

# Model Informasi Kedalaman Laut Dangkal di Perairan Teluk Lampung Menggunakan Data Satelit Landsat-8

## *Model of Shallow Water Depth Information in Lampung Bay Using Landsat-8 Satellite Data*

Nana Suwargana<sup>\*)</sup>, Kuncoro Teguh Setiawan

Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN

<sup>\*)</sup>E-mail: nana.suwargana@gmail.com

**ABSTRAK** - Kedalaman dasar laut dapat diukur dengan cara batimetri, dimana batimetri mempunyai peranan penting untuk kegiatan perikanan, hidrografi dan keselamatan pelayaran. Batimetri dapat dilakukan dengan cara teknologi penginderaan jauh yaitu melalui deteksi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan oleh dasar laut melalui permukaan yang diterima oleh sensor satelit. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model informasi kedalaman laut di perairan teluk dangkal menggunakan data satelit Landsat-8. Metode penelitian adalah menggunakan pendekatan algoritma dari persamaan fungsi indeks kedalaman relatif menggunakan 3 kanal daerah *visible* yaitu kanal biru, hijau dan merah yang memiliki respon spektral yang terbaik untuk objek perairan dangkal, dimana nilai reflektansi ketiga band yang sudah terkoreksi atmosfer. Hasil analisis menunjukkan bahwa hubungan antara penurunan fungsi indeks kedalaman relatif pada data Landsat 8 terhadap *seatruth* diperoleh persamaan garis lurus  $Y=1,0354x -3,4969$  dan koefisien determinasi  $R^2= 0,5842$ . Hasil ekstraksi kedalaman absolut citra Landsat-8 menghasilkan nilai yang kedalamannya antara 20 m hingga 30 m.

**Kata Kunci:** batimetri, Landsat 8 reflektansi, dan indeks kedalaman.

**ABSTRACT** - The depth of the seafloor can be measured by bathymetry, where bathymetry plays an important role in fisheries, hydrography and shipping safety. Bathymetry can be done by means of remote sensing technology that is through the detection of electromagnetic waves reflected by the seafloor through surfaces received by satellite sensors. This study aims to develop a model of water depth information in shallow bay waters using Landsat-8 satellite data. The research method used algorithm approach of the relative depth index function equation using 3 visible area channel, i.e. blue, green and red channel, which has the best spectral response for shallow water object, where the reflectance value of the three bands that have been atmospherically corrected. The result of the analysis shows that the relationship between the decreasing of relative depth index function in Landsat 8 data to *seatruth* obtained by equation of straight line  $Y = 1.0354x -3,4969$  and coefficient of determination  $R^2 = 0,5842$ . The absolute depth extract result of Landsat-8 image yields a value of depth between 20 m to 30 m.

**Keywords:** bathymetry, Landsat 8, reflectance, and depth index.

## 1. PENDAHULUAN

Kedalaman perairan laut dapat diukur dari atas permukaan laut yang disebut batimetri. Selain dapat mengukur kealaman suatu daerah, batimetri merupakan data spasial yang berisi informasi tentang kondisi struktur dan bentuk dasar perairan dari suatu daerah. Pemetaan batimetri di perairan dangkal memiliki peran penting untuk perikanan, keselamatan pelayaran serta aktivitas kelautan. Teknologi pemetaan batimetri terus berkembang, pertama kali batimetri diukur menggunakan tali. Metode ini sulit dan hasilnya hampir selalu kurang akurat karena sangat tergantung arus air dibawah permukaan yang dapat menarik tambang dan pemberat sehingga kedalaman yang dihasilkan seringkali tidak tepat. Kemudian teknik pengukuran mengalami perkembangan dengan ditemukannya *Echo Sounder*, dengan alat tersebut kedalaman air lebih mudah diukur. Metode ini bekerja pada prinsip perambatan suara di dalam air dan metode ini dapat menghasilkan kedalaman yang akurat untuk air yang dalam tetapi metode tersebut sulit diterapkan di perairan dangkal (Sager, 1998).

Seiring dengan perkembangan teknologi mutakhir pengukuran kedalaman dapat menggunakan aplikasi teknologi penginderaan jauh, teknologi tersebut telah banyak diterapkan karena efektif dan efisien. Hasil dari teknologi ini dapat digunakan dalam penyusunan dan merevisi sumber daya peta yang ada serta berguna sebagai bantuan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya (Butler, 1988; Lillesand dan Kiefer, 1994;

dan Danoedoro, 1996). Teknologi ini mampu memperoleh informasi sinoptik untuk mengamati fenomena yang terjadi di lautan yang luas dan dinamis. Prinsip dasar penggunaan penginderaan jauh untuk memetakan batimetri adalah bahwa panjang gelombang setiap band dari satelit dapat menembus air pada kedalaman tertentu sesuai dengan panjang gelombangnya masing-masing. Jupp (1988) menyimpulkan bahwa citra Landsat dapat digunakan dalam menentukan kedalaman air, untuk band 1 memiliki kemampuan menembus kedalaman air hingga kedalaman 25 meter, band 2 mampu menembus hingga kedalaman 15 meter, band 3 mampu menembus hingga kedalaman 5 meter sedangkan band 4 mampu menembus hingga kedalaman 0,5 meter. Ketika cahaya melewati air itu menjadi antenuasi oleh interaksi dengan kolom air (Benny dan Dawson, 1983). Metode Jupp (1988) membuat asumsi-asumsi yang sama seperti Benny dan Dawson (1983) yaitu : (a) Redaman Cahaya merupakan fungsi eksponensial dari kedalaman, (b) kualitas air tidak berbeda dalam satu citra, (c) *Albedo substrat* cukup konstan.

Algoritma untuk pemetaan batimetri di wilayah pesisir dengan menggunakan citra satelit tersebut dikembangkan oleh Lyzenga (1978, 1981, 1985), Paredes dan Spero (1983) dan Spitzer dan Dirks (1987). Van Hengel dan Spitzer (1991) (V-S 1991) memperkenalkan sebuah algoritma untuk menghasilkan informasi batimetri menggunakan data citra Landsat TM dengan menggunakan matriks tranformasi rotasi. Metode V-S (1991) telah digunakan untuk menghasilkan informasi batimetri di Pulau Pari Kepulauan Seribu DKI Jakarta dengan menggunakan data citra Landsat 7 ETM+ kombinasi band 1, band 2 dan band 3 (Wahyuningrum dkk., 2008).

Akurasi informasi yang dideteksi oleh sensor dari satelit sangat dipengaruhi oleh kondisi perairannya, oleh karena itu untuk mendapatkan hasil informasi batimetri yang terbaik dibutuhkan kejernihan air pada wilayah perairan tersebut. Perairan teluk Lampung memiliki kondisi perairan yang jernih. Oleh karena itu, penelitian ini memilih perairan teluk Lampung, sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat mendukung pengembangan pengelolaan terutama dalam hal informasi batimetri dari pulau tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model informasi kedalaman laut di perairan teluk dangkal menggunakan pendekatan algoritma dari persamaan fungsi indeks kedalaman relatif, menggunakan 3 kanal daerah visible yaitu kanal biru, hijau dan merah yang memiliki respon spektral yang terbaik untuk objek perairan dangkal. Data satelit yang digunakan adalah data satelit Landsat-8, dimana nilai reflektansi ketiga kanal band tersebut sudah terkoreksi atmosfer.

## 2. METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Landsat-8 Path/Row: 123/064 dengan waktu rekaman tanggal 04-06-2015 mencakup didalamnya perairan Teluk Lampung, Pulau Sumatera, Indonesia. Data Landsat 8 tersebut telah terkoreksi radiometrik dan geometrik, dimana nilai reflektansi ketiga band yang sudah terkoreksi atmosfer. Data set citra Landsat-8 yang digunakan adalah kanal 2, 3, dan 4 dengan resolusi spasial 30 meter lihat **Tabel 1** Wilayah penelitian dilakukan di pesisir perairan Teluk Lampung, Pulau Sumatera, Indonesia (**Gambar 1**). Objek penelitian diambil di 68 titik dan daerah pengambilan sampel berada di wilayah yang ditentukan pada **Tabel 2**.

**Tabel 1.** Saluran Spektral yang Digunakan dalam Sistem Data Landsat 8 dan Karakteristiknya

Kanal	Band	Resolusi	Panjang Gelombang
1	Coastal	30 meter	0.433-0.453 ( $\mu\text{m}$ )
2	Blue	30 meter	0.450-0.515 ( $\mu\text{m}$ )
3	Green	30 meter	0.525-0.600 ( $\mu\text{m}$ )
4	Red	30 meter	0.630-0.680 ( $\mu\text{m}$ )
5	Near-IR	30 meter	0.845-0.885 ( $\mu\text{m}$ )

Sumber: NASA, 2010. *Landsat Data Continuity Mission Brochure*. [http:// www Landsat.gsfc. nasa.gov](http://www Landsat.gsfc.nasa.gov)  
[November 2013]

### 2.1 Konversi Digital Number ke Reflektan dengan sudut Matahari

Data citra satelit yang belum diolah biasanya mengandung *noise* yang ditimbulkan oleh sistem. Salah satu noise dapat ditimbulkan karena perbedaan posisi matahari pada saat data diakusisi. Untuk menghilangkan *noise* tersebut dapat digunakan koreksi radiometrik *Top of Atmosfer* (ToA). Koreksi ToA merupakan perbaikan akibat distorsi radiometrik yang disebabkan oleh posisi matahari. Koreksi ToA dilakukan dengan

cara mengubah nilai *digital number* (DN) ke nilai reflektansi. Berdasarkan (USGS, 2014), persamaan konversi untuk koreksi TOA reflektansi yaitu:

$$\rho\lambda' = (MpQcal + Ap) \dots\dots\dots (1)$$

Proses konversi DN ke reflektan dibutuhkan sangat sebagai nilai inputan pada rumusan algoritma indeks vegetasi. Sehingga untuk melakukan proses ini digunakan perhitungan yang melibatkan metadata citra dengan sudut matahari (*sun elevation*). Adapun rumus konversi DN ke reflektan adalah sebagai berikut :

$$\rho\lambda' = (MpQcal + Ap).Cos\Theta \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- $\rho\lambda'$  = Nilai reflektan
- $Mp$  = Faktor *multiplicative rescaling* setiap band dari metadata (*Reflectance\_Mult\_Band\_x* {(0.00002)}, dimana x adalah nomer band)
- $Ap$  = Faktor *additive rescaling* setiap band dari metadata (*Reflectance\_Add\_Band\_x* {(-01)}, dimana x adalah nomer band)
- $Qcal$  = Nilai *Digital Number* band
- $Cos\Theta$  =  $\cos(90^0 - \Theta SE)$
- $\Theta SE$  = *sun elevation*

**2.2 Fusi multispektral, Penajaman dan Pemfilteran**

Pengolahan nilai reflektan untuk setiap data set meliputi seleksi *fusi multispektral*, penajaman, dan pemfilteran. Penentuan citra subset (*cropping*) dilakukan untuk mengakomodasikan ukuran citra dari obyek penelitian. Citra dicropping sesuai dengan ukuran lokasi penelitian. Gabungan (*composite*) kanal dilakukan untuk mendapatkan ketajaman obyek dan menghasilkan warna komposit yang optimum. Fusi multispektral digunakan untuk memperoleh informasi citra yang optimal. Proses fusi multispektral diawali dengan memilih 3 (tiga) kanal band yang digunakan untuk membuat citra warna gabungan dengan memasukkan setiap kanal band ke dalam filter merah, hijau, dan biru (RGB) sehingga diperoleh citra semu FCC (*False Color Composite*) RGB 564. Pemfilteran adalah proses modifikasi nilai piksel berupa pengurangan atau penambahan nilai spektral. Proses tersebut menghasilkan citra yang lebih tajam sehingga dengan sangat mudah dapat mengenal obyek badan air laut.

**2.3 Indeks Kedalaman**

Untuk menentukan ekstraksi kedalaman pada kolom air menggunakan pengembangan algoritma yang telah dipopulerkan oleh (Lyzenga, 1981). Algoritma ini menghasilkan nilai indeks kedalaman relatif yang didefinisikan oleh Van Hengel dan Spitzer, (1991) yang diturunkan pada persamaan (3). Pada penelitian kanal yang digunakan adalah tiga band yaitu band 2 (biru), band 3 (hijau) dan band 4 (merah) yaitu band yang memiliki respon spektral yang terbaik untuk objek perairan yang masing-masing memiliki resolusi spasial 30 meter. Kanal band 2 dan band 3 digunakan karena mampu menembus kedalaman air hingga kedalaman tertentu sedangkan kanal band 4 dan 5 mampu membedakan objek darat dan air.

$$Y1 = (\cos(r)\times\sin(s)\times X1) + (\sin(r)\times\cos(s)\times X2) + (\sin(s)\times X3) \dots\dots\dots (3)$$

$$r = \arctan ( Ur + \sqrt{Ur^2 + 1} ) \dots\dots\dots (4)$$

$$s = \arctan ( Us + \sqrt{Us^2 + 1} ) \dots\dots\dots (5)$$

$$Ur = \frac{Var x2 + Var x1}{2 Cov x1x2} \dots\dots\dots (6)$$

$$Us = \frac{Var x3 + Var x1}{2 Cov x1x3} \dots\dots\dots (7)$$

dimana:

- Y1 : Kedalaman air relatif (indeks kedalaman)
- X1 : Reflektansi spektral band (i=1, 2, 3, 4)
- r dan s : Parameter rotasi

Var  $X_i, X_j$  : Nilai Kovariansi dari spektral band  $i$  dan band  $j$   
 Cov  $X_i, X_j$  : Nilai Kovariansi dari spektral band  $i$  dan band  $j$

Proses selanjutnya adalah untuk menentukan nilai kedalaman *absolut* dari data citra satelit. Nilai nilai kedalaman absolut diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi yang dibentuk dari nilai-nilai kedalaman relatif citra dengan data kedalaman di lapangan. Kedalaman *absolut* yang dihasilkan memiliki nilai satuan meter.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

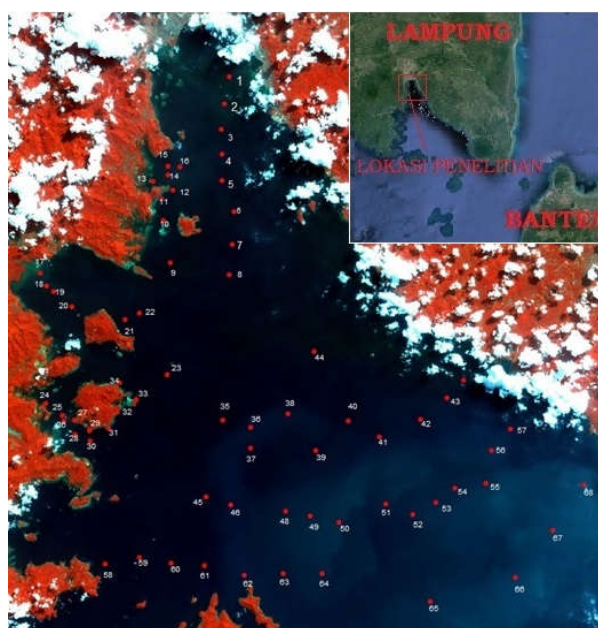
Peta sebaran kedalaman dibuat dengan citra warna komposit RGB yaitu dibuat citra gabungan RGB 532 ditunjukkan pada **Gambar 3**. Perairan pesisir laut tersebut menunjukkan rona warna biru tua hingga warna biru muda, sedangkan tutupan lahan daratan disekitarnya didominasi tutupan bervegetasi antara lain hutan dan tanaman campuran dan permukiman ditunjukkan dengan rona warna merah. Survei dilakukan sebanyak 68 titik pengamatan dan hasil pengukuran ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Pengolahan dimulai dengan menentukan nilai dari arah rotasi  $r$  dan  $s$  menggunakan persamaan (1) dan (2). Setelah mendapatkan nilai-nilai  $r$  dan  $s$  selanjutnya menentukan nilai indeks kedalaman (kedalaman air relatif) menggunakan persamaan (3). Nilai parameter arah rotasi  $r$  dan  $s$  yang di hasilkan dari citra Landsat 8 tanggal 4 Juni 2015 adalah berturut-turut  $r = 69,55222^\circ$  dan  $s = 76,06684^\circ$ . Setelah mendapatkan nilai-nilai parameter rotasi  $r$  dan  $s$  selanjutnya nilai  $r$  dan  $s$  dimasukan ke persamaan (3). Kemudian untuk membuat batas antara darat dan air dibuat formula *if  $i < 0.07$  then (persamaan 3) else null*, dimana  $i$  adalah kanal 5 yang dapat membedakan antara air dan darat. Sehingga algoritma untuk menentukan indeks kedalaman relatif dari citra Landsat-8 menjadi persamaan (8):

$$\text{if } i_4 \leq 0.07 \text{ then } (((\cos(69.55222) * \sin(76.06684) * i_1 + (\sin(69.55222) * \cos(76.06684) * i_2) + (\sin(76.06684) * i_3) * 1000) - 101.45) * -1 \text{ else null} \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

- $i_1$  = kanal band 2
- $i_2$  = kanal band 3
- $i_3$  = kanal band 4
- $i_4$  = kanal band 5 merupakan batas air dan darat

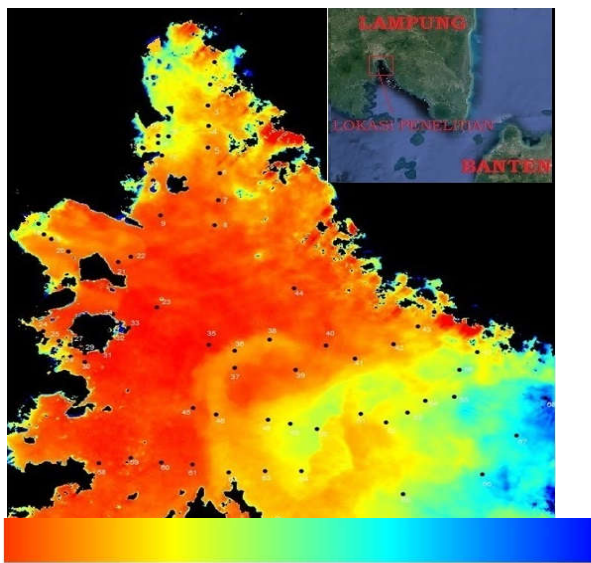


**Gambar 1.** Hasil Survei di Teluk Lampung dan Lokasi Sebanyak 68 Titik Pengamatan, Citra Landsat-8 adalah Komposit RGB 532 Rekaman Tanggal 4 Juni 2015.

Sumber: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=zlg4Dd06ujX> (offset) dan Pusdata Deputi Penginderaan Jauh LAPAN (Citra Landsat-8)

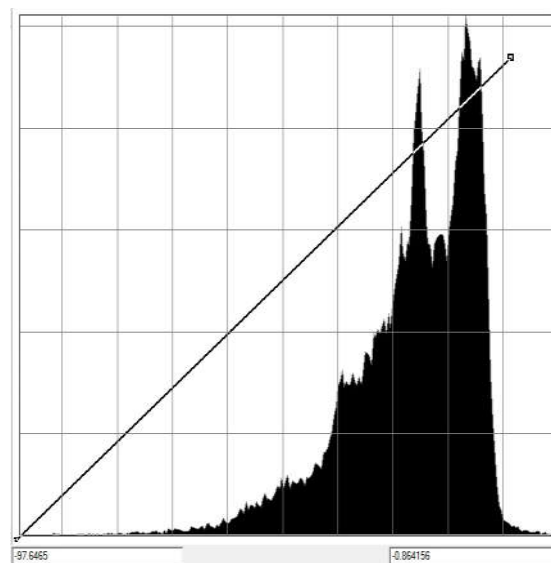
Dengan memasukan kanal 2 (0.450-0.515  $\mu\text{m}$ , kanal\_3 (0.525 – 0.600  $\mu\text{m}$ ), kanal\_4 (0.630-0.680  $\mu\text{m}$ ) dan sebagai pembatas antara air dengan darat kanal\_5 (0.845-0.885  $\mu\text{m}$ ) terhadap persamaan (8) diperoleh peta citra indek kedalaman relatif. Kemudian dengan mensimulasikan terhadap data dilapangan diperoleh nilai indeks kedalaman setara dengan satuan meter. Peta citra hasil penerapan algoritma tersebut memperlihatkan penampakan obyek yang bervariasi. Penampakan indeks kedalaman ditampilkan dengan warna rona merah hingga merah muda hingga sampai warna kuning ditunjukkan pada **Gambar 2**. Nilai angka dalam indeks kedalaman dari algoritma tersebut dapat ditampilkan lebih jelas didalam bentuk histogramnya ditunjukkan pada **Gambar 3**. Dari bentuk histogram dapat dilihat besaran indeks kedalaman yaitu berkisar antara paling rendah -0,8641 meter dan tinggi berkisar -97,6465 meter.

Pengecekan data spektral untuk sampel kedalaman relatif dengan citra Landsat 8 menggunakan citra rekaman tanggal 04 Juni 2015. Ini beda selang waktu satu hari dengan waktu akuisisi citra satelit Landsat 8 tanggal 05 Juni 2015. Pengukuran langsung kedalaman dilaut dilakukan langsung dengan menggunakan alat tambang plastik, hasil pengukuran pada wilayah masing-masing (*seatruth*) ditunjukkan dan disimpan dalam **Tabel 2**. Lokasi pengamatan pada koordinat xy mulai dari lokasi nomor 1 sampai dengan lokasi nomor 68 titik pengamatan dapat diinterpretasikan model kedalam relatifnya, baik dari hasil interpretasi citra Landsat 8 maupun hasil pengukuran langsung dilapangan (*seatruth*) ditunjukkan pada **Tabel 2**.



Rendah Tinggi

**Gambar 2.** Peta Indeks Kedalaman Hasil Survei dan Hasil Perhitungan Indeks Kedalaman Relatif dengan 68 Titik Pengamatan



**Gambar 3.** Model Histogram Indeks Kedalaman Relative yang Diperoleh dari Data Landsat-8

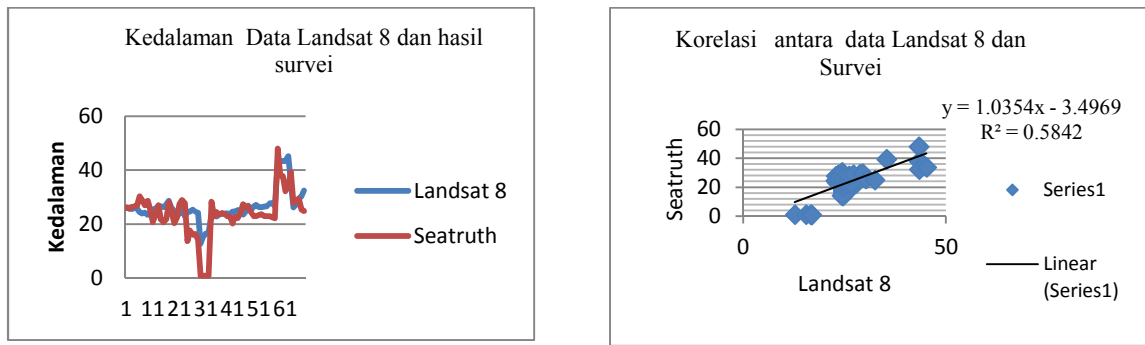
Besaran nilai indeks kedalaman relatif pada lokasi titik pengamatan antara data Landsat-8 dibandingkan dengan data *seatruth* memberikan pola indeks yang berfluktuasi. Bila data Landsat-8 disimulasikan terhadap data *seatruth* menunjukkan nilai besaran dari indeks kedalaman relatif hampir mendekati dengan polanya sama. Data titik pengamatan *seatruth* antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya bervariasi. *Range* besaran titik pengamatan dari seluruh hasil *seatruth* mempunyai nilai indeks kedalamannya tidak jauh berbeda dari hasil olahan dengan data citra Landsat 8. Walaupun data sebagian titik tidak seluruhnya sama namun fluktuasi dari seluruh kedalaman mendekati sama. Kalau kita petakan perbandingan kedalaman antara data Landsat 8 dengan data *seatruth* dapat dijelaskan pada **Gambar 4**. Pada **Gambar 4** Garis warna merah menunjukkan pengamatan dengan data *seatruth* dan garis warna biru menunjukkan pengamatan dengan data Landsat 8. Pada peta tersebut baik melalui *seatruth* ataupun Landsat 8 rata-rata kedalaman yang dijumpai berkisar antara 20 m hingga 30 m dan yang paling dangkal dijumpai berkisar antara 0.8 m (*seatruth*) hingga 10 m (Landsat 8). Sedangkan yang lebih dalam dijumpai berkisar kurang lebih 30 m hingga 50 m.

Nilai indeks kedalaman data Landsat 8 bila dikorelasikan dengan data *seatruth* dapat dibuat suatu persamaan regresi. Pada pengamatan data Landsat 8 dan pengamatan hasil *seatruth* yaitu dari semua titik-titik pengamatan data Landsat 8 yang diletakan pada sumbu x (*horizontal*) dan pengukuran *seatruth* yang diletakan pada pada sumbu y (*vertical*) hasilnya dapat ditarik suatu garis lurus yang mana disebut persamaan regresi gambarnya ditunjukkan pada Gambar 4.b. Dari analisis data Landsat-8 dan hubungan dengan data *seatruth* diperoleh suatu persamaan garis lurus  $Y = 1,0092X - 2,5207$  dan koefisien

determinasi  $R^2 = 0,6732$ . Hasil dari ekstraksi kedalaman absolut dari citra Landsat 8 tersebut masih menghasilkan nilai yang kedalamannya rata-rata kurang lebih dari 28,1833 m dan hasil dari *seatruth* kedalamannya rata-rata 30,8982. Hal tersebut terjadi kemungkinan berkaitan dengan kualitas data citra yang digunakan masih terdapat awan tipis.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengukuran Kedalaman di Lapangan (*seatruth*) dan Kedalaman Relatif dengan Citra Landsat-8 Sebanyak 68 Titik

No.	Koordinat		<i>Seatruth</i> (m)	Landsat 8 (m)	No.	Koordinat		<i>Seatruth</i> (m)	Landsat 8 (m)
	x	y				x	y		
1	105,2998	5,477833	25,901	26,3	35	105,2962	5,684456	22,806	24,5
2	105,2968	5,493861	26,108	25,7	36	105,3128	5,688914	23,687	23,6
3	105,2952	5,509611	25,541	26,4	37	105,3129	5,701444	23,813	24,1
4	105,2957	5,524444	26,133	26,5	38	105,3353	5,68075	23,927	23,7
5	105,2956	5,540194	25,817	27	39	105,3521	5,702722	23,962	23
6	105,303	5,558944	24,367	30,3	40	105,3718	5,68485	23,688	22,8
7	105,302	5,57875	23,853	28,9	41	105,3907	5,694614	24,6	20,2
8	105,2998	5,596944	24,204	27	42	105,4156	5,683972	24,695	22,7
9	105,2645	5,589944	23,454	28,6	43	105,4314	5,67075	25,188	22,2
10	105,2601	5,564361	24,446	25,2	44	105,3511	5,643139	24,796	24,2
11	105,259	5,551528	25,367	20,7	45	105,2859	5,730389	23,599	27,4
12	105,2658	5,546	25,9	23,5	46	105,3009	5,735389	24,705	26,3
13	105,2537	5,540806	26,393	27	47	105,2	5,684856	26,876	26,5
14	105,263	5,536833	26,599	21,6	48	105,3343	5,739167	25,485	24,2
15	105,2631	5,531639	26,285	20,7	49	105,3489	5,742056	26,453	23
16	105,27	5,531861	27,277	21,9	50	105,3662	5,74575	27,054	22,9
17	105,1859	5,595861	28,594	28	51	105,3945	5,734778	26,228	23,4
18	105,1896	5,603556	25,98	25,1	52	105,4107	5,74125	26,282	23,7
19	105,1941	5,607247	24,746	20,3	53	105,4246	5,733806	26,57	23
20	105,2052	5,616	24,268	22,4	54	105,4361	5,724944	26,646	23
21	105,2374	5,623694	23,73	27,4	55	105,4549	5,72225	27,657	23
22	105,2457	5,619889	28,781	28,9	56	105,4582	5,702722	27,774	22,5
23	105,2624	5,657056	22,838	27,7	57	105,4697	5,689528	26,584	22,1
24	105,189	5,674472	24,564	13,7	58	105,225	5,770861	43,322	48
25	105,1991	5,6815	24,57	17,6	59	105,2458	5,767056	43,477	38
26	105,2062	5,684361	25,317	16	60	105,2651	5,770667	43,384	37,8
27	105,2068	5,693222	24,624	16,3	61	105,2854	5,772056	43,412	32,2
28	105,2159	5,697111	24,307	14,2	62	105,309	5,777444	45,212	33,7
29	105,2158	5,690639	12,726	0,9	63	105,3325	5,776583	35,35	39,3
30	105,2158	5,690639	15,5	0,9	64	105,3561	5,776778	26,123	27,8
31	105,227	5,689306	16,592	0,9	65	105,4217	5,793389	27,189	28,8
32	105,2325	5,6795	16,894	0,8	66	105,4731	5,778861	29,443	29,4
33	105,244	5,671833	23,306	28,3	67	105,4951	5,750667	30,279	25,5
34	105,2339	5,661806	23,212	22,8	68	105,514	5,723333	32,453	24,9
Rata-rata								30,8982	28,1833



a. Perbandingan kedalaman antara data Landsat-8 dan *Seatruth* dengan 68 lokasi pengamatan

b. Persamaan regresi dengan 68 titik pengamatan

**Gambar 4.** Indeks Kedalaman Relatif pada Setiap Lokasi Pengamatan dan Hubungan Hasil Indeks Relatif Kedalaman Hasil *Seatruth* dengan Hasil dari Citra Landsat 8

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis dari persamaan  $\text{if } i_4 \leq 0.07 \text{ then } (((\cos(69.55222) * \sin(76.06684) * i_1 + (\sin(69.55222) * \cos(76.06684) * i_2) + (\sin(76.0668) * i_3)) * 1000) - 101.45) * -1 \text{ else null}$  untuk data data Landsat 8 dan korelasi dengan survei lapangan memberikan informasi kedalaman perairan di teluk Lampung dan pola berfluktuasi dari keduanya hampir mendekati sama. Hubungan antara data survei lapangan (*seatruth*) dan citra Landsat 8 diperoleh persamaan garis lurus  $Y = 1,0354x - 3,4969$  dan koefisien determinasi  $R^2 = 0,5842$ . Hasil ekstraksi kedalaman absolut citra Landsat-8 menghasilkan nilai rata-rata yang kedalamannya antara 28,1833 m hingga 30,8982 m. Hal tersebut terjadi berkaitan dengan kualitas data citra yang digunakan masih terdapat awan tipis.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kepada Bapak Syarif Budhiman atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### 6. DAFTAR RUJUKAN

- Benny, A. H., dan Dawson, G. J. (1983). Satellite imagery as an aid to bathymetric charting in the Red Sea. *Cathographic Journal*, 20: 5-16.
- Butler, M.J.A., Mouchot C., Barote V., dan Blanc LC. (1988). *the Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries*. An Introductory Manual. FAO Fisheries Technical Paper No.295. Rome: FAO.129 p.
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada. 254 hlm.
- Delescluse. (2012). From the World Web Wide: [http://www.bbc.co.uk/indonesia/majalah/2012/09/120927\\_sumatra\\_quake](http://www.bbc.co.uk/indonesia/majalah/2012/09/120927_sumatra_quake). Shtml.
- Jensen, J.R. (1986). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. New Jersey: Prentice Hall. 276 p.
- Jerlov NG, Nielsen ES. 1974. *Optical Aspect of Oceanography*. London and New York: Academic Press. 494p.
- Jupp, D.L.B. (1988). *Background and Extensions to Depth of Penetration (DOP) Mapping in Shallow Coastal Waters*. Proceedings of the Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone. Gold Coast. Queensland. IV.2.1 – IV.2.19.
- Lillesand, T.M., dan Kiefer RW. (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*.
- Lyzenga, D.R. (1978). *Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water depth and Bottom Features*. Applied Optics 17:379-383.
- Lyzenga, D.R. (1981). Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameter in shallow water using aircraft and Landsat data. *International Journal of Remote Sensing*, 2:71-82.
- Lyzenga, D.R. (1985). Shallow-water Bathymetry Using Combined Lidar and Passive Multispectral Scanner Data. *International Journal of Remote Sensing*. 6: 115–125.
- NASA. (2010). *Landsat Data Continuity Mission Brochure*. [http:// www Landsat.gsfc.nasa.gov](http://www Landsat.gsfc.nasa.gov) (November 2013).

- Paredes, J.M., dan Spero RE. (1983). *Water Depth Mapping from Passive Remote Sensing Data Under a Generalized Ratio Assumption*. *Applied Optics* 22:1134-1378.
- Sager, W. (1998). Measuring the Depth. *Quarterdeck Online Winter 1998/Spring 1999*; Vol. 6, No. 3. [Http://oceanography.tamu.edu/Quarterdeck/1998/3/sager-2.html](http://oceanography.tamu.edu/Quarterdeck/1998/3/sager-2.html).
- Sidabutar, H.M. (2000). *Pemetaan Terumbu Karang Menggunakan Citra Satelit LANDSAT TM Di Pulau Menjangan, Bali Barat*. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Spitzer, D., dan Dirks RW. (1987). Bottom Influence on the Reflection of the Sea. *International Journal of Remote Sensing*, 8:279-290.
- Trisakti, B., dan Nugroho, G. b. (2011). *Standarisasi Koreksi Data Satelit Multi Temporal dan Multi Sensor (LANDSAT TM/ETM + AND SPOT-4)*. Bidang Sumber Daya Wilayah Darat, Pusfatja. LAPAN. 2011.
- USGS. (2014). *Science for changing word, Landsat Missions*. Using the USGS Landsat 8 Product. <file:///C:/download/Using%20the%20USGS%20Landsat%208%20Product.pdf>.[http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php)
- Van Hengel. W., dan Spitzer. D. (1991). Multi-temporal Water Depth Mapping by Means of Landsat TM. *International Journal of Remote Sensing*, 12:703-712.
- Wahyuningrum, I.P., Jaya I., dan Simbolon D. (2008). *Algoritma untuk Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Landsat-7 ETM+ (Studi Kasus: Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu Jakarta)*. Buletin PSP. Volume XVII. No. 3.