

**KAJIAN KERENTANAN DAN PERKIRAAN PENGARUH KENAIKAN MUKA
AIR LAUT TERHADAP TEMPAT PENELURAN PENYU DI PESISIR
KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

MUHAMMAD SYIFA'UL FAHMI

115080600111033



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

**KAJIAN KERENTANAN DAN PERKIRAAN PENGARUH KENAIKAN MUKA
AIR LAUT TERHADAP TEMPAT PENELURAN PENYU DI PESISIR
KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:
MUHAMMAD SYIFA'UL FAHMI
115080600111033



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

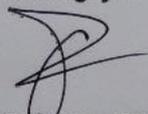
KAJIAN KERENTANAN DAN PERKIRAAN PENGARUH KENAIKAN MUKA
AIR LAUT TERHADAP TEMPAT PENELURAN PENYU DI PESIRIS
KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR

Oleh

Muhammad Syifa'ul Fahmi
NIM. 115080600111033

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 28 Juuni 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

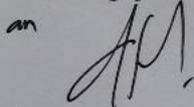
Dosen Peguji I



Dr. Ir. Guntur MS
NIP. 19580605198601001

Tanggal : 2 1 JUL 2016

Dosen Peguji II

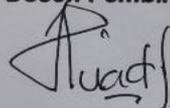


Syarifah Hikmah J. S. S.Pi, M.Sc
NIP. 198407202014042001

Tanggal : 2 1 JUL 2016

Menyetujui,

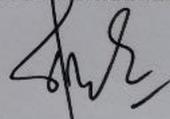
Dosen Pembimbing I



M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc
NIP. 19801005200501002

Tanggal: 2 1 JUL 2016

Dosen Pembimbing II



Dhira K. Saputra, S.Kel, M.Sc
NIK. 201201860115001

Tanggal: 2 1 JUL 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Daduk Setyohadi, M.P
NIP. 196306080 1987031003

Tanggal : 2 1 JUL 2016



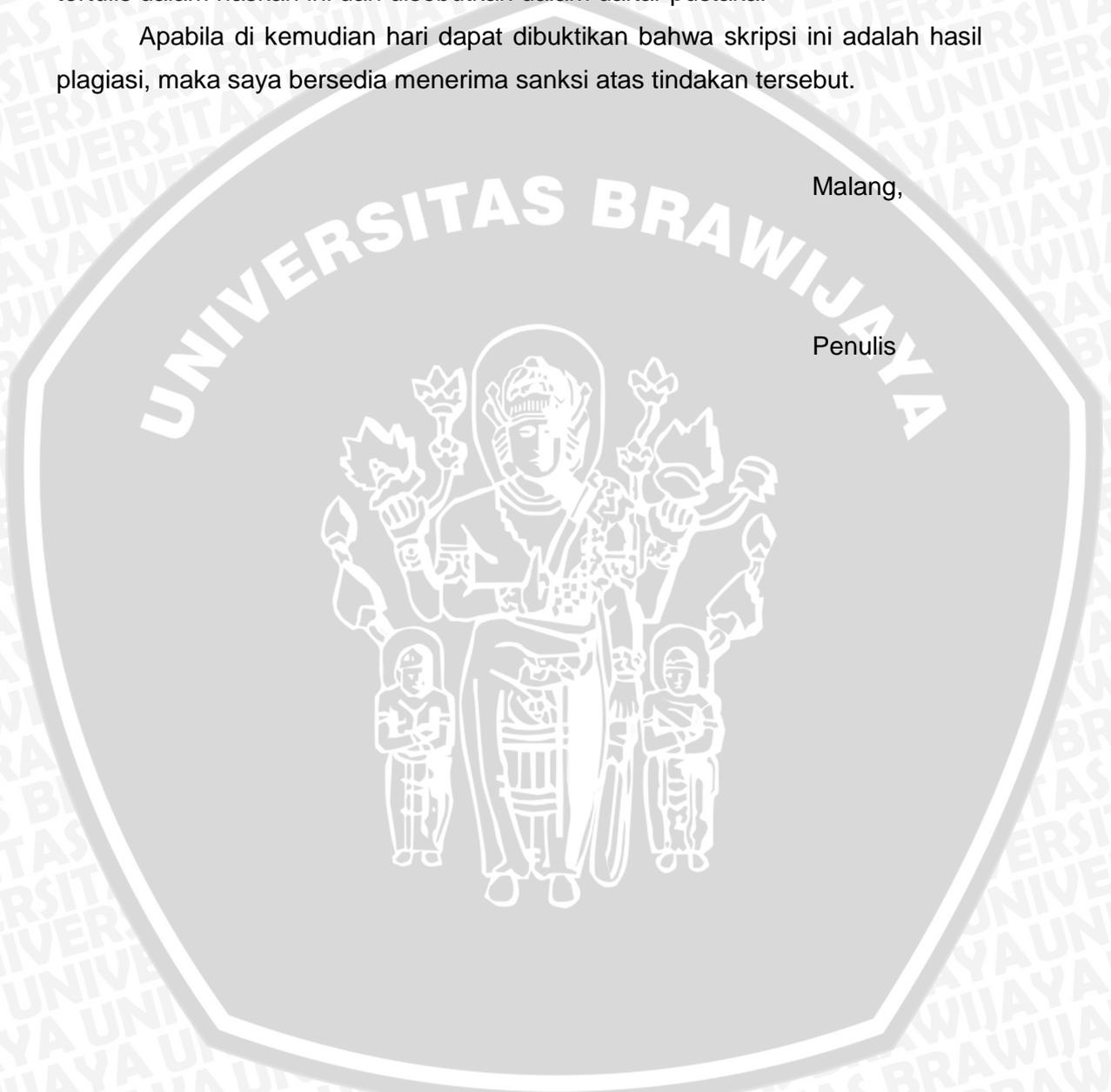
ORSINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya tulis saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa skripsi ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas tindakan tersebut.

Malang,

Penulis



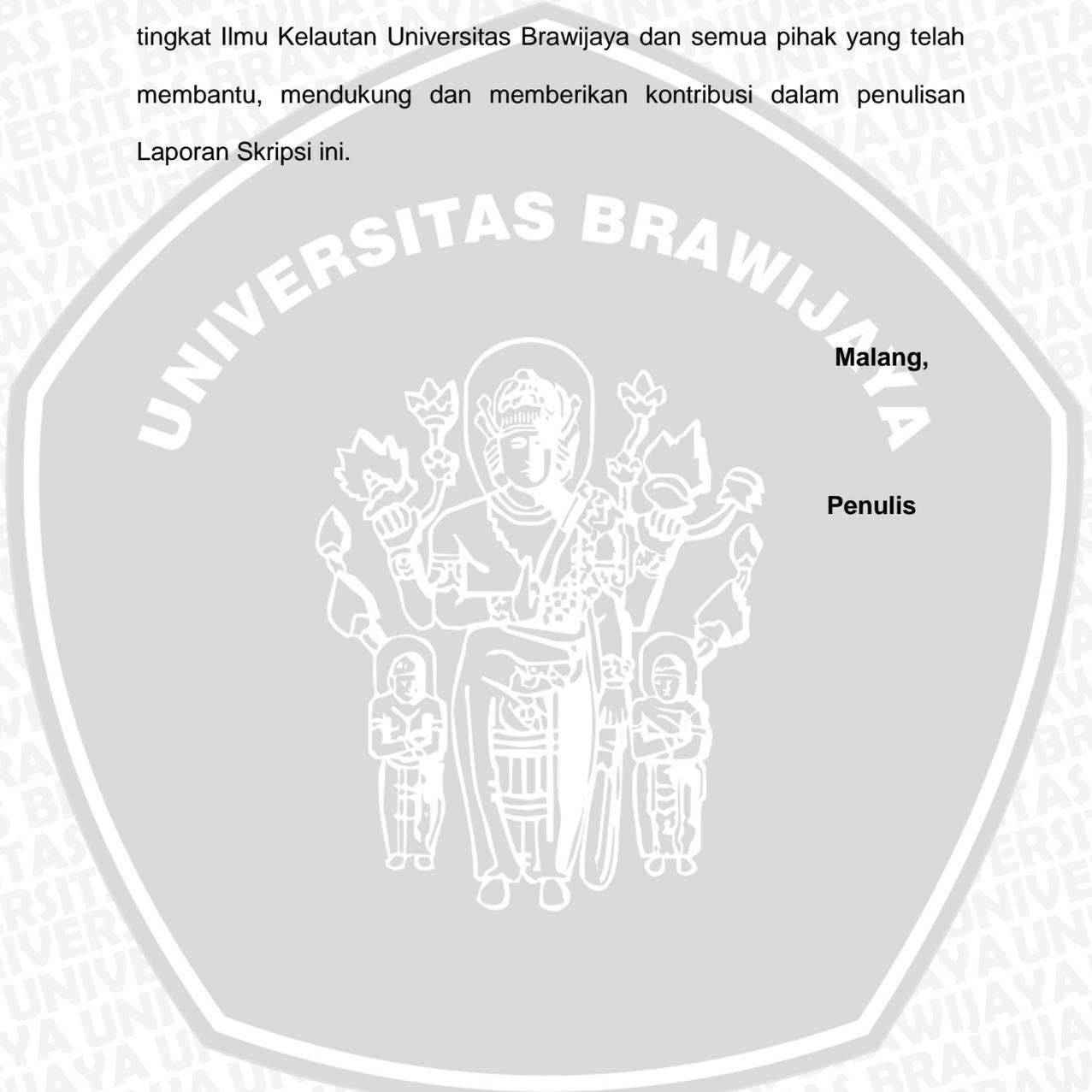
UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian laporan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang senantiasa mendukung, selalu memberikan do'a, serta motivasi selama penulis duduk dibangku perkuliahan.
2. Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc dan Bapak Dhira K. Saputra, S.Kel, M.Sc sebagai Dosen Pembimbing Skripsi, atas bimbingan arahan dan kebijaksanaan dalam pelaksanaan sampai dengan terselesaikannya laporan Skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Guntur MS dan Ibu Syarifah Hikmah J. S. S.Pi, M.Sc sebagai Dosen Penguji Skripsi, dalam memberikan kritik dan masukan untuk dapat terciptanya kesempurnaan Laporan Skripsi ini.
4. Terima kasih yang sangat spesial kepada Mamik Melani yang selalu memberikan banyak bantuan, masukan, dorongan, dan dukungan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
5. Teman teman yang memberikan semangat serta membantu penulis dalam membantu pengambilan data lapang yakni Anjas dan Ardi.
6. Asmaul Mufidasari yang membantu serta mengajarkan penulis tentang mengolah parameter kerentanan.
7. Kawan kawan direktur beserta jajaran gedung B lantai 5 yang saling memberikan dukungan agar bisa wisuda bersama.
8. Keluarga *Bunul Riverside* (Likul, Alfi, Icak) yang selalu mendukung penulis agar telat 5 tahun.

9. Genk Empat Sekawan (Handoko, Iqomuddin, Oyong dan Fitri) yang selalu memberikan dukungan serta motivasi agar bisa cepat lulus dan sukses bersama.

10. Seluruh Keluarga Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, kakak serta adik tingkat Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya dan semua pihak yang telah membantu, mendukung dan memberikan kontribusi dalam penulisan Laporan Skripsi ini.



Malang,

Penulis

RINGKASAN

MUHAMMAD SYIFA'UL FAHMI. 115080600111033. Kajian Kerentanan Dan Perkiraan Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Tempat Peneluran Penyul Di Pesisir Kabupaten Malang, Jawa Timur. (di bawah bimbingan **M. Arif Zainul Fuad** dan **Dhira K Saputra**).

Penyu merupakan hewan reptil yang hidupnya di perairan laut dalam hingga perairan laut dangkal dan dapat ditemukan di daerah tropis maupun subtropis. Wilayah pesisir Indonesia merupakan salah satu habitat bagi enam jenis penyu. Seluruh spesies penyu laut di seluruh dunia telah ditetapkan sebagai spesies yang terancam punah (*Endangered Species*) dan dicantumkan dalam Data Buku Merah (*Red Book Data*) oleh *The International Union for Conservation of Nature and Natural Resource* (IUCN). Faktor perburuan, pengambilan telur serta kondisi tempat peneluran penyu berpengaruh dalam penurunan jumlah penyu yang bertelur. Faktor seperti geomorfologi, tata guna lahan, kemiringan pantai, kenaikan muka air laut, perubahan garis pantai, dan rata – rata pasang surut juga bisa mempengaruhi populasi penyu yang bertelur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan tempat peneluran penyu di pesisir Malang Selatan dan mengetahui sarang yang tenggelam akibat kenaikan muka air laut di pesisir Malang Selatan.

Penelitian ini dilakukan dengan metode skoring pada ke enam variabel yang terdiri dari Geomorfologi, Tata Guna Lahan, Kemiringan lahan, Perubahan Garis Pantai, Kenaikan Muka Air Laut Relatif, dan Tunggang Pasang Surut, yang kemudian akan ditumpang tindihkan dan dihitung nilai kerentanan habitat tempat peneluran penyu yang tenggelam oleh kenaikan air laut.

Hasil kerentanan tempat peneluran penyu di Pesisir Kabupaten Malang menunjukkan adanya perbedaan tingkat kerentanan di ketiga pantai penelitian. Pantai Clungup merupakan tempat peneluran penyu dengan kerentanan sedang, sedangkan Pantai Bajulmati dan Pantai Tamban masuk tingkat kerentanan tinggi hal itu dikarenakan adanya aktivitas seperti permukiman dan pantai wisata yang bisa mengancam penyu bertelur. Hasil skenario kenaikan muka air laut di Pantai Bajulmati untuk 5 tahun kedepan tempat peneluran penyu aman dari naiknya muka air laut, sedangkan untuk 10 tahun di Pantai Bajulmati 11 sarang tenggelam oleh muka air laut dan untuk skenario 15 tahun di Pantai Bajulmati semua sarang tenggelam oleh naiknya muka air laut. Untuk skenario kenaikan muka air laut selama 5 tahun di Pantai Tamban dan Pantai Clungup tempat peneluran penyu terendam oleh naiknya muka air laut.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul Kajian Kerentanan Dan Perkiraan Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Tempat Peneluran Penyu Di Pesisir Kabupaten Malang, Jawa Timur. Laporan ini sebagai salah satu syarat untuk menerima gelar Sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan masih perlu diperbaiki. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun untuk kesempurnaan laporan ini dan diharapkan laporan Skripsi ini dapat bermanfaat untuk bagi para pembaca.

Malang,

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ORSINALITAS SKRIPSI	ii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iii
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Kegunaan.....	3
1.5. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penyu.....	5
2.2. Jenis dan Persebaran Penyu di Indonesia	5
2.3. Habitat Penyu.....	5
2.4. Faktor Kerentanan Tempat Peneluran Penyu.....	6
2.4.1. Geomorfologi.....	7
2.4.2. Tata Guna Lahan	7
2.4.3. Kenaikan Muka Air Laut	8
2.4.4. Kemiringan Lahan	9
2.4.5. Pasang Surut	9
2.4.6. Perubahan Garis Pantai	10
2.4.7. Tekstur Sedimen	10
2.5. Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Habitat Peneluran Penyu....	11
3. METODE PENELITIAN	13
3.1. Tempat Penelitian	13
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian	15



3.4.	Metode Pengukuran Parameter.....	18
3.4.1.	Geomorfologi.....	18
3.4.2.	Tata Guna Lahan	18
3.4.3.	Kenaikan Muka Air Laut	18
3.4.4.	Kemiringan Lahan	18
3.4.5.	Pasang Surut	19
3.4.6.	Perubahan Garis Pantai	20
3.4.7.	Tekstur Sedimen	21
3.4.8.	Pengukuran Skenario Kenaikan Muka Air Laut	22
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1.	Analisis Kondisi Lingkungan Habitat Tempat Peneluran Penyu.....	23
4.1.1.	Geomorfologi.....	23
4.1.2.	Tata Guna Lahan	24
4.1.3.	Kemiringan Lahan.....	26
4.1.4.	Pasang Surut	30
4.1.5.	Perubahan Garis Pantai	32
4.1.6.	Kenaikan Muka Air Laut	37
4.2.	Analisis Kerentanan Tempat Peneluran Penyu di Pesisir Kabupaten Malang	38
4.3.	Analisis Prediksi Skenario Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Tempat Peneluran Penyu.....	40
5.	PENUTUP	46
5.1.	Kesimpulan	46
5.2.	Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA.....	47
	LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat Penelitian	14
Tabel 2. Bahan Penelitian.....	14
Tabel 3. Presentase Berat Sedimen	23
Tabel 4. Penggunaan Lahan Pesisir Kabupaten Malang.....	25
Tabel 5. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Bajulmati.....	33
Tabel 6. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Clungup	35
Tabel 7. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Tamban.....	36
Tabel 8. Hasil Skoring Tiap Parameter	39
Tabel 9. Prediksi Sarang yang Tenggelam Akibat Naiknya Muka Air Laut	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	13
Gambar 2. Skema Kerja Penelitian.....	17
Gambar 3. Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen (Wenworth, 1922)	22
Gambar 4. Presentase Ukuran Butir Sedimen	23
Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Pesisir Kabupaten Malang	25
Gambar 6. Peta Kemiringan Lahan Pantai Bajulmati	27
Gambar 7. Peta Kemiringan Lahan Pantai Clungup.....	28
Gambar 8. Peta Kemiringan Lahan Pantai Tamban.....	29
Gambar 9. Elevasi Permukaan Laut : A. Pantai Bajulmati, B. Pantai Clungup, C. Pantai Tamban	30
Gambar 10. Peta Elevasi Pasang Surut di Pesisir Kabupaten Malang.....	31
Gambar 11. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Bajulmati.....	33
Gambar 12. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Clungup	34
Gambar 13. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Tamban	35
Gambar 14. Peta Kenaikan Muka Air Laut Di Pesisir Kabupaten Malang	37
Gambar 15. Peta Indeks Kerentanan Tempat Peneluran Penyu di Pesisir Malang Selatan.....	38
Gambar 16. Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut Selama 5 Tahun, 10 Tahun dan 15 Tahun di Pantai Bajulmati	41
Gambar 17. Bangunan Revetment di Pantai Bajulmati	42
Gambar 18. Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut di Pantai Clungup	42
Gambar 19. Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut di Pantai Tamban	43
Gambar 20. Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pesisir Kabupaten Malang....	44



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyu merupakan hewan reptil yang hidupnya di perairan laut dalam hingga perairan laut dangkal dan dapat ditemukan di daerah tropis maupun subtropis. Wilayah pesisir Indonesia merupakan salah satu habitat bagi enam jenis penyu, yaitu penyu pipih (*Natator depressus*), penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricate*), penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*), dan penyu tempayan (*Caretta caretta*) (Sumolang *et al.*,2008). Habitat penyu tersebut tersebar di beberapa wilayah di Indonesia yakni di perairan Bali, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Timur, Papua dan Kalimantan Barat.

Seluruh spesies penyu laut di seluruh dunia telah ditetapkan sebagai spesies yang terancam punah (*Endangered Species*) dan dicantumkan dalam Data Buku Merah (*Red Book Data*) oleh *The International Union for Conservation of Nature and Natural Resource* (IUCN). Berdasarkan konvensi *The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) penyu dimasukkan ke dalam daftar appendix I yang artinya dilarang diperdagangkan secara internasional (Petocz, 1987). Indonesia juga mempunyai peraturan untuk melindungi ke enam jenis penyu tersebut. Penyu pipih dan penyu sisik dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 882/Kpts-II/1992, penyu tempayan dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No.176/Kpts-Um/10/1980 dan Keputusan Menteri Kehutanan No. 301/Kpts-II/1991, penyu lekang dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 716/Kpts-Um/10/1980, penyu hijau dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah

No. 7/1999 tentang pengawetan tumbuhan dan satwa dan penyu belimbing dilindungi berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 327/Kpts/Um/5/1978.

Pesisir di Kabupaten Malang memiliki topologi pesisir yang sangat beragam dimulai dari pantai bertebing, pantai berbatu, hingga pantai berpasir, sehingga kawasan pesisir di Kabupaten Malang merupakan kawasan yang potensial sebagai kawasan wisata. Selain sebagai wisata, pesisir di Kabupaten Malang selatan juga merupakan salah satu tempat pendaratan penyu. Menurut Radar Malang (2015) pada akhir-akhir ini jumlah populasi penyu yang mendarat atau bertelur di pesisir Kabupaten Malang mengalami penurunan secara drastis dan bisa dikatakan dalam tahap kritis. Hal ini dikarenakan adanya perburuan dan pengambilan telur penyu yang dilakukan secara terus menerus.

Selain karena faktor perburuan dan pengambilan telur, kondisi tempat peneluran penyu juga berpengaruh dalam penurunan jumlah penyu yang bertelur. Faktor seperti geomorfologi, tata guna lahan, kemiringan pantai, kenaikan muka air laut, perubahan garis pantai, dan rata – rata pasang surut juga bisa mempengaruhi populasi penyu yang bertelur.

Tingginya gelombang dan tingginya kenaikan muka air laut di pesisir Kabupaten Malang mengakibatkan susutnya daratan dan mundurnya garis pantai. Hal itu mengakibatkan habitat penyu yang ada di pesisir Kabupaten Malang akan tenggelam akibat kenaikan muka air laut yang akan menekan pesisir. Oleh karena itu, melihat kondisi yang ada di pesisir Kabupaten Malang, maka perlu dilakukan analisis kerentanan tempat peneluran penyu yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Malang, guna melihat sejauh mana tingkat kerentanan tempat peneluran penyu yang ada di wilayah pesisir Kabupaten Malang terhadap dampak kenaikan muka air laut.

Penelitian ini menggunakan batasan masalah seperti menggunakan hanya 6 parameter, sarang penyu yang ada di pantai peneluran tidak berubah seiring

dengan berubahnya waktu, dan hanya menggunakan skoring dengan angka maksimal 3 yakni skoring 1 (Rendah), 2 (Sedang), dan 3 (Tinggi).

1.2. Rumusan Masalah

Perubahan kondisi lingkungan hidro oseanografi dan kenaikan muka air laut menyebabkan perubahan pada tempat peneluran penyu, sehingga hal tersebut akan menyebabkan penyu kehilangan tempat bertelur. Oleh karena itu, kondisi lingkungan hidro oseanografi perlu dikaji dalam penelitian ini dengan maksud untuk mengurangi hilangnya habitat tempat peneluran penyu. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tingkat kerentanan tempat peneluran penyu terhadap kenaikan muka air laut di pesisir Kabupaten Malang?
2. Berapa jumlah prediksi sarang penyu yang tenggelam, akibat kenaikan muka air laut di pesisir Kabupaten Malang?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tingkat kerentanan tempat peneluran penyu di pesisir Kabupaten Malang.
2. Untuk mengetahui sarang yang tenggelam akibat kenaikan muka air laut di pesisir Kabupaten Malang.

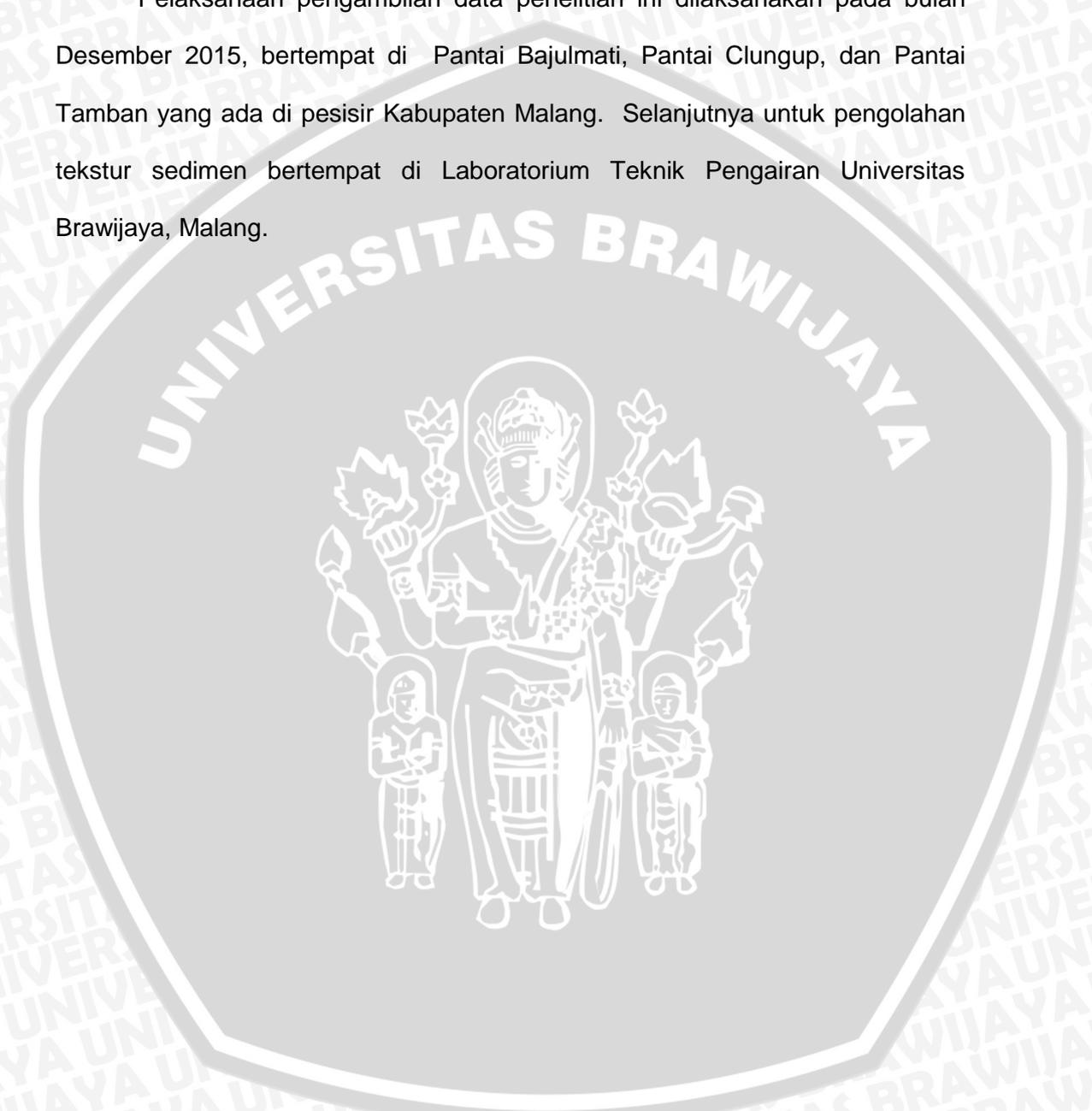
1.4. Kegunaan

Kegunaan penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui daerah tempat peneluran penyu yang beresiko terendam di pesisir Kabupaten Malang akibat perubahan kondisi hidro oseanografi dan fenomena kenaikan muka air laut, serta untuk dapat mengetahui solusi agar habitat tempat peneluran penyu tidak tenggelam akibat tingginya kenaikan muka air laut di pesisir Kabupaten Malang.

Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu digunakan acuan untuk mengembangkan konservasi penyu yang ada di pesisir Kabupaten Malang.

1.5. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Pelaksanaan pengambilan data penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015, bertempat di Pantai Bajulmati, Pantai Clungup, dan Pantai Tamban yang ada di pesisir Kabupaten Malang. Selanjutnya untuk pengolahan tekstur sedimen bertempat di Laboratorium Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penyu

Penyu merupakan hewan reptil yang hampir seluruh masa hidupnya berada di lautan. Penyu termasuk binatang ovipar yang pembuahan telurnya berlangsung di dalam tubuh induk. Penyu memiliki kemampuan untuk memproduksi telur dalam jumlah yang besar. Sejumlah ratusan butir telur yang dihasilkan, hanya belasan tukik yang berhasil sampai ke laut dan menjadi dewasa (Iskandar, 2012).

2.2. Jenis dan Persebaran Penyu di Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak tempat peneluran penyu. Penyebaran spesies penyu di dunia sangat luas yakni meliputi perairan tropis maupun perairan subtropis (Nontji, 2005). Dahuri (2003) mengatakan bahwa di dunia terdapat tujuh jenis spesies penyu dan enam diantaranya terdapat di wilayah Indonesia. Tujuh spesies penyu tersebut antara lain adalah penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu tempayan (*Caretta caretta*), penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*), penyu pipih (*Natator depressus*) dan penyu kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*).

Penyu laut melakukan migrasi jauh antara tempat sumber makanan dengan lokasi peneluran. Penyu laut umumnya mencari makan di perairan yang ditumbuhi tanaman atau alga laut. Penyu laut yang dewasa bermigrasi ke daerah pantai peneluran pada periode musim kawin (Nutja, 1992).

2.3. Habitat Penyu

Habitat adalah suatu daerah yang ditempati oleh makhluk hidup, serta memiliki komponen biotik dan abiotik, ruang, lahan, makanan, lingkungan dan

makhluk hidup lainnya (Herdiawan, 2003). Penyu mampu hidup di dua habitat yang berbeda yaitu habitat darat sebagai tempat peneluran (*nesting ground*) dan habitat laut sebagai habitat utama bagi keseluruhan hidupnya.

Habitat di darat merupakan tempat peneluran (*nesting ground*) bagi penyu betina. Dalam satu kali musim peneluran, penyu akan bertelur sebanyak tiga kali dengan rata-rata jumlah telur sebanyak 110 telur (Spotila, 2004). Penyu memiliki kecenderungan untuk memilih tempat yang spesifik sebagai pantai penelurannya. Umumnya pantai penelurannya adalah sebuah daratan luas dan landai yang terletak di atas pantai dengan rata-rata kemiringan sebesar 30° serta di atas batas pasang tertinggi antara 30 sampai 80 meter, memiliki butiran pasir yang mudah digali, dan secara naluriah dianggap aman untuk bertelur. Selain itu pantai yang didominasi oleh vegetasi pandan laut memberikan rasa aman bagi penyu yang akan bertelur (Nuitja, 1992).

Habitat laut merupakan tempat yang sangat utama bagi kehidupan penyu. Perairan tempat hidup penyu adalah laut bagian dalam terutama samudera di perairan tropis, sedangkan tempat tinggal penyu adalah daerah yang relatif dangkal, tidak lebih dari 200 meter dimana masih terdapat kehidupan lamun dan rumput laut (Spotila, 2004). Daerah yang disukai penyu adalah daerah yang mempunyai batu-batu yang berfungsi sebagai tempat menempelnya berbagai jenis makanan penyu dan juga berfungsi sebagai tempat berlindung.

2.4. Faktor Kerentanan Tempat Peneluran Penyu

Kehilangan dan berubahnya kondisi habitat merupakan ancaman besar bagi banyak spesies khususnya adalah penyu. Penyu merupakan organisme yang menghabiskan sebagian besar hidup mereka dalam air. Menurut Martinez *et al* (2014) parameter seperti geomorfologi, tata guna lahan, dan kenaikan muka air laut berperan dalam menekan pesisir yang berakibat pada kelangsungan tempat

peneluran penyu. Sedangkan faktor kemiringan lahan, pasang surut, dan perubahan garis pantai menurut Iskandar (2012) ikut berperan dalam mengetahui kelangsungan tempat peneluran penyu khususnya di pesisir Kabupaten Malang.

2.4.1. Geomorfologi

Geomorfologi dapat digunakan untuk mengidentifikasi bentuk permukaan bumi dan proses penyebabnya. Geomorfologi mempunyai dua proses yakni proses endogen dan eksogen. Proses endogen meliputi aktifitas vulkanik, tektonik, badai, banjir, patahan, lipatan, dan tsunami, sedangkan proses eksogen meliputi pelapukan, erosi, transportasi, dan deposisi (Gornitz dan kanciruk, 1989).

Setiap jenis bentuk lahan pesisir mempunyai perbedaan geomorfologi yang menunjukkan daya tahan lahan tersebut terhadap erodibilitas atau tingkat kerentanannya terhadap erosi. Perubahan geomorfologi (evolusi geomorfologi) yang diakibatkan oleh kenaikan paras laut tidak hanya menentukan kualitas dan kuantitas serta sifat keterkaitan ekosistem habitat yang terkait, tetapi juga meningkatkan tingkat kerentanan satwa liar, manusia, serta infrastruktur pada daerah pesisir (Kumar, 2010).

2.4.2. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan berguna untuk mengelompokkan lahan berdasarkan status dan penggunaan lahan, misalnya sebagai lahan pangan, lahan untuk kehutanan, cagar alam dan sebagainya. Istilah tersebut mencakup penggunaan lahan dalam lingkup perkotaan maupun pedesaan. Tata guna lahan secara otomatis mencakup konsep optimasi, evaluasi dan perencanaan lahan. Tata guna lahan berkaitan erat dengan kebijakan untuk perbaikan dan mempertahankan keberadaan suatu wilayah, efisiensi penataan dan keteraturan pengembangan di masa depan. Dengan demikian dalam penentuan kebijakan atau pemaknaan tata

guna lahan, sering dipengaruhi oleh tata nilai masyarakat sebagai peleburan dari nilai sosial, budaya, ekonomi maupun nilai agama (Firmansyah, 2012).

2.4.3. Kenaikan Muka Air Laut

Kenaikan muka air laut merupakan salah satu dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim. Dua proses utama penyebab kenaikan muka laut secara global menyebabkan peningkatan massa air sehingga terjadi peningkatan volume air dan pencairan es di daerah kutub yang juga menyebabkan peningkatan massa air. Pada beberapa lokasi karena adanya proses subsiden menyebabkan penambahan kerentanan pesisir terhadap kenaikan muka laut (USCCSP, 2009). Kajian kenaikan muka air laut dan dampaknya terhadap pesisir menjadi perhatian banyak kalangan peneliti. Secara global kenaikan muka air laut sekitar 2.5 mm per tahun sedangkan dalam skala lokal pada beberapa lokasi tertentu mencapai maksimum 30 mm per tahun.

Dampak dari kenaikan muka air laut terhadap pantai peneluran tergantung pada dua hal yaitu (1) laju kenaikan muka air laut per tahun (2) karakteristik daratan pantai peneluran seperti topografi, bentuk lahan pantai, dan penghalang pantai. Wilayah dengan potensi dampak kenaikan muka air laut biasanya pada wilayah pesisir dengan elevasi yang relatif rendah (Yamamo *et al.* 2007). Potensi perendaman pada pantai peneluran berdampak pada keberhasilan penetasan sarang di daerah batas pasang terendah. Dampak kenaikan muka laut pada pantai timur Amerika Serikat menyebabkan kegagalan sukses penetasan yang berimbas pada penurunan jumlah tukik. Kondisi ini memaksa induk penyu untuk beradaptasi dengan melakukan perubahan bahkan pergeseran tempat bersarang karena habitat pantai tidak lagi tersedia. Selain pergeseran lokasi untuk bersarang, kenaikan muka air laut menyebabkan tingginya potensial air laut yang terserap oleh pasir didalam sarang yang mempengaruhi kelembaban dan suhu pasir dalam sarang telur penyu tersebut. Dari kondisi ini maka dua kemungkinan yang bisa

diprediksi yaitu kegagalan penetasan dan keberhasilan penetasan akibat perubahan suhu dan kelembaban pasir dalam sarang selama masa inkubasi (Hamman *et al.* 2007).

2.4.4. Kemiringan Lahan

Kemiringan lahan sangat mempengaruhi jumlah penyu yang akan mendarat dan membuat sarang, hal ini dikarenakan kondisi pantai yang landai dan memiliki pasir yang halus akan memudahkan penyu untuk menuju daratan guna mencari lokasi sebagai tempat peneluran. Habitat untuk tempat bertelur penyu adalah daratan luas dan landai dengan rata-rata kemiringan 30°, kondisi ini berpengaruh pada aksesibilitas penyu untuk mencapai daerah yang sesuai untuk bertelur. Semakin curam pantai maka akan semakin menyulitkan bagi penyu untuk melihat obyek yang lebih jauh karena mata penyu hanya mampu melihat dengan baik pada sudut 150° ke bawah (Dharmadi dan Wiadnyana, 2008).

2.4.5. Pasang Surut

Pasang surut laut adalah suatu fenomena gelombang yang dibangkitkan oleh adanya interaksi antara laut, matahari dan bulan. Puncak dari gelombang disebut pasang tinggi dan lembah gelombang disebut pasang rendah. Perbedaan vertikal antara pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang surut (*tidal range*). Rentang pasang surut di Indonesia rata-rata berkisar antara 1 m hingga 3 m (Nontji, 1987). Periode pasang surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Nilai periode pasang surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit (Musrifin, 2011).

Pasang surut termasuk salah satu faktor pendukung keberhasilan peneluran penyu di pantai. Biasanya penyu memanfaatkan pasang tertinggi untuk memudahkannya mencapai batas pasang tertinggi di pantai guna membuat sarang. Menurut Umigame (2000), air pada saat pasang membantu induk penyu

untuk mencapai daratan tertinggi dengan mudah, namun pasang juga dapat menggenangi pasang secara berkala, hal ini membuat sarang akan mudah terendam dan pasir yang ada didalam sarang menjadi lembab dan padat sehingga menghalangi penyerapan oksigen oleh telur penyu sehingga menyebabkan embrio dalam telur penyu akan mati. Sarang yang lembab dan padat juga menyulitkan tukik yang sudah menetas untuk menembus tutupan pasir sehingga akan mati dalam ruang sarang atau di leher sarang.

2.4.6. Perubahan Garis Pantai

Garis pantai adalah garis yang mempertemukan antara pantai (daratan) dengan air (lautan). Secara periodik permukaan garis pantai akan selalu mengalami perubahan, maka tinggi muka air tertentu yang harus dipilih sebagai acuan untuk menjelaskan posisi garis pantai. Pada peta laut, garis pantai yang digunakan acuan adalah muka air tinggi (*High Water Level*). Sedangkan yang digunakan untuk acuan kedalaman adalah menggunakan muka air rendah (*Low Water Level*) sebagai garis pantai (Poerbandono, 2005).

Garis pantai bisa berubah karena abrasi pantai yang salah satunya diakibatkan oleh arus pasang surut, dan terjadinya pengikisan sehingga menyebabkan berkurangnya area daratan. Proses abrasi pantai yang diakibatkan gelombang laut menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai sehingga pantai tersebut berbentuk seperti tanggul. Kondisi semacam ini dapat menyulitkan induk penyu untuk mencapai daerah yang sangat aman untuk bertelur pada saat terjadi surut (WWF Sorong dan NOAA, 2002).

2.4.7. Tekstur Sedimen

Kondisi lingkungan yang berada di sekitar sarang penetasan penyu harus bersih dari benda-benda yang menutupi atau menghalangi sarang. Tekstur pasir yang padat dan berukuran halus biasanya membantu dalam poses penetasan telur penyu karena mampu menyimpan potensial air walau lambat menyerap air

(Umigame, 2000). Menurut Nybakken (1998), ukuran substrat pasir yang berada di pantai dipengaruhi oleh gelombang ataupun ombak yang ada di pantai tersebut. Yustina (2004) juga mengemukakan bahwa tipe substrat yang berada di dalam sarang berupa pecahan karang yang kasar dan bercampur tanah liat ataupun kerikil maka penyu tidak akan jadi bertelur dan meneruskan pencarian sarang yang cocok untuk bertelur. Butiran substrat yang cocok dan disenangi oleh induk penyu untuk bersarang adalah substrat dengan ukuran sedang dan halus.

Penyu akan mencari bagian dari permukaan pasir yang sesuai dengan nalurinya untuk membuat sarang dan tidak semua jenis substrat bisa digunakan untuk bertelur penyu tersebut. Biasanya butiran pasir yang digunakan sarang penyu merupakan butiran pasir tertentu yang mudah digali dan secara insting penyu aman digunakan untuk bertelur. Pasir merupakan salah satu unsur utama dalam penyusunan tekstur yang digunakan untuk sarang peneluran penyu. Susunan tekstur yang berupa pasir harus tidak kurang dari 90% dengan ukuran diameter butiran berbentuk halus sedangkan sisanya adalah lempung dan debu (Nuitja, 1992).

2.5. Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan Habitat Peneluran Penyu

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan suatu informasi mengenai obyek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa kontak langsung dengan obyek atau lingkungannya. Biasanya hasil dari teknik ini berbentuk citra yang selanjutnya bisa diproses dan diinterpretasikan guna menghasilkan data yang bermanfaat untuk aplikasi-aplikasi di bidang seperti pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya. Tujuan utama penginderaan jauh yakni mengumpulkan data sumber daya alam dan lingkungannya, kemudian informasi tentang obyek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan

pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi (Handayani dan Setiyadi, 2003).

Sudah banyak aplikasi tentang penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan aktifitas yang ada di lingkungan, khususnya pada daerah perairan pesisir. Dengan demikian, penginderaan jauh telah memberikan kontribusi yang besar dalam proses pemahaman tentang kondisi pesisir. Penginderaan jauh dengan pengolahannya juga merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat dalam menyediakan informasi tentang tempat peneluran penyu (Fathin, 2015).



3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di pantai tempat peneluran penyu yang ada di pesisir Kabupaten Malang. Terdapat tiga pantai yang menjadi tempat peneluran penyu di pesisir Kabupaten Malang yaitu Pantai Bajulmati, Pantai Clungup dan Pantai Tamban. Untuk melihat peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Alat Penelitian

No.	Alat	Kegunaan
Perangkat Keras		
1.	Laptop	Sebagai media untuk mengoperasikan software, mengolah data skripsi dan membuat laporan
2.	Garmin GPS	Menandai koordinat pada saat di lapang
3.	Waterpass	Mengukur kemiringan lahan
4.	Kamera Digital	Mendokumentasikan kegiatan saat di lapang
Perangkat Lunak		
5.	OS (<i>Operating System</i>) Windows 10 Ultimate 64-bit	Menjalankan semua <i>software</i> yang digunakan dalam proses pengolahan data citra satelit
6.	Arcgis 9.3	Mengolah data spasial dan <i>layouting</i>
7.	Global Mapper 14	Mengolah data aster gdem
8.	TMD (<i>Tide Model Driver</i>) & MATLAB	Memprediksi data pasang surut
9.	ODV (<i>Ocean Data View</i>) 4	Mengekstrak data MSL (<i>Mean Sea Level</i>)
10.	Envi 4.5	Mengolah citra landsat 8
11.	Envi Zoom 4.5	Mengklasifikasikan tata guna lahan

Adapun bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Bahan Penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Keterangan	Sumber
1.	Google Earth	Sebagai data citra yang akan diolah & data pendukung untuk pembuatan peta perubahan garis pantai	Tanggal akuisisi 24 November 2015	Google Earth
2.	Data DEM (<i>Digital</i>)	Sebagai data untuk membuat	30 m	ASTER GDEM 2

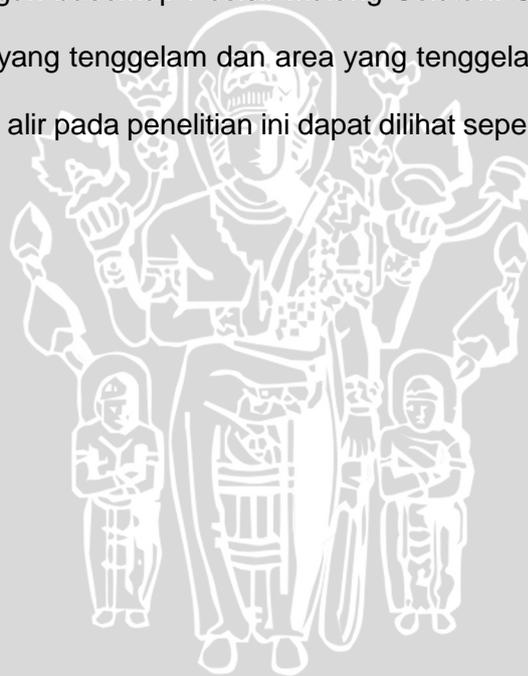
No	Bahan	Kegunaan	Keterangan	Sumber
	Elevation Model) V2 Pesisir Malang Selatan	peta kemiringan lahan		gdem.ersdac.jp/cesystems.or.jp
3.	Tanggung pasang surut	Sebagai data oseanografi untuk pasang surut	10 cm	Tide Model Drive (TMD)
4.	Kenaikan muka air laut	Sebagai data oseanografi Untuk kenaikan muka air laut	0.25 ^o	Satelit Topex Poseidon www.aviso.altimetry.fr
5.	Citra landsat 8	Sebagai data citra yang akan diolah untuk pembuatan geomorfologi dan tata guna lahan	Tanggal akuisisi 6 Juni 2015	USGS (US Geological Survey) http://earthexplorer.usgs.gov

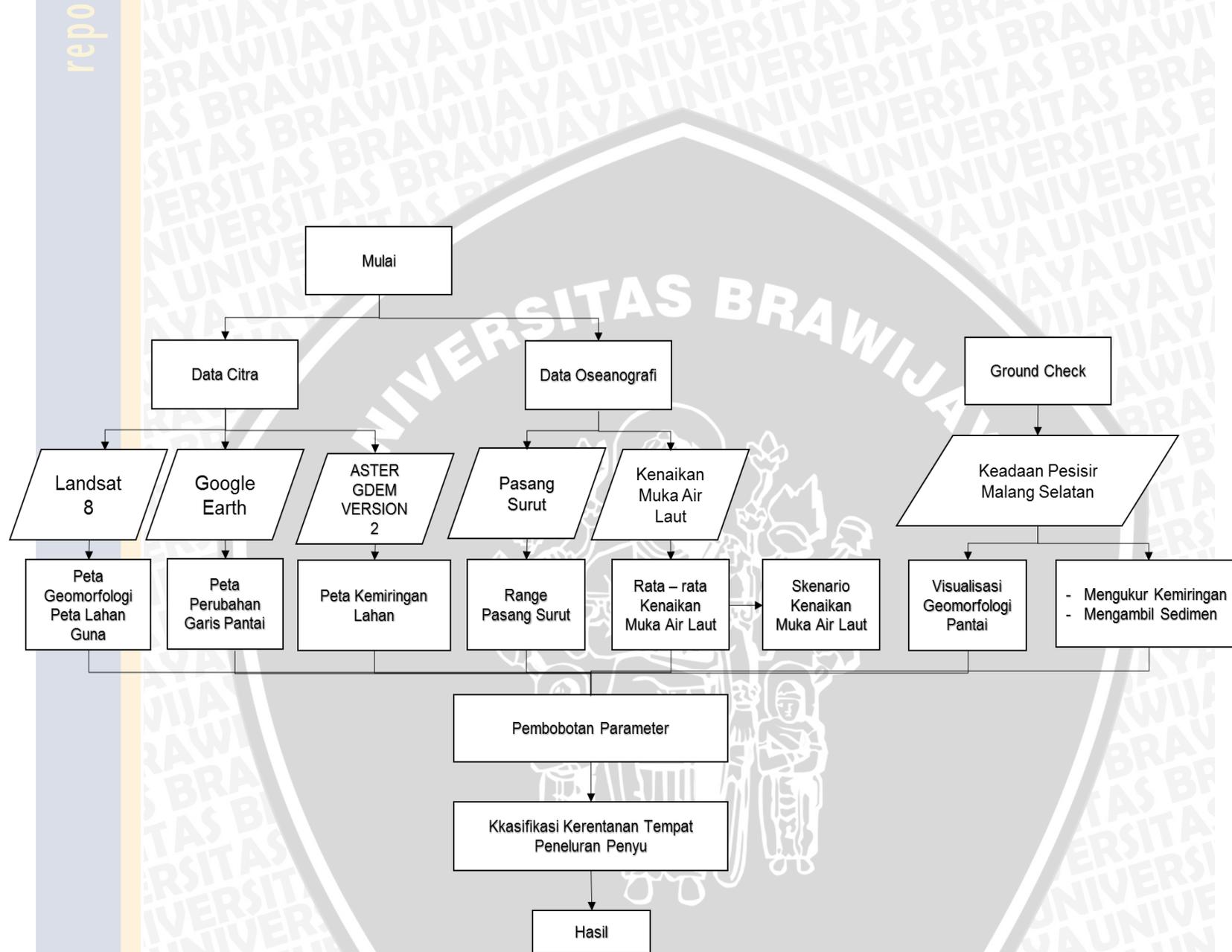
3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode skoring pada ke enam variabel yang terdiri dari geomorfologi, tata guna lahan, kemiringan lahan, perubahan garis pantai, kenaikan muka air laut relatif, dan tanggung pasang surut. Parameter – parameter tersebut di skoring yang mengacu pada *Coastal Vulnerability Index (CVI)* yakni dengan ketentuan semakin tinggi skor maka semakin tinggi kerentanannya. Untuk skoring yang digunakan yakni dengan skor maksimal 3 dengan ketentuan skor semakin tinggi skor maka semakin tinggi tingkat kerentanannya. Setelah itu parameter tersebut ditumpang tindihkan dan dihitung nilai kerentanan habitat tempat peneluran penyu yang terendam oleh kenaikan air laut. Penelitian tentang kerentanan tempat peneluran penyu di wilayah pesisir Kabupaten Malang ini menggunakan data situs dari *Google Earth* untuk perubahan garis pantai, <http://earthexplorer.usgs.gov> (Landsat 8 untuk tata guna lahan), www.reverb.echo.nasa.gov (ASTER GDEM V2 untuk elevasi), Satelit Topex Poseidon (untuk *Sea Level Rise*), dan *Tide Model Driver* (untuk memodelkan

pasang surut). Pengolahan data – data ini menggunakan beberapa software seperti *Arcgis 9.3*, *Global Mapper 10*, *Envi 4.5*, *Envi Zoom 4.5* dan *M.S Excel*. Setelah proses pengolahan data selesai, maka selanjutnya adalah pengecekan lapang (*ground check*) secara visual, untuk memverifikasi hasil yang telah diperoleh dengan sistem informasi geografis dengan keadaan lapang sekaligus untuk menggambarkan variabel penggunaan lahan dan kemiringan lahan pada wilayah kajian yang akan diteliti.

Metode pengukuran skenario kenaikan muka air laut menggunakan data dari *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, kemudian data tersebut *overlay* di ArcGis dengan basemap Pesisir Malang Selatan. Setelah itu dihitung berapa sarang penyu yang tenggelam dan area yang tenggelam akibat kenaikan muka air laut. Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 2.





Gambar 2. Skema Kerja Penelitian

3.4. Metode Pengukuran Parameter

3.4.1. Geomorfologi

Pengolahan data variabel geomorfologi menggunakan data citra satelit Landsat 8 tanggal akuisisi 6 Juni 2015, dan perangkat lunak yang digunakan adalah Envi Zoom 4.5, Envi 4.5 dan Arc GIS 9.3. Jenis data yang digunakan yakni permukiman, mangrove, vegetasi pesisir, pantai berpasir dan lahan kosong.

3.4.2. Tata Guna Lahan

Pengolahan data variabel tata guna lahan menggunakan data citra satelit Landsat 8 tanggal akuisisi 6 Juni 2015, dan perangkat lunak yang digunakan adalah Envi Zoom 4.5, Envi 4.5 dan Arc GIS 9.3. Jenis tutupan lahan yang digunakan yakni permukiman, mangrove dan lahan kosong. Acuan yang digunakan berasal dari *Google Earth* dan survei lapang.

3.4.3. Kenaikan Muka Air Laut

Pengolahan data variabel rata-rata kenaikan muka air laut relatif yaitu dengan menggunakan data *Mean Sea Level* yang dapat diunduh dari satelit TOPEX/POSEIDON dan perangkat lunak yang digunakan adalah ODV (*Ocean Data View*), Microsoft Excel dan Arcgis 9.3. Langkah pertama yaitu data yang telah diunduh dalam format *.nc ini dibuka dalam perangkat lunak ODV dan kemudian menentukan wilayah kajian serta menyimpannya dalam ODV *spreadsheet file*, langkah selanjutnya yakni mengolah data lebih lanjut dalam Microsoft Excel. Dalam Microsoft Excel menentukan titik koordinat yang sesuai dengan daerah kajian penelitian, kemudian menghitung nilai rata-ratanya. Setelah nilai rata-rata diketahui kemudian melakukan *layouting* dengan menggunakan Arcgis 9.3

3.4.4. Kemiringan Lahan

Data yang dibutuhkan dalam parameter kemiringan lahan ada dua yakni data primer dan data sekunder. Untuk data sekunder data kemiringan yang dibutuhkan adalah data elevasi yang diperoleh dari ASTER GDEM 2 dan

perangkat lunak yang digunakan untuk mengolahnya adalah Global Mapper 10 dan Arcgis 9.3. Langkah pertama yaitu data DEM yang telah diunduh kemudian dibuka dalam *software* Global Mapper 10 untuk pembacaan data, dan pemilihan lokasi penelitian. Selanjutnya setelah proses konfigurasi dan penyimpanan selesai, data dem kemudian dianalisis dalam perangkat lunak Arcgis 9.3. Analisis menggunakan *tools* yaitu *slope*, dan menentukan klasifikasi kemiringan lahan dengan menggunakan *tools* yaitu *reclassify*. Selanjutnya di *layouting* juga dengan menggunakan perangkat lunak Arcgis 9.3.

Pengukuran kemiringan lahan pada data primer menggunakan dua tongkat skala, meteran dan *waterpass*. Langkah pertama yakni menentukan titik vegetasi terluar pantai yang berdekatan dengan sarang peneluran penyu kemudian ditancapkan dua tongkat skala dan diukur sampai batas kenaikan muka air laut tertinggi, setelah itu disamakan ketinggian tongkat skala menggunakan *waterpass* setelah itu diukur ketinggian kayu dan lebar pantai menggunakan meteran. Selanjutnya dihitung dan didapatkan nilai kemiringan menggunakan rumus :

$$\text{Kemiringan} = \text{arc tan} \frac{Y}{X}$$

Keterangan : Y = Ketinggian tongkat skala

X = Jarak pantai

3.4.5. Pasang Surut

Data yang dibutuhkan dalam pengolahan pasut yakni menggunakan satu titik koordinat pada tiap daerah kajian penelitian dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mengolahnya adalah MATLAB dan Microsoft Excel untuk pengolahan data pasang surut. Langkah pertama yaitu membuat prediksi pasang surut pada bulan November - Desember tahun 2015 dengan menggunakan *software* MATLAB, kemudian hasil keluaran dari matlab tersebut dibuka dalam *Microsoft Excel* untuk diolah lebih lanjut. Prediksi pasang surut menggunakan TMD

(*Tide Model Driver*) digunakan untuk meramalkan ketinggian pasang surut di suatu lokasi kajian penelitian. Di perangkat *Microsoft Excel* nilai amplitudo yang dihasilkan dari metode TMD akan digunakan untuk mengetahui tipe dari pasang surut di perairan tersebut berdasarkan bilangan Formzahl (F) dengan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{(AK_1 + AO_1)}{(AM_2 + AS_2)}$$

- Keterangan:
- F : Bilangan Formzahl
 - AK₁ : Amplitudo komponen pasang tunggal utama
 - AO₁ : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
 - AM₂ : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
 - AS₂ : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari

Dengan ketentuan:

- $F \leq 0.25$: Pasang surut tipe harian ganda (*semidiurnal tides*)
- $0.25 < F < 1.5$: Pasang surut tipe campuran condong harian ganda (*mixed tides prevailing semidiurnal*)
- $1.5 < F \leq 3.0$: Pasang surut tipe campuran condong harian tunggal (*mixed tides prevailing diurnal*)
- $F > 3.0$: Pasang surut tipe harian tunggal (*diurnal tides*)

3.4.6. Perubahan Garis Pantai

Perubahan garis pantai didapatkan data dari *Google Earth* dengan rentang waktu 2006 – 2015 menggunakan Arcgis 9.3. Metode yang digunakan untuk mengukur laju perubahan garis pantai yaitu EPR (*End Point Rate*). *End Point Rate* merupakan metode yang memerlukan hanya 2 data untuk mengetahui perubahan

garis pantai, data yang digunakan tersebut adalah data perubahan garis pantai yang lama dan yang terbaru (Genz, 2007). Langkah pertama yaitu melakukan digitasi garis pantai di pesisir Kabupaten Malang menggunakan *Google Earth*, setelah itu membuat *cell* dengan jarak 50 m dengan bantuan *tools* yaitu *buffer*. Selanjutnya, menghitung perubahan garis pantai yang berupa abrasi/akresi disetiap *cell*nya dan menghitung dengan menggunakan rumus:

$$V_c = \frac{L}{N} Y^{-1}$$

Keterangan : V_c = Rata laju perubahan maju/mundur garis pantai pada unit ke-n

L = Panjang seluruh transek pada unit analisis ke-n

N = Jumlah transek pada unit analisis ke-n

Y = Rentang waktu

Untuk mengetahui rata-rata laju perubahan abrasi/akresi garis pantai per tahun. Setelah diketahui nilai rata-ratanya kemudian di *layouting* dalam perangkat lunak Arcgis 9.3.

3.4.7. Tekstur Sedimen

Pengambilan data tekstur sedimen diambil pada titik – titik yang diketahui pernah atau masih digunakan oleh penyu sebagai tempat penelurannya. Pengukuran butir sedimen pertama kali yakni mengambil sedimen menggunakan sekop kemudian ditaruh di kantong plastik. Selanjutnya sampel sedimen dianalisis di Laboratorium Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya untuk mengetahui tekstur ukuran butiran sedimen. Selanjutnya sedimen dioven untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam sedimen setelah itu sedimen dimasukkan dalam *sieve shaker* untuk proses pengayakan. Kemudian tiap mesh masing-masing ditimbang, selanjutnya ukuran butir sedimen diklasifikasikan menurut Wentworth (1922), sebagai berikut :

Millimeters (mm)	Micrometers (μm)	Phi (ϕ)	Wentworth size class	Rock type
4096		-12.0	Boulder	Conglomerate/ Breccia
256		-8.0	Cobble	
64		-6.0	Pebble	
4		-2.0	Granule	
2.00		-1.0	Very coarse sand	
1.00		0.0	Coarse sand	Sandstone
1/2	500	1.0	Medium sand	
1/4	250	2.0	Fine sand	
1/8	125	3.0	Very fine sand	
1/16	63	4.0	Coarse silt	
1/32	31	5.0	Medium silt	Siltstone
1/64	15.6	6.0	Fine silt	
1/128	7.8	7.0	Very fine silt	
1/256	3.9	8.0	Clay	
0.00006	0.06	14.0		Mud Claystone

Gambar 3. Klasifikasi Ukuran Butir Sedimen (Wenworth, 1922)

3.4.8. Pengukuran Skenario Kenaikan Muka Air Laut

Pengukuran skenario kenaikan muka air laut dalam penelitian ini menggunakan beberapa software dan parameter. Software yang digunakan, yakni Global Mapper 15 dan ArcGIS 9.3, sedangkan parameter yang digunakan adalah elevasi dan penggunaan lahan.

Setelah mendapat file elevasi, kemudian buka software ArcGIS 9.3 lalu import peta kontur tadi dengan cara klik toolbar Add Data. Selanjutnya, potong bagian peta kontur yang tidak diperlukan dengan cara melakukan *Extract by mask*. Proses masking ini berfungsi untuk menyimpan bagian peta yang diperlukan dalam penelitian ini dan membuang sisanya. Dalam penelitian ini, proses masking dilakukan untuk menyimpan bagian peta kontur di wilayah tempat peneluran penyusutan. Selanjutnya, lakukan *Colour Editing* untuk mendapatkan warna yang berbeda pada setiap ketinggian peta tersebut. Kemudian, peta kontur tempat peneluran penyusutan ini ditumpang tindih dengan basemap penggunaan lahan untuk selanjutnya di-layout agar mendapat peta skenario kenaikan muka air laut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

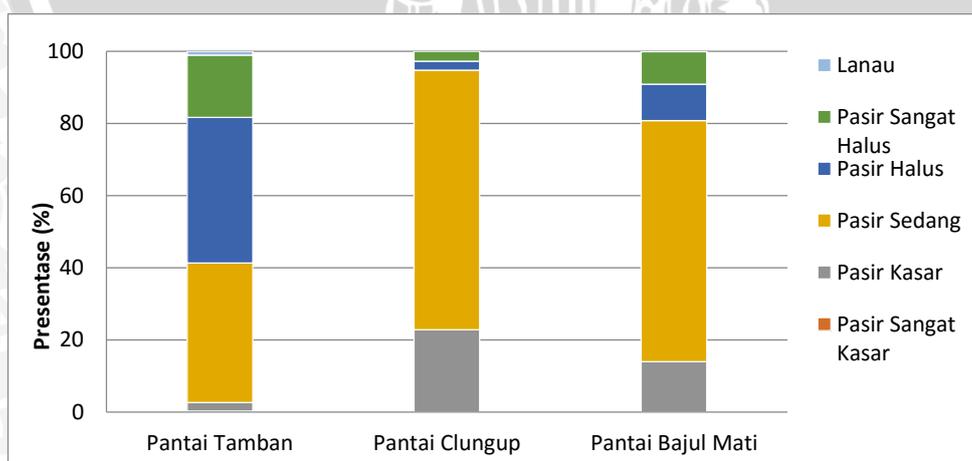
4.1. Analisis Kondisi Lingkungan Habitat Tempat Peneluran Penyu

4.1.1. Geomorfologi

Berdasarkan dari hasil observasi tentang keadaan geomorfologi wilayah penelitian, didapatkan hasil bahwa pada ketiga pantai tempat peneluran penyu yaitu Pantai Bajulmati, Pantai Clungup, dan Pantai Tamban berbatasan dengan Samudera Hindia dan merupakan tipe pantai berpasir yang didominasi oleh pasir sedang dan pasir halus dengan presentase sebagai berikut ;

Tabel 3. Presentase Berat Sedimen

No.	Tipe Substrat	Presentase Berat Sedimen (%)		
		Pantai Bajulmati	Pantai Clungup	Pantai Tamban
1	Pasir Sangat Kasar	0	0	0.3
2	Pasir Kasar	13.9	22.8	2.4
3	Pasir Sedang	66.8	72	38.7
4	Pasir Halus	10	2.5	40.3
5	Pasir Sangat Halus	9.1	2.7	17.3
6	Lanau	0.1	0	1.1



Gambar 4. Presentase Ukuran Butir Sedimen

Karakteristik ketiga pantai tempat penelitian termasuk dalam pantai berpasir, dikarenakan didominasi oleh pasir sedang dan pasir halus yang

mencapai 90%. Hasil tersebut disebabkan oleh adanya kikisan tebing dan proses oseanik. Menurut Nybakken (2001), pantai berpasir terbentuk dari bebatuan dan karang yang hancur karena hantaman air laut, lalu terseret oleh gelombang menuju tepi laut dan membentuk pantai berpasir. Dari ketiga tempat penelitian tersebut semua pantai berbentuk teluk dan hanya Pantai Clungup yang memiliki teluk paling sempit. Kemiringan lahan dari ketiga pantai penelitian termasuk kemiringan landai. Pantai Bajulmati, Pantai Clungup dan Pantai Tamban memiliki panjang pantai yang berbeda-beda. Pantai Bajulmati merupakan pantai terpanjang yaitu sekitar 2251 m, sedangkan Pantai Tamban dan Pantai Clungup memiliki panjang pantai sekitar 1500 m dan 500 m. Panjang ketiga pantai tersebut merupakan panjang pantai yang cukup bagi penyu untuk bertelur dan membuat sarang. Pada Pantai Bajulmati dan Pantai Tamban terdapat warung yang dijadikan rumah oleh warga, mengingat Pantai Bajulmati dan Pantai Tamban termasuk pantai wisata, sedangkan di Pantai Clungup tidak ada permukiman karena termasuk pantai konservasi.

4.1.2. Tata Guna Lahan

Berdasarkan dari hasil interpretasi citra landsat 8 dengan pembagian kelas atau klasifikasi didasarkan pada klasifikasi yang dikeluarkan oleh USGS pada tahun 2012. Pembatasan daerah penelitian (*cropping area*) dilakukan untuk mempercepat proses segmentasi dalam klasifikasi citra Landsat 8, serta agar membatasi hasil analisis kelas kerentanan pada wilayah kajian penelitian. Hasil Peta tata guna lahan Pesisir Kabupaten Malang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Pesisir Kabupaten Malang

Berdasarkan pengolahan data penggunaan lahan yang divisualisasikan dengan menggunakan peta, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan di pesisir Kabupaten Malang adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Penggunaan Lahan Pesisir Kabupaten Malang

No.	Klasifikasi	Pantai Bajulmati	Pantai Clungup	Pantai Tamban
1.	Vegetasi Pesisir	Pandan laut (<i>Pandanus tectorius</i>)	Waru laut (<i>Thespesia populnea</i>)	Waru laut (<i>Thespesia populnea</i>)
		Waru laut (<i>Thespesia populnea</i>)	Waru laut (<i>Thespesia populnea</i>)	Pandan laut (<i>Pandanus tectorius</i>)
2.	Bangunan Pantai	Rumput gulung (<i>Spinifex longifolius</i>)	-	-
		Permukiman	-	Permukiman

No.	Klasifikasi	Pantai Bajulmati	Pantai Clungup	Pantai Tamban
3.	Ladang / Sawah	Ladang / Sawah	Ladang / Sawah	Ladang / Sawah

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan hasil bahwa pada klasifikasi vegetasi pesisir di semua tempat penelitian terdapat vegetasi mangrove asosiasi, pada klasifikasi bangunan pantai hanya Pantai Clungup yang tidak mempunyai permukiman, dikarenakan pengelolaan Pantai Clungup sebagai pantai konservasi, sedangkan Pantai Bajulmati dan Pantai Tamban terdapat permukiman dikarenakan terdapat kampung nelayan. Penggunaan lahan untuk klasifikasi ladang/sawah terdapat pada semua tempat penelitian. Menurut Novitawati (2003), formasi hutan pantai juga berfungsi sebagai penghalang cahaya luar yang menyebabkan penyu tidak jadi bertelur, sedangkan jenis pandan laut (*Pandanus tectorius*) berfungsi merangsang penyu untuk naik dan bertelur.

4.1.3. Kemiringan Lahan

Hasil pengolahan data elevasi menggunakan ASTER GDEM 2 yaitu berupa gambaran peta kemiringan lahan di tempat peneluran penyu di pesisir Kabupaten Malang. Kemiringan lahan sangat mempengaruhi tempat peneluran penyu, hal ini dikarenakan semakin landai kemiringan maka akan mempengaruhi penyu yang bertelur. Hasil peta kemiringan lahan di pesisir Kabupaten Malang disajikan pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8.



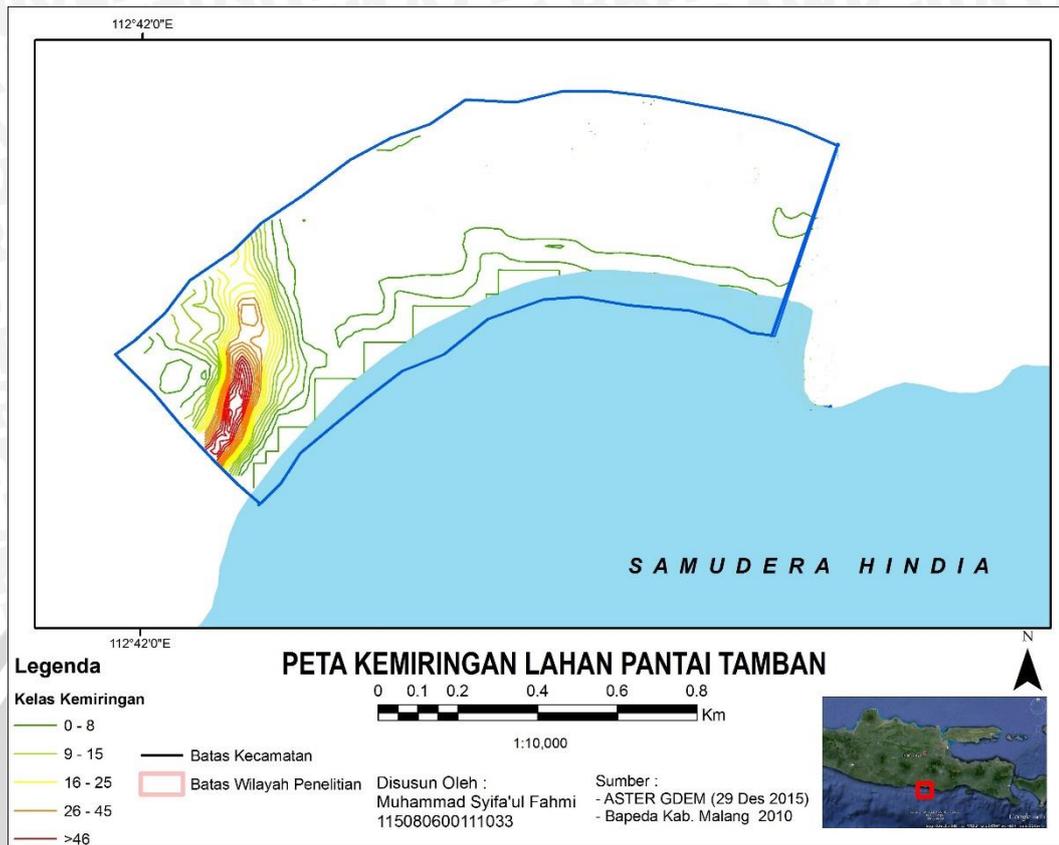
Gambar 6. Peta Kemiringan Lahan Pantai Bajulmati

Berdasarkan peta kemiringan diatas dapat diketahui bahwa nilai kemiringan di Pantai Bajulmati, termasuk klasifikasi datar (0% - 8%) dan landai (9% - 15%). Pada pengukuran kemiringan lahan menggunakan *waterpass* di lapang didapatkan hasil sebesar 6,32%. Pada parameter kemiringan lahan jika suatu pantai semakin landai maka pantai tersebut akan menjadi tempat yang disukai penyu untuk bertelur, dikarenakan akan memudahkan penyu untuk naik ke tempat peneluran tersebut. Walaupun begitu, pada Pantai Bajulmati terdapat bukit – bukit dengan ketinggian >46 meter yang terbentuk dari proses tektonis yang merupakan karakteristik pantai yang ada di Malang Selatan.



Gambar 7. Peta Kemiringan Lahan Pantai Clungup

Berdasarkan gambar peta kemiringan lahan diatas diketahui bahwa nilai kemiringan di Pantai Clungup, termasuk klasifikasi datar (0% - 8%) dan landai (9% - 15%) dan pada pengukuran kemiringan lahan di Pantai Clungup menggunakan *waterpass* didapatkan hasil kemiringan lahan sebesar 5,79%. Hasil parameter kemiringan lahan di Pantai Clungup termasuk dalam klasifikasi kemiringan landai. Kemiringan yang landai dan juga masih banyak terdapat vegetasi pesisir membuat Pantai Clungup disukai penyus untuk bertelur



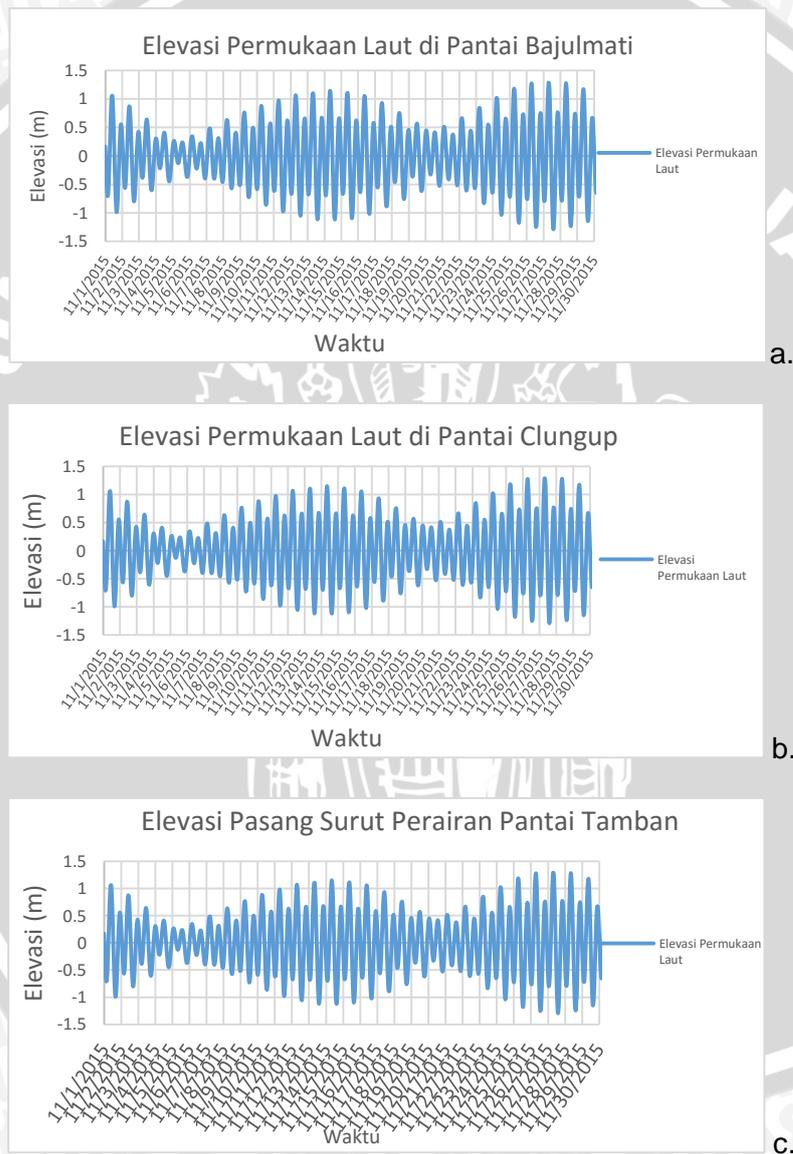
Gambar 8. Peta Kemiringan Lahan Pantai Tamban

Berdasarkan hasil peta kemiringan lahan diatas diketahui bahwa hasil kemiringan lahan di Pantai Tamban, termasuk klasifikasi datar (0% - 8%) dan Landai (9% - 15%). Pada pengukuran menggunakan *waterpass* di lapang didapatkan hasil sebesar 3,94 %. Kemiringan lahan di Pantai Tamban termasuk kategori landau. Ukuran supratidal Pantai Tamban yang lebar juga membuat Pantai Tamban disukai penyu untuk bertelur.

Hasil pengukuran kemiringan lahan pada ketiga pantai penelitian termasuk kemiringan datar. Menurut Nuitja (1992), Kemiringan lahan dari ketiga pantai tersebut tidak terlalu curam dan cocok untuk tempat penyu bertelur, dikarenakan semakin curam pantai, maka penyu akan semakin sulit untuk naik dan bertelur.

4.1.4. Pasang Surut

Pengolahan data prediksi pasang surut menggunakan metode TMD (*Tide Model Driver*) sehingga didapatkan hasil range pasang surut. Hasil prediksi tinggi pasang surut diolah menjadi format raster kemudian diproses layouting pada perangkat lunak ArcGis 9.3. Selanjutnya diperoleh hasil berupa grafik elevasi pasang surut dan peta elevasi pasang surut seperti Gambar 9a, b, c.



Gambar 9. Elevasi Permukaan Laut : A. Pantai Bajulmati, B. Pantai Clungup, C. Pantai Tamban

Pasang surut yang terjadi di ketiga tempat penelitian tergolong tinggi. Pengambilan data pasut dilakukan pada bulan November 2015. Hasil pasang surut

diatas menunjukkan bahwa di Pantai Bajulmati tinggi maksimal air laut sebesar 128 cm, sedangkan surut terendah air laut mencapai -129 cm, pada Pantai Clungup didapatkan hasil bahwa tinggi maksimal air laut sebesar 129 cm sedangkan surut terendah air laut mencapai -129 cm dan sedangkan Pantai Tamban tinggi maksimal air laut sebesar 129 cm sedangkan pada saat surut terendah mencapai -130 cm.

Pada kondisi pasang, luas area yang terendam mencapai jarak ± 10 meter dari garis pantai saat terjadi surut. Hal itu dikarenakan kemiringan pantai ketiga lokasi penelitian termasuk landai. Pada saat terjadi pasang tertinggi, luas area supratidal yang tersisa seluas 30 meter yang bisa dimanfaatkan penyu untuk bertelur.



Gambar 10. Peta Elevasi Pasang Surut di Pesisir Kabupaten Malang

Berdasarkan pengolahan data prediksi pasang surut yang divisualisasikan dengan menggunakan peta, dapat diketahui bahwa nilai formzahl elevasi pasang

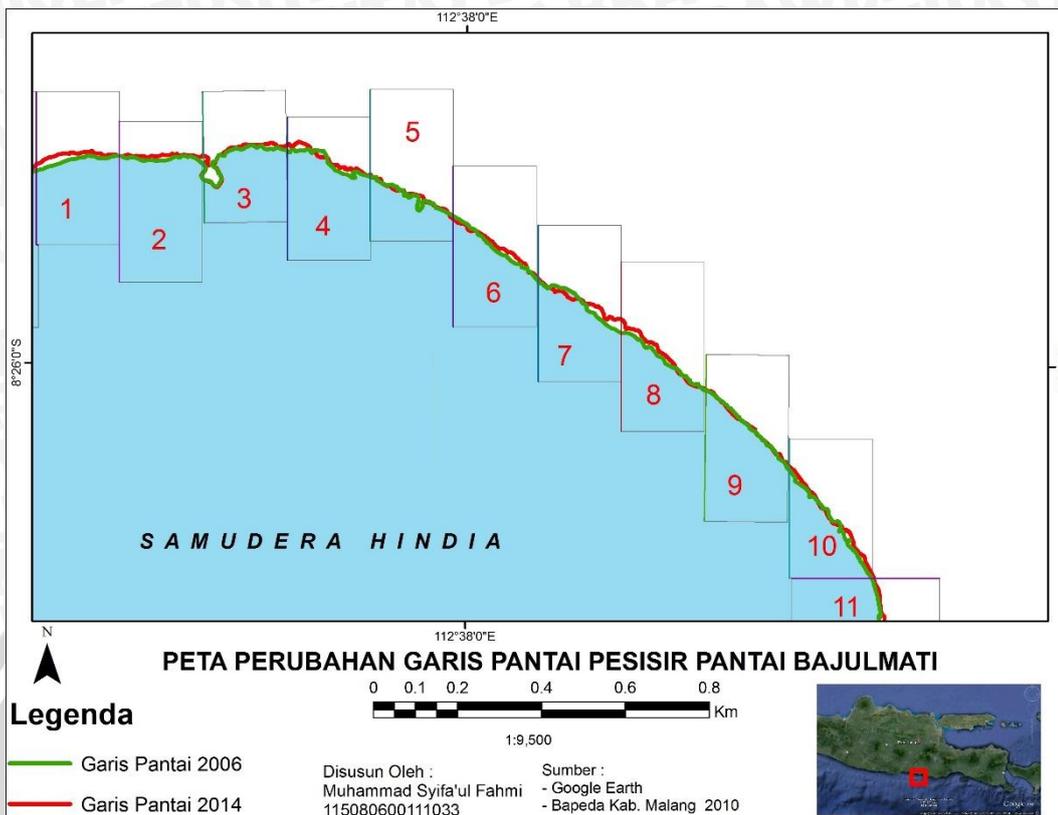
surut di Pantai Bajulmati adalah sebesar 0.364, Pantai Clungup sebesar 0.363 dan Pantai Tamban sebesar 0.362. Tipe pasang surut ketiga pantai tersebut termasuk tipe pasang surut campuran condong harian ganda. Tipe pasut ini dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Menurut Lohman (1999), pasang surut membantu penyu untuk mencapai tempat penelurannya dengan menggunakan pasang air laut untuk mencapai ke pantai dan menuju ke tempat penelurannya.

4.1.5. Perubahan Garis Pantai

Pengolahan parameter perubahan garis pantai menggunakan data dari *Google Earth* pada tanggal 17 November 2006 dan 15 September 2014 adalah dengan cara membagi garis pantai dengan beberapa pias. Pembuatan pias digunakan agar memudahkan melakukan analisis laju perubahan garis pantai, selain itu dengan adanya pias dapat semakin detail mengetahui pola perubahan garis pantai yang terjadi. Didalam masing-masing pias, terdapat beberapa transek dengan interval jarak 50 m.

- Pantai Bajulmati

Peta perubahan garis pantai untuk Pantai Bajulmati disajikan pada gambar 11 dibawah ini



Gambar 11. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Bajulmati

Berdasarkan gambar 11 diatas menunjukkan bahwa perubahan garis pantai di Pantai Bajulmati adalah abrasi dengan abrasi terbesar pada pias ke 8. Untuk mengetahui nilai laju perubahan garis pantai yang terjadi di Pantai Bajulmati disajikan seperti pada Tabel 5.

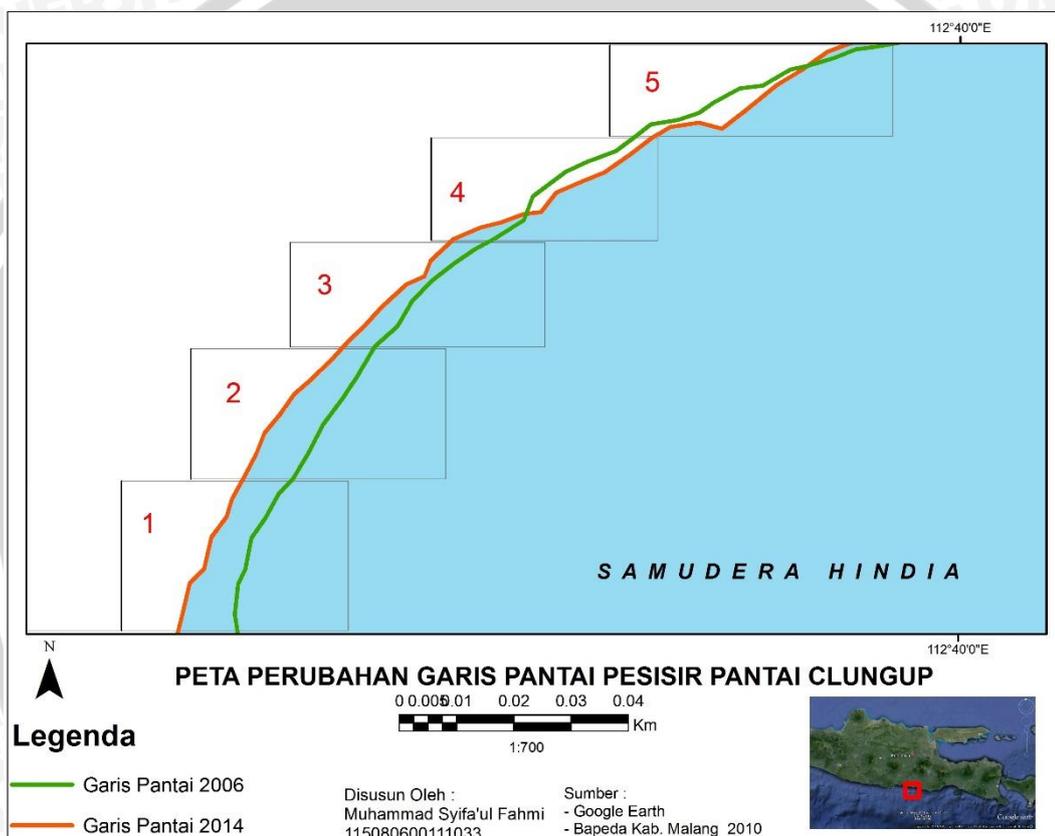
Tabel 5. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Bajulmati

No.	Cell Transek	Rata – rata nilai transek	Laju Perubahan Garis Pantai (m/8yr)
1.	-10.2		
2.	-4.8		
3.	-2.5		
4.	-3.9		
5.	-1.7	-6.4	-0.7
6.	-4.9		
7.	-10.9		
8.	-5.6		
9.	-0.4		

No.	Cell Transek	Rata – rata nilai transek	Laju Perubahan Garis Pantai (m/8yr)
10.	-3.6		
11.	-2.2		

- Pantai Clungup

Peta perubahan garis pantai untuk Pantai Clungup disajikan pada gambar 12 dibawah ini



Gambar 12. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Clungup

Berdasarkan hasil dari perubahan garis pantai pada gambar 12 diatas menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi yakni abrasi, dengan tingkat abrasi terbesar pada pias ke 2. Selanjutnya untuk nilai laju perubahan garis pantai yang terjadi di Pantai Clungup disajikan seperti pada Tabel 6.



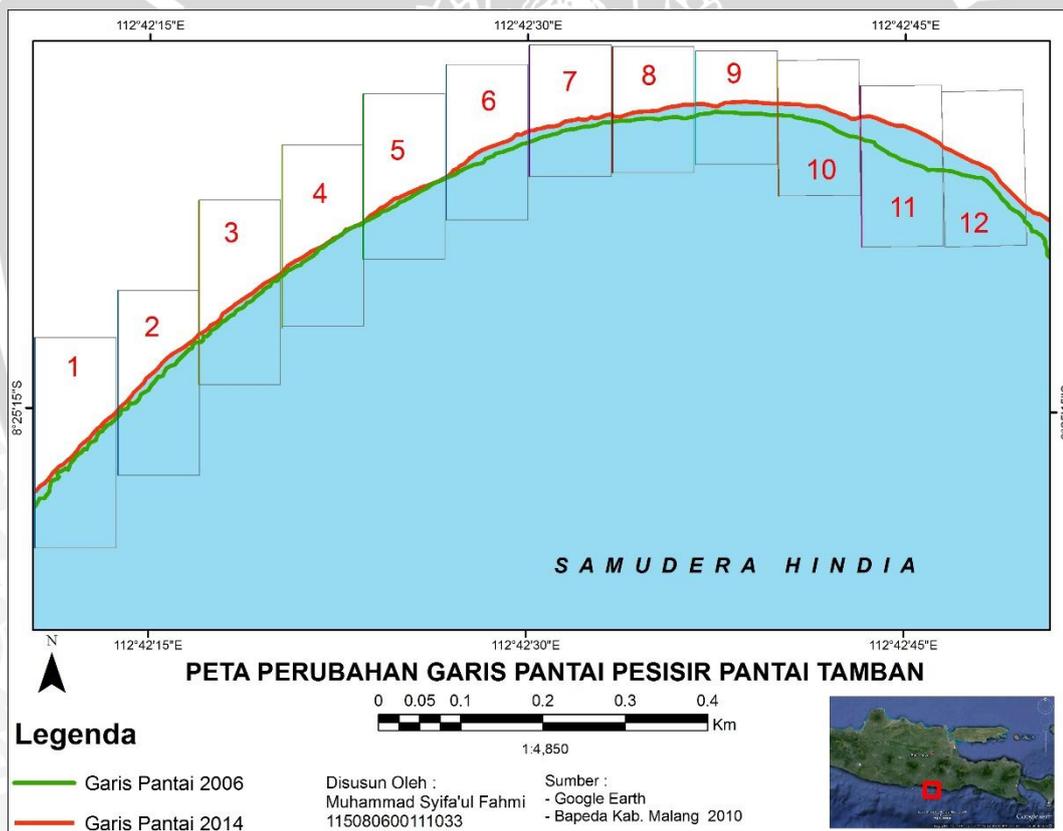
Tabel 6. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Clungup

No.	Cell Transek	Rata – rata nilai transek	Laju Perubahan Garis Pantai (m/8yr)
1.	-7.4		
2.	-7.8		
3.	-5.0	-3.4	-0.4
4.	5.4		
5.	-5.		

- Pantai Tamban

Peta perubahan garis pantai untuk Pantai Tamban disajikan pada gambar

13 dibawah ini



Gambar 13. Peta Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Tamban

Berdasarkan hasil dari perubahan garis pantai pada Gambar 13 diatas menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi yakni abrasi, dengan tingkat abrasi

terbesar pada pias ke 11. Selanjutnya untuk melihat nilai laju perubahan garis pantai yang terjadi di Pantai Tamban disajikan seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Besar Laju Perubahan Garis Pantai Pesisir Pantai Tamban

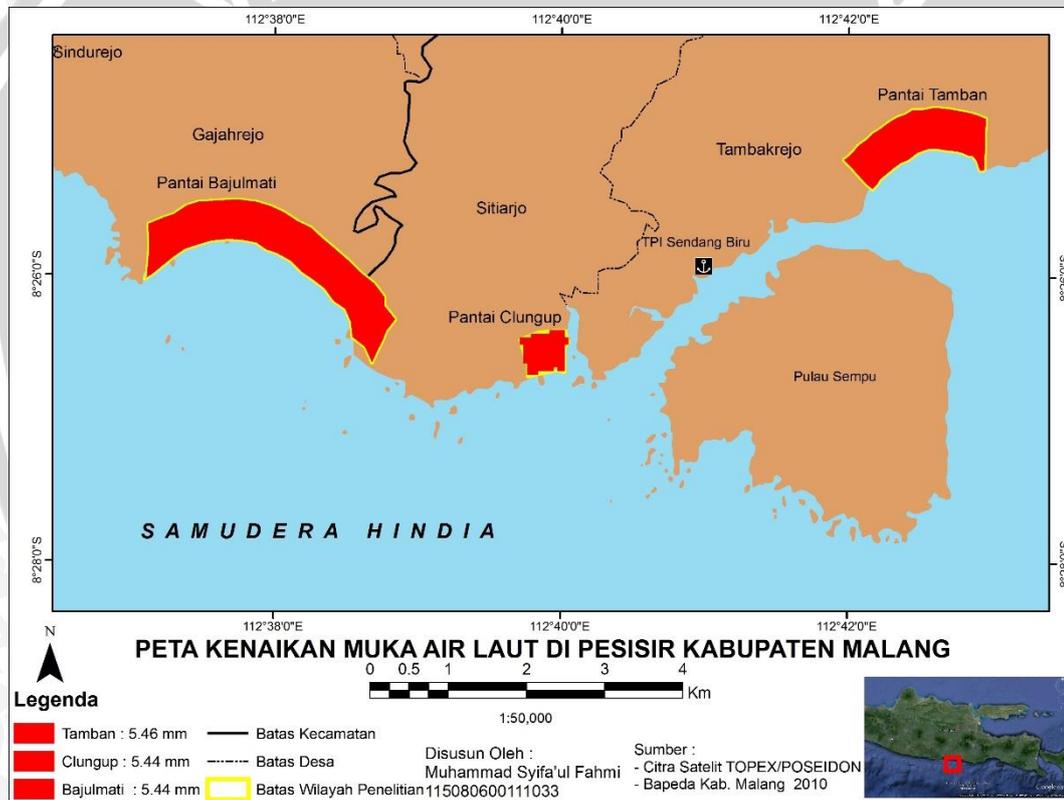
No.	Cell Transek	Rata – rata Nilai Transek	Laju Perubahan Garis Pantai (m/8yr)
1.	-5.7		
2.	-5.3		
3.	-4.9		
4.	-1.8		
5.	-3.9		
6.	-6.8		
7.	-7.4	-13.2	-1.4
8.	-8.6		
9.	-10.8		
10.	-12.1		
11.	-21.5		
12.	-11.4		

Berdasarkan gambar dan tabel diatas menunjukkan bahwa, hasil pengolahan perubahan garis pantai untuk rentan waktu 8 tahun (2006-2014) pada ketiga tempat penelitian didapatkan pola perubahan musiman, dan laju perubahan garis pantai yang terjadi adalah pada Pantai Bajulmati sebesar -0.7 m/8th, pada Pantai Clungup sebesar -0.4 m/8th dan pada Pantai Tamban sebesar -1.4 m/8th. Hasil perubahan garis pantai pada ketiga lokasi penelitian termasuk dalam kategori stabil. Kestabilan perubahan garis pantai dikarenakan tidak adanya faktor – faktor seperti sungai besar yang akan mempengaruhi proses sedimentasi atau faktor kegiatan manusia seperti reklamasi di pesisir Kabupaten Malang. Zona supratidal yang lebar dan pasir yang halus menjadikan Pantai Bajulmati, Pantai Clungup dan Pantai Tamban menjadi tempat yang disukai penyu untuk bertelur. Hasil pengukuran kenaikan muka air laut pada ketiga penelitian tergolong besar yang disebabkan letak dari pesisir Kabupaten Malang yang berhadapan langsung

dengan Samudera Hindia yang merupakan salah satu dari 3 samudera yang berperan penting terhadap siklus perairan dunia.

4.1.6. Kenaikan Muka Air Laut

Hasil pengolahan data rata-rata kenaikan muka air laut (*Mean Sea Level Rise*) yang diambil dari data AVISO yaitu berupa gambaran peta rata-rata kenaikan muka air laut relatif di tempat peneluran penyus di pesisir Kabupaten Malang yang terdiri dari tiga wilayah kajian yaitu Pantai Bajulmati, Pantai Clungup dan Pantai Tamban. Peta rata-rata kenaikan muka air laut di pesisir Kabupaten Malang dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Peta Kenaikan Muka Air Laut Di Pesisir Kabupaten Malang

Berdasarkan pengolahan data rata-rata kenaikan muka air laut yang divisualisasikan dengan menggunakan peta, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kenaikan muka air laut (MSL) di Pantai Bajulmati sebesar 5.44 mm/th, Pantai Clungup sebesar 5.44 mm/th dan Pantai Tamban sebesar 5.46 mm/th.

4.2. Analisis Kerentanan Tempat Peneluran Penyu di Pesisir Kabupaten Malang

Kerentanan tempat peneluran penyu di peroleh melalui analisis tumpang susun dengan metode *weighted overlay*. Metode ini merupakan tumpang susun dari 6 variabel yakni geomorfologi, tata guna lahan, kenaikan muka air laut, kemiringan lahan, pasang surut, dan perubahan garis pantai menghasilkan peta indeks kerentanan tempat peneluran penyu di Pesisir Kabupaten Malang yang disajikan pada Gambar 15.



Gambar 15. Peta Indeks Kerentanan Tempat Peneluran Penyu di Pesisir Malang Selatan

Berdasarkan Gambar 15 diatas menunjukkan bahwa kelas kerentanan tempat peneluran penyu di pesisir Kabupaten Malang termasuk dalam kelas kerentanan rendah. Hal ini dikarenakan dari semua variabel yang digunakan pada penelitian kajian kerentanan tempat peneluran penyu di pesisir Kabupaten Malang termasuk parameter yang cocok digunakan penyu sebagai tempat bertelur

ataupun bersarang. Hasil skor indeks kerentanan disajikan pada Tabel 8 dengan keterangan skor yang mengacu pada CVI (*Coastal Vulnerability Index*) dengan ketentuan semakin tinggi skor maka akan semakin tinggi pula tingkat kerentanannya.

Tabel 8. Hasil Skoring Tiap Parameter

Parameter	Pantai Bajumati	Pantai Clungup	Pantai Tamban	Batas
Geomorfologi	1	1	1	-
Tata Guna Lahan	2	1	2	-
Kenaikan Muka Air Laut	1	1	1	<1.8 mm/yr – >3.16 mm/yr
Kemiringan Lahan	1	1	1	8% - >45%
Pasang Surut	1	1	1	>6.0 m - <1.0 m
Perubahan Garis Pantai	2	2	2	>2.0 m/yr – >-2.0 m/yr

Hasil dari *overlay* beberapa data parameter fisik pesisir seperti geomorfologi pantai, tata guna lahan, kenaikan muka air laut, kemiringan lahan, pasang surut, perubahan garis pantai, dan tekstur sedimen pada lokasi penelitian, termasuk dalam kelas kerentanan rendah. Hasil kelas kerentanan rendah di atas, belum mencakup aktivitas manusia dan pantai wisata yang menjadi faktor yang paling mengancam tempat peneluran penyu. Maka, pantai yang memiliki aktivitas tinggi seperti pemukiman dan pantai wisata akan meningkatkan kerentanan terhadap tempat peneluran penyu.

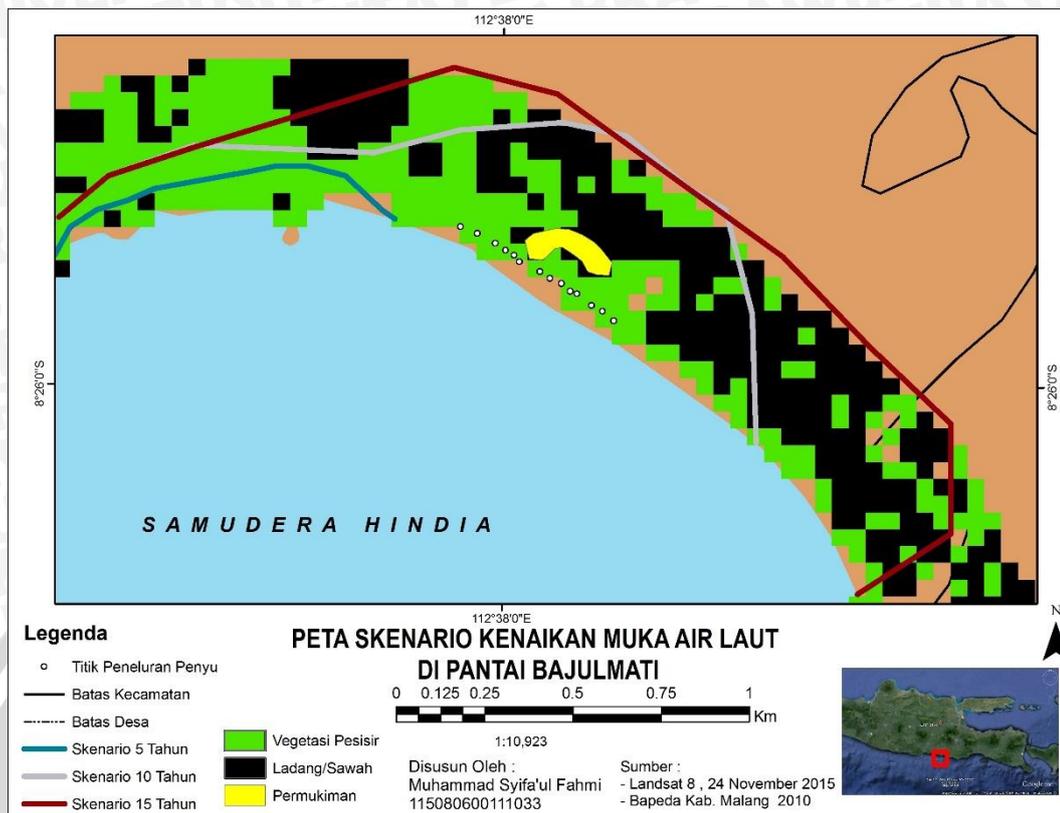
Ketiga pantai tempat peneluran penyu yang ada di pesisir Kabupaten Malang merupakan tempat wisata. Akan tetapi, dari ketiga pantai penelitian hanya Pantai Clungup yang memiliki tingkat kerentanan rendah daripada pantai lainnya. Hal ini dikarenakan, pada Pantai Clungup tidak adanya permukiman. Selain itu, tempat

peneluran penyu pada Pantai Clungup juga disterilkan dari segala aktivitas manusia sehingga tidak ada yang mengganggu penyu saat bertelur. Pantai Tamban dan Pantai Bajulmati merupakan pantai tempat peneluran penyu yang memiliki aktivitas tinggi, selain sebagai tempat wisata, Pantai Tamban dan Pantai Bajulmati juga mempunyai bangunan permukiman dikarenakan adanya kampung nelayan. Hal ini tentunya akan mengganggu penyu saat bertelur, dikarenakan penyu membutuhkan tempat yang sepi dan tidak ada aktivitas manusia. Oleh karena itu, Pantai Tamban dan Pantai Bajulmati memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi daripada Pantai Clungup.

Penelitian tentang hubungan habitat bertelur penyu terhadap perubahan garis pantai dilakukan oleh Iskandar pada tahun 2012 yang mengambil daerah kajian Pantai Pangumbahan Ujung Genteng, Kabupaten Sukabumi. Kabupaten Sukabumi juga berbatasan dengan Samudera Hindia, dan variabel yang dipakai adalah perubahan garis pantai, pasang surut, rata – rata tinggi gelombang, tekstur sedimen dan kemiringan pantai. Hasil penelitian ini adalah dari 6 stasiun yang ada di Pantai Pangumbahan semuanya sudah tidak cocok untuk peneluran penyu, dikarenakan sudah tergerus oleh abrasi.

4.3. Analisis Prediksi Skenario Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Tempat Peneluran Penyu

Berdasarkan laporan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) prediksi kenaikan muka air laut dibagi menjadi tiga yakni rendah (0.53 m/th), sedang (0.66 m/th) dan tinggi (0.83 m/th). Skenario peta kenaikan muka air laut dalam penelitian ini dibagi menjadi 3 peta pada setiap daerah penelitian, dimana masing – masing peta tersebut menjelaskan perubahan prediksi ke depan dalam kurun waktu 5 tahun, 10 tahun dan 15 tahun. Hal tersebut dilakukan dengan maksud untuk mengetahui berapa banyak tempat peneluran penyu yang tenggelam oleh naiknya permukaan air laut.



Gambar 16. Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut di Pantai Bajulmati

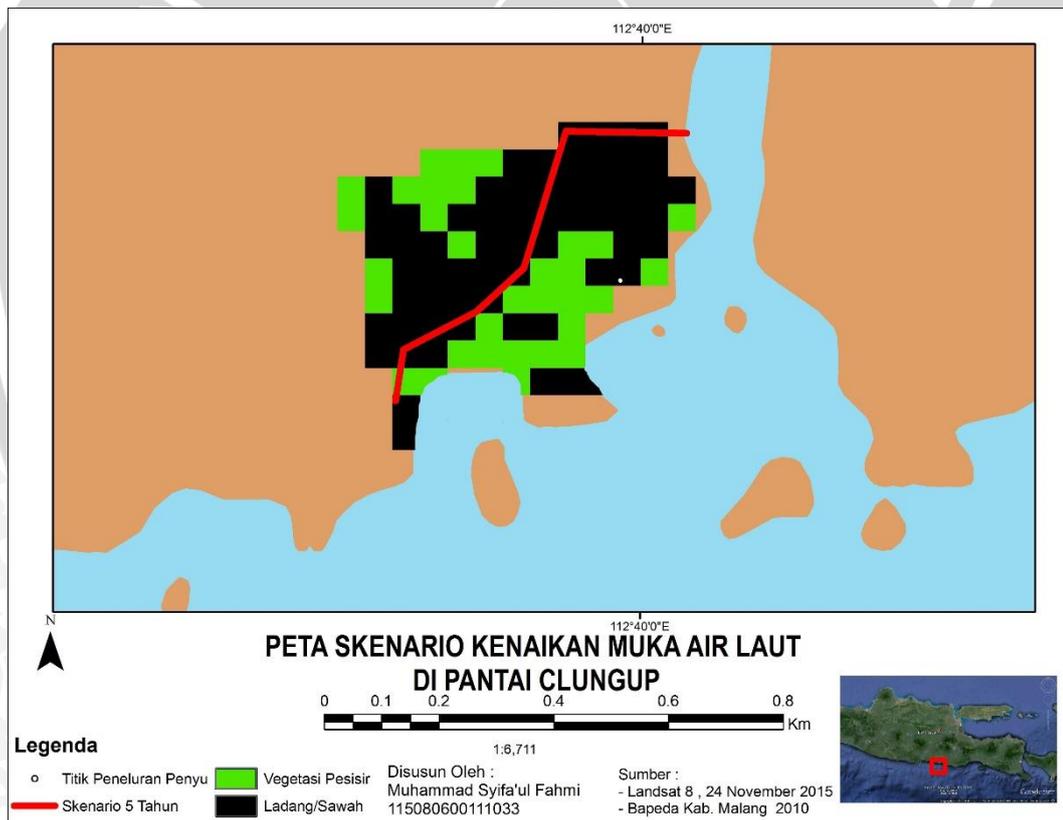
Dari (gambar 16) diatas menunjukkan bahwa, skenario kenaikan muka air laut selama 5 tahun tidak menyebabkan tempat peneluran penyu tenggelam, pada skenario 10 tahun mengakibatkan 11 dari 14 sarang penyu tenggelam dan pada skenario 15 tahun di Pantai Bajulmati mengakibatkan tempat peneluran penyu yang ada di Pantai Bajulmati tenggelam oleh naiknya muka air laut. Hal ini dikarenakan, letak Pantai Bajulmati yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia dan juga dikarenakan elevasi titik tempat peneluran penyu tersebut dapat dijangkau oleh tingginya kenaikan muka air laut.

Pada daerah penelitian Pantai Bajulmati juga terdapat bangunan dinding pantai (*revetment*) yang digunakan untuk melindungi pantai dari serangan gelombang dan pasang tertinggi. Hal itu akan mempengaruhi tempat peneluran penyu, dikarenakan akan menyebabkan abrasi sehingga menekan pesisir. Hal itu dikarenakan tidak adanya penahan abrasi alami seperti mangrove dan

kemungkinan buruknya habitat penyu yang ada di Pantai Bajulmati akan hilang akibat kenaikan muka air laut.



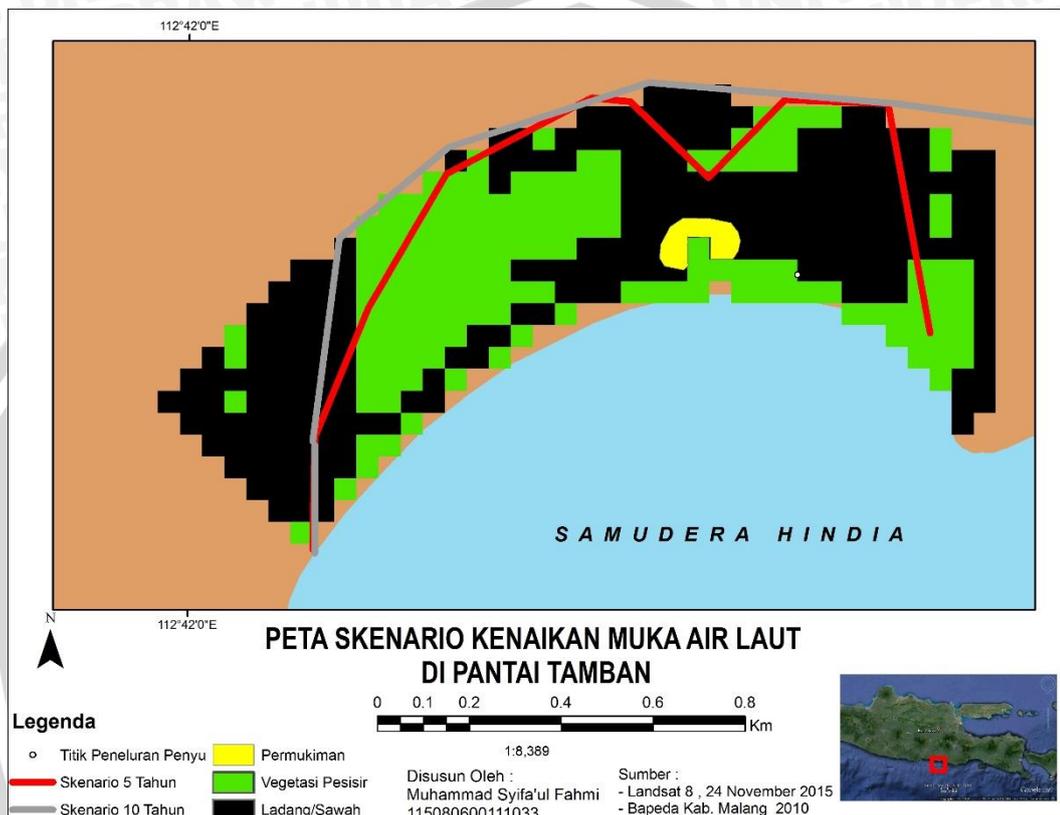
Gambar 17. Bangunan Revetment di Pantai Bajulmati



Gambar 18. Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut di Pantai Clungup

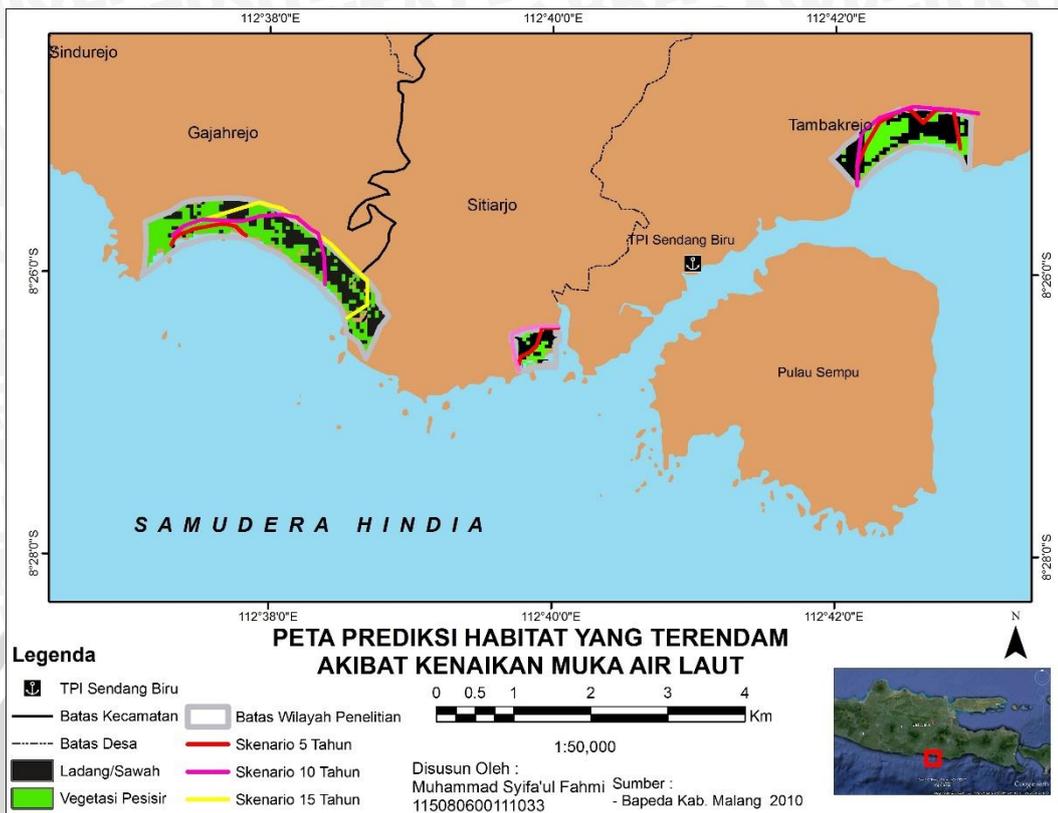
Pada (gambar 18) diatas menunjukkan bahwa, skenario kenaikan muka air laut di Pantai Clungup menyebabkan tempat peneluran penyu tenggelam. Hal ini dikarenakan elevasi Pantai Clungup yang terlalu rendah. Jika skenario kenaikan

muka air laut diberlakukan, maka daerah Pantai Clungup akan terhindar dari ancaman abrasi. Hal ini dikarenakan masih banyaknya hutan mangrove yang ada di Pantai Clungup yang berperan penting sebagai penahan abrasi yang alami. Sehingga habitat penyu di Pantai Clungup akan terhindar dari abrasi.



Gambar 19. Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut di Pantai Tamban

Dari (gambar 19) diatas menunjukkan bahwa, skenario kenaikan muka air laut selama 5 tahun di Pantai Tamban mengakibatkan tempat peneluran penyu tenggelam oleh air laut. Hal ini dikarenakan, tingkat elevasi Pantai Tamban rendah sehingga dapat dijangkau oleh naiknya muka air laut.



Gambar 20. Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pesisir Kabupaten Malang

Berdasarkan hasil skenario kenaikan muka air laut terhadap tempat peneluran penyu pada ketiga pantai penelitian, didapatkan hasil bahwa semua titik tempat peneluran penyu terendam oleh naiknya air laut. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 9 dibawah ini

Tabel 9. Prediksi Sarang yang Tenggelam Akibat Naiknya Muka Air Laut

Tahun	5 tahun	10 tahun	15 tahun
Pantai			
Pantai Bajulmati	0%	90%	100%
Pantai Clungup	100%	100%	100%
Pantai Tamban	100%	100%	100%

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa tempat peneluran penyu pada Pantai Bajulmati akan terendam pada kurun waktu 15 tahun yang akan

dating, sedangkan tempat peneluran penyu pada Pantai Clungup dan Pantai Tamban akan terendam dalam kurun waktu 5 tahun yang akan datang.

Berdasarkan hasil skenario kenaikan muka air laut terhadap tempat peneluran penyu didapatkan hasil bahwa dari ketiga pantai peneluran penyu semua lokasi tenggelam akibat kenaikan muka air laut. Akan tetapi, pengelolaan lahan dibelakang Pantai Clungup menyebabkan tempat peneluran penyu di prediksi akan tetap bertahan terhadap kenaikan muka air laut, dikarenakan tidak adanya bangunan permanen yang mengakibatkan hilangnya tempat peneluran penyu tersebut. Dampak lainnya yakni akan mengancam kelangsungan hidup penyu dikarenakan tukik akan kesulitan untuk naik ke permukaan tanah. Menurut Pike, (2015) kenaikan permukaan laut dan badai akan menimbulkan dampak bagi habitat pesisir seperti menggenangi tempat peneluran penyu, mengurangi tempat bersarang penyu dengan cara mengubah geomorfologi pantai, deposit pasir baru atau menumpuknya puing-puing sampah yang dapat menghalangi penyu untuk bertelur.

Pada penelitian Mazaris, (2009) di Pulau Zakyntos, Yunani tentang dampak terjadinya penyempitan pantai (*coastal squeeze*) terhadap tempat peneluran penyu didapatkan solusi untuk mengurangi dampak dari abrasi dan gangguan vegetasi yaitu dengan cara melindungi dan memulihkan ekosistem pantai yang ada sehingga kemunduran pantai bisa diatasi dengan cara alami tanpa mengganggu habitat penyu. Solusi yang lain adalah dengan cara konservasi jangka panjang dengan menggabungkan dan membuat kontruksi non permanen untuk mencegah erosi pantai dan juga mengembalikan vegetasi yang melindungi sarang penyu sehingga akan mempertahankan kondisi lingkungan yang mendukung habitat penyu.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah ;

1. Pantai Clungup merupakan tempat peneluran penyu dengan kerentanan sedang, sedangkan Pantai Bajulmati dan Pantai Tamban masuk tingkat kerentanan tinggi dikarenakan adanya aktivitas pantai wisata yang bisa mengancam penyu bertelur.
2. Hasil skenario kenaikan muka air laut menunjukkan bahwa, semua titik tempat peneluran penyu yang ada di pesisir Malang Selatan akan tenggelam. Akan tetapi, tidak adanya bangunan permanen di Pantai Clungup membuat tempat peneluran penyu di Pantai Clungup tidak akan hilang oleh naiknya muka air laut.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu adanya penambahan variabel seperti gelombang dan arus dalam penelitian selanjutnya agar lebih spesifik terhadap tempat peneluran penyu. Serta untuk *Stakeholder* yang berada di Kabupaten Malang agar dapat berperan aktif untuk membantu dalam kelanjutan konservasi penyu yang ada di Pesisir Kabupaten Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut, Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Dharmadi dan N.N. Wiadnyana, 2008. Kondisi Habitat dan Kaitannya dengan Jumlah Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) yang Bersarang di Pulau Derawan. Berau Kalimantan Timur.
- Ernst, C.H. & Barbour, R.W. 1989. *Turtles of the World*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C./London: [i]-xii, 1-313.
- Fajar, Jay. 2014. Penyu Sisik, Penyu Pengembara Yang Terancam Punah. <http://www.mongabay.co.id/2014/11/10/penyu-sisik-penyu-pengembara-yang-terancam-punah/>. Diakses pada tanggal 20 Desember 2015 pukul 19.00 WIB.
- Fathin, Ira Nurina, 2015. Aplikasi Citra Penginderaan Jauh Untuk Kesesuaian Habitat Bertelur Penyu Lekang (*Lepidochelys Olivacea*) Terhadap Perubahan Garis Pantai Di Sekitar Perancak, Bali Tahun 2001, 2007 Dan 2014. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Firmansyah, Aldrin Yusuf, 2012. Tata Guna Lahan Dalam Tinjauan Penyusunan Kebijakan dan Pengelolaannya Secara Islami. Jurusan Teknik Arsitektur Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.
- Gornitz, V. and P. Kanciruk. 1989. *Assessment of global coastal hazards from sea-level rise. Coastal Zone '89*. pp. 1345-59. In *Proceedings of Sixth Symposium on Coastal and Ocean Management*. ASCE, Charleston, South Carolina, pp. 1345-1359.
- Handayani, D dan S. Agung. 2003. Remote Sensing Penginderaan Jauh. EDISI MEI 2003, Volume VIII, No.2. ISSN: 0854-9524
- Herdiawan, I. 2003. Analisis Habitat Penyu Hijau, *Chelonia mydas*, Linneaus Di Pantai Pangumbahan, Kabupaten Sukabumi. Tesis. Program Studi Imlu Kelautan. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hirth, H.F. 1971. *Synopsis of Biological Data on The Green Turtle Chelonia mydas (Linnaeus) 1758*. FAO Fish. Synop. No. 58.
- Iskandar. 2012. Hubungan Perubahan Garis Pantai Terhadap Habitat Bertelur Penyu Hijau (*Chelonia Mydas*) di Pantai Pangumbahan Ujung Genteng, Kabupaten Sukabumi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Unpad. Bandung.
- Kitchener, D.J. 1996. *The Status of Green and hawksbill turtle rookeries in Nusa Tenggara and Maluku Tenggara, Eastern Indonesia – with Observations of Other Marine Turtles in the Region*.

- Kumar, T.S., R. S. Mahendra, S. Nayak, K. Radhakrishnan dan K. C. Sahu. 2010. *Coastal Vulnerability Assessment for Orissa State. East Coast of India.* Journal of Coastal Research. 26(3):523-534.
- Lillesand, Thomas M. Dan Ralph W. Kiefer, 1997. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra.* Diterjemahkan Oleh Dulbahri, Prpto Suharsono, Hartono, Suharyadi ; Sutanto (penyunting), Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Linnaeus, 1758. *Mammal Species of The World.*
- Lohmann, J. 2006. *Sea Turtles Have Built-in Compass.* University of North Carolina Press. North Carolina.
- Marquez, M. R. 1990. *Sea Turtle of The World, An Annotated and Illustrated Catalogue of Sea Turtle Knoe of Data. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 11, Rome. 81 hal.*
- Martinez, Ma. Luisa. 2014. *Land Use Changes And Sea Level Rise May Induce A "Coastal Squeeze" On The Coasts Of Veracruz, Mexico. Instituto De Ingenieri 'A, Universidad Nacional Auto' Noma De Me' Xico, Cd. Universitaria, 04510 DF, Mexico.*
- Mazaris, A.D., Giannis Matsinos., John D. Pantis,. 2009. *Ocean & Coastal Management* 52 (2009) 139–145
- McKay, L. J. 2006. *Reptil dan Amphibi di Bali.* Alih Bahasa Laksmi Holland. Bali
- Musrifin, G. 2011. *Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Mesjid Dumai.* Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, 16 (1): 48-55.
- Nybakken, James. 2001. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis.* Jakarta: PT. GramediaPustaka Utama
- Nontji, Anugerah., 1987. *Laut Nusantara.* Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nontji, Anugerah., 2005. *Laut Nusantara.* Cetakan Keempat. Djambatan. Jakarta.
- Nuitja, I. N. S. 1992. *Biologi dan Ekologi Pelestarian Penyu Laut.* Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Petocz, G. R. 1987. *Konservasi Alam dan Pembangunan Di Irian Jaya. (Strategi Pemanfaatan Sumber Daya Alam Secara Rasional).* Pustaka Grafitipers. Jakarta
- Poerbandono., dan Djunarsjah, Eka. 2005. *Survei Hidrografi.* Bandung : PT. Refika Aditama.
- Radar Malang, 2015. <http://radarmalang.co.id/sutari-pelopor-konservasi-ribuan-penyu-di-pantai-bajulmati-10948.htm>. Diakses pada tanggal 2 Januari 2016 pukul 20.00 WIB.

Romimohtarto K dan S. Juwana, 2001. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut. Djambatan. Jakarta.

Safrizal, R. 2009. Jenis dan Morfologi Penyu Laut. Pontianak. Saparinto, 2007.

Seminoff, J.A., 2007, 2007 IUCN Red List Assessment *Lepidochelys olivacea*. Marine Turtle Specialist Group.

Shanker, Kartik,. B.C. Choudhury,. Harry V. Andrews. 2003. *Sea Turtle Conservation Beach Management And Hatchery Programmes*. Wildlife Institute of India. India

Spotila, J.R. 2004. *Sea Turtles: A Complete Guide to Their Biology, Behavior and Conservation. Vol 1. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, London. 227 p*

Sumolang, D, Febriantje, I, Mustika, D & Rahayu, EL, 2008, Tipologi Habitat Peneluran Penyu Hijau (*Chelonia mydas*) di Pantai Pangumbahan Jawa Barat, Karya Ilmiah, Sukabumi.

Triantoro, Richard Gatot Nugroho. 2008. Karakteristik Biologi Penyu Belimbing (*Dermochelys coriacea Vandelli*) di Suaka Margasatwa Jamursba Medi, Papua Barat. Papua : Balai Penelitian Kehutanan Manokwari.

Umigame, 2000. Mengenal Penyu. Yayasan Alam Lestari. Jakarta.

Wentworth CK, 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology

WWF, 2013. *Leatherback* Turtle.
http://www.wwf.or.id/program/spesies/seaturtle_leatherback.cfm.
Diakses pada tanggal 23 Desember 2015 pukul 20.00 WIB.

WWF Sorong dan NOAA, 2002. Laporan Kegiatan Pelestarian Penyu di Pantai Jamursba Medi Sorong. Papua.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kondisi Lapang



Kondisi Vegetasi Pesisir di pantai Bajulmati



Lebar Supratidal Pantai Bajulmati



Lebar Supratidal pantai Clungup



Lampiran 2. Pengambilan Data Lapangan



Pengukuran Kemiringan Lahan



Mengambil Sampel Sedimen

Lampiran 3. Hasil Analisis Pengolahan Sedimen

Stasiun	Berat Sedimen (gr)	Persentase Berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)						
		Kerikil	Pasir Sangat Kasar	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus	Lanau
		> 2 mm	1-2 mm	0,5-1 mm	0,25-5 mm	0,125-0,25 mm	0,0625-0,125 mm	< 0,0625 mm
1	786	0	0	6.67	67.44	13.08	12.56	0.26
2	578	0	0	10.07	65.47	12.59	11.87	0
3	856	0	0	20.33	67.85	6.38	5.44	0
4	578	0	0	10.07	65.47	12.59	11.87	0
5	722	0	0	23.12	64.62	6.69	5.57	0
6	970	0	0	6.63	74.12	10.56	8.70	0
7	856	0	0	20.33	67.85	6.38	5.44	0
8	770	0	0	8.42	73.16	10.79	7.63	0
9	770	0	0	8.42	73.16	10.79	7.63	0
10	876	0	0	14.19	71.62	7.55	6.64	0
11	906	0	0	28.40	61.88	5.08	4.64	0
12	1038	0	0	14.31	67.31	8.70	9.48	0.19
13	1038	0	0	10.27	61.05	13.37	15.12	0.19
14	1010	0	0	9.92	65.28	12.30	12.30	0.20

Hasil Pengolahan Sedimen Di Pantai Bajulmati

Stasiun	Berat Sedimen (gr)	Persentase Berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)						
		Kerikil	Pasir Sangat Kasar	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus	Lanau
		> 2 mm	1-2 mm	0,5-1 mm	0,25-5 mm	0,125-0,25 mm	0,0625-0,125 mm	< 0,0625 mm
1	892	0	0	22.80	72.01	2.48	2.71	0

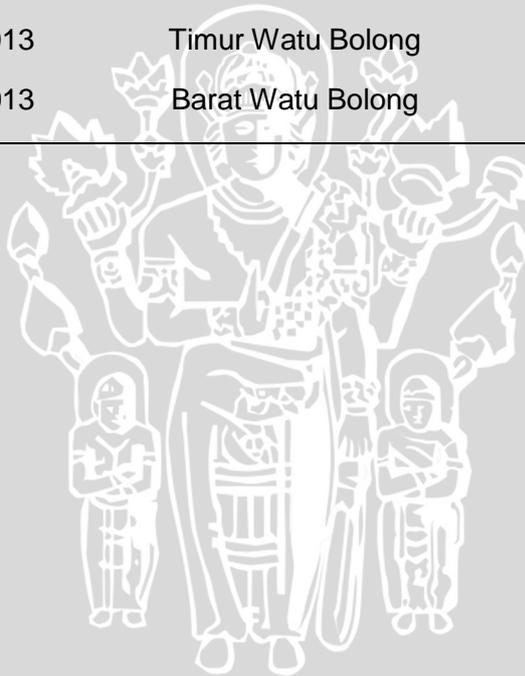
Hasil Pengolahan Sedimen Di Pantai Clungup

Stasiun	Berat Sedimen (gr)	Persentase Berdasarkan Ukuran Diameter Sedimen (%)						
		Kerikil	Pasir Sangat Kasar	Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Halus	Pasir Sangat Halus	Lanau
		> 2 mm	1-2 mm	0,5-1 mm	0,25-5 mm	0,125-0,25 mm	0,0625-0,125 mm	< 0,0625 mm
1	766	0	0.26	2.36	38.74	40.31	17.28	1.05

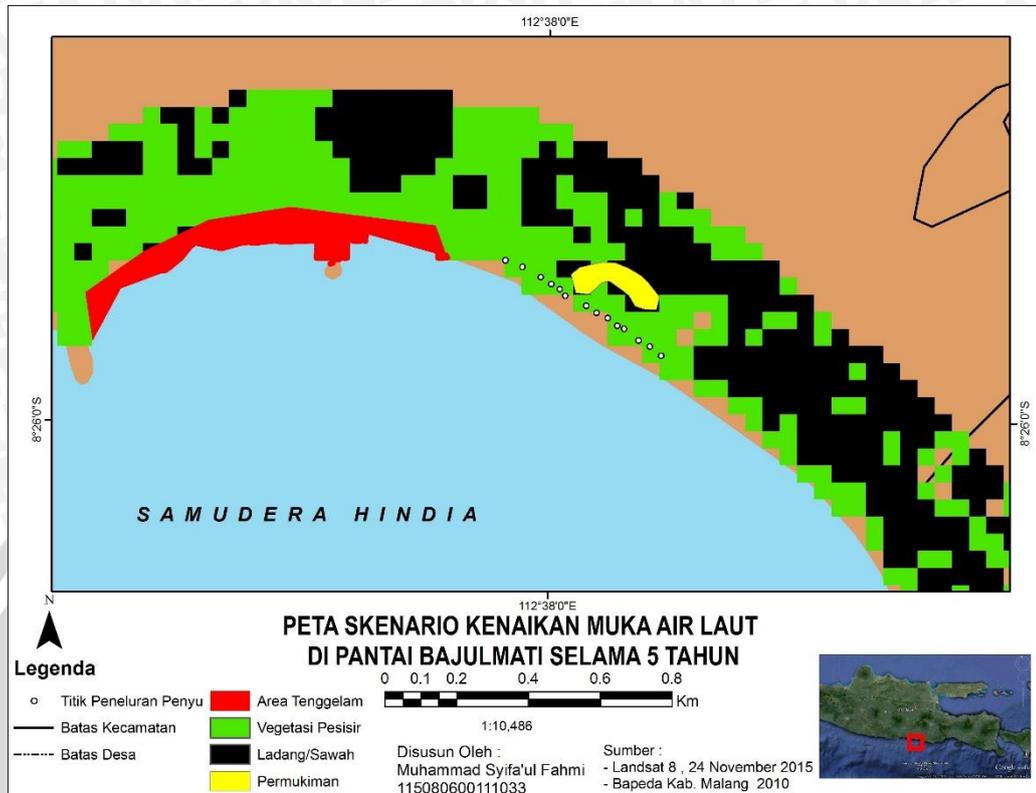
Hasil Pengolahan Sedimen Di Pantai Tamban

Lampiran 4. Data Jumlah Telur Yang Ada Di Pantai Bajulmati

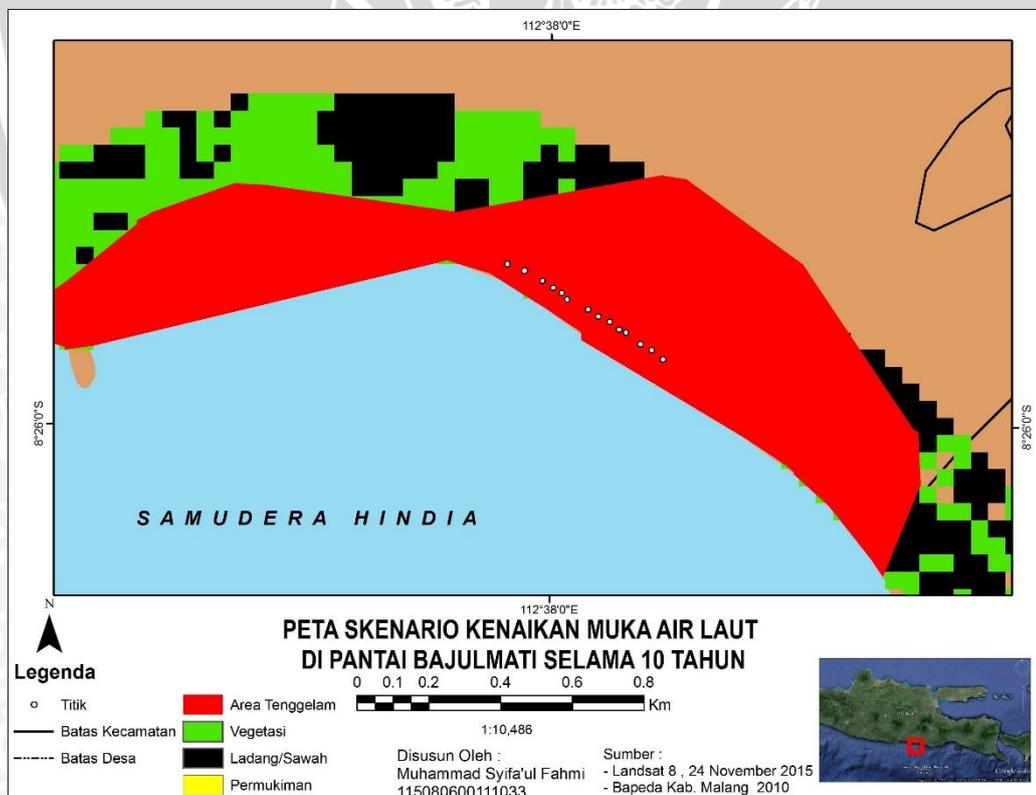
No.	Tanggal	Tempat	Jumlah Telur Penyu
1.	12 April 2013	Barat Watu Bolong	142 Butir
2.	28 April 2013	Timur Watu Bolong	118 Butir
3.	08 Mei 2013	Barat Watu Bolong	99 Butir
4.	17 Mei 2013	Timur Watu Bolong	137 Butir
5.	19 Mei 2013	Barat Watu Bolong	137 Butir
6.	20 Mei 2013	Timur Watu Bolong	10 Butir
7.	03 Mei 2013	Barat Watu Bolong	10 Butir
8.	07 Juni 2013	Timur Watu Bolong	97 Butir
9.	07 Juni 2013	Timur Watu Bolong	99 Butir
10.	08 Juni 2013	Barat Watu Bolong	49 Butir



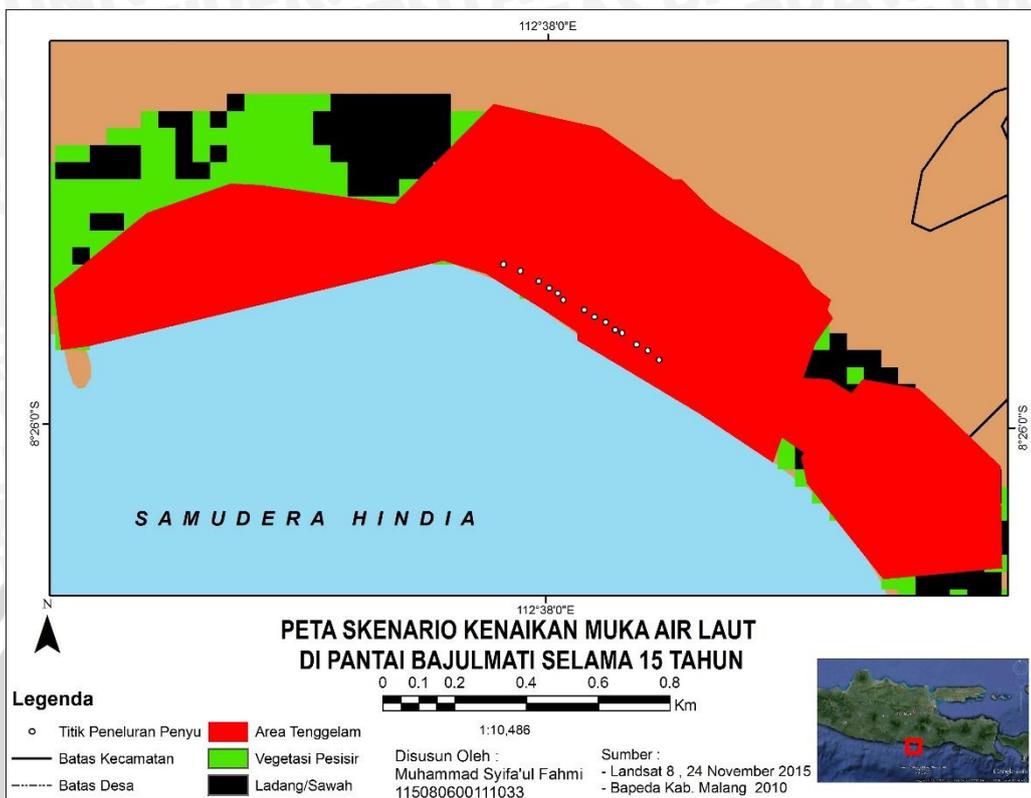
Lampiran 5. Peta Kasar Perendaman Tempat Peneluran Penyuu Di Pesisir Kabupaten Malang



Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pantai Bajulmati Selama 5 Tahun



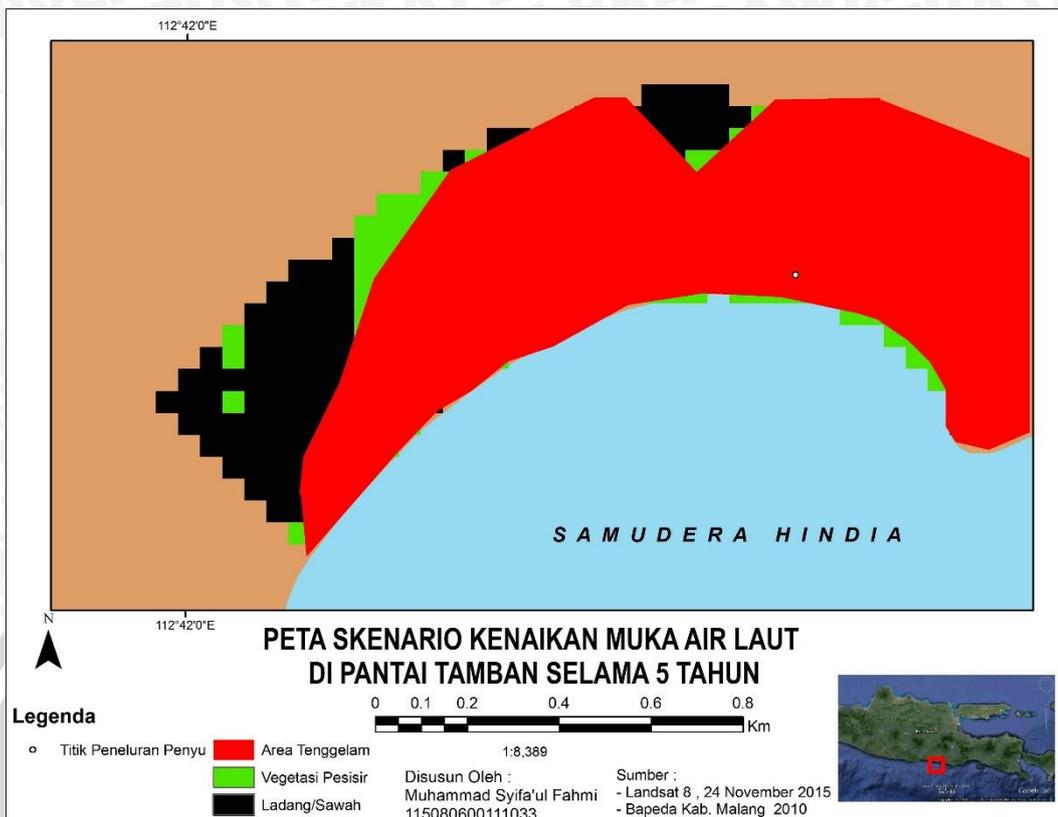
Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pantai Bajulmati Selama 10 Tahun



Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pantai Bajulmati Selama 15 Tahun



Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pantai Clungup Selama 5 Tahun



Peta Skenario Kenaikan Muka Air Laut Di Pantai Tamban Selama 5 Tahun

