

## PERBANDINGAN HASIL SURVEI BATIMETRI DI DAERAH PESISIR DENGAN MENGGUNAKAN PETA BATIMETRI DAN CITRA ASTER DI PATI, JAWA TENGAH

Oleh :  
**Mariska Titiarni, Khomsin**

Program Studi Teknik Geomatika ITS – Sukolilo, Surabaya - 60111  
Email : ty2\_cha@yahoo.com

### Abstrak

Salah satu aplikasi dari teknologi Penginderaan Jauh adalah untuk pemetaan batimetri perairan dangkal di daerah pesisir. Salah satu citra yang dapat digunakan adalah Citra ASTER yang memiliki band VNIR yang baik digunakan untuk pemetaan laut. Lokasi yang diambil adalah di Pati, Jawa Tengah.

Pengolahan citra meliputi *masking*, transformasi citra dengan metode DOP (*Depth Of Penetration*), Algoritma Jupp, dan klasifikasi Tak Terselia yang dilakukan dengan *Software ER Mapper 7.0*. Informasi yang dihasilkan adalah kedalaman dan garis pantai, yang nantinya akan dibandingkan dengan peta batimetri.

Hasil dari penelitian ini adalah 4 zona DOP yang menggambarkan perbedaan kedalaman dari peta batimetri perairan dangkal. Terdapat perbedaan hasil kedalaman dan garis pantai antara citra ASTER dan peta batimetri. Perbedaan nilai kedalaman yang paling besar adalah 0,5 m, dan perbedaan garis pantai terbesar adalah 550 m.

*Kata Kunci : Penginderaan Jauh, Citra ASTER, Batimetri, Metode DOP, Algoritma Jupp*

### PENDAHULUAN

Dewasa ini teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) memberikan peluang untuk pemetaan batimetri perairan dangkal secara efektif dan efisien, terutama untuk daerah yang memiliki tingkat perubahan kedalaman secara cepat. Keuntungan lainnya dapat dilakukan revisi pemetaan perairan dangkal dengan cepat dan murah. Selain itu daerah cakupan data penginderaan jauh cukup luas sehingga sangat baik untuk mengetahui apa saja yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Salah satu satelit yang bisa di gunakan untuk melakukan pemetaan batimetri perairan dangkal adalah citra ASTER, karena citra ini memiliki band VNIR (*Visible and Near-Infrared Radiometer*) yang baik digunakan untuk pemetaan laut.

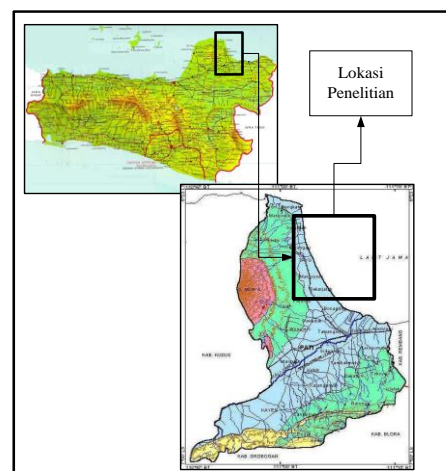
Dengan mempertimbangkan kemampuan teknologi penginderaan jauh untuk pemetaan batimetri, maka perlu dilakukan penelitian apakah hasilnya sesuai dengan keadaan sebenarnya. Sehingga perlu dibandingkan antara hasil dari citra satelit dan peta batimetri yang ada.

Bagaimana cara memperoleh informasi kedalaman dan garis pantai perairan dangkal dengan menggunakan citra satelit ASTER?

Sejauh mana perbedaan kedalaman dan garis pantai antara hasil citra satelit ASTER dan peta batimetri?

Hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai referensi dalam penggunaan satelit ASTER untuk pemetaan batimetri perairan dangkal di daerah pesisir.

### METODOLOGI PENELITIAN



**Gambar 1 Lokasi Penelitian**

**Data**

Citra ASTER perairan Pati, tanggal 18 Mei 2006 jam 10.29 WIB, kode citra AST\_L1B\_003\_042720060 30618\_18052006102958 yang berformat \*.hdf. Citra ini merupakan level IB, dimana telah terkoreksi radiometrik geometrik tanpa GCP di stasiun penerima.

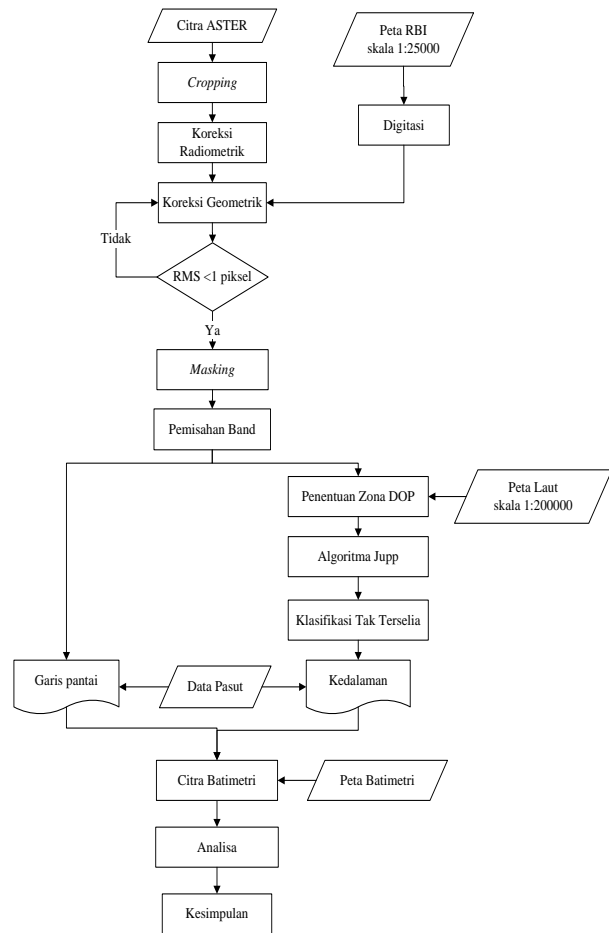
Peta Batimetri perairan Pati dari STTAL Dishidros TNI-AL, peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) lembar 1509-133 skala 1:25.000 tahun 1999 dari Bakosurtanal, peta Laut skala 1:200.000 tahun 1999 dari Dishidros TNI-AL, data pasang surut perairan Pati bulan Mei 2006.

**Peralatan**

Personal komputer (PC), software AutoCAD Land Development 2006 untuk digitasi peta RBI, ER Mapper 7.0 untuk proses pengolahan citra ASTER, Matlab 7.01 untuk menghitung *strength of figure* (SOF), ArcView 3.3 untuk membuat *layout* peta batimetri, MS.Office 2007 untuk proses untuk penulisan laporan, Scanner digunakan untuk menyiam peta RBI hard copy menjadi data raster.

**Penerapan Zona DOP dan Algoritma Jupp**

Dalam pembuatan peta batimetri dengan menggunakan Algoritma Jupp, langkah awal yang harus dilakukan adalah menghitung daerah penetrasi kedalaman (DOP). Dalam menghitung daerah penetrasi ini, didasarkan pada asumsi bahwa masing-masing band mempunyai perbedaan kekuatan dalam menembus air. Dalam hal ini band 1 lebih kuat dalam menembus air, dibandingkan dengan band 2. Hal ini disebabkan band 2 mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang daripada band 1, sehingga koefisien *attenuasi* band 2 lebih besar. Untuk membuat zona DOP yang harus dilakukan adalah menentukan *range* nilai DN (*Digital Number*) dari tiap-tiap zona DOP yang memiliki *range* nilai kedalaman yang berbeda-beda. Penentuan nilai ini berdasarkan nilai DN maksimum pada laut dalam dan berdasarkan nilai kedalaman pada peta laut.



**Gambar 2 Flowchart Pengolahan Data**

Setelah terbentuk zona DOP tersebut, dilakukan klasifikasi atau pengelompokan piksel citra ASTER secara otomatis berdasarkan zona DOP tersebut dan algoritma Jupp.

Selain itu dapat juga dihitung koefisien *attenuasi* (K dan A) masing-masing band yang dipakai, yaitu band 1, band 2, dan band 3. Rumus yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$k_i = (X_{i \max} - X_{i \min}) / 2(z_i - z_{i+1})$$

$$a_i = X_{i \min} + 2 k_i z_i$$

Dimana :

$$X_{i \max} = \log_e (L_{i \max} - L_{i \text{deep mean}})$$

$$X_{i \min} = \log_e ([L_{i \text{deep max}} + 1] - L_{i \text{deep mean}})$$

$L_{i \max}$  = nilai *digital number* maks. pada band i

$L_{i \text{deep max}}$  = nilai *digital number* maks. pd laut dlm

$L_{i \text{deep mean}}$  = nilai *digital number* rerata pd laut dlm

$z_i$  = kedalaman maks. pada band i (sesuai zona DOP)

$k_i$  = koefisien *attenuasi* band i

**Perhitungan Uji Ketelitian**

Perhitungan uji ketelitian dilakukan dengan membuat *confusion matrix* yang didapat dengan cara membandingkan perhitungan titik sampel di lapangan dengan data hasil klasifikasi citra (jumlah *pixel*nya). Nilai ketelitian yang diharapkan nantinya harus memenuhi syarat, yaitu lebih besar dari 70 % (Purwadhi 2001), sehingga dari nilai yang didapatkan tersebut merupakan pembuktian terhadap nilai kevalidan data citra.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Cropping dan Masking**

*Cropping* atau pemotongan citra dilakukan untuk memperkecil media penyimpanan dan mempercepat proses pengolahan citra karena file yang diolah tidak terlalu besar.

Setelah itu dilakukan *masking*, atau pemisahan daratan dan perairan laut dengan cara memberikan batasan nilai spektral antara perairan dan daratan. Proses ini akan menghasilkan suatu citra dengan daerah perairan laut saja tanpa adanya nilai spektral daratan (nilai DN daratan akan menjadi null).

Pada penelitian ini, proses *masking* menggunakan saluran *near infrared* yaitu band 4 (1,6 – 1,7  $\mu\text{m}$ ) dan saluran *visible* yaitu band 1 (0,52 – 0,6  $\mu\text{m}$ ). Band 4 digunakan untuk mengetahui batas nilai digital (DN) daratan dengan perairan dangkal, karena band 4 tidak dapat menembus tubuh air. Sedangkan band 1 digunakan untuk mengetahui batas DN perairan dangkal dengan perairan dalam.

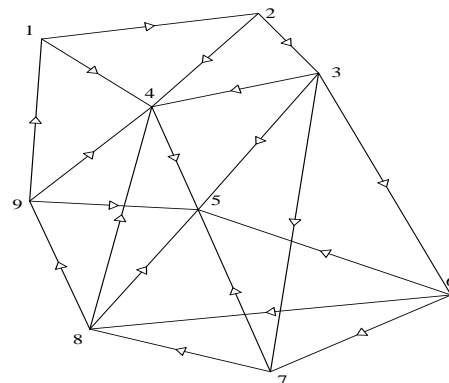
Pada penelitian ini, tidak hanya daerah laut saja yang dihasilkan, ada beberapa rawa yang berada di sekitar pantai yang ikut proses *masking*. Hal ini terjadi karena rawa banyak mengandung air sehingga masuk ke dalam proses *masking*. Sedangkan daratan, menjadi hitam dengan nilai DN null.

**Koreksi Geometrik**

**Tabel 1 Titik GCP dan Nilai RMS**

Titik	Koordinat Citra		Koordinat Peta RBI		RMS
	X	Y	X	Y	
1	169.492	348.276	500983.107	9279501.076	0.538
2	528.429	227.174	506572.111	9280503.428	0.286
3	647.739	413.798	507940.294	9277494.594	0.487
4	350.814	470.288	503409.95	9277307.846	0.066
5	443.573	692.84	504304.334	9273828.705	0.525
6	906.119	810.32	510893.911	9271103.939	0.351
7	609.544	1079.3	505902.498	9267772.922	0.489
8	238.982	995.202	500604.579	9269811.534	0.253
9	177.413	701.88	500331.78	9274266.935	0.087

Setelah itu dilakukan perhitungan SOF (*Strength of Figure*) dengan metode perataan parameter. Dari jaring kesembilan titik GCP tersebut didapat nilai SOF sebesar 0,00075758. Semakin kecil nilai *Strength of Figure* maka semakin baik konfigurasi jaringan dari jaring tersebut dan sebaliknya.



**Gambar 4 Model Jaring pada Citra**

**Analisa Metode DOP dan Algoritma Jupp**

Prinsip dasar algoritma Jupp adalah perbedaan daya tembus masing-masing band dalam citra ASTER, band 1 dapat menembus hingga perairan yang cukup dalam, sedangkan band 3 hanya dapat menembus perairan dangkal.

Hal yang pertama kali dilakukan adalah menentukan nilai digital piksel citra tiap band (maksimum, minimum, dan rataannya pada band 1, 2, dan 3) pada daerah yang dianggap memiliki kedalaman yang paling dalam. Dalam daerah studi ini, kedalaman maksimal yang ada adalah 6 m.

**Tabel 2 Nilai Digital Citra**

	band 1	band 2	band 3
Kedalaman Maksimum DN value (L deep max)	97	69	31
Kedalaman Minimum DN value (L deep min)	86	60	27
Rataan DN value (L deep mean)	92	64	29

Setelah itu, dilakukan penyesuaian antara informasi nilai digital citra dan informasi kedalaman dari peta laut. Nilai kedalaman yang digunakan sudah dikoreksikan dengan pasut saat satelit melintas. Dari sini dapat dibuat suatu daerah penetrasi (DOP) sebagai berikut:

**Tabel 3 Perhitungan zona penetrasi kedalaman**

	band 1	band 2	band 3
Kedalaman piksel terdalam	6,2 m	3,7 m	1,5 m
Kedalaman piksel terdangkal	5,2 m	3,7 m	1,5 m
Kedalaman rata-rata	5,7 m	3,7 m	1,5 m
Kedalaman rata-rata	5,7 m	3,7 m	1,5 m
Estimasi maksimum penetrasi kedalaman	5,7 m	3,7 m	1,5 m

Pembuatan algoritma dalam metode Jupp menggunakan citra hasil *masking* dan digabungkan dengan 4 zona kedalaman (zona DOP) yang telah dibuat sebelumnya. Formula yang digunakan merupakan gabungan antara 3 *band* yang digunakan dalam pembagian zona kedalaman. Formula yang digunakan dalam Er Mapper adalah sebagai berikut:

*if (i1 <=97) and (i2 <=69) and (i3 <=31) then 1 else  
if (i1 >97) and (i2 <=69) and (i3 <=31) then 2 else  
if (i1 >97) and (i2 >69) and (i3 <=31) then 3 else  
if (i1 >97) and (i2 >69) and (i3 >31) then 4 else null*

Selain itu juga dihitung koefisien *attenuasi* masing-masing band. Koefisien *attenuasi* ini menunjukkan daya tembus band pada dasar perairan. Band yang memiliki panjang gelombang lebih pendek akan memiliki daya tembus dasar perairan yang lebih kuat.

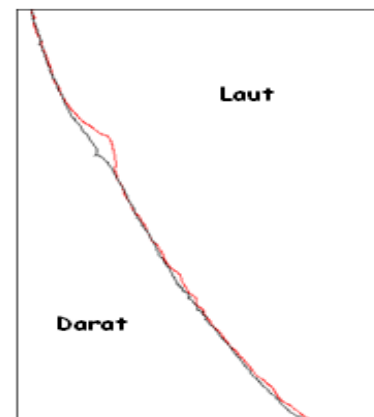
**Tabel 4 Nilai Koefisien Attenuasi**

	Band 1	Band 2	Band 3
$X_{i\ min}$	0,77815125	0,77815125	0,477121255
$X_{i\ max}$	1,977723605	2,127104798	2
$k_i$	0,299893089	0,306580352	0,507626248
$a_i$	4,196932462	3,046845854	2

### Analisa Garis Pantai

Dalam penelitian ini dibandingkan garis pantai antara citra dan peta batimetri. Garis pantai pada citra adalah garis pantai hasil *masking*, yaitu tempat pertemuan antara air laut dan darat saat citra tersebut diambil, yang masih dipengaruhi oleh tinggi pasang surut saat itu. Sedangkan garis pantai peta batimetri adalah kontur nol atau surut tersurut yang telah dikoreksikan terhadap pasang surut saat itu.

Pada Gambar 5 terlihat perbedaan hasil garis pantai antara citra dan peta batimetri. Garis pantai pada peta batimetri berwarna merah sedangkan garis pantai hasil citra ASTER berwarna hitam. Dari gambar tersebut garis pantai hasil citra lebih menjorok ke daratan daripada garis pantai peta batimetri dan perbedaan garis pantainya tidak beraturan. Terdapat daerah yang memiliki perbedaan garis pantai yang tidak terlalu besar, dan terdapat daerah yang memiliki perbedaan yang cukup besar. Rata-rata perbedaan garis pantainya adalah 50-150 m, sedangkan perbedaan terbesar sebesar 550 m pada muara sungai.



**Gambar 5 Perbedaan Garis Pantai**

Perbedaan hasil garis pantai ini disebabkan karena adanya perbedaan definisi dari kedua garis pantai tersebut yang dipengaruhi oleh nilai pasang surut saat pengambilan citra. Selain itu dapat pula dipengaruhi oleh sedimen.

### Analisa Hasil Kedalaman

Kedalaman yang diperoleh dari citra adalah zona DOP yang nilai kedalamannya belum bereferensi

pada chart datum atau masih dipengaruhi oleh pasut. Untuk itu perlu diberikan koreksi pasang surut pada nilai kedalaman tersebut. Chart datum yang digunakan adalah LWS karena pada peta batimetri yang digunakan untuk keperluan navigasi digunakan datum terendah agar kapal yang melintas tidak kandas. Perhitungan nilai surutan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menghitung nilai pasang surut saat perekaman citra, yaitu sebesar 70 cm.
2. Menghitung nilai referensi kedalaman (LWS).

Nilai ini didapat dengan rumus :

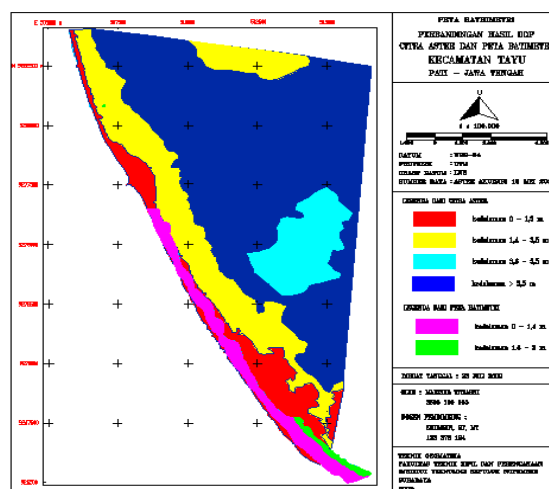
$$\begin{aligned} \text{LWS} &= \text{MSL} - \text{ZO} \\ &= 112 - 61 \\ &= 51 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Menghitung nilai kedalaman yang telah bereferensi.

$$\begin{aligned} h &= \text{kedalaman citra} - \text{nilai pasut} + \text{LWS} \\ &= \text{kedalaman citra} - 0,7 + 0,51 \\ &= \text{kedalaman citra} - 0,19 \end{aligned}$$

Selanjutnya dibandingkan hasil transformasi citra ASTER dengan algoritma jupp dan peta batimetri yang ada. Terdapat kesesuaian antara hasil transformasi citra dan peta batimetri. DOP 1 yang ditunjukkan dengan warna merah menunjukkan kedalaman 0 – 1,3 m dan pada peta batimetri nilai kedalaman menunjukkan nilai antara 0 - 1 m. DOP 2 yang ditunjukkan dengan warna kuning memiliki kedalaman 1,4 – 3,5 m dimana nilai kedalaman pada peta batimetri antara 1,6 - 2 m. Terdapat pula nilai kedalaman yang tidak sesuai, misalnya pada bagian bawah citra. Pada daerah DOP 1 terdapat nilai kedalaman 1,5 – 1,9 m yang seharusnya berada pada DOP 2.

Nilai kedalaman yang tidak sesuai memiliki luas 8339,8 m<sup>2</sup> dan luas DOP 1 adalah 343227,5 m<sup>2</sup>. Sehingga nilai kedalaman yang tidak sesuai adalah 2,43 % dari luas DOP 1 dan nilai kedalaman yang sesuai sebesar 97,57 %. Berdasarkan Edward 1999 dalam Trisakti 2004, rata-rata nilai perbedaan kedalaman hasil prediksi dengan metode DOP dan data lapangan adalah 0,8 m untuk kedalaman kurang dari 2,5 m. Sedangkan perbedaan nilai kedalaman yang paling besar adalah 0,5 m, sehingga selisih nilai perbedaan tersebut masih lebih kecil daripada toleransi yang ada.



Gambar 6 Perbandingan Citra dan Peta Batimetri

Adanya perbedaan ini dapat disebabkan adanya sedimen pada saat pengambilan citra terutama yang ada pada bagian bawah citra. Hasil ini menyebabkan citra tidak bisa menembus dasar perairan, sehingga nilai kedalaman yang terekam oleh citra nilainya lebih kecil daripada yang seharusnya.

### Perhitungan Uji Statistik

Dari penghitungan konfusi matriks didapatkan nilai ketelitian hasil atau Overall Accuracy = 90,37 %. Hasil klasifikasi ini telah memenuhi toleransi yaitu 70%, maka proses klasifikasi tak terselia yang dilakukan sudah terkelaskan dengan benar. Dalam uji statistik ini, data yang bisa dibandingkan hanya pada kelas DOP 1 dan DOP 2, hal ini dikarenakan keterbatasan data peta batimetri.

### Kesimpulan

1. Melalui algoritma Jupp dan metode zona DOP (Depth of Penetration), didapatkan informasi kedalaman perairan dangkal dengan menggunakan citra ASTER. Terdapat empat zona DOP yang dihasilkan, yaitu:
  - DOP zona 1 : kedalaman 0 – 1,3 m
  - DOP zona 2 : kedalaman 1,4 – 3,5 m
  - DOP zona 3 : kedalaman 3,6 – 5,5 m
  - Laut dalam : kedalaman lebih dari 5,5 m
2. Dari citra ASTER dapat diambil informasi garis pantai melalui proses masking.
3. Garis pantai yang dihasilkan memiliki perbedaan dengan garis pantai peta batimetri.

Perbedaan terbesarnya sebesar 550 m pada muara sungai.

4. Nilai kedalaman yang tidak sesuai dengan peta batimetri adalah 2,43 % dari luas DOP 1. Nilai perbedaan kedalaman terbesar adalah 0,5 m.

#### Saran

1. Dalam pembuatan peta batimetri, sebaiknya menyeluruh pada semua perairan.
2. Penelitian ini dapat ditingkatkan dengan menggunakan metode dan software yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2005. *Crude Bathymetric Mapping Using Landsat TM Satellite Imagery*. URL: <http://www.ncl.ac.uk/webbilko>  
Dikunjungi pada tanggal 17 Maret 2009 jam 09.00

Anonim, 2007. *UNESCO-Bilkohomepage* URL: <http://www.noc.soton.ac.uk/bilko/regusr/index.php>  
Dikunjungi pada tanggal 17 Maret 2009 jam 09.00

Ariana K, Dina. 2002. *Pemetaan Batimetri dan Karakteristik Dasar Perairan Dangkal di Perairan P. Lintea Dengan Data Satelit Indraja*. Ilmu Kelautan IPB, Bogor.

Cahyono, Agung B. 2006. *Modul Praktikum Penginderaan Jauh II*. Surabaya : Program Studi Teknik Geomatika ITS.

Harintaka, dkk. 2006. *Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Pengkajian Sumber Daya Wilayah Pesisir di Kepulauan Seribu Jakarta*.

Lillesand, Thomas, M And Kiefer, Ralp, W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York : John Wiley&Son, Inc.

Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.

Santoso. 2008. *Pemanfaatan Band Thermal Infrared (TIR) Citra Aster Untuk Pemetaan Suhu Permukaan Laut di Perairan Selat Madura*. Surabaya : Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi.

Santoso, Agus Iwan. 2008. *Kajian Pulau-Pulau Kecil Terluar Untuk Menentukan Batas Wilayah Maritim Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Nipa, Provinsi Kepulauan Riau)*. Yogyakarta : Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.

Trisakti, Bambang. 2004. *Model Kontur Kedalaman Dengan Menggabungkan Citra Landsat-7 ETM dan Informasi Bathimetri*. Surabaya : Jurnal PIT

#### Lampiran : Peta Batimetri Perairan Dangkal

