

**KAJIAN AKURASI PENENTUAN GARIS PANTAI MENGGUNAKAN
CITRA LANDSAT 8**

(Studi Kasus Kabupaten Lampung Timur)

Victor Andreas Tarigan*), Bandi Sasmito, Hani'ah

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : victortarigan55@gmail.com

ABSTRAK

Garis pantai adalah garis imajiner yang menunjukkan pertemuan pantai (daratan) dan air (lautan). Walaupun secara periodik permukaan air laut selalu berubah suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai. Seiring berkembangnya teknologi, penginderaan jauh dapat digunakan untuk penentuan garis pantai. Metode penginderaan jauh dapat dilakukan dengan cepat dan menjangkau daerah yang luas. Penentuan garis pantai menggunakan citra Landsat dilakukan dengan mengaplikasikan rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* untuk membedakan daratan dan lautan. Penentuan garis pantai menggunakan citra Landsat ini dilakukan dengan mendigitasi batas antara air dan daratan. Penentuan garis pantai menggunakan data pengukuran metode terestris dilakukan dengan menginterpolasi titik-titik data kedalaman, sehingga terbentuk DEM, dari DEM tersebut akan dibentuk kontur sesuai jam perekaman citra yakni + 0,688 untuk 27 Agustus 2017 dan + 0,611 untuk 12 September 2017. Hasil akhir penelitian ini menunjukkan langkah-langkah penentuan garis pantai menggunakan citra Landsat dan langkah-langkah penentuan garis pantai menggunakan data pengukuran dengan metode terestris. Akurasi garis pantai dari data citra Landsat terhadap garis pantai dari data pengukuran metode terestris dihitung berdasarkan PERKA BIG No 15 Tahun 2014. Metode pengapilkasian rumus BILKO memiliki ketelitian horizontal sebesar 27,712 untuk 27 Agustus 2017 dan 28,209 untuk 12 September 2017. Metode pengapilkasian rumus AGSO memiliki ketelitian horizontal sebesar 28,407 untuk 27 Agustus 2017 dan 29,555 untuk 12 September 2017. Metode *Thresholding* memiliki ketelitian horizontal sebesar 22,481 untuk 27 Agustus 2017 dan 23,799 untuk 12 September 2017. Berdasarkan nilai ketelitian horizontal, ketiga metode tersebut masuk kedalam kelas 2 pada skala 1 : 100.000.

Kata Kunci : AGSO, BILKO, Garis Pantai dan *Thresholding*

ABSTRACT

Coastline is an imaginary line that shows the meeting of the coast (land) and water (ocean). Even though periodically, sea levels always change to a certain water level that must be determined to define the position of the coastline. As the development of remote sensing technology can be used to define the coastlines. Remote sensing methods can be carried out quickly and reach large areas. Determination of coastline using Landsat imagery is done by applying the BILKO, AGSO and Thresholding formulas to distinguish land and sea. Determining the coastline using Landsat imagery is done by digitizing the boundary between water and land. Determination of coastline using terrestrial method measurement data is carried out by interpolating depth data points, so that DEM is formed, from the DEM, contours will be formed according to the image recording hour which is + 0.688 on August 27 2017 and + 0.611 on September 12, 2017. The final results of this study indicate the steps of determining shoreline using Landsat imagery and steps to determine coastline using measurement data using terrestrial method. The coastline accuracy of Landsat image data on the coastline from the terrestrial method measurement data is calculated based on PERKA BIG No. 15 of 2014. The applicaton of BILKO formula has a horizontal accuracy of 27,712 on August 27 2017 and 28,209 on September 12, 2017. Accuracy of the AGSO formula horizontally at 28.407 on August 27, 2017 and 29.555 on September 12, 2017. The threshold method has horizontal accuracy of 22.481 on August 27, 2017 and 23.799 on September 12, 2017. Based on the value of horizontal accuracy, the three methods include in class 2 on a scale of 1: 100,000.

Keyword : AGSO, BILKO, Coastline and *Thresholding*

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Garis pantai adalah garis imajiner yang menunjukkan pertemuan pantai (daratan) dan air (lautan). Walaupun secara periodik permukaan air laut selalu berubah suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai (Poerbandono dan Djunasjah, E., 2005). Garis pantai juga merupakan salah satu unsur untuk pembuatan Peta Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Lingkungan Laut Indonesia.

Mengacu pada UU No.4 Tahun 2011 pasal 13 ayat 2 dan 3 garis pantai terbagi menjadi tiga yakni garis pantai surut terendah, garis pantai pasang tertinggi dan garis pantai tinggi muka air laut rata-rata. Pada Peta Rupabumi Indonesia, garis pantai ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut rata-rata. Sedangkan Peta Lingkungan Pantai Indonesia dan Peta Lingkungan Laut Indonesia ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut terendah.

Seiring berkembangnya teknologi penentuan garis pantai dapat menggunakan metode penginderaan jauh. Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi suatu objek di permukaan bumi dengan menggunakan alat alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesand dan Kiefer, 1979 dalam Sugandi, D., 2012). Keunggulan dari metode penginderaan jauh dibandingkan dengan metode terestris adalah penentuan garis pantai akan lebih cepat dilakukan, dapat menjangkau daerah yang luas, menggunakan tenaga kerja dan biaya yang lebih sedikit, namun ketelitian dari metode terestris akan lebih tinggi daripada metode penginderaan jauh.

Lokasi dari penelitian ini adalah Kabupaten Lampung Timur. Saya memilih lokasi penelitian ini karena Kabupaten Lampung Timur berbatasan langsung dengan laut dan ketersediaan data yang saya miliki adalah data pengukuran terestris garis pantai pada daerah Kabupaten Lampung Timur. Pada penelitian ini akan diuji akurasi penentuan garis pantai dengan metode penginderaan jauh terhadap penentuan garis menggunakan data terestris. Penentuan garis pantai dengan metode penginderaan jauh menggunakan citra landsat 8. Metode pengolahan yang digunakan untuk metode penginderaan jauh adalah pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding*.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana membentuk garis pantai menggunakan citra Landsat dengan metode pengolahan pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* dan garis pantai menggunakan data pengukuran dengan metode terestris?
2. Bagaimana akurasi dari penentuan garis pantai menggunakan citra Landsat terhadap penentuan garis pantai menggunakan data pengukuran dengan metode terestris?

I.3 Maksud dan Tujuan

I.3.1 Maksud

Untuk melakukan serangkaian kegiatan dalam pembentukan garis pantai dengan metode pengolahan pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding*.

I.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui proses pembentukan garis pantai yang dihasilkan dari data citra Landsat dengan metode pengolahan pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* dan data pengukuran metode terestris.
2. Untuk mengetahui akurasi garis pantai dari data citra Landsat dengan metode pengolahan pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* terhadap garis pantai dari data pengukuran metode terestris.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah sepanjang garis pantai Kabupaten Lampung Timur.
2. Data pasang surut yang digunakan pada bulan April.
3. Data pengukuran terestris garis pantai Kabupaten Lampung Timur Bulan Maret, April dan Mei.
4. Citra yang digunakan adalah citra Landsat 8 tahun 2017 bulan Agustus dan September.
5. Pengolahan pada penelitian ini menggunakan *software* ENVI 5.1, Arcmap 10.3 dan ER Mapper 7.1.
6. Metode pengolahan data citra Landsat 8 adalah pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding*.
7. Akurasi dilihat dari ketelitian horizontal dan skala peta yang disajikan sesuai dengan Ketelitian Geometri Peta RBI Perka BIG No.15 Tahun 2014.
8. Pada penelitian ini tidak dilakukan validasi lapangan dikarenakan jarak yang jauh, waktu yang tidak memungkinkan dan keterbatasan biaya.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Pantai

Pantai adalah sebuah bentuk geografis yang terdiri dari pasir, dan terdapat di daerah pesisir. Daerah pantai menjadi batas antara daratan dan perairan laut.

II.2 Garis Pantai

Garis pantai adalah garis imajiner yang menunjukkan pertemuan pantai (daratan) dan air (lautan). Walaupun secara periodik permukaan air laut selalu berubah suatu tinggi muka air tertentu yang tetap harus dipilih untuk menjelaskan posisi garis pantai (Poerbandono dan Djunasjah, E., 2005). Mengacu pada UU No.4 Tahun 2011 pasal 13 ayat 2 dan 3 garis pantai terbagi menjadi tiga yakni garis pantai surut terendah, garis pantai pasang tertinggi dan garis pantai tinggi muka air laut rata-rata.

II.3 Penginderaan jauh

Penginderaan Jauh adalah suatu ilmu dan seni untuk memperoleh data dan informasi suatu objek di permukaan bumi dengan menggunakan alat alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya (Lillesand dan Kiefer ,1979 dalam Sugandi, D., 2012). Penginderaan jauh dengan menggunakan tenaga matahari dinamakan penginderaan jauh sistem pasif. Penginderaan jauh sistem pasif menggunakan pancaran cahaya matahari, hanya dapat beroperasi pada siang hari saat cuaca cerah. Citra mudah pengenalannya pada saat perbedaan suhu antara tiap objek cukup besar. Kelemahan penginderaan jauh sistem ini adalah resolusi spasialnya semakin kasar karena panjang gelombangnya semakin besar.

Penginderaan jauh dengan menggunakan sumber tenaga buatan disebut penginderaan jauh sistem aktif. Penginderaan sistem aktif sengaja dibuat dan dipancarkan dari sensor yang kemudian dipantulkan kembali ke sensor tersebut untuk direkam. Pada umumnya sistem ini menggunakan gelombang mikro, tapi dapat juga menggunakan spektrum tampak, dengan sumber tenaga buatan berupa laser.

II.4 Landsat 8

Landsat-8 adalah satelit Landsat seri terbaru yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013. Satelit ini merupakan satelit kedelapan dalam program Landsat (ketujuh untuk berhasil mencapai orbit). Pada awalnya disebut *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM), adalah sebuah kolaborasi antara NASA dan *Geological Survey Amerika Serikat* (USGS). Landsat-8 direncanakan mempunyai durasi misi selama 5-10 tahun, dilengkapi dua sensor yang merupakan hasil pengembangan dari sensor yang terdapat pada satelit-satelit pada program Landsat sebelumnya. Kedua sensor tersebut yaitu *Sensor Operational Land Manager* (OLI) yang terdiri dari 9 *Band* serta *Sensor InfraRed Sensor* (TIRS) yang terdiri dari 2 *band*.

II.5 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan koreksi yang dilakukan karena adanya efek atmosferik yang mengakibatkan kenampakan bumi tidak selalu tajam (Supriatna dan Sukartono, 2002 dalam Aprilianto, D. Dkk, 2014).

Rumus koreksi radiometrik pada citra Landsat 8 adalah sebagai berikut.

1. Konversi *DN* ke *TOA Radiance*

Data *OLI* dan *TIRS band* dapat dikonversi ke *TOA spectral radiance* menggunakan faktor *radiance rescaling* yang disediakan dalam *file* metadata. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (USGS, 2018):

$$L\lambda = ML.Qcal + AL..... (1)$$

Keterangan :

$L\lambda$ = *TOA spectral radiance*

ML = *Band-specific multiplicative rescaling factor* dari metadata (*RADIANCE_MULT_BAND_x*, dimana x adalah nomor *band*)

AL = *Band-specific additive rescaling factor* dari metadata (*RADIANCE_ADD_BAND_x*, dimana x adalah nomer *band*)

$Qcal$ = *Digital number*

2. Konversi *DN* ke *TOA Reflectance*

Data *band OLI* juga dapat dikonversi ke *TOA reflektansi planet* menggunakan koefisien reflektansi *rescaling* disediakan dalam *file* metadata produk (berkas *mtl*). Persamaan berikut ini digunakan untuk mengkonversi nilai *DN* ke *TOA reflektansi* untuk data *OLI* sebagai berikut (USGS, 2018):

$$\rho\lambda' = Mp.Qcal + Ap..... (2)$$

Keterangan :

$\rho\lambda'$ = reflektansi *TOA* planet, tanpa koreksi untuk sudut matahari

Mp = *Band-specific multiplicative rescaling factor* dari metadata (*REFLECTANCE_MULT_BAND_x*, dimana x adalah nomor *band*)

Ap = *Band-specific additive rescaling factor* dari metadata (*REFLECTANCE_ADD_BAND_x*, dimana x adalah nomer *band*)

$Qcal$ = *Digital number*

Kemudian untuk mencari reflektansi *TOA* dengan koreksi untuk sudut

matahari digunakan rumus (USGS, 2018):

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})}..... (3)$$

Keterangan :

$\rho\lambda$ = reflektansi *TOA* planet

θ_{SE} = sudut lokal elevasi matahari. sudut elevasi matahari dari pusat *scene* dalam derajat disediakan dalam metadata (*SUN_ELEVATION*).

θ_{SZ} = sudut lokal *zenith* matahari, $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$

II.6 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik (Sukojo, B.M. dan Kustarto, H., 2002) adalah Proses mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh gerak sapuan penjelajah dan satelit, gerak perputaran dari bumi dan faktor kelengkungan bumi yang mengakibatkan pergeseran posisi terhadap sistem koordinat referensi.

II.7 Density Slicing

Density slicing (Kumar, D. N., 2015) adalah proses di mana nilai-nilai pixel diiris menjadi rentang yang berbeda dan untuk setiap rentang nilai ditetapkan dalam gambar output. Sehingga citra hasil ini akan tampak terbagi dalam bagian – bagian dan masing – masing bagian ditampilkan dengan warna tertentu.

II.7.1 BILKO

Metode BILKO (Hanifa N. R. Dkk, 2004) yaitu sebuah program khusus yang dikembangkan oleh UNESCO untuk menentukan batas darat-laut berdasarkan *band* inframerah. Metode pendekatan penajaman citra tersebut berguna dalam membuat batas yang jelas darat-laut sehingga memudahkan dalam digitasi. Penentuan batas antaa daratan dan lautan dilakukan dengan memanfaatkan nilai kecerahan (*BV/Brighness Value*) dari daratan dan lautan. Untuk itu diperlukan nilai *BV* daratan terendah dan nilai *BV*

tertinggi. *Band* yang digunakan dalam rumus ini adalah *band* inframerah yakni *band 5*, dikarenakan gelombang inframerah memiliki reflektansi yang rendah terhadap air dan reflektansi yang tinggi terhadap daratan. Reflektansi adalah kemampuan permukaan bumi dalam memantulkan sinyal elektromagnetik.

Rumus umum yang digunakan adalah (Hanifa N. R. Dkk, 2004) :

$$((INPUT1/((N*2)+1)*(-1))+1) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :
 N = nilai minimum BV daratan citra Landsat
 INPUT1 = *Band 5*

II.7.2 AGSO
 AGSO (*Australian Geological Surveys Organization*) telah mengembangkan metode pemetaan perairan dangkal berdasarkan citra. Formula yang melandasi merupakan rumusan matematis yang digunakan dalam menjelaskan hubungan antara sinyal gelombang elektromagnetik, medium propagasi, partikel dalam air, serta efek kedalaman suatu perairan.

Berdasarkan karakteristik spektralnya, obyek air memiliki persentase reflektansi yang tinggi pada *band* dengan interval panjang gelombang antara 0.3-0.7 μ m. *Band* dengan interval tersebut merupakan cahaya tampak (*band 1, 2, dan 3*). *Band-band* tersebut mampu melakukan penetrasi ke dasar perairan.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Hanifa N. R. Dkk, 2004):

If INPUT4<N and INPUT1>0 then (log (INPUT1-m1)/K1)+ (log(INPUT2-m2)/K2) + (log(INPUT3-m3)/K3) else null (5)

Keterangan :
 N = Nilai BV darat terendah untuk *band 6*
 INPUT4 = *Band 6* (Landsat 8)
 INPUT1 = *Band 2* (Landsat 8)
 INPUT2 = *Band 3* (Landsat 8)
 INPUT3 = *Band 4* (Landsat 8)
 m1 = Nilai BV darat terendah untuk *band 2*
 m2 = Nilai BV darat terendah untuk *band 3*
 m3 = Nilai BV darat terendah untuk *band 4*
 K1, K2, K3 = koefisien pengurangan cahaya pada *band 1,2,3*.

II.8 Thresholding

Thresholding digunakan untuk membagi gambar input ke dalam dua kelas: piksel yang memiliki nilai kurang dari *threshold* dan lebih dari *threshold*. Gambar dari hasil pengolahan ini digunakan untuk analisis yang lebih detail dari masing-masing kelas secara terpisah.

II.9 Pasang Surut

Pasang surut (pasut) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari (Poerbandono dan Djunarsjah, E., 2005). Tipe pasang surut dapat diketahui dengan cara mendapatkan bilangan/konstanta pasut (*Tidal Constant/ Form-zahl(F)*) yang dihitung dengan menggunakan metode Admiralti yang merupakan perbandingan jumlah amplitudo komponen diurnal terhadap amplitudo komponen semidiurnal,

yang dinyatakan dengan (Poerbandono dan Djunarsjah, E., 2005) :

$$F = \frac{K1+O1}{M2+S2} \dots\dots\dots (6)$$

Nilai K1, O1, M2 dan S2 merupakan nilai konstanta Harmonik. Setiap konstanta harmonik memiliki perioda dan fenomena yang berbeda-beda. Hasil dari perhitungan nilai Form-zahl akan menunjukkan tipe dari pasut berdasarkan tabel 1.

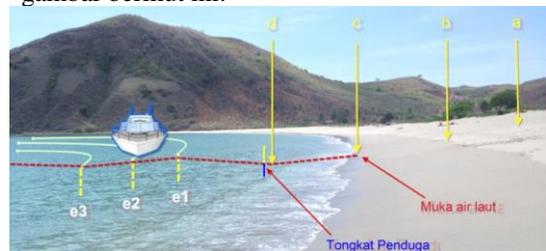
Tabel 1 Pengelompokan Tipe Pasang Surut (Poerbandono dan Djunarsjah, E., 2005)

NILAI BENTUK	JENIS PASUT	FENOMENA
$0 < F < 0.25$	Pasang surut harian ganda	2x pasang sehari dengan tinggi relatif sama
$0.25 < F < 1.5$	Pasang surut campuran condong ke harian ganda	2x pasang sehari dengan perbedaan tinggi dan interval diurnal terhadap yang berbeda
$1.5 < F < 3$	Pasang surut campuran condong ke harian tunggal	1 x atau 2 x pasang sehari dengan interval yang berbeda
$F > 3$	Pasang surut harian tunggal	1 x pasang sehari, saat spring bisa terjadi 2x pasang sehari

II.10 Pengukuran Garis Pantai

Pengukuran garis pantai dilakukan secara langsung dengan menyusuri garis pantai dengan metode terestris disesuaikan kondisi daerah survei dengan menggunakan GNSS (*tracking*) dan tongkat penduga. Setiap posisi harus terikat dan terkoreksi secara langsung (RTK/DGPS), dengan interval fix maksimal 50 m dan diperapat pada kondisi garis pantai berkelok. Persyaratan yang diberlakukan (BIG, 2017) adalah :

1. Base reference diikatkan dari BM Survei Utama.
2. Pengukuran garis pantai dilaksanakan pada saat surut *spring tide*.
3. Metode terestris ini dilakukan dengan dimulai di satu titik (disebut stasiun) tertentu di sepanjang garis pantai di area survei yang dapat dilalui surveyor. Di satu stasiun tertentu terdapat pengambilan data yang minimal terdiri dari titik pasang tertinggi rata-rata, titik pertemuan air laut dengan darat dan titik dengan kedalaman tertentu di tepi pantai. Klasifikasi titik–titik tersebut dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 1 Metode Pengukuran Garis Pantai Terestris (BIG, 2017)

Keterangan :
 a adalah titik di daratan yang tidak pernah tersentuh air laut. b adalah titik pasang tertinggi rata-rata, ditandai dengan jejak air, diukur menyusuri garis pantai. c adalah titik pertemuan muka air dan darat pada saat pengukuran. d adalah titik yang mempunyai kedalaman pada saat tertentu. e1,e2,e3..en adalah pemeruman sejajar garis pantai,

dengan interval dan banyaknya lajur disesuaikan dengan topografi pantai.

4. Jarak satu titik dengan titik berikutnya adalah sepanjang 125 meter. Penyusunan yang dilakukan antar stasiun harus disimpan sebagai jalur *tracking (line)* dalam GNSS, dimana jalur ini adalah antar titik b di tiap stasiun.
5. Di tiap stasiun dilakukan pengukuran posisi dan nilai ketinggian dengan GNSS dengan *marking* (untuk titik a, b, dan c), serta nilai kedalaman dengan tongkat penduga, dimana dilakukan sampai batas kedalaman yang tidak dapat dicapai oleh kapal survei kecil, untuk titik d.
6. Menggunakan kapal kecil yang dapat mendekati garis pantai di area survei (*shallow sounding*). Dalam hal ini dilakukan pemeruman sejajar garis pantai e1, e2, e3,..... dst dengan jarak maksimal 125 m dan disetujui Tim Supervisi.

II.11 Datum Vertikal

Datum vertikal (SNI, 2004) adalah bidang referensi untuk sistem tinggi. Melalui analisis harmonik terhadap data pengamatan pasut akan diperoleh amplitudo komponen-komponen pasut. Nilai-nilai komponen-komponen pasut tersebut akan digunakan untuk menghitung datum vertikal. Persamaan untuk tunggang pasut, yaitu (Surimiharja, 1997 dalam Malik, 2008) :

Jika Tipe pasang surut Semidiurnal/*Mixed Tide Prevailing Semidiurnal* :

$$HAT = LAT + 2(AK1+AO1+AS2+AM2) \dots\dots\dots(7)$$

$$MHHWS = LAT + 2(AS2+AM2)+AK1+AO1 \dots\dots\dots(8)$$

$$MHHWN = LAT + 2AM2 + AK1 + AO1 \dots\dots\dots(9)$$

$$MLLWN = LAT + 2AS2 + AK1 + AO1 \dots\dots\dots(10)$$

$$MLLWS = LAT + AK1 + AO1 \dots\dots\dots(11)$$

$$LAT = MSL - AK1 - AO1 - AS2 - AM2 \dots\dots\dots(12)$$

Jika Tipe pasang surut Diurnal/*Mixed Tide Prevailing Diurnal* :

$$HAT = LAT + 2(AK1+AO1+AS2+AM2) \dots\dots\dots(13)$$

$$MHHWS = LAT + 2(AK1+AO1)+ 2 \dots\dots\dots(14)$$

$$MHHWN = LAT + 2 AK1 + AS2+AM2 \dots\dots\dots(15)$$

$$MLLWN = LAT + 2AO1 + AS2+ AM2 \dots\dots\dots(16)$$

$$MLLWS = LAT + AS2 + AM2 \dots\dots\dots(17)$$

$$LAT = MSL - AK1 - AO1 - AS2 - AM2 \dots\dots\dots(18)$$

II.12 Uji Ketelitian Peta Dasar

Berdasarkan perka BIG No. 15 Tahun 2014 Ketelitian peta adalah nilai yang menggambarkan tingkat kesesuaian antara posisi dan atribut sebuah objek di peta dengan posisi dan atribut sebenarnya.

Tabel 2 Ketelitian Geometri Peta RBI (BIG, 2014)

No.	Skala	Interval kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1.	1:1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
2.	1:500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
3.	1:250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
4.	1:100.000	40	20	20	30	30,00	50	50,00
5.	1:50.000	20	10	10	15	15,00	25	25,00
6.	1:25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,50	12,50
7.	1:10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
8.	1:5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,50
9.	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10.	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

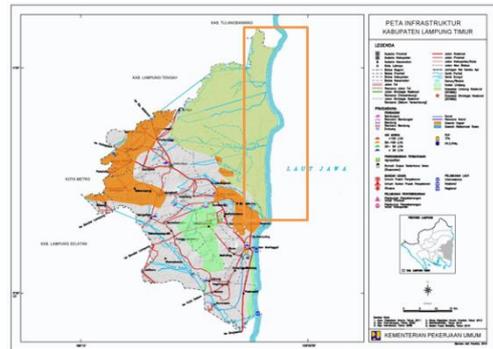
II.13 Natural neighbor

Algoritma yang digunakan pada interpolasi *Natural Neighbor* ini bekerja dengan mencari titik-titik yang berdekatan dengan titik sampel dan mengaplikasikan bobot (*weight*) pada titik-titik tersebut (Sibson, 1981 dalam Pasaribu J.M dan Haryani, N.S.). Metode ini dikenal juga sebagai interpolasi Sibson atau “*Area-Stealing*”. Sifat dasar metode interpolasi ini adalah lokal, dimana hanya menggunakan sampel yang berada disekitar titik yang ingin di interpolasi, dan hasil yang diperoleh akan mirip dengan ketinggian titik sampel yang digunakan sebagai nilai masukan proses interpolasi. Sehingga metode ini baik digunakan untuk penelitian ini.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan untuk mendapatkan garis pantai di perairan Kabupaten Lampung Timur. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 Kab. Lampung Timur (Peta kota, 2017)

III.2 Data Penelitian

1. Data Pengukuran Pasut
Data pengukuran pasut yang ada pada stasiun pasut Kambas yang berada di Kabupaten Lampung Timur. Data ini diperoleh dari PT. GEO-INFORMATIKA SOLUSINDO.
2. Data Pengukuran Terestris
Data pengukuran terestris sepanjang pesisir pantai Kabupaten Lampung Timur. Data ini digunakan untuk penentuan garis pantai Data pengukuran terestris ini diperoleh dari PT. GEO-INFORMATIKA SOLUSINDO.
3. Data Citra Landsat 8
Citra Landsat 8 daerah pesisir Kabupaten Lampung Timur akan diolah dengan algoritma BILKO , AGSO dan *Thresholding* untuk penentuan garis pantai. Data citra Landsat 8 ini diperoleh di [link https://earthexplorer.usgs.gov/](https://earthexplorer.usgs.gov/).

III.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu:

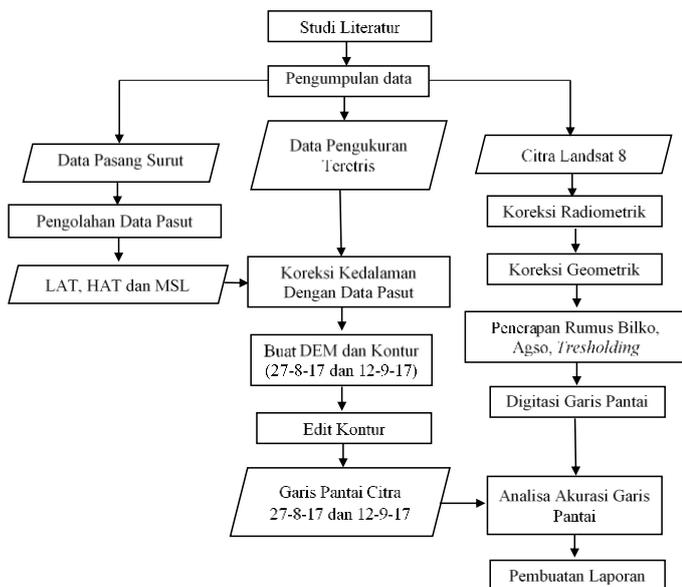
1. Perangkat keras (*Hardware*)
Perangkat laptop yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :
 - a. Sistem Operasi : Windows 8 64 bit
 - b. *Processor* : Intel Core i3-3217U CPU 1.80 GHz
 - c. RAM : 4.00 GB

2. Perangkat lunak (*Software*)
 - a. Microsoft Office (Ms. Word, Ms. Excel 2016) untuk pengolahan data dan penyusunan skripsi.
 - b. *Software* ER Mapper untuk pengolahan citra Landsat 8.
 - c. *Software* ENVI 5.1 untuk pengolahan citra Landsat 8.
 - d. *Software* ArcGIS 10.3 untuk proses penentuan garis pantai.

III.4 Tahapan Pengolahan

Tahapan pengolahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data pasang surut diolah dengan SLP64 untuk mendapatkan datum vertikal seperti HAT, MSL dan LAT.
2. Data ketinggian pengukuran terestris diubah menjadi data kedalaman. Data kedalaman di koreksi dengan datum vertikal yakni LAT. Data kedalaman terkoreksi LAT diinterpolasi dengan metode *natural neighbor* untuk mendapatkan DEM. Hasil DEM kemudian diolah untuk mendapatkan garis kontur dengan tinggi pasang surut pada perekaman citra yakni + 0,688 untuk 27 Agustus 2017 dan + 0,611 untuk 12 September 2017.
3. Citra Landsat 8 yang digunakan untuk penentuan garis pantai harus melalui proses koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk menyamakan kondisi atmosfer pada setiap citra. Koreksi geometrik dilakukan untuk menyamakan koordinat antar citra yang digunakan. Setelah melalui kedua tahapan tersebut dilakukan pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* untuk membedakan kenampakan antara daratan dan lautan. Hasil dari pengolahan ketiga metode tersebut dilakukan digitasi garis pantai.
4. Uji akurasi penentuan garis pantai metode penginderaan jauh terhadap penentuan garis pantai menggunakan data pengukuran terestris.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil dan Analisa Pengolahan Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut menggunakan software SLP64 menghasilkan konstanta harmonik seperti pada tabel dibawah ini. Kemudian dari hasil konstanta harmonik akan dihasilkan tipe pasang surut, HAT, MSL dan LAT.

Tabel 3 Konstanta Harmonik

No	Nama	Frekuensi	Amplitudo (A)	Fase (G)	Amplitudo hasil least squares (AL)	Fase hasil least squares (GL)
1	Z0	0.000	175.436	0.000	175.436	0.000
2	MM	0.002	3.702	236.830	3.702	108.830
3	MSF	0.003	3.231	24.820	3.231	35.070
4	ALP1	0.034	1.785	232.250	1.257	101.230
5	2Q1	0.036	0.571	47.670	0.408	58.550
6	Q1	0.037	2.931	106.200	2.289	345.210
7	O1	0.039	14.042	104.260	11.993	212.540
8	NO1	0.040	1.400	220.130	2.351	251.290
9	K1	0.042	22.002	119.430	19.880	29.900
10	J1	0.043	3.795	218.490	2.569	354.190
11	OO1	0.045	3.139	167.740	1.737	75.420
12	UPS1	0.046	0.715	171.030	0.359	302.240
13	EPS2	0.076	0.695	246.200	0.723	24.470
14	MU2	0.078	0.967	206.090	1.000	216.540
15	N2	0.079	2.183	335.850	2.262	124.680
16	M2	0.081	5.827	28.310	6.019	49.080
17	L2	0.082	1.817	77.710	2.045	158.120
18	S2	0.083	7.630	328.000	7.615	357.930
19	ETA2	0.085	1.708	53.200	1.194	292.540
20	MO3	0.119	0.889	213.250	0.784	342.290
21	M3	0.121	0.150	107.550	0.157	138.670
22	MK3	0.122	0.329	268.380	0.307	199.620
23	SK3	0.125	1.233	280.630	1.112	221.040
24	MN4	0.160	0.742	315.480	0.795	125.070
25	M4	0.161	0.526	38.670	0.562	80.200
26	SN4	0.162	1.027	320.360	1.063	139.130
27	MS4	0.164	0.449	188.960	0.463	239.650
28	S4	0.167	1.387	143.820	1.381	203.690
29	2MK5	0.203	0.332	73.620	0.320	25.620
30	2SK5	0.208	1.025	259.020	0.922	229.370
31	2MN6	0.240	0.545	31.010	0.602	221.370
32	M6	0.242	0.149	11.530	0.164	73.820
33	2MS6	0.244	0.677	239.960	0.721	311.420
34	2SM6	0.247	0.177	191.260	0.183	271.890
35	3MK7	0.283	0.595	101.120	0.592	73.890
36	M8	0.322	0.296	311.620	0.337	34.670

Nilai Form-zahl (F) dari pengolahan data pasang surut di hitung melalui rumus 6. Perhitungan nilai F akan di tampilkan sebagai berikut.

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2} = \frac{19,8799 + 11,9927}{6,0192 + 7,6147} = 2,3377$$

Nilai Form-zahl yang didapat sebesar 2,3337 yang menunjukkan tipe pasut pada daerah penelitian adalah campuran tunggal. Campuran tunggal yang di maksud

adalah 1 x atau 2 x pasang sehari dengan interval yang berbeda. Datum vertikal didapatkan dari pengolahan konstanta harmonik. Nilai MSL adalah nilai dari ZO pada konstanta harmonik, HAT dihitung sesuai dengan rumus 7 dan LAT dihitung sesuai dengan rumus 12.

$$MSL = 1,754363 \text{ m}$$

$$LAT = MSL - AK1 - AO1 - AS2 - AM2$$

$$LAT = 1,7543 - 19,8799 - 11,9927 - 6,0192 - 7,6147$$

$$LAT = 1,299298 \text{ m}$$

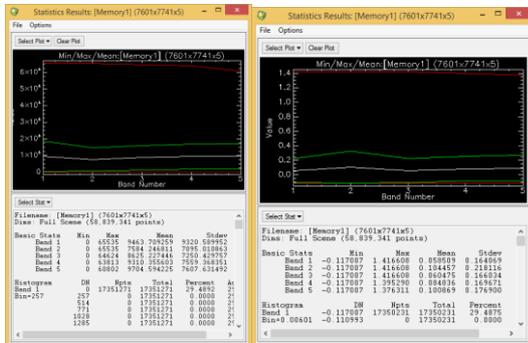
$$HAT = LAT + 2(AK1+AO1+AS2+AM2)$$

$$HAT = 1,299298 + 2 \times (19,8799 + 11,9927 + 6,0192 + 7,6147)$$

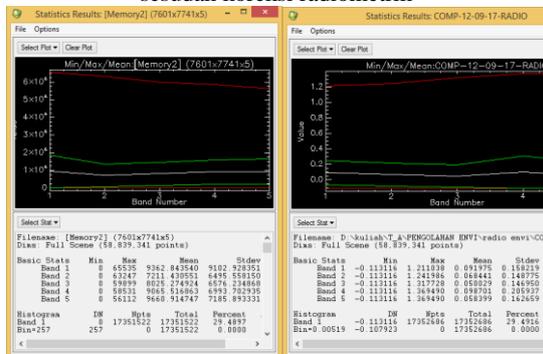
$$HAT = 2,209428 \text{ m}$$

IV.2 Hasil Koreksi Radiometrik

Pada penelitian ini koreksi radiometrik yang digunakan adalah mengubah nilai DN ke reflektan. Nilai digital number (DN) citra 27 Agustus 2017 sebelum dilakukan koreksi radiometrik berkisar pada 0 sampai 65535 sedangkan setelah dikoreksi radiometrik nilai DN berkisar pada -0,113116 sampai 1,416608, seperti yang di tampilkan pada gambar 4. Nilai digital number (DN) citra 12 September 2017 sebelum dilakukan koreksi radiometrik berkisar pada 0 sampai 65535 sedangkan setelah dikoreksi radiometrik nilai DN berkisar pada -0,117007 sampai 1,369490, seperti yang di tampilkan pada gambar 5. Koreksi radiometrik dapat mengubah nilai DN ke reflektan sehingga berpengaruh terhadap nilai BV darat terendah untuk mengaplikasikan rumus BILKO dan AGSO, sementara untuk metode *Thresholding* berpengaruh terhadap DN batas daratan dan lautan.



Gambar 4 Statistik citra 27 Agustus 2017 sebelum dan sesudah koreksi radiometrik

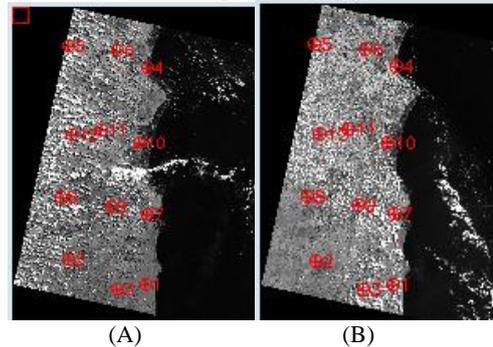


Gambar 5 Hasil koreksi radiometrik citra 21 September 2017

IV.3 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk menyamakan koordinat antara citra pada perekaman 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017. Citra yang digunakan sebagai

dasar adalah citra Landsat 8 pada perekaman 27 Agustus 2017. Gambar 6 adalah sebaran dari 12 titik pada citra Landsat 8 pada perekaman 27 Agustus 2017 (Gambar 6-A) dan 12 September 2017 (Gambar 6-B).



Gambar 6 Citra Landsat 8 pada perekaman 27 Agustus 2017 (A) dan 12 September 2017 (B)

Tabel 4 RMS pada citra 12 September 2017

NO	X Citra 27-8-17(m)	Y Citra 27-8-17(m)	X Citra 12-9-17(m)	Y Citra 12-9-17(m)	Δ X	Δ Y	RMS
1	3010.020	6392.000	3010.018	6391.985	-0.002	-0.015	0.015
2	1255.020	5833.020	1255.070	5833.034	0.050	0.014	0.052
3	2352.020	6491.980	2351.991	6491.953	-0.030	-0.027	0.040
4	3055.970	1403.000	3055.970	1402.990	0.000	-0.010	0.010
5	1230.980	895.910	1231.005	895.949	0.025	0.039	0.046
6	2364.000	1009.040	2363.990	1009.010	-0.010	-0.030	0.032
7	3021.970	4770.970	3021.999	4770.969	0.029	-0.002	0.029
8	1074.040	4372.020	1074.002	4372.026	-0.038	0.006	0.039
9	2200.980	4580.980	2200.983	4581.038	0.003	0.058	0.058
10	2859.020	3129.960	2859.002	3130.011	-0.018	0.051	0.054
11	1981.940	2828.000	1981.966	2827.972	0.026	-0.028	0.038
12	1327.160	2951.950	1327.126	2951.894	-0.034	-0.056	0.065
						RMSE	0.043

Koreksi geometrik dari citra Landsat pada perekaman 12 September 2017 menghasilkan RMSE sebesar 0,043, seperti yang ditampilkan pada tabel IV-2. Pergeseran dari citra yang dikoreksi dihitung dari perkalisan antara RMSE dengan resolusi spasial citra, dimana diperoleh hasil pergeseran sebesar 1,29 m, sehingga pergeseran dapat di toleransi.

IV.4 Klasifikasi Bentuk Garis Pantai

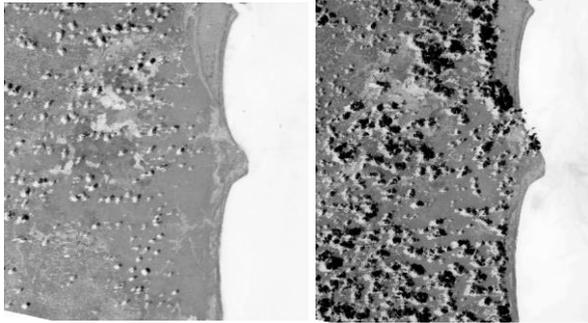
Bentuk pantai pada daerah Kabupaten Lampung Timur terbagi menjadi tiga yakni pasir landai sepanjang 29,182 km, lumpur landai sepanjang 13,563 km dan pasir berlumpur landai sepanjang 0,679 km.

IV.5 Hasil dan Analisa Garis Pantai dari Pengolahan Citra Landsat 8

Dalam penentuan garis pantai menggunakan Landsat 8 menggunakan 3 metode yakni pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding*. Waktu perekaman citra Landsat 8 adalah pada 27 Agustus 20017 dan 12 September 2017.

IV.5.1 Hasil dan Analisis Pengolahan Citra Landsat 8 dengan Mengaplikasikan Rumus BILKO

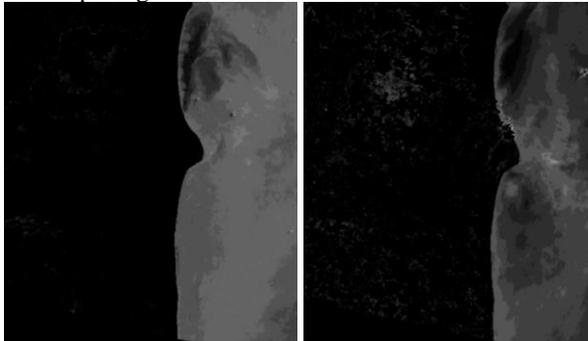
Penampakan visual citra hasil pengolahan adalah daratan tampak lebih gelap (abu-abu) dibanding lautan yang tampak lebih terang (putih). Hasil dari pengaplikasian rumus BILKO pada citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Hasil Pengolahan dengan Rumus BILKO 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

IV.5.2 Hasil dan Analisis Pengolahan Citra Landsat 8 dengan Mengaplikasikan Rumus AGSO

Penampakan visual citra hasil pengolahan adalah daratan tampak lebih gelap (hitam) dibanding lautan yang tampak lebih terang (abu-abu). Hasil dari pengaplikasian rumus AGSO pada citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Hasil Pengolahan dengan Rumus AGSO 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

IV.5.3 Hasil dan Analisis Pengolahan Citra Landsat 8 dengan *Thresholding*

Penampakan visual citra hasil pengolahan adalah daratan tampak lebih terang (putih) dibanding lautan yang tampak lebih gelap (hitam). Hasil dari pengaplikasian rumus *Thresholding* pada citra Landsat 8 dapat dilihat pada gambar 9.

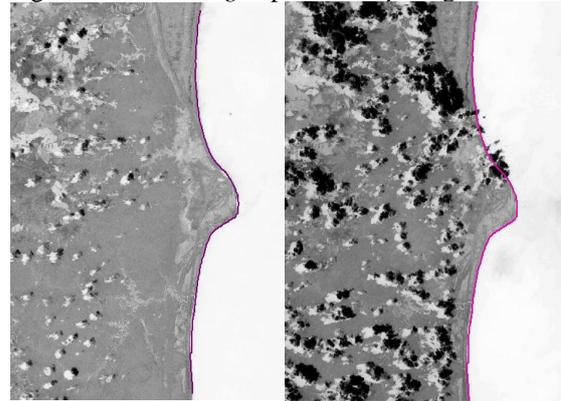


Gambar 9 Hasil Pengolahan dengan *Thresholding* 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

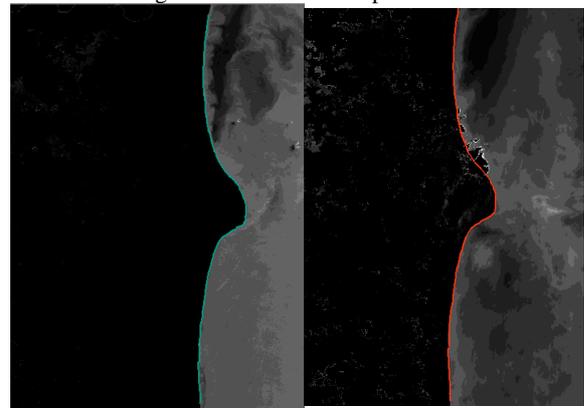
IV.5.4 Hasil dan Analisis Garis Pantai Pengolahan Citra Landsat 8

Garis pantai yang didapat dari hasil pengolahan citra Landsat dengan mengaplikasikan rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* adalah garis pantai dari hasil digitasi secara manual pada skala 1 : 25.000. Adapun garis pantai hasil digitasi BILKO dapat dilihat pada gambar 10. Adapun garis pantai hasil digitasi AGSO

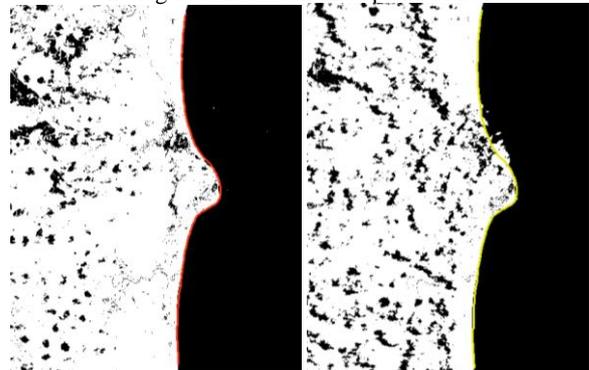
dapat dilihat pada gambar 11. Adapun garis pantai hasil digitasi *Thresholding* dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 10 Hasil digitasi Pengolahan dengan Rumus BILKO 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017



Gambar 11 Hasil digitasi Pengolahan dengan Rumus AGSO 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017



Gambar 12 Hasil digitasi Pengolahan *Thresholding* 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

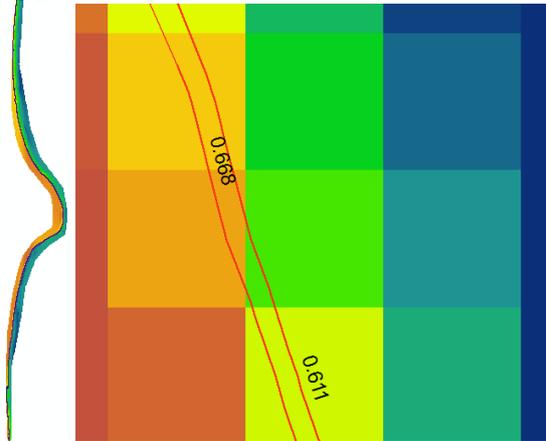
Garis pantai yang di dapatkan adalah garis pantai dengan pasang surut sesaat. Tinggi pasang surut garis pantai tersebut diketahui dari penyesuaian antara waktu perekaman dan prediksi pasang surut saat perekaman citra. Tinggi pasut pada saat perekaman dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Tinggi Pasang Surut garis pantai citra Landsat 8

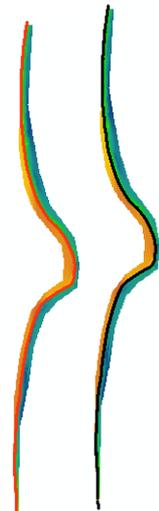
Tanggal Perekaman Citra	27-8-2017	Bacaan Pasut	Tinggi pasut
Jam Pengukuran Pasut	10:00:00 AM	1,970	+ 0,771
Jam Perekaman Citra	11:00:00 AM	1,943	+ 0,644
Jam Perekaman Citra	10:05:57 AM	1,967	+ 0,668
Tanggal Perekaman Citra	12-9-2017		
Jam Pengukuran Pasut	10:00:00 AM	1,910	+ 0,611
Jam Perekaman Citra	11:00:00 AM	1,909	+ 0,610
Jam Perekaman Citra	10:05:58 AM	1,910	+ 0,611

IV.6 Hasil dan Analisa Garis Pantai dari Pengukuran Terestris

Titik-titik yang telah dikoreksi LAT akan diinterpolasi dengan metode *Natural Neighbor* sehingga menghasilkan DEM seperti yang ditunjukkan pada gambar 13, dimana dari data DEM tersebut akan dibentuk kontur dengan tinggi pasang surut perekaman citra yakni + 0,688 untuk 27 Agustus 2017 dan + 0,611 untuk 12 September 2017 seperti yang ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 13 DEM Hasil Interpolasi



Gambar 14 Garis Pantai Dari Data Terestris 27 Agustus 2017 dan 12 September 2017

IV.7 Hasil dan Analisa Uji Akurasi Garis Pantai Citra Landsat 8

Uji akurasi garis pantai Landsat 8 dilakukan dengan cara membandingkan koordinat garis pantai pada citra Landsat 8 dengan koordinat garis pantai dari pengukuran terestris. Nilai akurasi garis pantai pada citra Landsat didapat dari nilai RMS (*Root Mean Square*). Jumlah titik uji akurasi dihitung dengan menggunakan formula Fitzpatrick Lins yakni :

$$N = Z^2 (p)(q)/E^2 \dots\dots\dots (19)$$

Keterangan :

N = jumlah sampel

Z = Standar deviasi normal yang nilainya 2

p = Ketelitian yang diharapkan

E = Kesalahan yang diterima.

q = 100 – p

Nilai ketelitian yang diharapkan adalah 90% dan kelashan yang diterima adalah 10%, sehingga jumlah titik minimal untuk uji akurasi adalah 36. Jumlah titik akurasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 54 titik.

IV.7.1 Akurasi Horizontal CE90

Nilai CE90 didapat dari 1,5175 x RMSEr. Nilai CE90 dari masing masing pengolahan ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6 Akurasi horizontal CE90

Metode	Tanggal Perekaman Citra	Jenis Peta		Keseluruhan	
		RMSE Pasir Landai	RMSE Lumpur Landai	RMSE	CE90
BILKO	27-08-17	19.275	16.241	18.261	27.712
	12-09-17	19.347	17.047	18.589	28.209
AGSO	27-08-17	18.928	18.633	18.720	28.407
	12-09-17	19.772	19.330	19.476	29.555
HT	27-08-17	14.329	16.170	14.814	22.481
	12-09-17	16.026	15.258	15.683	23.799

Tabel 7 Ketelitian Geometri Peta RBI

No	Skala	Ketelitian Horizontal Peta RBI CE90		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	1 : 100.000	20	30	50

Nilai CE90 menunjukkan nilai akurasi horizontal sesuai dengan PERKA BIG No.15 Tahun 2014. Nilai CE90 pada penentuan garis pantai dengan metode pengolahan pengaplikasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* pada tabel 6 berkisar pada nilai 20 sampai 30 sehingga masuk kedalam kelas 2 pada skala 1 : 100.000 sesuai dengan ketelitian geometri peta RBI pada tabel 7.

Nilai CE90 dari metode *Thresholding* lebih kecil dari dua metode lainnya, hal ini dikarenakan pada metode *Thresholding* membagi citra menjadi 2 bagian yakni hitam sebagai lautan dengan nilai DN 0 dan putih sebagai daratan dengan nilai DN 1, mengakibatkan batas antara darat dan lautan terlihat sangat jelas. Sedangkan pada metode BILKO dan AGSO masih memiliki rentang DN 0 sampai 255, mengakibatkan batas antara lautan dan daratan belum terlihat jelas. Sehingga dari ketiga metode tersebut yang paling baik digunakan untuk penentuan garis pantai adalah metode *Thresholding* untuk daerah Kabupaten Lampung Timur. Kelemahan dari ketiga metode pengolahan tersebut adalah awan dideteksi sebagai daratan, sehingga hasil pengolahan akan lebih baik jika menggunakan citra yang tidak berawan. Nilai RMSE pada jenis pantai pasir landai dan lumpur landai dengan metode AGSO dan *Thresholding* tergolong konsisten, namun pada metode BILKO nilai RMSE pada pantai pasir landai lebih besar daripada pantai lumpur landai. Hal ini dikarenakan pada metode BILKO menggunakan citra inframerah. Citra inframerah memiliki reflektansi yang tinggi pada daratan, namun karena pasir memiliki struktur yang tidak solid maka reflektansi pada citra inframerah terganggu.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisis penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Penentuan garis pantai dengan mengaplikasikan rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* melalui beberapa tahap sebagai berikut: Citra yang digunakan harus melalui proses koreksi radiometrik dan proses koreksi. Pengalokasian rumus BILKO dan *Thresholding* menggunakan *software* ENVI 5.1, sedangkan pengalokasian rumus AGSO menggunakan *software* ERMapper 7.1. Kemudian citra hasil pengalokasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* didigitasi dengan *software* Arcgis 10.3.1. Penentuan garis pantai dengan menggunakan data terestris melalui beberapa tahap sebagai berikut: proses konversi data tinggi ke data kedalaman dengan dengan titik nol yang digunakan adalah *Lowest Astronomical Tide* (LAT), proses interpolasi dengan metode *natural neighbor*, proses pembentukan kontur dengan nilai + 0.611 untuk perekaman citra pada 27 Agustus 2017 dan + 0.668 untuk perekaman citra pada 12 September 2016.
2. Nilai CE90 menunjukkan tingkat akurasi ketelitian horizontal sesuai dengan PERKA BIG No.15 Tahun 2014. Penentuan garis pantai dengan mengaplikasikan rumus BILKO menghasilkan nilai CE90 sebesar 27.71178 m dan 28.20878 m. Penentuan garis pantai dengan mengaplikasikan rumus AGSO menghasilkan nilai CE90 sebesar 28.40713 m dan 29.55543 m. Penentuan garis pantai dengan metode *Thresholding* menghasilkan nilai CE90 sebesar 22.48074 m dan 23.79915 m, sehingga ketiga metode tersebut masuk kedalam kelas 2 pada skala 1 : 100.000. Nilai CE90 dari metode *Thresholding* lebih kecil dari dua metode lainnya, sehingga metode tersebut yang paling baik digunakan untuk pada daerah Kabupaten Lampung Timur penentuan garis pantai adalah metode *Thresholding*.

V.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, adapun saran-saran yang dikemukakan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Citra yang digunakan untuk pengalokasian rumus BILKO, AGSO dan *Thresholding* sebaiknya citra yang tidak berawan.
2. Pada proses koreksi geometrik citra satelit dengan *software* ENVI 5.1 sebaiknya menggunakan Komputer atau laptop dengan spesifikasi yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Aprilianto, D., Sasmito, B. dan Wijaya, A.P. 2014. *Pengolahan Citra Satelit Landsat Multi Temporal Dengan Metode Bilko Dan Agso Untuk Mengetahui Dinamika Morfometri Waduk Gajah Mungkur*. Semarang : UNDIP Institutional Repository.

Hanifa N. R., Djunarsjah, E. dan Wikantika, K.2004. *Reconstruction of Maritime Boundary between Indonesia and Singapore Using Landsat-ETM Satellite Image*. Jakarta : Marine Cadastre and Coastal Zone Management.

Kumar, D. N., 2015. *Density Slicing, Thresholding, Ihs, Time Composite And Synergic Images*. Bangalore : National Programme on Technology Enhanced Learning.

Malik, 2008. *Pasang Surut*. Semarang : Slideshare.

Pasaribu J.M dan Haryani, N.S. 2012. *Perbandingan Teknik Interpolasi DEM SRTM Dengan Metode IDW, Natural Neighbor dan Spline*. Jakarta : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 mengenai Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

Peta Kota, 2017. *Peta Kabupaten Lampung Timur*. <http://peta-kota.blogspot.com/2017/02/peta-kabupaten-lampung-timur.html>. Diakses pada 7 September 2018.

Poerbandono dan Djunarsjah, E., 2005. *Survei Hidrografi*. Bandung : PT. Refika Aditama.

Sukojo, B.M. dan Kustarto, H., 2002. *Perbaikan Geometrik Trase Jaringan Jalan Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis*. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Standar Nasional Indonesia Nomor 19-6988-2004 mengenai Jaring kontrol vertikal dengan metode sipatdatar.

Sugandi, D. 2012. *Dasar-dasar Penginderaan Jauh*. Bandung : Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Indonesia.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial.

USGS. *Using the USGS Landsat Level-1 Data Product*. <https://Landsat.usgs.gov/using-usgs-Landsat-8-product>. Diakses pada 8 September 2018.