

## DETEKSI PERUBAHAN GARIS PANTAI DI KABUPATEN KARANGASEM DENGAN PENGINDERAAN JAUH

Putu Aryastana<sup>1)</sup>, I Made Ardantha<sup>1)</sup>, Anak Agung Sagung Dewi Rahadiani<sup>1)</sup>, Kadek Windy Candrayana<sup>2)</sup>

1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Warmadewa, Denpasar, Bali

2) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana, Denpasar, Bali

Email: [aryastanaputu@yahoo.com](mailto:aryastanaputu@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Deteksi perubahan garis pantai sudah secara luas dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Pemanfaatan satelit penginderaan jauh dalam deteksi dan monitoring perubahan garis pantai sudah banyak dilakukan, yaitu dengan menggunakan citra dari Landsat, IKONOS, IRS, Quickbird, dan WordView. Pada penelitian ini dilakukan deteksi perubahan garis pantai dengan menggunakan 2 (dua) citra satelit yaitu citra satelit SPOT 5 tahun 2009 yang memiliki resolusi spasial 10 m dan SPOT 6/SPOT 7 tahun 2015 yang memiliki resolusi hingga 1.5 m untuk wilayah pantai di Kabupaten Karangasem. Hasil deteksi menunjukkan rata-rata perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Karangasem adalah sebesar 12.04 m, sedangkan rata-rata laju erosi pantai yang terjadi di Kabupaten Karangasem adalah sebesar 1.72 m/tahun.*

Kata kunci: deteksi, Karangasem, satelit, SPOT

### ABSTRACT

*Detection of shoreline changes has been widely carried out by utilizing remote sensing technology. The use of remote sensing satellites in the detection and monitoring of shoreline changes has been carried out done, using imagery from Landsat, IKONOS, IRS, Quickbird, and WordView. In this study, the detection of shoreline changes by using 2 (two) satellite images namely SPOT 5 satellite imagery in 2009 which has a spatial resolution of 10 m and SPOT 6 / SPOT 7 in 2015 which has a resolution of up to 1.5 m for coastal areas in Karangasem Regency. Detection results show that the average shoreline change that occurred in Karangasem Regency was 12.04 m, while the average coastal erosion rate that occurred in Karangasem Regency was 1.72 m/year.*

Key word: detection, Karangasem, satellite, SPOT

## 1 PENDAHULUAN

Garis pantai didefinisikan sebagai batas antara darat dan permukaan air. Pada proses dinamis ada beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan garis pantai, yaitu hidrologi, geologi, iklim dan vegetasi. Oleh karena itu perlu dilakukan pembaharuan terhadap peta perubahan garis pantai yang dilakukan secara terus-menerus. Pembaharuan ini diperlukan untuk mengetahui faktor pendorong dan informasi manajemen sumber daya pantai, perlindungan lingkungan pantai dan juga untuk perencanaan pengembangan yang berkelanjutan pada kawasan pantai (Guariglia, et al., 2006). Pemetaan garis pantai dapat dilakukan dengan pengukuran lapangan secara langsung, analisa foto udara dan analisa penginderaan jauh atau citra satelit (Guariglia, et al., 2006).

Studi penggunaan citra satelit dalam monitoring, analisa dan prediksi perubahan garis pantai sudah banyak dilakukan. Parman, 2010 mendeteksi perubahan garis pantai di Pantai Utara Semarang Demak menggunakan citra satelit Landsat tahun 1998 dan citra Allos tahun 2006 dengan tingkat akurasi 93%. Penggunaan Citra Landsat serta Digital Shoreline Analisis Sistem (DSAS) untuk menganalisis perubahan garis pantai di Ramsar Turki (Kuleli, Guneroglu, Karsli, & Dihkan, 2011). Landsat MMS, Landsat TM dan SPOT-4 digunakan untuk memperkirakan perubahan yang terjadi kawasan pantai antara Damietta Nile branch dan Port-Said pada 1973 sampai 2007 (El-Asmar & Hereher, 2011).

Penggunaan data satelit Landsat (sensor MSS, TM dan ETM+) secara temporal dapat membantu untuk menganalisis perubahan tutupan lahan dan perubahan panjang pantai, abrasi dan akresi (Arief, Winarso, & Prayogo, 2011). Pemanfaatan citra satelit Landsat juga dapat dipergunakan untuk melakukan monitoring perubahan garis pantai (Kasim, 2012). Citra Landsat antara tahun 2000 dan 2014 digunakan untuk mengevaluasi rata-rata perubahan posisi garis pantai setiap tahun di El Saler Valencia, Spanyol (Caballer, García, Pascual, Beser, & Vázquez, 2016).

Citra satelit Quickbird tahun 2006 digunakan untuk menentukan perubahan garis pantai di Pantai Utara Semarang yang

dipadukan dengan peta topografi tahun 1938 (Sudarsono, 2011). Kombinasi antara foto udara dan citra satelit (IKONOS, Quickbird, Worldview2 dan Geoeye-1) digunakan dalam interpretasi perubahan garis pantai di Wotje Atoll, Pulau Marshall (Ford, 2013).

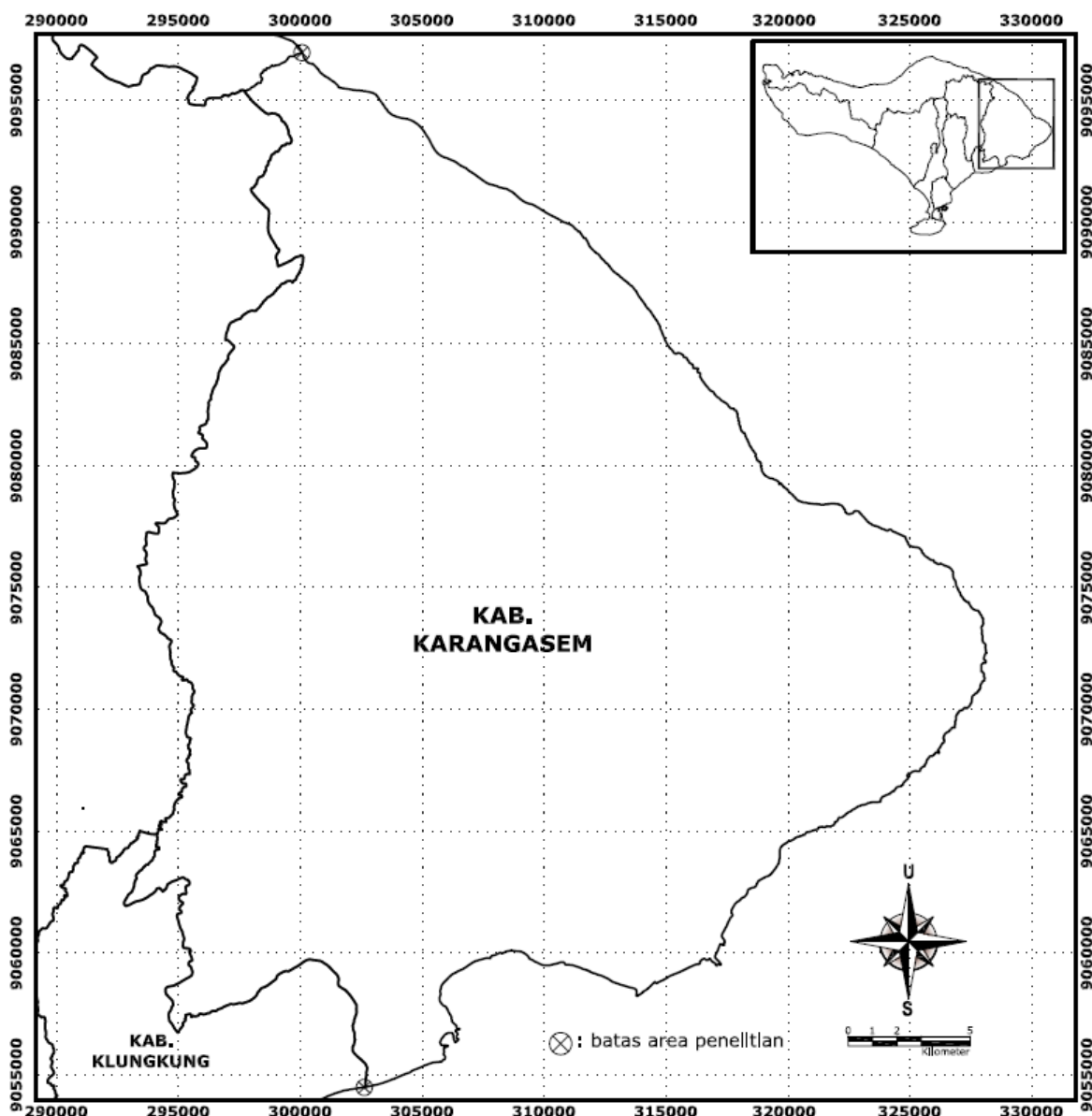
Penggabungan data foto udara pankromatik tahun 1981, peta rupa bumi tahun 2000, citra satelit IKONOS tahun 2005 dan survey lapangan tahun 2009 untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan, perubahan garis pantai, serta dampak perubahan garis pantai terhadap kehidupan sosial masyarakat di sekitar muara Sungai Rejoso Kabupaten Pasuruan (Muryani, 2010). Visalatchi & Chandar, 2012 menggunakan satelit India yang bernama LISS III dan LISS IV dalam menganalisis pemetaan tata guna lahan dan perubahan garis pantai di Pantai Tuticorin yang terletak di Tamilnadu India.

Citra SPOT digunakan mengevaluasi perubahan garis pantai di Progreso, Yucatán, México (Rubio, Huntley, & Russell, 2015). Satelit SPOT juga mampu dipergunakan dalam menganalisis perubahan garis pantai dan laju erosi di Kabupaten Gianyar (Aryastana, Eryani, & Candrayana, 2016). Citra satelit SPOT 5 tahun 2009 dan SPOT 6 tahun 2015 dipergunakan untuk menganalisis perubahan garis pantai dan laju erosi di Kabupaten Buleleng (Aryastana, Ardantha, Nugraha, & Candrayana, 2017), juga untuk menganalisis perubahan garis pantai di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung (Aryastana, Ardantha, & Agustini, 2017)

Deteksi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu alternatif untuk mengetahui perubahan garis pantai. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis rata-rata perubahan garis pantai dan rata-rata erosi pantai yang terjadi di Kabupaten Karangasem Provinsi Bali menggunakan citra satelit SPOT 5 tahun 2009 dan SPOT 6/7 tahun 2015 dengan menggunakan metoda ekstraksi *on screen digital*.

## 2 AREA STUDI

Area studi dilaksanakan di sepanjang wilayah pantai di Kabupaten Karangasem, Provinsi Bali (Gambar 1).



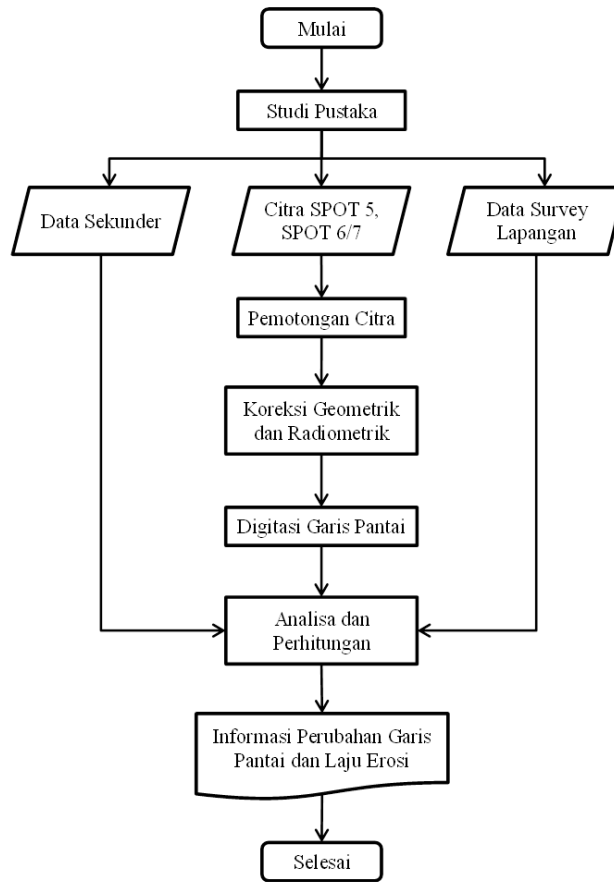
Gambar 1. Area penelitian

### 3 METODOLOGI

Deteksi perubahan garis pantai dan laju erosi dilakukan dengan membandingkan 2 (dua) buah citra satelit yaitu data citra satelit SPOT 5 pada tahun 2009 memiliki resolusi spasial 10 m (multispectral) dan SPOT 6 pada tahun 2015 memiliki resolusi hingga 1.5 m yang nantinya akan dilakukan dengan ekstraksi *on screen digital*. Detail citra satelit yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.


Metode ekstraksi garis pantai yang digunakan adalah dengan *on screen digital* (Winarso, Budhiman, & Judijanto, 2001),


karena metode ini adalah metode terbaik walaupun membutuhkan waktu yang cukup lama. Selama melakukan interpretasi visual diperhatikan dan diamati kedudukan garis pantai, terutama kemungkinan adanya kenampakan daratan yang masih basah karena pengaruh pasang surut dan dibandingkan dengan garis pantai hidrografi (high sea level) dan garis rendah pada kontur 0 meter (Arief, Winarso, & Prayogo, 2011). Secara sistematis alur analisa perubahan garis pantai dan laju erosi pantai dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur deteksi perubahan garis pantai

Tabel 1. Citra satelit SPOT yang digunakan

No	Jenis Citra	Resolusi (m)	Tanggal Pemotretan Citra	Tampilan Citra
1	SPOT 5	10	15-06-2009 pukul 02:20:59	

No	Jenis Citra	Resolusi (m)	Tanggal Pemotretan Citra	Tampilan Citra
2	SPOT 6	1.5	19-03-2015 pukul 09:18:35	

#### 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pemotongan Area Citra Satelit

Pemotongan area citra satelit bertujuan untuk meringankan proses selanjutnya. Daerah yang tidak masuk dalam AOI (*Area of Interest*) akan berwarna hitam, sehingga perlu dibuang (Aryastana, Ardantha, & Agustini, 2017).

##### 4.2 Koreksi radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan pemrosesan gambar digital untuk meningkatkan nilai kecerahan. Tujuan utama penerapan koreksi radiometrik adalah mengurangi pengaruh kesalahan atau ketidakkonsistenan nilai kecerahan gambar yang dapat membatasi kemampuan seseorang untuk menafsirkan atau memproses secara

kuantitatif dan menganalisis citra (Stow, 2017). Kondisi citra satelit yang masih mentah (*raw data*) diolah dengan menggunakan software ER-Mapper (Aryastana, Ardantha, & Agustini, 2017).

##### 4.3 Koreksi geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki ketidakkonsistenan antara koordinat lokasi data citra dengan koordinat lokasi sebenarnya. Beberapa jenis koreksi geometrik meliputi koreksi sistem, presisi, dan medan. Koreksi geometrik diperlukan untuk menghilangkan distorsi geometrik (Dave, Joshi, & Srivastava, 2015). Koordinat sebenarnya di lapangan menggunakan Bench Mark (BM) yang tersebar di Kabupaten Karangasem (Tabel 2).

Tabel 2. Data BM yang digunakan di Kabupaten Karangasem

Nama Pantai	Kode BM	X	Y	Z
Jasri	BMJ-1	348333.24	9062561.38	5.230
Jasri	BMJ-2	348142.66	9062307.65	4.950
Jasri	BMJ-4	347678.39	9061705.75	4.920
Jasri	BMJ-5	347273.91	9060650.74	8.180
Candidasa	BM-PU5	338843.72	9060101.01	5.064
Candidasa	BM-PU4	339377.14	9059782.83	5.727
Candidasa	BM-PU3	340837.74	9059527.58	4.445
Candidasa	BM-PU2	341995.53	9059185.14	6.503
Candidasa	BM-PU1	343604.96	9058556.39	4.124
Yeh Kali	BMY-1	351420.29	9065219.00	3.697
Yeh Kali	BMY-2	351014.19	9065104.26	6.288

Sumber: BWS-BP, 2015

##### 4.4 Digitasi vektor

Tahapan setelah semua koreksi terhadap citra satelit SPOT untuk wilayah pantai

Kabupaten Karangasem adalah proses digitasi. Citra SPOT.

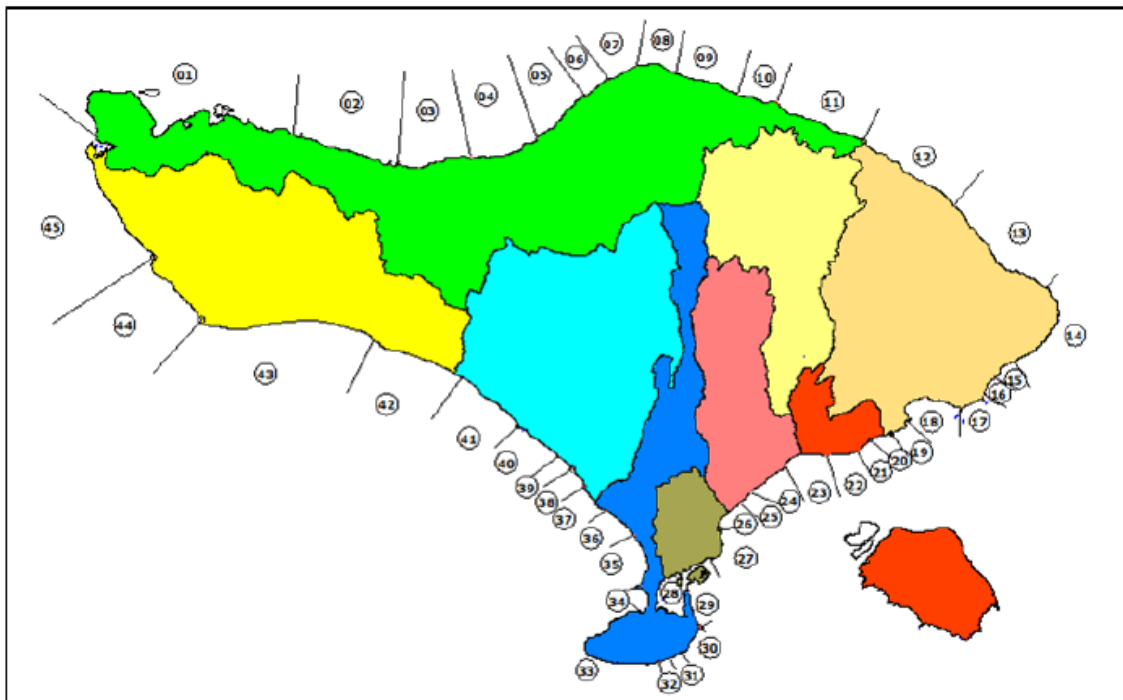
**4.5 Koreksi Garis Pantai**

Perubahan garis pantai dipengaruhi oleh pasang surut. Garis air bergeser ke posisi garis pantai berdasarkan garis pasang surut berdasarkan teori segitiga. Proses pergeseran dan perhitungan kemiringan bawah dilakukan dengan perhitungan sectional (Thieler et al., 2009 di Liu, Huang, Qiu, & Fan, 2013). Jarak bergeser, Y, diperkirakan oleh persamaan (Aryastana, Eryani, & Candrayana, 2016):

$$Y = \left( Tk - \left( \frac{Tk}{Tb} - Tx \right) x Tan\emptyset \right)$$

dimana:

- Y : Koreksi garis pantai dalam satuan meter;
- Tk : HWL Kawasan dalam satuan meter (Tabel 3);
- Tb : HWL Benoa dalam satuan meter
- Tx : Tinggi pasang surut gelombang laut dalam satuan meter;
- Tan  $\emptyset$  : Perbandingan slope di wilayah pesisir /pantai Kabupaten Karangasem (Tabel 3)



**Gambar 3. Peta pembagian slope di Pulau Bali**  
(Sumber: BWS-BP, 2015)

**Tabel 3. Daftar nilai HWL pada ruas lokasi di Kabupaten Karangasem**

Nomor Ruas	Kota/Kabupaten	Slope	HWL
12	Karangasem	1 : 13	2.40
13	Karangasem	1 : 13	2.40
14	Karangasem	1 : 1	2.40
15	Karangasem	1 : 5	2.40
16	Karangasem	1 : 8	2.40
17	Karangasem	1 : 5	2.40
18	Karangasem	1 : 5	2.60
19	Karangasem	1 : 15	2.60

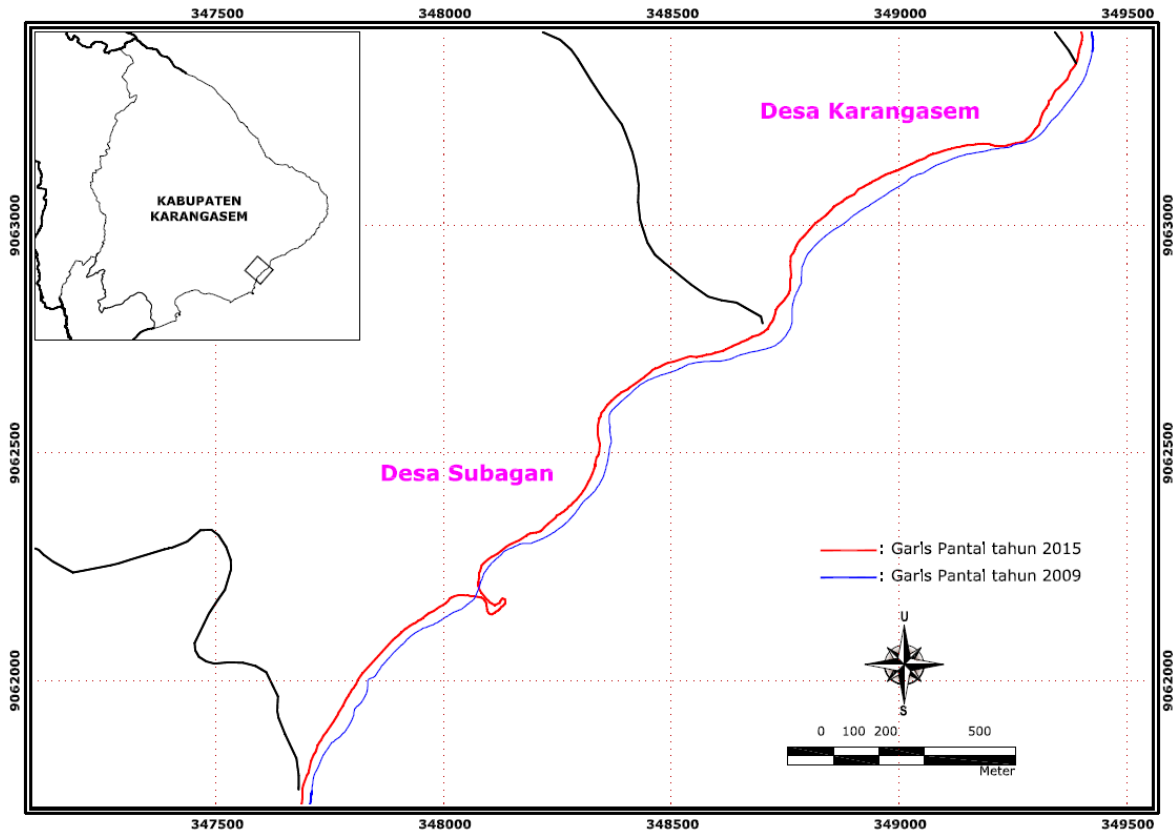
Sumber: BWS-BP, 2015

**Tabel 4. Koreksi garis pantai citra tahun 2009**

<b>Ruas</b>	<b>Tanggal Citra</b>	<b>Jam Citra</b>	<b>HWL (m)</b>	<b>HWL Benoa (m)</b>	<b>Pasut (m)</b>	<b>Slope</b>	<b>Koreksi (m)</b>
12	15-06-2009	02:20:59	2.40	2.60	1.90	13	8.40
13	15-06-2009	02:20:59	2.40	2.60	1.90	13	8.40
14	15-06-2009	02:20:59	2.40	2.60	1.90	1	0.65
15	15-06-2009	02:20:59	2.40	2.60	1.90	5	3.23
16	15-06-2009	02:20:59	2.40	2.60	1.90	8	5.17
17	15-06-2009	02:20:59	2.40	2.60	1.90	5	3.23
18	15-06-2009	02:20:59	2.60	2.60	1.90	5	3.50
19	15-06-2009	02:20:59	2.60	2.60	1.90	15	10.50

**Tabel 5. Koreksi garis pantai citra tahun 2015**

<b>Ruas</b>	<b>Tanggal Citra</b>	<b>Jam Citra</b>	<b>HWL (m)</b>	<b>HWL Benoa (m)</b>	<b>Pasut (m)</b>	<b>Slope</b>	<b>Koreksi (m)</b>
12	19-03-2015	09:18:35	2.40	2.60	2.10	13	6.00
13	19-03-2015	09:18:35	2.40	2.60	2.10	13	6.00
14	19-03-2015	09:18:35	2.40	2.60	2.10	1	0.46
15	19-03-2015	09:18:35	2.40	2.60	2.10	5	2.31
16	19-03-2015	09:18:35	2.40	2.60	2.10	8	3.69
17	19-03-2015	09:18:35	2.40	2.60	2.10	5	2.31
18	19-03-2015	09:18:35	2.60	2.60	2.10	5	2.50
19	19-03-2015	09:18:35	2.60	2.60	2.10	15	7.50



**Gambar 4. Garis pantai Desa Subagan dan Desa Karangasem**

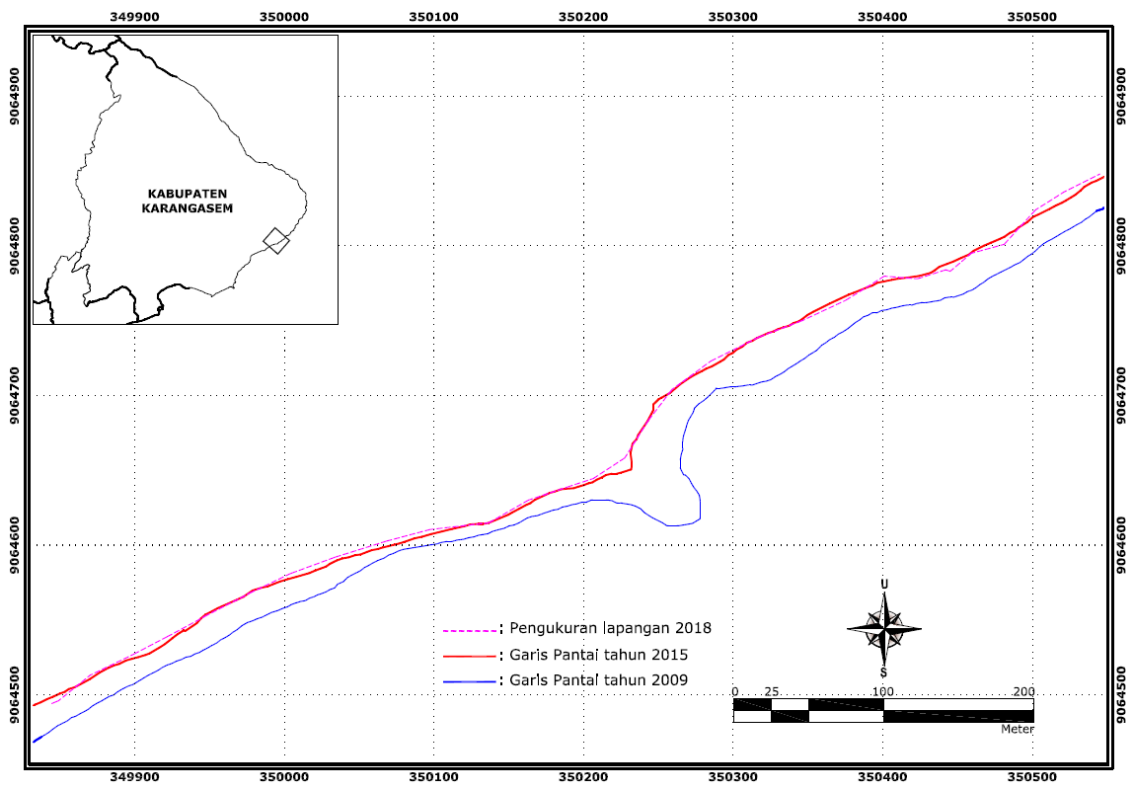
Gambar 4 menunjukkan bahwa adanya kemunduran garis pantai dari tahun 2009 sampai tahun 2015 yang terjadi di Desa Subagan dan Desa Karangasem, Kabupaten Karangasem.

#### 4.6 Verifikasi Citra

Garis pantai hasil pengolahan citra 2009 dan 2015 diverifikasi terhadap data lapangan

yaitu dengan tracking menggunakan GPS yang dilakukan pada tanggal 14 Juni 2018. Hasil verifikasi lapangan menunjukkan bahwa hasil citra tahun 2015 mendekati dengan hasil pengukuran GPS tahun 2018. Berikut adalah hasil verifikasi garis pantai hasil citra dan garis pantai hasil pengukuran:



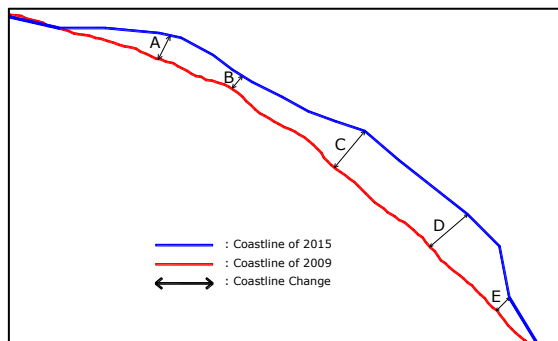


Gambar 5. Hasil verifikasi garis pantai hasil citra terhadap garis pantai hasil pengukuran

#### 4.7 Analisis Perubahan Garis Pantai

Analisa perubahan garis pantai dihitung berdasarkan metode overlay dari tahun 2009 dan 2015 (Gambar 4). Berdasarkan Gambar 6, panjang perubahan garis pantai disimbolkan dengan huruf A, B, C, D dan E. Rata-rata panjang perubahan garis pantai (CR) setiap kawasan pantai dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$CR = (A+B+C+D+E)/5$$



Gambar 6. Metode perhitungan rata-rata perubahan garis pantai

(Sumber: Aryastana, Ardantha, Nugraha, & Candrayana, 2017)

Tabel 6. Rata-Rata Perubahan Garis Pantai di Kabupaten Karangasem

No	Nama Ruas Pantai	Desa	Rata-Rata Perubahan Garis Pantai (m)
1	Tianyar	Tianyar Barat	13.99
2	Tianyar	Tianyar Tengah	13.06
3	Tianyar	Tianyar Timur	14.31
4	Kubu	Sukadana	9.84
5	Kubu	Batu Ringgit	11.01
6	Kubu	Kubu	16.11
7	Tulamben	Tulamben	11.44
8	Tulamben	Datah	8.31
9	Labasari	Labasari	15.57
10	Purwakerti	Purwakerti	5.81
11	Bunutan	Bunutan	12.76
12	Amed	Seraya Timur	6.29
13	Amed	Seraya	10.44
14	Ujung	Seraya Barat	11.66
15	Ujung	Tumbu	18.68
16	Jasri	Karangasem	31.36
17	Jasri	Subagan	21.73
18	Perasi	Pertima	20.18
19	Perasi-Candidasa	Bugbug	9.90
20	Candidasa	Nyuh Tebel	4.94
21	Candidasa-Buitan	Manggis	3.04
22	Labuhan Amuk	Ulakan	3.92
23	Yeh Malet	Antiga	8.73
24	Padangbai	Padangbai	5.95
<b>Rata-Rata</b>			<b>12.04</b>

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa rata-rata perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Karangasem berdasarkan data citra satelit SPOT tahun 2009 dan tahun 2015 adalah 12.04 m. Panjang rata-rata perubahan garis pantai terbesar terletak di kawasan pantai Jasri desa Karangasem yaitu sebesar 31.36 m, sedangkan yang terendah adalah di kawasan pantai Desa Manggis yaitu sebesar 3.04 m.

#### 4.8 Analisis Laju Erosi Pantai

Laju erosi dihitung berdasarkan rata-rata perubahan garis pantai pada suatu kawasan pantai yang kemudian rata-rata berdasarkan tahunnya, seperti persamaan di bawah ini:

$$\text{Laju Erosi} : CR/(2015-2009)= CR/7$$

Hasil perhitungan laju erosi pada kawasan pantai di Kabupaten Karangasem dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 7. Laju Erosi Pantai di Kabupaten Karangasem**

No	Nama Ruas Pantai	Desa	Rata-Rata Laju Erosi (m/tahun)
1	Tianyar	Tianyar Barat	2.00
2	Tianyar	Tianyar Tengah	1.87
3	Tianyar	Tianyar Timur	2.04
4	Kubu	Sukadana	1.41
5	Kubu	Batu Ringgit	1.57
6	Kubu	Kubu	2.30
7	Tulamben	Tulamben	1.63
8	Tulamben	Datah	1.19
9	Labasari	Labasari	2.22
10	Purwakerti	Purwakerti	0.83
11	Bunutan	Bunutan	1.82
12	Amed	Seraya Timur	0.90
13	Amed	Seraya	1.49
14	Ujung	Seraya Barat	1.67
15	Ujung	Tumbu	2.67
16	Jasri	Karangasem	4.48
17	Jasri	Subagan	3.10
18	Perasi	Pertima	2.88
19	Perasi-Candidasa	Bugbug	1.41
20	Candidasa	Nyuh Tebel	0.71
21	Candidasa-Buitan	Manggis	0.43
22	Labuhan Amuk	Ulakan	0.56
23	Yeh Malet	Antiga	1.25
24	Padangbai	Padangbai	0.85
<b>Rata-Rata</b>			<b>1.72</b>

Rata-rata laju erosi di Kabupaten Karangasem adalah 1.72 m/tahun (Tabel 7). Laju erosi terbesar terletak di kawasan pantai Jasri desa Karangasem yaitu sebesar 4.48 m/tahun, sedangkan yang terendah adalah di

kawasan pantai Desa Manggis yaitu sebesar 0.43 m/tahun.

## 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rata-rata perubahan garis pantai yang terjadi di Kabupaten Karangasem berdasarkan citra satelit SPOT tahun 2009 dan 2015 adalah sebesar 12.04 m.
2. Rata-rata laju erosi pantai yang terjadi di Kabupaten Karangasem berdasarkan citra satelit SPOT tahun 2009 dan 2015 adalah sebesar 1.72 m/tahun.

### 5.2 Saran

Untuk mendapatkan keauratan hasil perlu digunakan citra satelit dengan resolusi tinggi (0.5 m), dengan menggunakan perbandingan metode ekstraksi *Normalized Difference Water Index (NDWI)*, *Maximum Likelihood (ML)*, *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, *Automated Water Extraction Index (AWEI)* dan *Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique (ISODATA)*.

## 6 UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Warmadewa yang sudah memberikan dana hibah penelitian. Terima kasih juga kepada Balai Wilayah Sungai Bali Penida untuk mendukung data satelit dan nama daerah pantai.

## 7 DAFTAR PUSTAKA

- Arief, M., Winarso, G., & Prayogo, T. (2011). Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 8, 71-80.
- Aryastana, P., Ardantha, I., & Agustini, N. A. (2017). Analisis Perubahan Garis

- Pantai dan Laju Erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan Citra Satelit SPOT. *Jurnal Fondasi*, Vol. 6(2), 100-111.
- Aryastana, P., Ardantha, I., Nugraha, A. E., & Candrayana, K. W. (2017). Coastline Changes Analysis in Buleleng Regency By Using Satellite Data. *The 1st Warmadewa University International Conference On Architecture And Civil Engineering*. Denpasar: Warmadewa Press.
- Aryastana, P., Eryani, I. A., & Candrayana, K. W. (2016). Perubahan Garis Pantai dengan Citra Satelit di Kabupaten Gianyar. *PADURAKSA*, 5(2), 70-81.
- Aryastana, P., Eryani, I. G., & Candrayana, K. W. (2016). Perubahan Garis Pantai dengan Citra Satelit di Kabupaten Gianyar. *PADURAKSA*, 5(2), 70-81.
- BWS-BP. (2015). *Studi Updating Abrasi Pantai Provinsi Bali*. Denpasar: Balai Wilayah Sungai Bali-Penida.
- Caballer, J. A., García, E. S., Pascual, J. E., Beser, A. A., & Vázquez, J. P. (2016). Evaluation of Annual Mean Shoreline Position Deduced from Landsat Imagery as a Mid-term Coastal Evolution Indicator. *Marine Geology*(372), 79-88.
- Dave, C. P., Joshi, R., & Srivastava, S. (2015). A Survey on Geometric Correction of Satellite Imagery. *International Journal of Computer Applications*, 116(12), 24-27.
- El-Asmar, H., & Hereher, M. (2011). Change Detection of The Coastal Zone East of The Nile Delta. *Environ Earth Sci*(62), 769-777.
- Ford, M. (2013). Shoreline Changes Interpreted from Multi-temporal Aerial Photographs and High Resolution Satellite Images: Wotje Atoll, Marshall Islands. *Remote Sensing of Environment*(135), 130-140.
- Guariglia, A., Buonamassa, A., Losurdo, A., Saladino, R., Trivigno, M. L., Zaccagnino, A., & Colangelo, A. (2006). A Multisource Approach for Coastline Mapping and Identification of Shoreline Changes. *ANNALS OF GEOPHYSICS*, 49(1), 295-304.
- Kasim, F. (2012). Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 5(1), 620-623.
- Kasim, F. (2012). Some Approaching Methods in Coastline Change Monitoring Using Remote Sensing Dataset of Landsat and GIS. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*, 5(1), 620-635.
- Kuleli, T., Guneroglu, A., Karsli, F., & Dihkan, M. (2011). Automatic Detection of Shoreline Change on Coastal Ramsar Wetlands of Turkey. *Ocean Engineering*(38), 1141-1149.
- Muryani, C. (2010). Analisis Perubahan Garis Pantai Menggunakan SIG serta Dampaknya terhadap Kehidupan Masyarakat di Sekitar Muara Sungai Rejoso Kabupaten Pasuruan. *Forum Geografi*, 24(2), 173-182.
- Parman, S. (2010). Deteksi Perubahan Garis Pantai Melalui Citra Penginderaan Jauh di Pantai Utara Semarang Demak. *Jurnal Geografi*, 7(1), 30-38.
- Rubio, G. G., Huntley, D., & Russell, P. (2015). Evaluating Shoreline Identification Using Optical Satellite Images. *Marine Geology*(359), 96-105.
- Stow, D. A. (2017). *Radiometric Correction of Remotely Sensed Data*. San Diego: San Diego State University.
- Sudarsono, B. (2011). Inventarisasi Perubahan Wilayah Pantai dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi kasus Kota Semarang). *Teknik*, 32(2), 162-169.
- Visalatchi, & Chandar, R. (2012). Land Use and Land Cover Mapping and Shore Line Changes Studies in Tuticorin Coastal Area Using Remote Sensing. *International Journal of Advanced Earth Science and Engineering*, 1(1), 1-12.