

Aplikasi Satelit Aqua MODIS untuk Memprediksi Model Pemetaan Kecerahan Air Laut di Perairan Teluk Lada, Banten

M. Salam Tarigan

Bidang Dinamika Laut Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta, Indonesia

Telp.:+6221 64713850 Email: saltargir@yahoo.com

Abstrak

Wilayah pesisir Teluk Lada sangat padat penduduknya serta ada beberapa sungai yang bermuara ke perairan teluk ini, langsung atau tidak langsung akan mempengaruhi kecerahan air laut di perairan tersebut. Analisis Citra Aqua MODIS untuk memprediksi model pemetaan kecerahan air laut di perairan Teluk Lada, Banten telah dilakukan pengamatan kecerahan air laut (insitu) pada 20 stasiun tanggal 22 Agustus 2004 bersamaan dengan lewatnya satelit di lokasi penelitian. Untuk pengembangan model empiris pemetaan kecerahan air laut, dilakukan analisis statistik antara data kecerahan air laut dengan nilai digital (ND) citra satelit Aqua MODIS pada band yang digunakan. Dengan menggunakan persamaan regresi linier formula $Y = -159.73x + 57.845$ di peroleh koefisien determinasi $R^2 = 0.6484$ (koefisien korelasi $r = 0.8052$) dan persamaan tersebut cukup akurat digunakan untuk pemetaan sebaran kecerahan air laut perairan Teluk Lada.

Kata kunci: Prediksi, kecerahan air laut, Aqua MODIS, Teluk Lada

Abstract

Coastal area of Lada Bay is densely populated with several rivers empties in to this bay waters, direct or indirect will be the influence of transparency of the waters. Analysis of Aqua MODIS image for estimated mapping algorithm transparency Lada Bay waters were carried out in August 22, 2004 at the 20 station with Aqua MODIS Aquisisi. For the development of model mapping sea water transparency, by statistical analysis between transparency data (insitu) with digital value of Aqua MODIS satellite image at used band. By using equation of linear regression that is $Y = -159.73x + 57.845$ obtaining its determination coefficient $R^2 = 0.6484$ (correlation coefficient $r = 0.8052$) and it can be used for mapping the distribution of sea water transparency at Lada Bay waters.

Key words: Estimated, transparency, MODIS Aqua, Lada Bay.

Pendahuluan

Perairan Teluk Lada dan sekitarnya terletak di Propinsi Banten dan berhubungan langsung dengan Selat Sunda, sehingga massa air perairan Teluk Lada secara langsung masih dipengaruhi oleh massa air Selat Sunda. Teluk ini berfungsi sebagai jalur transportasi laut, dan tempat berlabuhnya kapal-kapal ikan. Di wilayah pesisir perairan Teluk Lada banyak ditemukan empang/tambak, sawah dan terdapat pemukiman padat seperti Kota Labuan dan Kota Panimbang. Limbah domestik dari berbagai aktivitas tersebut diduga masuk ke perairan Teluk Lada baik secara langsung, melalui sungai-sungai maupun aliran-aliran air yang mengalir ke teluk tersebut. Selain itu juga terdapat Tanjung Lesung yang merupakan tempat rekreasi yang sangat potensial dengan adanya beberapa penginapan bertaraf nasional. Untuk

mengetahui apakah ada pengaruh daratan maupun massa air dari Selat Sunda terhadap perubahan-perubahan massa air di perairan Teluk Lada dan sekitarnya maka P₂O-LIPI telah melakukan penelitian pencemaran laut di perairan Teluk Lada dan sekitarnya pada 22 Agustus 2004. Salah satu bagian dari penelitian tersebut adalah penelitian kecerahan air laut. Kecerahan suatu perairan merupakan faktor penting baik untuk kehidupan biota dalam kolom air laut maupun untuk objek wisata di laut. Kecerahan merupakan daya penetrasi cahaya untuk menembus kedalaman laut. Apabila perairan keruh atau kecerahan air rendah, maka penetrasi cahaya matahari akan berkurang akibat sebagian besar dari cahaya tersebut diserap oleh partikel-partikel melayang yang terdapat dalam kolom air. Cahaya matahari tersebut sangat dibutuhkan oleh biota-biota untuk fotosintesis. Oleh karena itu, kecerahan air mempunyai peranan penting

baik untuk kehidupan biota, pertumbuhan seagrass, karang, kenyamanan dan keamanan bagi penyelam dan perenang. Kecerahan air laut sangat dipengaruhi oleh besarnya intensitas matahari dan juga tergantung pada besarnya suspensi terlarut di dalam kolom air seperti lumpur, dan tanah liat atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air, dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal, juga dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Sebaran zat padat tersuspensi di laut antara lain dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat melalui aliran sungai, ataupun dari udara dan perpindahan karena resuspensi endapan akibat pengikisan dan mempengaruhi kecerahan air laut (Setia-permana *et al.*, 1980). Tingkat kecerahan suatu perairan berbanding terbalik dengan total zat padat tersuspensi dan dipengaruhi oleh kandungan zat padat suspensi. Untuk memantau kecerahan air laut suatu perairan dengan mudah dan efektif dapat menerapkan teknologi penginderaan jauh.

Pemanfaatan citra satelit akan menghemat waktu dan efisien karena datanya dapat diolah di laboratorium di bandingkan survei secara terestrial. Pemetaan sebaran kecerahan air laut berdasarkan model pendugaan telah banyak dilakukan antara lain adalah: Morel & Prieur (1977), Austin (1980), MittenzWey & Gitelson (1988), Wouthuyzen & Batta (1998), Allee *et al.*, (1999), Ahn (2000), Klober *et al.*, (2002), Dareck *et al.*, (2003), Hendiarti (2003), Nelson *et al.*, (2003), Chipman *et al.*, (2004), Wan *et al.*, (2004), Islam *et al.*, (2005) dan Dennison *et al.*, (2007).

Tulisan bertujuan untuk memprediksi model pemetaan kecerahan dan sebaran kecerahan air laut di perairan Teluk Lada. Dari hasil ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan wilayah perairan Teluk Lada dan sekitarnya di masa mendatang.

Materi dan Metode

Peta lokasi penelitian dan posisi stasiun

pengamatan di perairan disajikan dalam Gambar 1. Survei dilaksanakan pada tanggal 22 Agustus 2004 disesuaikan dengan jadwal dan waktu (tanggal dan jam) lintasan satelit Aqua-MODIS. Sampling dilakukan pada saat satelit lewat di atas Teluk Lada, yaitu sekitar pukul 13:05 WIB.

Pengukuran Data Lapangan (Sea-truth Data)

Kecerahan air laut perairan Teluk Lada diukur langsung di lapangan menggunakan Sechi disk yang dilakukan dari atas kapal pada 20 stasiun. Pada setiap stasiun dicatat posisinya dengan GPS Garmin-45XL.

Akuisisi dan Analisa Data Satelit Aqua- MODIS

Dalam penelitian ini digunakan citra satelit Aqua- MODIS, sedangkan satelit Aqua melintas pukul 13:05 waktu lokal dari arah selatan katulistiwa ke utara (Ascending mode), sedangkan periode pengulangan lintasan setiap 2 hari. Sensor MODIS dari satelit ini memiliki karakteristik yang identik. MODIS memiliki sensitivitas radiometrik tinggi (16 bits), terdiri dari 36 band/channel (saluran) dengan kisaran panjang gelombang 0.4-14.4 μm . Dua band pertama (Band 1 dan 2) memiliki ground resolusi 250 m, lima band berikutnya memiliki resolusi 500 m, sedangkan 29 band sisanya beresolusi 1000 m dengan luas areal pengamatan 2330 x 2330 km.

Citra Aqua MODIS level IB yang telah terkalibrasi nilai radiansnya diperoleh dari NASA dengan alamat Web <http://rafidfire.sci.gsfc.nasa.gov/realtime/>. Pada kegiatan ini hanya digunakan 3 band pada panjang gelombang tampak, yaitu band biru (MODIS band 3: 0.459-0.479 μm), hijau (MODIS band 4: 0.545-0.645 μm) dan merah (MODIS band 1: 0.620-0.670 μm).

Ekstraksi nilai digital (ND) ketiga band tersebut dari citra Aqua MODIS pada posisi yang sama di citra dan stasiun. Dari band merah (R), hijau (G), dan biru (B) dibuat beberapa transformasi kromasiti. Model prediksi kecerahan air laut di perairan Teluk Lada dikembangkan menggunakan 20 stasiun data kecerahan air laut insitu dengan kromasiti hijau (G) berdasarkan persamaan regresi, selain itu pula dilakukan beberapa transformasi, seperti transformasi kromasiti biru dan merah:

Kromasiti Biru = $\text{ND band biru} / (\text{ND band biru} + \text{hijau} + \text{Merah})$

Kromasiti Hijau = $\text{ND band hijau} / (\text{ND band biru} + \text{hijau} + \text{Merah})$

Kromasiti Merah = $\text{ND band Merah} / (\text{ND band biru} + \text{hijau} + \text{Merah})$

Kromasiti Biru + Kromasiti Hijau + Kromasiti Merah = 1 (Bukata, *et al.*, 1983)

Beberapa persamaan regresi dipakai dan di uji untuk membuat model prediksi kecerahan air laut. Untuk melihat model persamaan yang digunakan, dilakukan analisis terhadap nilai koefisien korelasi (r), Simpangan baku pendugaan nilai tengah Y , ($SE(Y)$), Simpangan akar nilai tengah (*Root Mean Square Error*, RMSE) dan nilai ANOVA. Dalam keadaan ideal, nilai r mencapai 100%, nilai $SE(Y)$ dan RMSE mendekati angka nol (0) dan nilai F hitung harus lebih tinggi dari nilai F kriteria pada selang kepercayaan 95% menunjukkan nilai yang nyata (Drapper & Smith, 1981; Lathrop & Lillesand, 1986).

Model prediksi hasil penurunan ini di peroleh persamaan regresi. Jika model yang dikembangkan memenuhi kriteria statistik di atas, maka model tersebut layak dan dapat digunakan untuk memetakan kecerahan air laut di perairan Teluk Lada. Dari persamaan regresi dengan korelasi yang tinggi kemudian diaplikasikan ke Citra Aqua MODIS pada perekaman tanggal 22 Agustus 2004 untuk pemetaan kecerahan air laut di perairan Teluk Lada, Banten. Citra Aqua MODIS sebelum digunakan harus di koreksi radiometrik berdasarkan Ricards (1986) dan koreksi Geometrik (Welch *et al.*, 1985). Pemotongan citra, pembuatan citra komposit, pemisahan laut dan daratan, insert formula untuk mendeteksi kecerahan air laut, re-klas citra sebaran kecerahan air laut, sehingga dihasilkan peta sebaran kecerahan air laut dengan menggunakan perangkat lunak Idrisi, ENVI dan Arc.GIS.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis citra Aqua MODIS dengan menggunakan perangkat lunak IDRISI dan ENVI pada masing-masing stasiun di peroleh nilai digital (ND) *band* merah (R), ND *band* hijau (G), dan ND *band* biru (B); kromasiti R, G dan B serta nilai kecerahan air laut lapangan pada 22 Agustus 2004 disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dilakukan uji korelasi antara nilai kecerahan air laut dengan ND band merah (R), band hijau (G), band biru (B) dan kromasiti merah, hijau dan biru dengan menggunakan beberapa persamaan regresi yang sudah ditentukan, sehingga di peroleh koefisien determinasi (R^2) atau koefisien korelasi (r). Dari semua korelasi yang diperoleh ditemukan korelasi antara data kecerahan air laut dengan kromasiti hijau paling tinggi. Model Kromasiti hijau ini diperoleh dengan membagi nilai-nilai digital citra *band* hijau dengan *band* biru+merah+hijau

(Kromasiti hijau). Kromasiti hijau ini dimaksudkan untuk memunculkan nilai-nilai digital Aqua MODIS yang mempunyai pengaruh terhadap perubahan warna permukaan air. Apabila air menjadi lebih keruh maka transmisi cahaya melalui air menjadi lebih sulit sehingga pantulan menjadi lebih rendah, membuat kecerahan air laut nampak kurang jelas. Nilai kecerahan air laut berkorelasi erat dengan kecerahan citra (Purbowoso, 1995). Kromasiti hijau kemudian ditetapkan sebagai variabel bebas (nilai X) dalam model persamaan regresi. Model persamaan regresi yang diperoleh dari Kromasiti hijau dan kecerahan air laut ini menggunakan formula : $Y = - 159.73 x + 57.845$ dengan $Y = \text{kecerahan air laut}$, dan $x = G/B+G+R$ (Kromasiti).

Koefisien determinasi (R^2) dari persamaan ini adalah 0,6484 dan koefisien korelasi (r) = 0,8052. Uji F dilakukan untuk mengetahui perbedaan b sebagai penduga β terhadap nol. Dari hasil uji tersebut diperoleh bukti bahwa b berbeda nyata terhadap nol dan mempunyai peran dalam menjelaskan hubungan x terhadap y pada taraf nyata $\lambda = 0,05$ atau selang kepercayaan 95 %. F hitung (33,19803) model ini lebih tinggi dari F tabel (4,38). Kemudian plot hubungan kecerahan air laut lapangan dengan kromasiti hijau disajikan dalam Gambar 2. Pada Gambar 2 tampak bahwa koefisien determinasi (R^2) untuk persamaan tersebut adalah sebesar 0.6484 dan koefisien korelasi $r = 0.8052$ yang menunjukkan bahwa 80.52 % keragaman dalam kecerahan air laut dapat dijelaskan dengan model tersebut. Ini dapat dikatakan bahwa sebanyak 19.48 % perubahan pada y tidak mampu dijelaskan dengan persamaan tersebut. Hal tersebut dapat berasal dari faktor-faktor teknis seperti ketidak sesuaian sensor dalam pengembangan model tersebut. Pengujian model dapat dilakukan dengan menghitung nilai koefisien determinasi dan korelasi model serta F hitung. Koefisien korelasi menunjukkan keeratan hubungan antara variabel bebas x dengan variabel tak bebas y . Compbell (1975) dan Djarwanto (1996) menyatakan bahwa koefisien determinasi (R^2) merupakan nilai yang dipergunakan untuk mengukur besarnya sumbangan (*Share*) dari peubah x terhadap variasi naik turunnya y . R^2 merupakan kriteria kecocokan model, dengan semakin besarnya nilai R^2 maka model dugaan semakin baik pula. Nilai R^2 berkisar antara 0 dan 1 sehingga R^2 semakin mendekati satu, ini menunjukkan bahwa model yang dibangun semakin bagus dan F hitung (33,19803) ditemukan lebih tinggi dari F tabel (4,38). Melalui penggunaan

Tabel 1. Data Kecerahan air laut, Nilai Digital (ND) band 1, 4, 3, Kromasiti G, B dan R serta posisi stasiun di perairan Teluk Lada, Banten tanggal 22 - 8 - 2004

No.St	Longitude (derajat degree)	Latitude (derajat degree)	Kecerahan air laut (m)	NDBand1	NDBand4	NDBand3	Kromasiti G	Kromasiti B	Kromasiti R
1	105.40986	-06.27501	8.62	43.75651	69.79684	104.4489	0.32016577	0.4791183	0.20071591
2	105.42472	-06.27992	6.82	44.59713	71.10157	105.4025	0.3215793	0.4767161	0.2017046
3	105.43985	-06.26981	6	45.5345	72.36915	106.9576	0.32183919	0.4756603	0.20250047
4	105.45490	-06.25994	4.92	46.38788	73.72894	107.9164	0.32332541	0.4732486	0.20342597
5	105.45990	-06.24006	7.7	50.73387	78.48953	114.5442	0.32198507	0.469891	0.20812392
6	105.45997	-06.21984	5.17	53.17661	81.60024	118.3088	0.32242149	0.4674654	0.21011314
7	105.47248	-06.21997	6.68	54.99044	84.13170	120.6264	0.32389677	0.4643968	0.21170648
8	105.47341	-06.23989	4.59	51.48724	80.19075	114.0779	0.3263024	0.464192	0.20950559
9	105.47008	-06.25969	4.72	46.81647	75.57700	108.5075	0.32731351	0.4699308	0.20275565
10	105.45631	-06.27692	5.8	48.01934	76.41996	110.7488	0.32493118	0.4708947	0.20417416
11	105.43999	-06.29018	6.15	48.54412	77.36681	111.7911	0.32547819	0.4702992	0.2042226
12	105.40987	-06.29024	6.06	46.92889	76.21786	107.7685	0.33006853	0.4667015	0.20322993
13	105.42020	-06.30012	5.43	48.3538	81.01065	112.0709	0.33553772	0.4641858	0.20027643
14	105.43504	-06.30502	4.2	58.75467	96.07101	125.6479	0.34253139	0.4479848	0.20948379
15	105.46016	-06.30011	3.27	58.00264	94.81900	122.546	0.34433598	0.445027	0.21063707
16	105.47005	-06.28500	4.16	56.19421	91.00844	121.2607	0.33899769	0.4516843	0.20931803
17	105.48010	-06.26983	2.68	53.67268	89.68828	116.0793	0.34569922	0.447422	0.2068788
18	105.48494	-06.25505	2	51.0579	85.55627	113.1444	0.34255595	0.453015	0.20442906
19	105.48513	-06.24028	2.49	53.35447	85.0287	114.9441	0.33564766	0.4537375	0.2106148
20	105.48307	-06.21985	4.83	59.4847	90.30792	125.7711	0.32772066	0.4564138	0.21586552

model pendugaan yang dihasilkan data kecerahan air laut dan kromasiti hijau, di aplikasikan ke citra Aqua MODIS untuk pemetaan sebaran kecerahan air laut di perairan Teluk Lada, Banten tanggal 22 Agustus 2004 disajikan dalam Gambar 3. Dari Gambar 3, peta sebaran tingkat kecerahan air laut di perairan Teluk Lada, Banten tampak bahwa nilai kecerahan air laut ditemukan rendah di sekitar perairan pantai dan meningkat kerah tengah teluk sesuai dengan tingkat kedalaman. Hal tersebut sejalan dengan hasil pengamatan lapangan yaitu diperairan pantai kecerahan air laut rendah dan bergerak ke tengah teluk nilai kecerahan air laut semakin meningkat. Rendah kecerahan air laut disekitar perairan pantai diduga di pengaruhi oleh sampah atau buangan dari pemukiman, perkotaan maupun dari lahan pertanian masuk ke perairan Teluk Lada baik melalui aliran air maupun sungai yang bermuara ke teluk tersebut. Pengaruh daratan terhadap kecerahan air laut di perairan Teluk Lada tidak sampai ke tengah teluk tersebut.

Kesimpulan

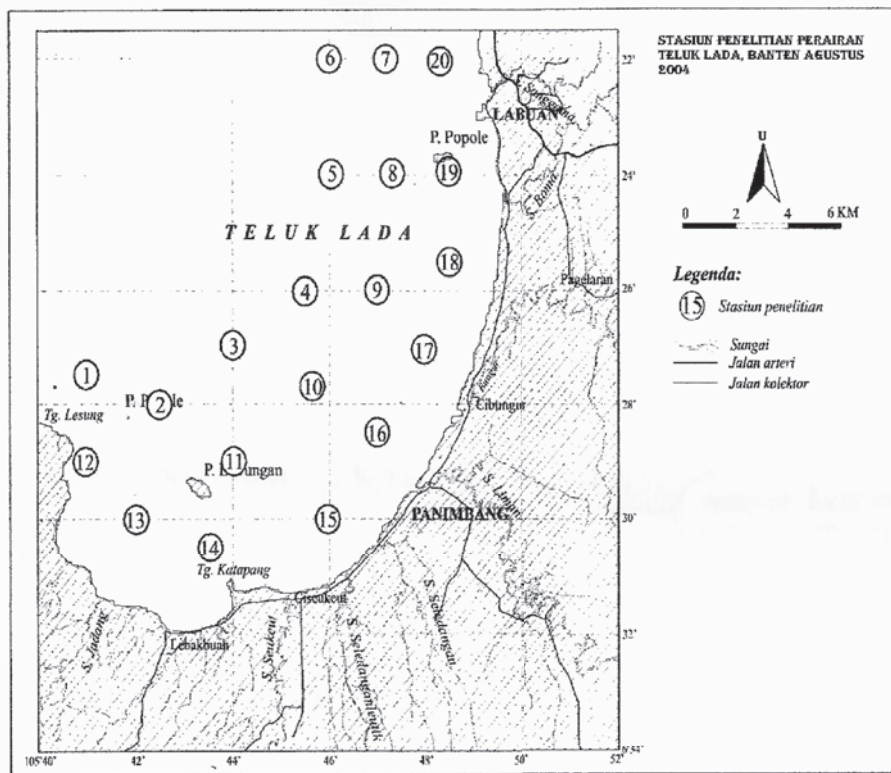
Berdasarkan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa Kromasiti hijau berkorelasi erat dengan kecerahan air laut dengan persamaan algoritma formula: $Y = -159.73x + 57.845$. Algoritma tersebut diaplikasikan ke citra Aqua MODIS untuk pemetaan sebaran kecerahan air laut secara spasial dan temporal dengan hasil yang cukup akurat. Data citra satelit Aqua MODIS berpotensi untuk mempelajari dan menganalisa parameter kualitas air (kecerahan air laut) di perairan Teluk Lada, Banten Model algoritma hasil penelitian ini perlu dilakukan verifikasi, guna mengetahui keakurasian dari model yang sedang dikembangkan.

Ucapan Terima Kasih

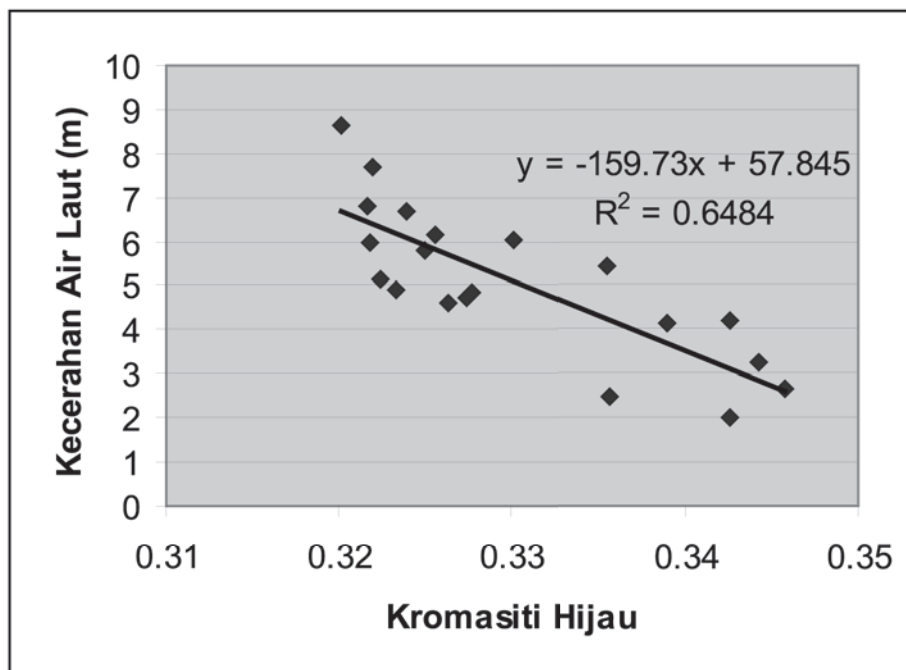
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dra. Tjutju Susana sebagai koordinator penelitian Teluk Lada yang mengikut sertakan saya dalam kegiatan tersebut, dan juga kepada Bapak Dr. Ir. Sam Wouthuyzen, M.Sc, APU atas saran dan komentarnya dalam tulisan ini.

Daftar Pustaka

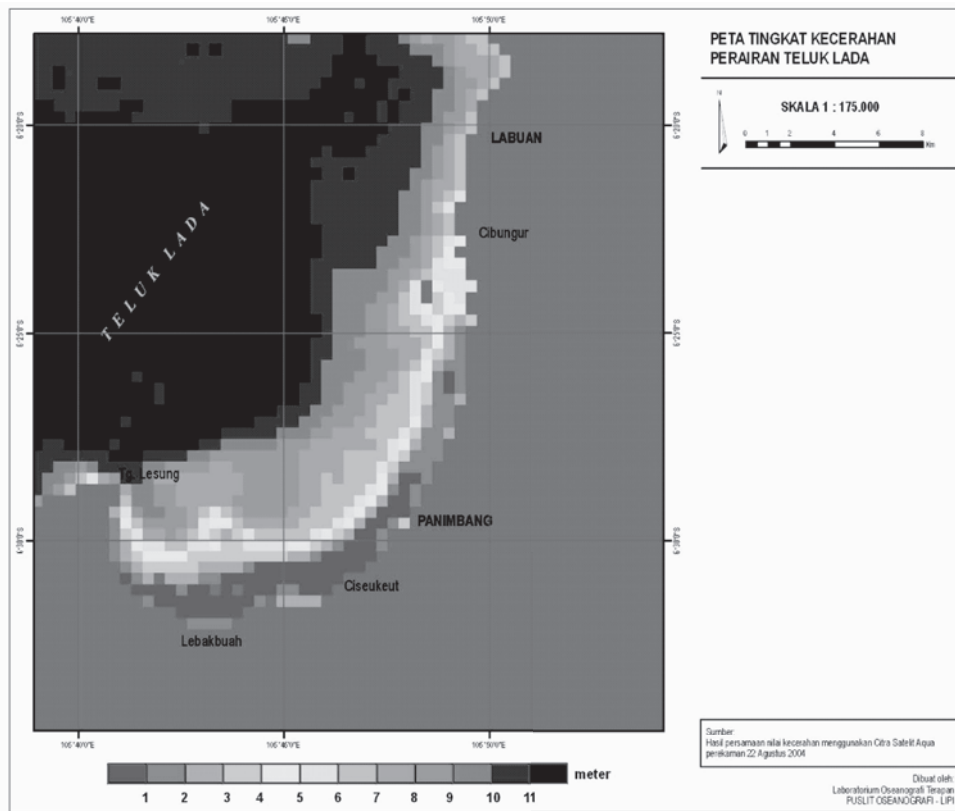
- Ahn, Y.H. 2000. Development of remote Sensing Reflectance and water leaving Radiance Medels for ocean color, Remote sensing Technique, *J. KSRS* 16(3): 240-260.
- Allee, R.J. & J.E. Johnson. 1999. Use of Satellite Imagery to estimate surface Chlorophyll-a and Secchi Disk Depth of Bull Shoales, Arkansas, USA. *Int. J. Remote Sensing*, 20: 1057-1072.
- Austin, R.W. 1980. Gulf of Mexico, Ocean Color Surface-Truth Measurements. *Boundary Layer Meteorology*, 18(3): 269-285.
- Bukata, R.P., Bruton, J.E. & Jerome, J.H., 1983. Use of chromasity in remote sensing measurements of water quality. *Remote Sensing of Environ.*, 13: 161-177.
- Chipman, J.W, T.M. Lillesand, J.E. Schmaltz, J.E. Leale & R.A. Goldmann. 2004. Mapping Lake Water Clarity with Landsat Images in Winconsin, USA. Special Issue on Remote Sensing and Resources Management in nearshore and Inland Waters. *Canadian J. Remote Sensing* 30(1): 1-7.
- Compbell, R.. C. 1975. Statistics for Biologists. Second Edition. Cambridge University Press. 385p.
- Dareck, M., A. Weeks, S. Sagan, P. Kowalczyk, & S. Kaczmarek. 2003. Optical characteristics of two contrasting case 2 waters and their influence on remote sensing algorithms. *Continental Shelf Research*, 23(3): 237-250.
- Dennison, P.E., D.A. Roberts & S.H. Peterson. 2007. Spectral Shape-based temporal. Compositing Algorithms for MODIS Surface Reflectance Data. *Remote Sensing of Environment*, 109: 510-522.
- Djarwanto, P. 1996. Mengenal Beberapa Uji Statistik dalam Penelitian, Edisi Pertama. 291 pp.
- Draper, N.R. & H. Smith, 1981. Applied Regression Analysis. Second edition. John Willey and Sons, 709 pp.
- Hendiarti, N., 2003. Investigations on ocean color remote sensing in Indonesian waters using SeaWiFS. Doctorate Dissertation, Dept. of Biology Science, University of Rostock – Germany.
- Islam, Md.M. & K. Sado. 2005. Water Quality Monitoring of case 2 water using field spectroradiometre and Remote Sensing Data. *Gottinger eographische Abhandlungen*, 113: 159-166.
- Klober, S.M., P.L. Brezonik, L.G. Olmanson & M.E. Bauer 2002. A Procedure for regional lake water clarity assessment using Landsat multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 82: 38-47.
- Lapthrop Jr. R.G. & T. M. Lillesand, 1986. Use of Thematic Mapper to asses water quality in the green Bay and Center Lake Michigan. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 52(5): 671-680.
- MittenzWing, K.H & A. Gitelson. 1988. Insitu monitoring of quality on the basis of spectral reflectance. *Int. Revueges. Hidrobiol.* 73: 61-72.
- Morel, A. & L. Prieur 1977. Analysis of variations in Ocean Color. *Limnol. Oceanogr.* 22:709-722.
- Nelson, SA.C., P.A. Soranno, K.S. Cheruvellil, S.A. Batzli & D.L. Skole. 2003. Regional Assessment of lake water clarity using Satellite Remote sensing. *J Limnol.*, 62(1): 27-32.
- Purbowaseso, B. 1995. Penginderaan Jauh Terapan. (Penerjemah). Universitas Indonesia Press. 357-401.
- Richards, J.A. 1986. Remote Sensing Digital Image Analysis. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 281pp.
- Setiapermana, D., A. Nontji & B.S. Sudibyo 1980. Pengaruh Musim terhadap kandungan Seston di Teluk Jakarta. Teluk Jakarta, Pengkajian, Fisika, Kimia, Biologi dan Geologi, LON-LIPI, Jakarta: 107-118.
- Wan, Z., Y.Zhang, Q. Zhang, & Z.L.Li 2004. Quality assesment and Validation of the MODIS global Land Surface temperature, *Int. Journal Remote Sens.*, 25(1): 261-274.
- Welch, T.R., J.R. Jordan, & M. Ehlers, M. 1985. Comparative evaluation of the geodetic accuracy and cartographic potential of Landsat-4 and -5 Thematic Mapper Image data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 51(9): 1249-1262.
- Wouthuyzen, S. & J.S. Batta 1998. Pendugaan dan pemetaan parameter ocean color di Teluk Ambon dengan menggunakan Teknik Remote Sensing. Makalah Seminar Nasional LIPI-UNHAS ke II, Ujung Pandang: 382-393.



Gambar 1. Peta Stasiun Penelitian Perairan Teluk Lada, Banten Agustus 2004



Gambar 2. Plot hubungan antara kecerahan air laut dengan kromasiti hijau



Gambar 3. Sebaran tingkat kecerahan air laut di perairan Teluk Lada, Banten berdasarkan algoritma: $Y = 159.73 X + 57.845$