

MODIFIKASI ALGORITMA AVHRR UNTUK ESTIMASI SUHU PERMUKAAN LAUT (SPL) CITRA SATELIT TERRA MODIS

Feny Arafah, Bangun Muljo Sukojo, Lalu Muhamad Jaelani

Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111
Email : gm0734@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara maritim yang mempunyai banyak keanekaragaman hayati yang erat kaitannya dengan suhu permukaan laut. Salah satu jenis citra satelit yang banyak digunakan untuk penelitian suhu permukaan laut adalah citra satelit NOAA-AVHRR, sehingga banyak pula algoritma yang telah dihasilkan terkait suhu permukaan laut. Namun jika ditinjau dari segi resolusi spasial, spectral, dan temporal, citra TERRA MODIS lebih bagus daripada citra NOAA-AVHRR. Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba untuk memodifikasi algoritma-algoritma AVHRR agar algoritma tersebut dapat digunakan dalam penelitian menggunakan citra TERRA MODIS.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra TERRA MODIS bulan Oktober 2010. Untuk koreksi citra menggunakan metode image to image dengan peta vektor Indonesia sebagai dasarnya. Selain data citra juga diperlukan data lapangan untuk validasi. Pengambilan sample SPL dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan alat Water Checker. Data lapangan diambil di perairan Selat Madura setiap 500 m sepanjang ± 5 km dari Surabaya menuju Madura.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 14 macam modifikasi algoritma AVHRR, yaitu 7 macam modifikasi algoritma MCSST dan 7 macam algoritma NLSST. Hasil modifikasi tersebut berdasarkan pengkombinasian band 20-23 dan band 31 dan 32 yang terdapat di citra TERRA MODIS. Untuk hasil SPL modifikasi algoritma MCSST dan NLSST pada bulan Oktober 2010, hasil yang mempunyai tingkat kebenaran paling tinggi terhadap data SPL di lapangan adalah modifikasi yang menggunakan kombinasi band 31 dan 32. Sehingga algoritma ini dapat digunakan untuk mengestimasi nilai SPL menggunakan citra TERRA MODIS yang dapat dimanfaatkan dalam melindungi sumber daya alam dan lingkungan yang ada di daerah kajian.

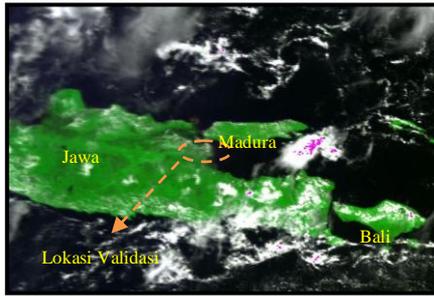
Kata Kunci : citra TERRA MODIS, AVHRR, SPL, modifikasi algoritma, MCSST, NLSST

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang mempunyai wilayah perairan lebih luas daripada daratan. Suhu Permukaan Laut (SPL) merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam penelitian kelautan. Pada penelitian terdahulu, satelit *National Oceanic and Atmospheric Administration-Advanced Very High Resolution Radiometer* (NOAA-AVHRR) banyak digunakan untuk mengetahui keadaan suhu permukaan laut di suatu perairan, sehingga banyak pula bentuk-bentuk algoritma yang telah dihasilkan oleh AVHRR dibandingkan dengan algoritma yang digunakan untuk penelitian menggunakan *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS).

Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba untuk memodifikasi algoritma-algoritma AVHRR agar algoritma tersebut dapat digunakan dalam penelitian menggunakan MODIS. Karena citra MODIS mempunyai resolusi spasial, resolusi spektral, dan resolusi temporal yang lebih bagus daripada AVHRR. Penelitian tentang modifikasi algoritma AVHRR untuk MODIS belum pernah dilakukan, sehingga penelitian ini merupakan penelitian pertama yang dilakukan untuk mendapatkan bentuk algoritma baru dari MODIS yang dapat digunakan pada penelitian-penelitian selanjutnya.

Daerah penelitian secara administratif termasuk dalam wilayah Propinsi Jawa Timur dan Bali. Sedangkan untuk validasi dilakukan di perairan Selat Madura.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

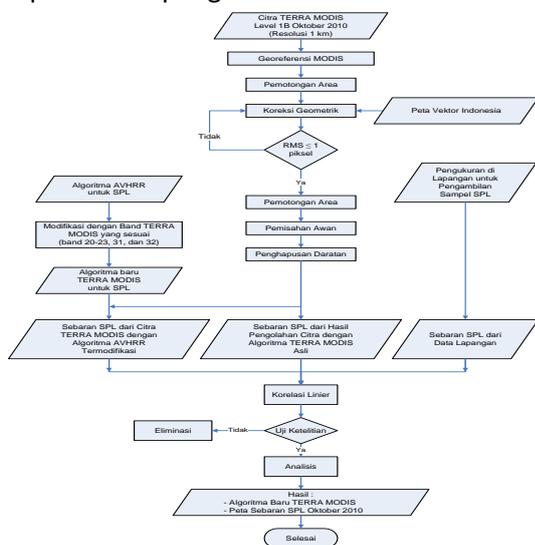
Tujuan penulisan penelitian ini adalah Untuk mengetahui apakah algoritma AVHRR yang telah dimodifikasi bisa digunakan untuk estimasi suhu permukaan laut citra satelit TERRA MODIS, sehingga bisa didapatkan bentuk algoritma yang sesuai dan untuk mengetahui persebaran suhu permukaan laut hasil modifikasi algoritma AVHRR untuk TERRA MODIS jika dibandingkan dengan data pengukuran SPL di lapangan dan data SPL menggunakan algoritma MODIS asli.

METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ENVI 4.6.1, MODIS Toolkit, Matlab 7.0 dan ArcGIS 9.2. Sedangkan peralatan yang digunakan pada pengukuran di lapangan untuk pengambilan sampel SPL adalah Water Checker TROLL 9500 Multi Parameter Series S/N 47916 dan GPS Navigasi.

Tahap Pengolahan Data

Tahapan dalam pengolahan data ini adalah :



Gambar 2 Tahapan Pengolahan Data

Pemisahan awan dilakukan di semua piksel menggunakan band 3 dari data reflektan. Proses ini dilakukan dengan memasukkan algoritma sebagai berikut (Xiao,2004):

$$[(float (B3) Ge 0.2)*0]+[(float (B3) Lt 0.2)*1].....(1)$$

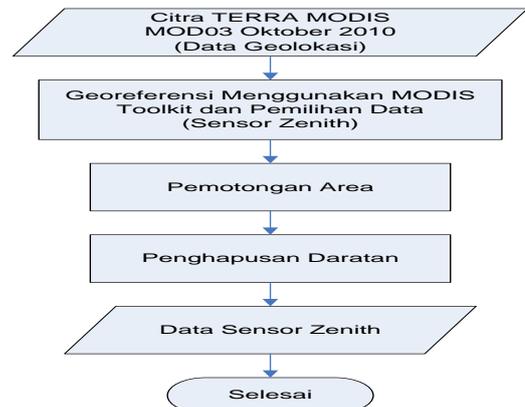
Dimana,

B3 : band 3 dari data reflektan

Ge : greater and equal 0.2

Lt : Less than 0.2

Proses perhitungan SPL ini membutuhkan data SensorZenith yang akan dimasukkan ke dalam algoritma. Data ini didapat dari data geolokasi citra TERRA MODIS yaitu MOD03. Berikut ini tahap pengolahan data geolokasi :



Gambar 3 Tahap Pengolahan Data Geolokasi

Pengukuran SPL di lapangan dilakukan pada tanggal 18 Oktober 2010 menggunakan alat Water Checker. Data SPL ini diambil pada permukaan laut sebanyak 3 kali pada selang jarak tiap 500 m sepanjang ±5 km dari arah Surabaya menuju Madura, yang tepatnya berada di sekitar Jembatan Suromadu. Data SPL tersebut diambil pada lokasi titik-titik koordinat di lapangan yang dicari menggunakan alat GPS Navigasi. Dari data SPL tersebut diperoleh sebaran SPL yang berada di perairan Selat Madura yang selanjutnya akan digunakan untuk validasi data.

Algoritma AVHRR yang dimodifikasi adalah algoritma MCSST dan algoritma NLSST. Modifikasi yang dilakukan disini adalah memodifikasi band yang digunakan untuk menghitung SPL pada citra AVHRR (band 4 dan 5) diganti dengan band yang terdapat pada citra TERRA MODIS (band 20-23, 31, dan 32).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Citra

Proses georeferensi telah menghasilkan citra yang mendekati bentuk bumi yang sebenarnya. Namun, posisi dari citra tersebut masih sedikit bergeser dari posisi bumi yang sebenarnya, sehingga perlu dilakukan koreksi geometrik. Proses koreksi geometrik menghasilkan total RMS error sebesar 0,627 dengan 8 titik GCP yang tersebar merata di lokasi penelitian. Jika nilai RMS Error ≤ 1 piksel (Purwadi, 2001), maka koreksi geometrik yang dilakukan tersebut sudah benar. Posisi dalam citra hasil koreksi geometrik sudah mendekati posisi bumi yang sebenarnya. Citra yang digunakan dalam penelitian ini banyak terdapat awan. Hal ini dikarenakan pada bulan Oktober 2010 sering terjadi hujan.

Modifikasi Algoritma AVHRR

Model algoritma asli AVHRR yang akan dimodifikasi adalah sebagai berikut (Dang, 1999):

a. Algoritma Multi-Channel SST (MCSST), dimana McClain, dkk. (1985) mendapatkan persamaan sebagai berikut :

$$SST = aT_4 + b(T_4 - T_5) + c(T_4 - T_5)(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (2)$$

b. Walton, dkk. (1998) menemukan persamaan Non Linear SST (NLSST) untuk siang hari memberikan pendapat yang lebih baik dengan temperature yang sesuai.

$$SST = aT_4 + bT_{sfc}(T_4 - T_5) + c(T_4 - T_5)(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (3)$$

Model algoritma hasil modifikasi algoritma AVHRR yang digunakan untuk citra TERRA MODIS adalah sebagai berikut :

a. Hasil modifikasi algoritma MCSST terdiri dari 7 macam kombinasi,yaitu :

- Kombinasi band 31,32
 $SST = aT_{31} + b(T_{31} - T_{32}) + c(T_{31} - T_{32})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (4)$

- Kombinasi band 20,21
 $SST = aT_{20} + b(T_{20} - T_{21}) + c(T_{20} - T_{21})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (5)$

- Kombinasi band 20,22
 $SST = aT_{20} + b(T_{20} - T_{22}) + c(T_{20} - T_{22})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (6)$

- Kombinasi band 20,23

$$SST = aT_{20} + b(T_{20} - T_{23}) + c(T_{20} - T_{23})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (7)$$

- Kombinasi band 21,22
 $SST = aT_{21} + b(T_{21} - T_{22}) + c(T_{21} - T_{22})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (8)$

- Kombinasi band 21,23
 $SST = aT_{21} + b(T_{21} - T_{23}) + c(T_{21} - T_{23})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (9)$

- Kombinasi band 22,23
 $SST = aT_{22} + b(T_{22} - T_{23}) + c(T_{22} - T_{23})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (10)$

b. Hasil modifikasi algoritma NLSST terdiri dari 7 macam kombinasi,yaitu :

- Kombinasi band 31,32
 $SST = aT_{31} + bT_{sfc}(T_{31} - T_{32}) + c(T_{31} - T_{32})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (11)$

- Kombinasi band 20,21
 $SST = aT_{20} + bT_{sfc}(T_{20} - T_{21}) + c(T_{20} - T_{21})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (12)$

- Kombinasi band 20,22
 $SST = aT_{20} + bT_{sfc}(T_{20} - T_{22}) + c(T_{20} - T_{22})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (13)$

- Kombinasi band 20,23
 $SST = aT_{20} + bT_{sfc}(T_{20} - T_{23}) + c(T_{20} - T_{23})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (14)$

- Kombinasi band 21,22
 $SST = aT_{21} + bT_{sfc}(T_{21} - T_{22}) + c(T_{21} - T_{22})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (15)$

- Kombinasi band 21,23
 $SST = aT_{21} + bT_{sfc}(T_{21} - T_{23}) + c(T_{21} - T_{23})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (15)$

- Kombinasi band 22,23
 $SST = aT_{22} + bT_{sfc}(T_{22} - T_{23}) + c(T_{22} - T_{23})(\sec\theta - 1) + d \dots \dots \dots (16)$

Dimana, $T_{20} - T_{23}$ dan T_{31}, T_{32} merupakan nilai suhu kecerahan band 20-23, 31, dan 32 pada citra TERRA MODIS, koefisien a,b,c,d adalah koefisien asli dari algoritma MCSST dan NLSST yang nilainya sudah diketahui, θ adalah sudut sensor zenith dari citra TERRA MODIS, dan T_{sfc} adalah *a first guess sea surface temperature field* pada citra TERRA MODIS, dimana pada siang hari T_{sfc} adalah salah satu SST Reynold atau temperatur kecerahan pada 3750 nm (band 20 pada MODIS) jika SST Reynold tidak ada.

Tabel 1 Hasil Histogram Sebaran SPL Citra TERRA MODIS Menggunakan Algoritma MCSST

No.	Kombinasi Band MCSST	Nilai Suhu °C		
		Min	Max	Mean
1	31 dan 32	-11,73	36,36	10,81
2	20 dan 21	0	59,22	14,38
3	20 dan 22	0	58,57	14,66
4	20 dan 23	0	66,98	16,85
5	21 dan 22	0	50,75	14,72
6	21 dan 23	0	57,13	16,91
7	22 dan 23	0	56,64	16,35

Tabel 2 Hasil Histogram Sebaran SPL Citra/Terra MODIS Menggunakan Algoritma NLSST

No.	Kombinasi Band NLSST	Nilai Suhu °C		
		Min	Max	Mean
1	31 dan 32	-11,48	33,25	10,21
2	20 dan 21	0	48,83	14,12
3	20 dan 22	0	48,66	14,22
4	20 dan 23	0	50,87	15,04
5	21 dan 22	0	48,64	14,25
6	21 dan 23	0	50,73	15,06
7	22 dan 23	0	50,43	14,71

Analisa modifikasi algoritma AVHRR :

- Pada hasil perhitungan SPL algoritma MCSST dan NLSST, untuk kombinasi band 31 dan 32 mempunyai hasil suhu lebih rendah dari pada kombinasi band 20-23. Hal ini dapat disebabkan karena band 31 dan 32 mempunyai nilai spektral dan panjang gelombang hampir sama dengan band 4 dan 5 pada citra AVHRR.
- Pada algoritma MCSST, kombinasi band 31 dan 32 nilai suhu berkisar antara -11°C - 36°C dan untuk kombinasi suhu 20-23 nilai suhu berkisar antara 0°C - 66°C (lihat Tabel 1). Sedangkan pada algoritma NLSST, kombinasi band 31 dan 32 nilai suhu berkisar antara -11°C - 33°C dan untuk kombinasi suhu 20-23 nilai suhu berkisar antara 0°C - 50°C (lihat Tabel 2).
- Berdasarkan data dari BMKG suhu di perairan Selat Madura pada tanggal pengambilan citra maupun pengambilan data lapangan sebesar 30,5°C. Hasil suhu yang paling mendekati data tersebut adalah suhu hasil kombinasi band 31 dan 32, yaitu 28°C - 29°C untuk algoritma MCSST dan 27°C - 28°C untuk algoritma NLSST di perairan Selat Madura.

Data Sampel SPL di Lapangan

Hasil rata-rata dari data SPL di lapangan adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Rata-Rata Data SPL di Lapangan

No	Posisi Koordinat		Temperatur (°C)
	Lintang	Bujur	
1	7 ° 12,02'	112° 46,633'	31,92
2	7 ° 11,932'	112° 46,733'	30,44
3	7 ° 11,406'	112° 46,746'	30,73
4	7 ° 10,852'	112° 46,695'	31,03
5	7 ° 10,313'	112° 46,707'	30,40
6	7 ° 9,765'	112° 46,715'	30,74

Data SPL MODIS Asli

Selain data SPL di lapangan, data SPL MODIS asli juga akan digunakan sebagai data validator untuk mengetahui tingkat kecocokan hasil SPL antara modifikasi algoritma AVHRR dengan algoritma MODIS asli.

Analisa hasil SPL MODIS asli :

- Perhitungan SPL menggunakan algoritma MODIS asli menghasilkan nilai suhu yang berkisar antara -9°C - 43°C. Hal ini disebabkan karena citra yang diolah mencakup seluruh perairan di Jawa Timur, Madura, dan Bali. Sehingga nilai SPL yang dihasilkan ada yang sangat rendah dan sangat tinggi.
- Hasil SPL MODIS asli sudah cukup sesuai dengan nilai suhu yang diambil di lapangan. Khususnya pada daerah sekitar Selat Madura, pada data lapangan mempunyai nilai suhu berkisar antara 29°C - 32°C dan pada hasil MODIS asli mempunyai kisaran nilai suhu yang hampir sama.
- Salah satu penyebab hasil dari data suhu MODIS asli dan data lapangan yang hampir sama yakni *skin temperature* yang direkam oleh citra satelit di permukaan laut berada pada kisaran milimeter di lapisan permukaan atas (Handani, 2008), dan data suhu di lapangan juga diambil pada lapisan atas permukaan laut yang kurang dari 1 meter.

Korelasi Linier

Proses korelasi ini juga perlu dilakukan antara data SPL di lapangan dengan data SPL MODIS asli. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kecocokan data SPL MODIS asli terhadap data SPL di lapangan, karena data SPL MODIS asli juga akan digunakan sebagai data validator. Model matematis yang dihasilkan dari proses korelasi linier tersebut adalah $y=1,6x - 18$ dengan $r^2 = 71,91\%$.

Tabel 4 Hasil Korelasi Linier antara Data Lapangan dengan Data Modifikasi Algoritma MCSST

No.	Kombinasi Band	Model Matematis	Nilai r^2 (%)
1	31 dan 32	$y = 0,68x + 8,1$	64
2	20 dan 21	$y = 3,8x - 83$	74,78
3	20 dan 22	$y = 3,8x - 82$	79,98
4	20 dan 23	$y = 4,4x - 97$	80,07
5	21 dan 22	$y = 3,1x - 60$	71,09
6	21 dan 23	$y = 3,7x - 75$	77,12
7	22 dan 23	$y = 3,7x - 76$	74,32

Tabel 5 Hasil Korelasi Linier antara Data Lapangan dengan Data Modifikasi Algoritma NLSST

No.	Kombinasi Band	Model Matematis	Nilai r^2 (%)
1	31 dan 32	$y = 0,54x + 11$	61,36
2	20 dan 21	$y = 3,3x - 70$	76,57
3	20 dan 22	$y = 3,3x - 70$	78,67
4	20 dan 23	$y = 3,7x - 78$	78,85
5	21 dan 22	$y = 2,9x - 55$	74,62
6	21 dan 23	$y = 3,2x - 63$	76,92
7	22 dan 23	$y = 3,2x - 64$	74,44

Tabel 6 Hasil Korelasi Linier antara Data MODIS Asli dengan Data Modifikasi Algoritma MCSS

No.	Kombinasi Band	Model Matematis	Nilai r^2 (%)
1	31 dan 32	$y = 1,1x - 3,1$	99,72
2	20 dan 21	$y = 0,22x + 26$	93,07
3	20 dan 22	$y = 0,21x + 26$	93,26
4	20 dan 23	$y = 0,18x + 31$	92,62
5	21 dan 22	$y = 0,52x + 18$	96,79
6	21 dan 23	$y = 0,49x + 24$	96,03
7	22 dan 23	$y = 0,47x + 23$	96,12

Tabel 7 Hasil Korelasi Linier antara Data MODIS Asli dengan Data Modifikasi Algoritma NLSST

No.	Kombinasi Band	Model Matematis	Nilai r^2 (%)
1	31 dan 32	$y = 1x - 3,1$	99,62
2	20 dan 21	$y = 0,29x + 23$	94,62
3	20 dan 22	$y = 0,29x + 23$	94,65
4	20 dan 23	$y = 0,48x + 18$	96,74
5	21 dan 22	$y = 0,26x + 25$	94,09
6	21 dan 23	$y = 0,45x + 21$	96,24
7	22 dan 23	$y = 0,44x + 20$	96,3

Analisa hasil korelasi linier :

- a. Hasil korelasi linier data SPL MODIS asli terhadap data SPL di lapangan menunjukkan adanya hubungan positif yang tinggi dengan model matematis $y=1,6x - 18$ dan $r^2 = 71,91\%$. Tingkat kecocokan yang bernilai tinggi ini dikarenakan nilai suhu yang dihasilkan antara MODIS asli dengan data lapangan hampir sama, terutama untuk wilayah di Selat Madura.
- b. Hasil proses korelasi linier pada data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL di lapangan, secara keseluruhan menghasilkan nilai hubungan positif yang tinggi.
- c. Pada modifikasi algoritma MCSST untuk 7 macam kombinasi band menghasilkan nilai r^2 terendah adalah 64% (band 31 dan 32) dan tertinggi adalah 80,07% (band 20 dan 23) (lihat Tabel 4). Sedangkan pada modifikasi algoritma NLSST untuk 7 macam kombinasi band menghasilkan nilai r^2 terendah adalah 61,36% (band 31 dan 32) dan tertinggi adalah 78,85% (band 20 dan 23) (lihat Tabel 5).
- d. Hasil proses korelasi linier pada data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL MODIS asli, secara keseluruhan menghasilkan nilai hubungan positif yang sangat tinggi.
- e. Pada modifikasi algoritma MCSST untuk 7 macam kombinasi band menghasilkan nilai r^2 terendah adalah 92,62% (band 20 dan 23) dan tertinggi adalah 99,72% (band 31 dan 32) (lihat Tabel 6). Sedangkan pada modifikasi algoritma NLSST untuk 7 macam kombinasi band menghasilkan nilai r^2 terendah adalah 94,09% (band 21 dan 22) dan tertinggi adalah 99,62% (band 31 dan 32) (lihat Tabel 7).

- f. Tingkat kecocokan antara data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL di lapangan mempunyai hasil yang lebih rendah daripada tingkat kecocokan antara data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL MODIS asli. Hal ini terjadi karena data citra TERRA MODIS yang diolah diambil pada waktu yang berbeda dengan data di lapangan, yaitu selisih dua hari.
- g. Karena tingkat kecocokan dari keseluruhan hasil algoritma modifikasi memenuhi toleransi, yaitu $\geq 60\%$, maka terdapat kemungkinan bahwa algoritma modifikasi ini dapat digunakan untuk citra TERRA MODIS.

Uji Ketelitian

Proses uji ketelitian yang dilakukan pada data SPL MODIS asli terhadap data SPL lapangan menghasilkan penyimpangan sebesar $0,64^{\circ}\text{C}$.

Tabel 8 Hasil Penyimpangan/Standar Deviasi Data SPL Modifikasi Algoritma MCSST terhadap Data SPL di Lapangan

No.	Kombinasi Band	Standar Deviasi $^{\circ}\text{C}$
1	31 dan 32	0,34
2	20 dan 21	1,99
3	20 dan 22	1,88
4	20 dan 23	2,28
5	21 dan 22	1,61
6	21 dan 23	1,91
7	22 dan 23	1,98

Tabel 9 Hasil Penyimpangan/Standar Deviasi Data SPL Modifikasi Algoritma NLSST terhadap Data SPL di Lapangan

No.	Kombinasi Band	Standar Deviasi $^{\circ}\text{C}$
1	31 dan 32	0,35
2	20 dan 21	1,68
3	20 dan 22	1,64
4	20 dan 23	1,84
5	21 dan 22	1,42
6	21 dan 23	1,59
7	22 dan 23	1,64

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, selisih/penyimpangan antara data lapangan dengan hasil citra berkisar $0,5^{\circ}\text{C}$ (Bambang,2007). Apabila penyimpangannya $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$, maka data citra telah dianggap benar.

Analisa hasil uji ketelitian :

- a. Hasil proses uji ketelitian pada nilai SPL hasil modifikasi algoritma MCSST mempunyai nilai

- penyimpangan sebesar $0,34^{\circ}\text{C} - 2,28^{\circ}\text{C}$ terhadap data SPL di lapangan (lihat Tabel 8).
- b. Hasil proses uji ketelitian pada nilai SPL hasil modifikasi algoritma NLSST mempunyai nilai penyimpangan sebesar $0,35^{\circ}\text{C} - 1,84^{\circ}\text{C}$ terhadap data SPL di lapangan (lihat Tabel 9).
- c. Hasil modifikasi algoritma MCSST dan NLSST yang paling mendekati kebenaran data lapangan adalah kombinasi band 31 dan 32 karena penyimpangannya $\leq 0,5^{\circ}\text{C}$, yaitu sebesar $0,34^{\circ}\text{C}$ pada MCSST dan sebesar $0,35^{\circ}\text{C}$ pada NLSST.
- d. Hasil sebaran SPL MODIS asli mempunyai tingkat kebenaran lebih rendah daripada hasil sebaran SPL modifikasi algoritma menggunakan algoritma MCSST maupun NLSST, yaitu sebesar $0,64^{\circ}\text{C}$. Hal ini dapat dikarenakan koefisien yang digunakan dalam perhitungan SPL modifikasi dan SPL MODIS asli berbeda.
- e. Untuk hasil SPL modifikasi algoritma MCSST dan NLSST pada bulan Oktober 2010, hasil yang mempunyai tingkat kebenaran paling tinggi terhadap data SPL di lapangan adalah modifikasi yang menggunakan kombinasi band 31 dan 32. Sehingga dimungkinkan untuk bulan yang lain akan memperoleh hasil yang sama juga.

KESIMPULAN

Dari penelitian suhu permukaan laut ini dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu modifikasi dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengubah band yang terdapat pada algoritma AVHRR (band 4 dan 5) menjadi band yang terdapat pada citra MODIS (band 20-23, 31, dan 32), yaitu menggunakan band yang memiliki panjang gelombang yang hampir sama dan band yang memiliki kegunaan yang sama dengan band yang terdapat pada algoritma AVHRR.

Pada algoritma MCSST dan NLSST menghasilkan 14 macam algoritma modifikasi dengan kombinasi band 31-32, band 20-21, band 20-22, band 20-23, band 21-22, band 21-23, dan band 22-23. Hasil proses korelasi linier pada data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL di lapangan secara keseluruhan menghasilkan nilai hubungan positif yang tinggi dengan nilai r^2 terendah adalah 64%

dan tertinggi adalah 80,07% pada MCSST serta nilai r^2 terendah adalah 61,36% dan tertinggi adalah 78,85% pada NLSST.

Hasil proses korelasi linier pada data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL MODIS asli secara keseluruhan menghasilkan nilai hubungan positif yang sangat tinggi dengan nilai r^2 terendah adalah 92,62% dan tertinggi adalah 99,72% pada MCSST serta nilai r^2 terendah adalah 94,09% dan tertinggi adalah 99,62% pada NLSST.

Tingkat kecocokan (korelasi) antara data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL di lapangan mempunyai hasil yang lebih rendah daripada tingkat kecocokan antara data SPL modifikasi algoritma terhadap data SPL MODIS asli. Hal ini karena antara data lapangan dan data citra diambil pada waktu yang berbeda, yaitu selisih 2 hari. Tingkat kebenaran antara data SPL MODIS asli terhadap data SPL di lapangan mempunyai hasil lebih rendah daripada tingkat kebenaran antara data SPL modifikasi algoritma MCSST dan NLSST kombinasi band 31 dan 32 terhadap data SPL di lapangan. Hal ini dikarenakan koefisien yang digunakan pada algoritma MODIS asli dan pada algoritma modifikasi berbeda.

Untuk hasil SPL modifikasi algoritma MCSST dan NLSST pada bulan Oktober 2010, hasil yang mempunyai tingkat kebenaran paling tinggi terhadap data SPL di lapangan adalah modifikasi yang menggunakan kombinasi band 31 dan 32. Sehingga algoritma ini dapat digunakan untuk mengestimasi nilai SPL menggunakan citra TERRA MODIS.

SARAN

Untuk penelitian suhu permukaan laut, sebaiknya memilih data/citra yang sedikit terdapat tutupan awan agar mendapatkan hasil suhu yang lebih baik. Sebaiknya antara data lapangan dan data citra diambil dalam waktu yang sama agar selisih antara hasil lapangan dan hasil citra tidak terlalu jauh, serta dapat menghasilkan tingkat kecocokan yang sama-sama tinggi.

Karena nilai koefisien masing-masing bulan pada algoritma MCSST dan NLSST berbeda, maka sebaiknya dilakukan perhitungan dan pengamatan SPL per bulan selama 1 tahun untuk lebih menguatkan hasil dari modifikasi algoritma MCSST dan NLSST tersebut.

Sebaiknya algoritma hasil modifikasi ini digunakan untuk penelitian di perairan sekitar Jawa, Madura, dan Bali, agar mendapatkan hasil yang lebih baik juga. Sebaiknya estimasi SPL yang dihasilkan dari modifikasi algoritma MCSST dan NLSST tersebut digunakan untuk penelitian lebih lanjut mengenai sumber daya alam dan kondisi lingkungan di perairan sekitar Jawa, Madura, dan Bali.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang, S & Dedy, A.Z. 2007. *Validasi Algoritma MCSST Satelit NOAA-AVHRR untuk Penentuan Suhu Permukaan Laut dengan Menggunakan Data Buoy TAO*. Jakarta : Balai Riset dan Observasi kelautan, BRKP – DKP.
- Brown O.J, and Minnet P.J. 1999. *MODIS Infrared Sea Surface Temperature Algorithm Algorithm Theoretical Basis Document Version 2.0*. Miami : University of Miami.
- Dang, S, dkk. 1999. *Study on Sea Surface Temperature Retrieval from NOAA/AVHRR Data in East China Sea*. Beijing : Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Science.
- Handani, L. 2008. *Studi Perbandingan Suhu Permukaan Laut dari Data Citra Modis dengan Data Argo Float di Selatan Jawa-Bali*. Surabaya : Penelitian Program Studi Geomatika, ITS.
- Martin, S. 2004. *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. United Kingdom : University of Cambridge.
- Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta : Grasindo.
- Xiao, X, dkk. 2004. *Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images*. Beijing : Institute of Remote Sensing Application, Chinese Academy of Science.