1.23	109.31	14068	23159	0,6074528	1.035077
11	-3,62	109,67	14292	16918	0,8447807	0.537491
12	-3.87	109.49	14008	15184	0,9225501	0,404625
13	-3,59	108,82	14114	15139	0,9322941	0.388773
14	-3J8	108,37	15543	17331	0,8968323	0.447281
15	-2.41	109.68	13810	14910	0.926224	0,398628
16	-4.36	109,31	13705	14941	0,9172746	0,413277
17	-3.25	109.53	13831	15617	0.8856374	0.466233
18	-3.21	109,17	13737	14899	0,9220082	0,405511
19	-3,58	109.11	14128	15368	0,9193129	0.409928
20	-3.94	109.1	14318	16023	0,8935905	0.452745
21	-3,52	108.9	13970	14755	0.9467977	0,365483
22	-3.69	108.95	16492	21330	0.7731833	0,671107
23	-3,85	108.93	14419	15986	0,9019767	0,438651
24	-3.97	108,74	14702	15986	0,9196797	0.409326
25	-3,97	108.37	18313	15881	1,153139	0.068023
26	-3.76	108.31	14850	25744	0,5768334	1,113111
27	-3,52	108,3	15410	16276	0,9467928	0,36549
28	-3.38	108,29	16053	16774	0,9570168	0.349285
29	-3,05	108.28	16938	18869	0,8976628	0.445885
30	-3.46	108.55	16938	21928	0,7724371	0.672564

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Model pengolahan data satelit MODIS dan data lapangan diartik pada tahap pra-pengolahan adalah menggunakan algoritma M-net untuk mengkonversi nilai radiasi ke nilai sumbu turgor air melalui inersia inersia dekat turgor dan koefisien absorpsi klorofil (TL-koefisien)

Hasil pengolahan dan model koefisien algoritma (Minuet, 2011) untuk permukaan lautan dan algoritma [RdK.L.Hf] untuk koefisien klorofil luasan permukaan laut yang secara spasial yang secara J.M.H. (iv-nitrat) dan vaag d'pOfGkch diteliti data NOAA-AVHRR dan MODIS. Wifs, dan [cLpt] hasil [kalli; masrah diperlnk.m] pengolahan, dan d'whdasi lebih lanjut diing [i] untuk merencanakan inersia inersia [i] akan dipakai untuk [rLL[a]] p: rarran IndomiSLii.

5.2 Saran

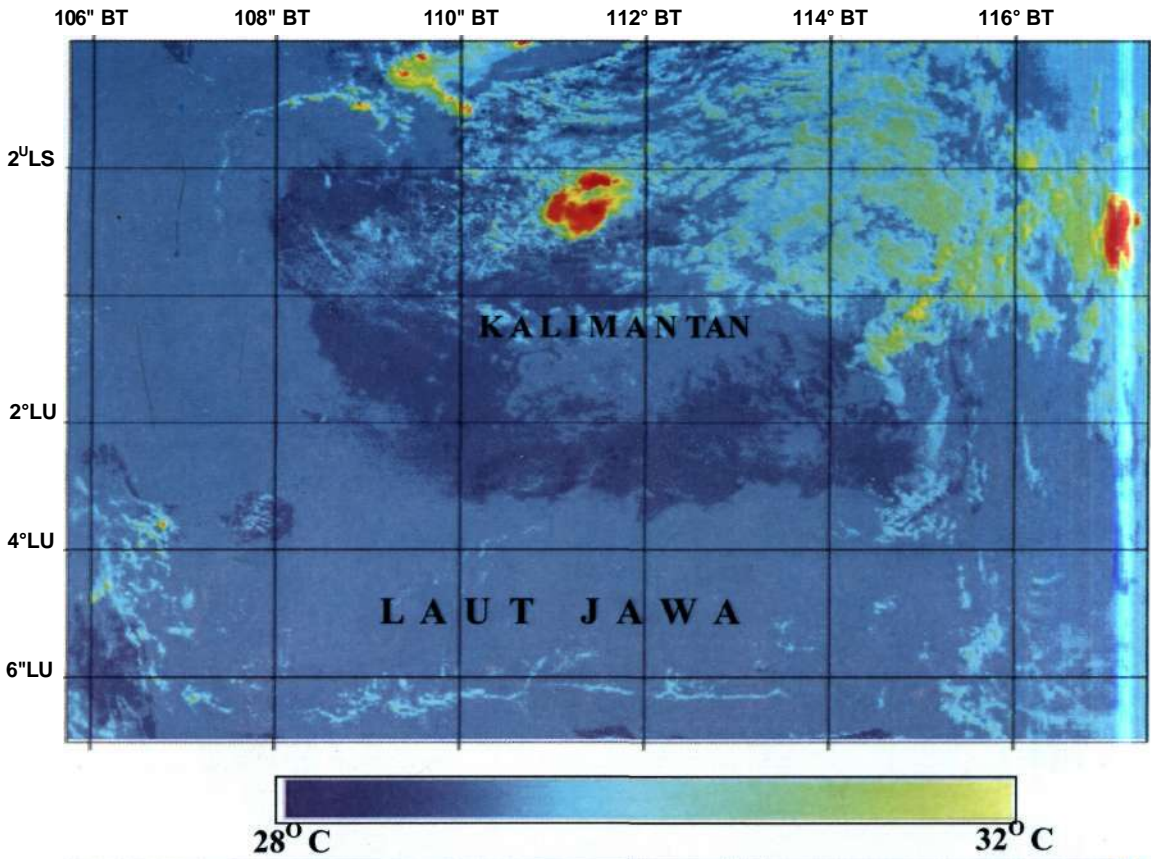
Dalam rentang penelitian ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut

- Data satelit time-series dan data lapangan
- Tersedianya data lapangan untuk validasi [dan] kandungan klorofil yang diperoleh bertepatan dengan waktu.

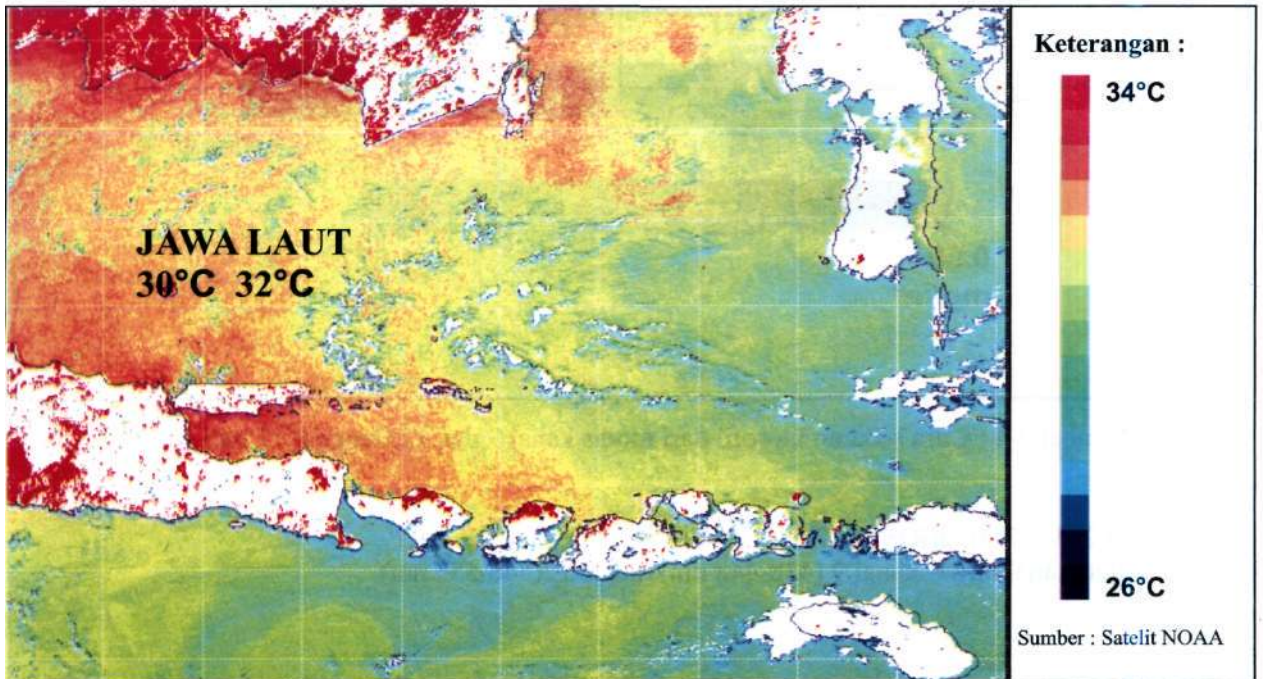
DAFTAR PUSTAKA

- Anions' K. KILL Yunhe 7hno Wajnc E. b^aias. Ja. iui W, Campbell, and "f imolliy kfonrc. *Mixed Irtyvi drift unvoted b\ iaic'ii d'Mct* (ill preparation).
- O' RelK J. E L S Manlorona.BG Mitchell DA. Sie^l H, Caidcr S.A Garvci\ M KJiru.undC Mc Clan im (*kcunCt/Uir Ai^orilmn fur St'a H'f-i J C'ooprnsica. Re? J03 24. 937-24. m''*
- rtie NOAA AllfRk Pathfinder Sw Surface I L-iiperature ak>an:mn nntl rrwkhup tkwibaw, J Cfupli>. Res, 200]. IOfi.pp. y]7^?^Tt)7
- I¹ Mmntt R Fvan O Biovvn. *I i-rra ^vo S'tffcica Tt'iri/ifnuitre iivrna! (SSTj ;?HJ AftIJrfnuvd tSS'l-4; liup/iiiodarchsstci^aiiov' MODIS/ AlBD.athd-MOD-^fxIf*

LAMPIRAN

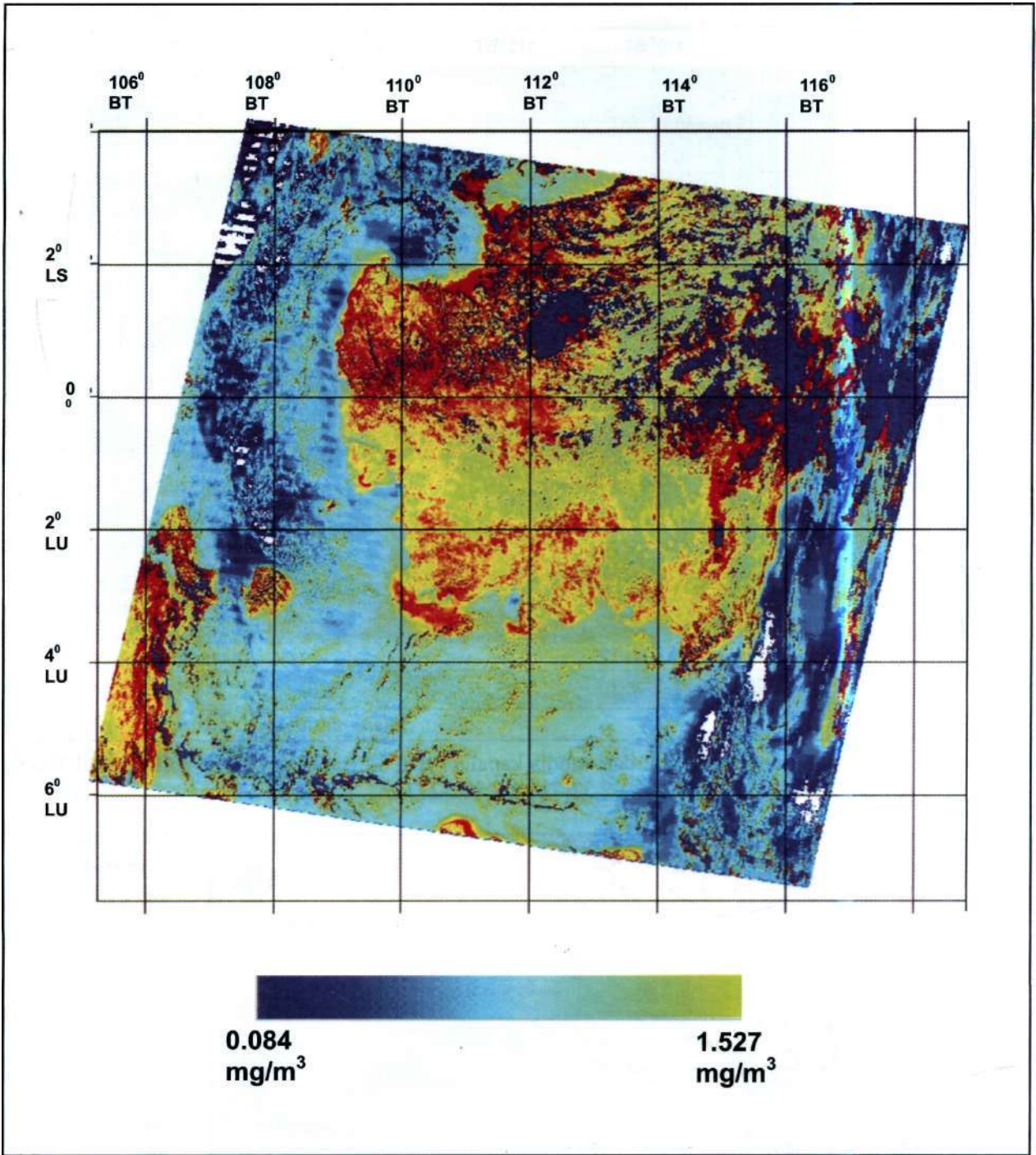


Gambar 3-2 : Citra suhu permukaan laut dari modis kanal 31 dan 32 (tanggal 17 mei 2002 pukul 10.26)
 $SPL = -0.0024 + 3.129(Tb_{31}) - 2.52(Tb_{32}) - 0.582 - 273$



VARIASI SEBARAN SUHU DAERAH LAUT JAWA 30°C - 32°C

Gambar 3-3 : Citra NOAA-12 tanggal 17 mei 2002 pukul 16:26 WIB

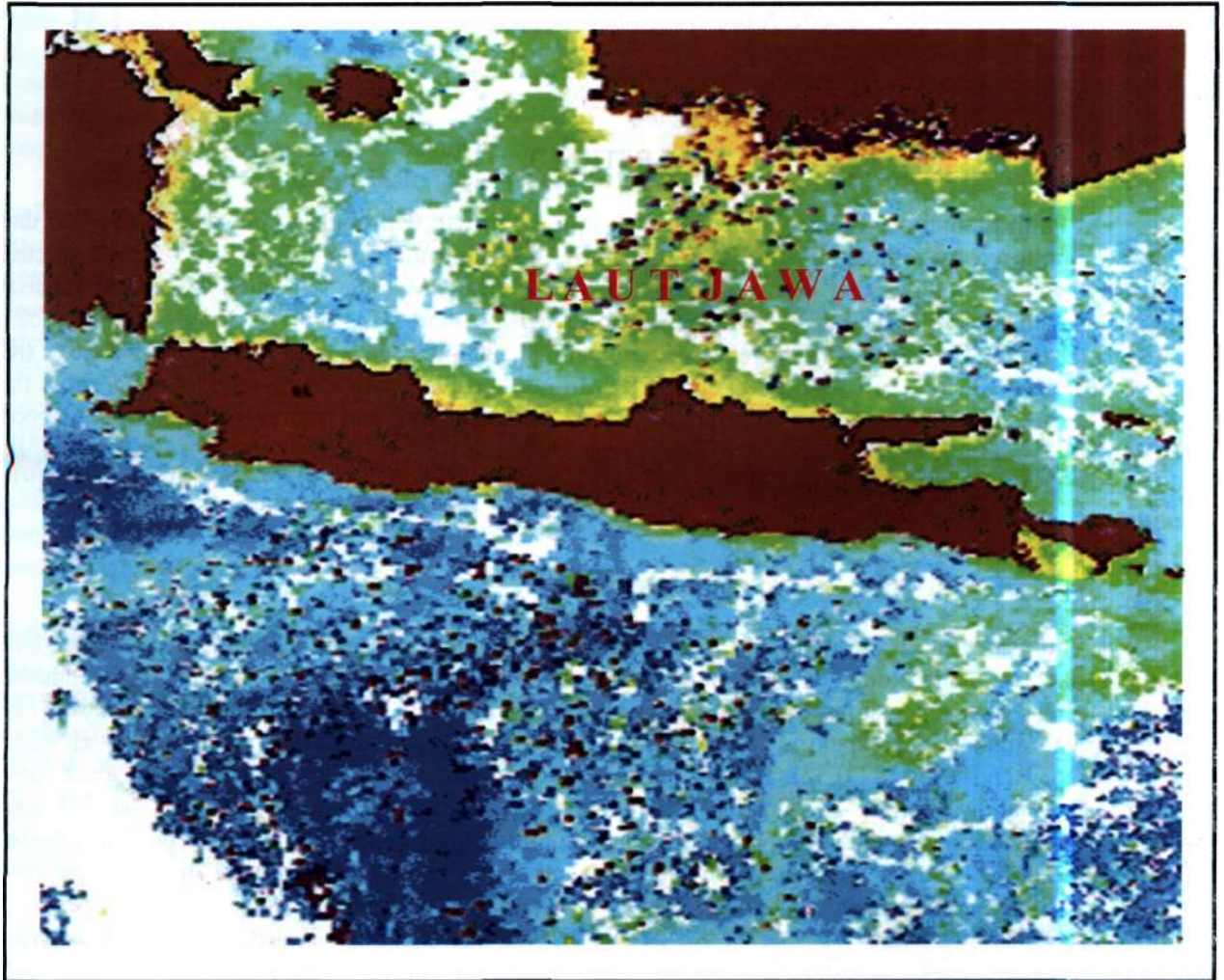


Gambar 3-4 : Citra sebaran klorofil dari modis kanal 9 dan 12 (tanggal 17 mei 2002)

Keterangan:

$$\text{Chlorofil} = 0.283 - 2.7531 \log(R) + 1.4571 \log(R)^2 + 0.6591 \log(R)^3 - 1.4031 \log(R)^4$$

R = kanal hijau/kanal biru = kanal 9 (438-448 nm) /kanal 12(546-556 nm)



RENDAH

TINGGI

Gambar 3-5 : Citra seawifs tanggal 17 Mei 2002