

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KANAL CITRA LANDSAT 8 TERHADAP
HASIL PEMETAAN SEBARAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN SELAT
SEMPU KABUPATEN MALANG**

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

**Oleh:
ZAINAL ARIF SAYID
NIM. 125080600111047**



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

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KANAL CITRA LANDSAT 8 TERHADAP
HASIL PEMETAAN SEBARAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN SELAT
SEMPU KABUPATEN MALANG**

**LAPORAN 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:
ZAINAL ARIF SAYID
NIM. 125080600111047**



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

Lembar Pengesahan

**ANALISIS PENGARUH KOMBINASI KANAL CITRA LANDSAT 8 TERHADAP
HASIL PEMETAAN SEBARAN TERUMBU KARANG DI PERAIRAN SELAT
SEMPU KABUPATEN MALANG**

Oleh:
ZAINAL ARIF SAYID
NIM. 125080600111047

Telah Dipertahankan di Depan Penguji
Pada Tanggal 25 Juli 2016
Dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Dosen Penguji I



(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc)

NIP. 19801005 200501 1 002

16 AUG 2016

Dosen Penguji II



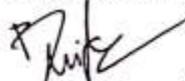
(Andik Isdianto, ST., MT)

NIK. 20130982 0928 1 001

16 AUG 2016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



(Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D)

NIP. 19621220 198803 1 004

16 AUG 2016

Dosen Pembimbing II,



(Citra Satrya Utama Dewi, S.PI., M.SI)

NIK. 2013048401272001

16 AUG 2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal:16..AUG..2016....



UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada beberapa pihak atas dukungan dalam penyusunan Laporan Skripsi, sehingga penulisan laporan dapat berjalan lancar. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Brawijaya, Malang
2. Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP selaku ketua jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Ilmu Kelautan.
3. Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dalam memberikan pengarahan, bimbingan, serta ilmu selama penyusunan Laporan Skripsi ini.
4. Citra Satrya Utama Dewi, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dalam memberikan pengarahan, bimbingan, serta ilmu selama penyusunan Laporan Skripsi ini.
5. Kedua orang tua Sayid dan Sri Naskatun Huda yang telah memberi doa, semangat, serta motivasi untuk melakukan penelitian ini.
6. Tri Rahmad Miranto, Mahendra Ahmad, Rendy Vidya W, Liuta Yamano Aden, Abiyoso Purnomo Sakti, dan Dian Sulis yang telah membantu dalam melakukan penelitian serta penyusunan laporan ini.
7. Angel Siagian, Zainul Arifin, dan International Photographers Alliance yang telah membagi ilmu mengenai terumbu karang dan metode penelitian.

RINGKASAN

Zainal Arif Sayid. Skripsi dengan judul **Analisis Pengaruh Kombinasi Kanal Citra Satelit Landsat 8 Terhadap Pemetaan Terumbu Karang Di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang.** Dibawah bimbingan **Bambang Semedi dan Citra Satrya Utama Dewi**

Perairan Selat Sempu memiliki karakteristik ombak dan arus yang besar serta terdapat banyak nutrien yang terlarut. Terdapat terumbu karang yang merupakan bagian terpenting dalam ekosistem laut. Penelitian karang secara insitu membutuhkan waktu, biaya, dan tenaga yang cukup tinggi. Teknologi penginderaan jauh memudahkan untuk mengetahui sebaran terumbu karang. Kelemahan dari penginderaan jauh adalah belum bisanya mendeteksi jenis dari karang. Terdapat beberapa Kanal dalam satu citra satelit, dari kombinasi-kombinasi Kanal dapat digunakan untuk mengetahui informasi di permukaan bumi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kombinasi-kombinasi Kanal untuk mengetahui informasi mengenai terumbu karang. Dengan kombinasi yang tepat diharapkan dapat mendapatkan hasil yang akurat.

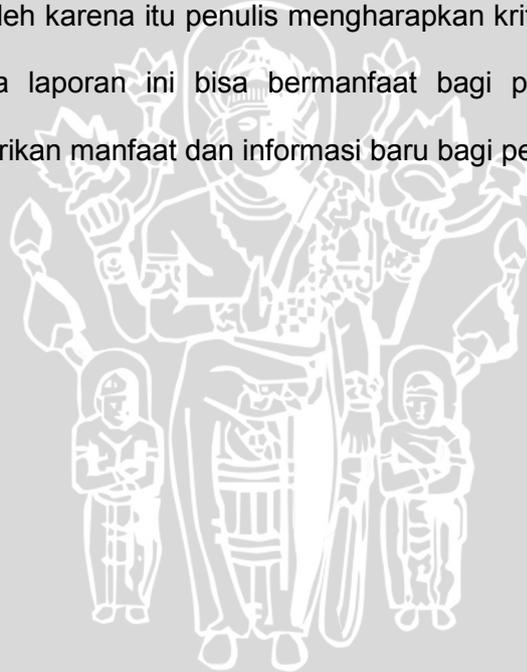
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra landsat 8 pada 1 Mei 2016 dengan resolusi 30 meter yang dipertajam menjadi 15 meter menggunakan pansharpenning Gram Schmidt. Keunggulan dari citra landsat 8 adalah memiliki band 1 yaitu ultra blue yang peka terhadap kondisi perairan. Metode survey yang digunakan adalah *visual sensus* dengan berenang menggunakan alat selam dasar dan mencatat titik koordinat yang terdapat karang dengan GPS (*Global Positioning System*). Panjang transek garis yang digunakan adalah 100 meter pada setiap stasiun. Penelitian ini dilakukan dengan tiga stasiun berdasarkan hasil klasifikasi citra tidak terbimbing.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan luasan terumbu karang dengan presentase luasannya. Analisis menggunakan peta-peta yang telah terkoreksi kolom Perairan. Setiap kombinasi Kanal menghasilkan perbedaan luasan dan informasi yang berbeda. Jenis Kanal yang digunakan pada penelitian ini adalah Kanal tampak dengan kombinasi 31, 32, 41, 42, dan 43. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa kelima kombinasi dapat digunakan untuk mengetahui sebaran karang, akan tetapi kombinasi hijau dan biru kanal 31 memiliki hasil akurasi yang tinggi sebesar 80,33%. Hal tersebut menunjukkan bahwa Kanal 1 ultra blue memiliki sensitivitas yang tinggi pada perairan dan aerosol.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya Laporan Skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Kombinasi Kanal Citra Landsat 8 Terhadap Hasil Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang ”dapat terselesaikan dengan baik. Dalam laporan ini akan dijelaskan bagaimana metode dan hasil dari penelitian ini yang digunakan untuk mengetahui kombinasi Kanal yang sesuai untuk pemetaan terumbu karang di Selat Sempu Kabupaten Malang.

Sebagai seorang manusia, perlu disadari bahwa tidak pernah luput dari salah dan masalah. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga laporan ini bisa bermanfaat bagi pembaca. Semoga tulisan ini bisa memberikan manfaat dan informasi baru bagi pembaca.



Malang, Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
RINGKASAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kegunaan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Terumbu Karang.....	5
2.1.1 Deskripsi Terumbu Karang.....	5
2.1.2 Tipe Terumbu Karang.....	6
2.1.3 Fungsi Terumbu Karang.....	6
2.2 Penginderaan Jauh.....	7
2.2.1 Deskripsi Penginderaan Jauh.....	7
2.2.2 Sensor Satelit.....	8
2.2.3 Landsat 8.....	9
2.2.4 Penginderaan Jauh untuk Terumbu Karang.....	12
2.2.5 Perkembangan pemetaan terumbu karang dengan citra satelit.....	12
2.2.6 Kombinasi Kanal.....	14
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	17



3.2.1 Alat Penelitian.....	17
3.2.2 Bahan Penelitian.....	17
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.3.1 Pengolahan Data Citra Satelit.....	18
3.3.2 Pengamatan Kondisi Terumbu Karang	20
3.3.3 Diagram Alur.....	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Kondisi Terumbu Karang di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang	23
4.2 Kombinasi Kanal citra satelit Landsat 8 untuk pemetaan terumbu karang	25
4.3 Penajaman citra dengan transformasi Lyzenga.....	27
4.4 Hasil kombinasi Kanal untuk mendeteksi terumbu karang dengan transformasi Lyzenga.....	27
4.5 Perhitungan luasan terumbu karang.....	30
4.6 Uji Akurasi.....	31
4.7 Pembahasan.....	34
BAB 5 PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
Lampiran	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Tipe sensor Satelit 8

Gambar 2 Lokasi penelitian 16

Gambar 3 Diagram alur pengolahan data citra Landsat 8 21

Gambar 4 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 31
 36

Gambar 5 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 32
 37

Gambar 6 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 41
 38

Gambar 7 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 42
 39

Gambar 8 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 43
 40



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan Landsat 7 dan Landsat 8.....	10
Tabel 2. Spesifikasi Landsat 8	10
Tabel 3. Fungsi dari band landsat 8.....	11
Tabel 4 Daftar aalat penelitian	17
Tabel 5 Daftar bahan penelitian	17
Tabel 6. Perbandingan hasil kombinasi kanal citra Landsat 8 pada Perairan Selat Sempu.....	26
Tabel 7 Nilai Koefisien Atenuasi	27
Tabel 8. Hasil transformasi Lyzenga dengan beberapa kombinasi kanal pada Perairan Selat Sempu.....	29
Tabel 9 Luas terumbu karang berdasarkan kombinasi Kanal dalam hektar	31
Tabel 10 Presentase luasan terumbu karang pada Perairan Selat Sempu	31
Tabel 11 Matriks uji interpretasi.....	32



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terumbu karang merupakan organisme yang hidup di dasar Perairan dangkal terutama pada daerah tropis yang memiliki produktifitas tinggi. Menurut Sorokin (1993) terumbu karang merupakan organisme yang hidup didasar Perairan dan berupa bentukan batuan kapur (CaCO_3) yang cukup untuk kuat menahan gaya gelombang laut. Salah satu parameter penting dalam ekosistem laut adalah terumbu karang. Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut yang penting karena menjadi sumber kehidupan bagi beraneka ragam biota laut. Di dalam ekosistem terumbu karang pada umumnya terdapat lebih dari 300 jenis karang, yang terdiri dari sekitar 200 ikan karang, puluhan moluska, crustasea, alga, dan lamun (Dahuri, 2003).

Terumbu karang memiliki fungsi yang kompleks dan penting bagi ekosistem laut. Terumbu karang sebagai sumber makanan, penahan ombak, serta indikator lingkungan. Terumbu karang memiliki peranan penting untuk keseimbangan ekosistem laut. Rusaknya terumbu karang akan mempengaruhi lingkungan sekitar termasuk rantai makanan dari organisme-organisme yang hidup pada habitat tersebut. Kerusakan terumbu karang dapat terjadi dari faktor alam maupun kegiatan manusia. Untuk melihat kondisi serta dimana keberadaan terumbu karang diperlukan suatu pemantauan atau monitoring (Reid et al., 2009).

Monitoring terumbu karang dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Monitoring secara insitu ialah melakukan pemantauan secara langsung pada suatu daerah. Monitoring secara langsung membutuhkan biaya yang tidak sedikit serta harus menyesuaikan dengan kondisi lingkungan dan

cuaca. Monitoring secara tidak langsung ialah pemantauan pada objek namun tidak ada kontak langsung pada objek. Monitoring secara langsung dapat menggunakan bantuan teknologi, salah satunya adalah penginderaan jauh.

Penginderaan jauh merupakan suatu metode untuk mendapat informasi dari suatu objek tanpa kontak langsung dengan objek tersebut, seperti pernyataan Lillesand dan Kiefer (1993), bahwa penginderaan jauh merupakan suatu gabungan antara ilmu dan seni yang bertujuan untuk memperoleh suatu informasi dari objek tertentu melalui analisis data yang diperoleh tanpa adanya kontak langsung dengan objek yang dikaji. Penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendeteksi serta melihat kondisi terumbu karang secara umum. Hasil dari penggunaan penginderaan jauh dapat berupa peta dimana peta tersebut berisi informasi-informasi dimana letak serta kondisi terumbu karang. Kualitas dari informasi suatu peta tidak terlepas dari kualitas data citra satelit. Citra satelit yang baik adalah citra satelit yang memiliki resolusi spasial yang tinggi.

Data citra satelit merupakan data yang memiliki titik koordinat serta mampu merekan informasi dari permukaan bumi lewat radiasi elektromagnetik. Informasi-informasi tersebut dapat diolah melalui penggabungan-penggabungan Kanal hingga membentuk suatu peta yang memberikan informasi dengan perhitungan tertentu. Salah satu data citra satelit yang dapat digunakan untuk mendeteksi terumbu karang adalah Landsat 8. Landsat 8 dipilih karena adanya Kanal 1 yang memiliki spesifikasi untuk mendapat informasi mengenai pantai dan aerosol. Resolusi dari Landsat 8 tergolong dalam kualitas yang cukup baik dengan resolusi spasial 30m dengan 11 jenis Kanal yang berbeda. Dengan penggabungan Kanal dan perhitungan yang tepat pendeteksian terumbu karang dapat digunakan sebagai informasi yang berguna (Landsat, 2016).

Pulau Sempu terletak pada Desa Tambak Rejo, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, Jawa Timur dengan letak geografis

pada $8^{\circ}26'34.24''$ lintang selatan dan $112^{\circ}41'49.52''$ bujur timur. Pulau Sempu memiliki luas wilayah sebesar 955 hektar dengan ketinggian rata-rata 21.9 meter di atas permukaan air laut dan kemiringan rata-rata 2.6%. Pulau Sempu merupakan satu-satunya pulau yang dimiliki oleh Kabupaten Malang dan termasuk dalam kawasan cagar alam. Pulau Sempu memiliki beberapa macam ekosistem seperti hutan pantai, mangrove, dan hutan tropis dataran rendah. Pulau Sempu memiliki potensi sumberdaya alam yang tinggi pada kawasan pesisirnya seperti terumbu karang (BKSDA, 2016).

Kelebihan metode penginderaan jauh tersebut menjadikan monitoring terumbu karang menjadi lebih efisien karena tidak memerlukan biaya yang tinggi serta dapat dilakukan setiap saat. Minimalnya informasi komposisi-komposisi dari Kanal-Kanal citra satelit yang menjadi acuan untuk pendeteksian terumbu karang menjadi kendala untuk mendapatkan informasi terumbu karang, oleh karena itu diperlukannya penelitian mengenai kombinasi Kanal dari citra satelit. Kedepannya diharapkan penggunaan data citra satelit dapat digunakan untuk memonitoring terumbu karang dari pulau-pulau kecil di Indonesia yang akses monitoring secara langsung kurang memungkinkan sehingga informasi terumbu karang pada pulau-pulau kecil tetap dapat diperoleh.

1.2 Rumusan Masalah

Minimnya informasi terumbu karang pada pulau-pulau kecil di Indonesia yang memiliki keterbatasan akses menjadikan suatu masalah karena kurangnya data terumbu karang yang dimiliki Indonesia. Pemantauan terumbu karang secara langsung memerlukan biaya yang tinggi serta kondisi lingkungan yang tepat. Penggunaan penginderaan jauh merupakan solusi yang tepat namun masih memiliki kekurangan dimana penginderaan jauh memerlukan kombinasi Kanal dari citra satelit yang tepat. Kombinasi yang tidak sesuai tidak dapat

menunjukkan terumbu karang secara maksimal, hal tersebut terjadi karena setiap Kanal dari citra satelit memiliki fungsi serta spesifikasi yang berbeda.

Berdasarkan masalah diatas maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa kombinasi-kombinasi Kanal citra untuk mendeteksi terumbu karang di Selat Sempu?
2. Bagaimana luasan karang dengan kombinasi Kanal yang sesuai untuk pendeteksian terumbu karang di Selat Sempu?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengkaji kombinasi-kombinasi yang dapat digunakan untuk pendeteksian terumbu karang di Selat Sempu.
2. Untuk mengkaji luasan karang dengan kombinasi Kanal dan data lapang di Selat Sempu.

1.4 Kegunaan

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai penggunaan Kanal Citra Satelit Landsat 8 yang digunakan untuk memetakan terumbu karang di Selat Sempu. Pemetaan terumbu karang penting karena digunakan untuk mengetahui bagaimana kondisi terumbu karang dan berapa luas terumbu karang pada suatu daerah. Tingginya luasan terumbu karang yang berbanding lurus dengan kondisi yang baik maka Perairan tersebut memiliki ekosistem yang sehat dan dapat bermanfaat bagi lingkungan sekitar.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Terumbu Karang

2.1.1 Deskripsi Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan organisme yang hidup di dasar Perairan dangkal terutama pada daerah tropis yang memiliki produktifitas tinggi. Menurut Sorokin (1993) terumbu karang merupakan organisme yang hidup didasar Perairan dan berupa bentukan batuan kapur (CaCO_3) yang cukup untuk kuat menahan gaya gelombang laut. Terumbu karang dibedakan menjadi binatang karang atau karang (*reef coral*) sebagai individu organisme atau komponen dari terumbu karang dan terumbu karang (*coral reef*) sebagai suatu ekosistem. Terumbu karang terbentuk dari endapan-endapan masiv kalsium karbonat yang terbentuk dari organismer terumbu karang yang bersimbiosis dengan *zooxanthellae* yang menyekresi kalsium karbonat (Bengen, 2001).

Karang merupakan hewan yang hidup dilaut pada filum cnidaria kelas anthozoa meskipun bentuk dari karang seperti tumbuhan atau batu. Lebih dari 800 spesies karang yang diketahui termasuk karang lunak dan karang laut dalam. Habitat karang yang berbeda mempengaruhi jenis spesies pada terumbu karang sama seperti organisme lainnya (NOAA, 2016). Terumbu karang bersimbiosis dengan alga yang disebut *zooxanthellae*. Terumbu karang terdiri dari dua kata yaitu terumbu dan karang. Terumbu merupakan endapan masif kalsium karbonat, sedangkan karang adalah hewan yang tidak bertulang belakang yang mampu mensekresi kalsium karbonat. Ekosistem terumbu karang merupakan sumberdaya wilayah pesisir yang sangat rentan dengan kerusakan, terutama oleh kegiatan manusia disekitarnya (Suhana, 2015).

2.1.2 Tipe Terumbu Karang

Berdasarkan letak dan kedalamnya terumbu karang memiliki beberapa tipe seperti pernyataan Nybakken (1992) yang mengelompokkan terumbu karang menjadi tiga tipe umum yaitu :

- a. Terumbu karang tepi (*Fringing reef/shore reef*) ini berkembang di sepanjang pantai dan mencapai kedalaman tidak lebih dari 40m. Terumbu karang ini tumbuh keatas atau kearah laut.
- b. Terumbu karang penghalang (*Barrier reef*) terletak di berbagai jarak kejauhan dari pantai dan dipisahkan dari pantai tersebut oleh dasar laut yang terlalu dalam untuk pertumbuhan karang batu (40-70 m).
- c. Terumbu karang cincin (*atoll*) melingkari suatu goba (laggon). Kedalaman goba didalam atol sekitar 45m jarang sampai 100m seperti terumbu karang penghalang.

Diantara tiga struktur tersebut, Indonesia memiliki ketiganya seperti pernyataan Suharsono, (1998) bahwa Indonesia memiliki tipe terumbu karang yang sangat bervariasi, terdapat terumbu karang tepi, penghalang, dan atol. Tipe terumbu karang paling umum di Indonesia adalah karang tepi yang dapat ditemui sepanjang pesisir Bali, Sulawesi, Maluku, Papua, Madura, dan pulau-pulau kecil diluar pesisir barat dan timur Sumatra.

2.1.3 Fungsi Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem yang memiliki produktivitas dan kelimpahan yang tinggi pada wilayah pesisir. Secara ekologi terumbu karang berperan dalam menjaga keseimbangan produktivitas sumberdaya laut serta indicator-indikator penting pada lingkungan laut (Wahiddin, 2014). Terumbu karang memiliki banyak manfaat pada biota maupun lingkungan sekitar seperti

yang dinyatakan Santoso (2010) bahwa terumbu karang adalah satu ekosistem laut yang memiliki fungsi sebagai sumber makanan, habitat biota lain, pariwisata, penyedia pasir, serta sebagai penghalang ombak dan erosi pantai.

Terumbu karang merupakan sumberdaya yang penting. Terumbu karang memiliki habitat yang kaya akan keanekaragaman hayati biotanya dan memiliki ekologi yang kompleks. Terumbu karang merupakan asset penting bagi seluruh orang didunia, beberapa masyarakat local menggantungkan hidupnya pada ketersediaan terumbu karang. Ekosistem terumbu karang menyediakan sumber makanan untuk biota-biota laut disekitarnya, sebagai penarik wisata, serta sebagai penahan gelombang dari lautan (Budhiman, 2005).

2.2 Penginderaan Jauh

2.2.1 Deskripsi Penginderaan Jauh

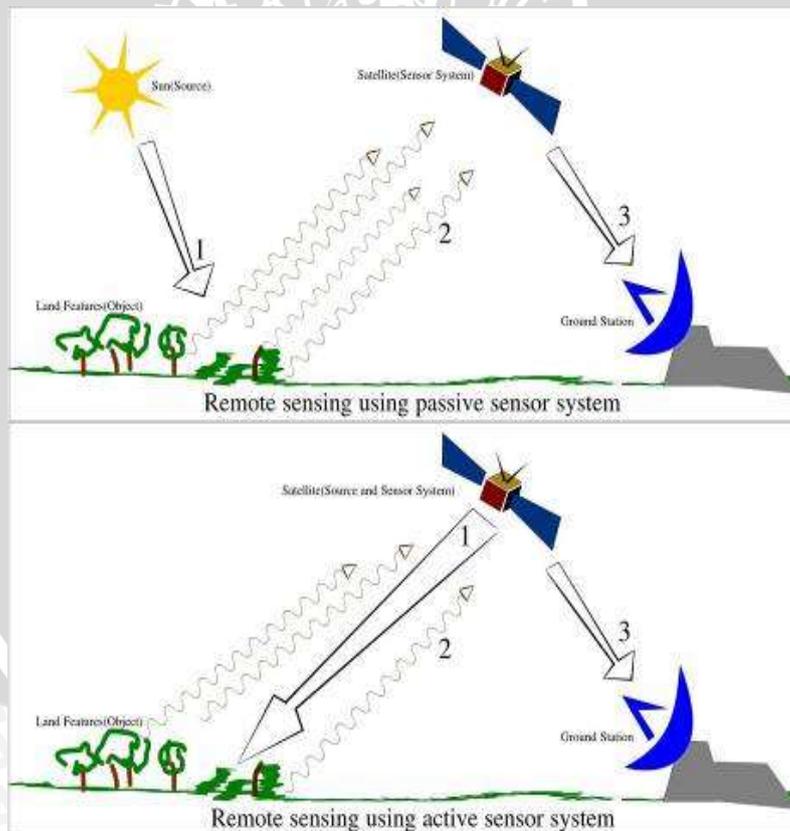
Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan suatu gabungan antara ilmu dan seni yang bertujuan untuk memperoleh suatu informasi dari objek tertentu melalui analisis data yang diperoleh tanpa adanya kontak langsung dengan objek yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1993). Menurut Sutanto (1992) penginderaan jauh dikembangkan untuk memperoleh dan menganalisis informasi tentang bumi melalui radiasi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan maupun dipancarkan oleh permukaan bumi.

Penginderaan jauh berasal dari dua kata dasar indera dan jauh. Indera yang berarti melihat dan jauh yang berarti jarak yang jauh. Berdasarkan asal katanya penginderaan jauh merupakan kegiatan melihat objek dari jauh. Pengkajian objek dapat dilakukan pada permukaan bumi maupun atmosfer (Kusumowigado, 2007). Penginderaan jauh merupakan suatu metode untuk mendapatkan informasi dari objek melalui sensor. Ilmu penginderaan jauh mengalami perkembangan dari tahun ketahun untuk dipergunakan kepentingan-

kepentingan yang erat kaitannya dengan perolehan informasi dari suatu objek (Suhana, 2015).

2.2.2 Sensor Satelit

Sensor pada penginderaan jauh merupakan suatu alat yang berfungsi menangkap dan mengumpulkan data atau informasi dari radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Berdasarkan cara kerjanya sensor dibedakan menjadi dua macam yaitu sensor aktif dan sensor pasif. Sensor aktif merupakan sensor yang dapat mengirimkan radiasi elektromagnetik ke permukaan bumi kemudian dipantulkan kembali pada sensor tersebut, sedangkan sensor pasif adalah sensor yang cara kerjanya hanya menangkap pantulan radiasi elektromagnetik dari permukaan bumi saja (Purwadhi, 2008).



Gambar 1 Tipe sensor Satelit

Kualitas sensor pada suatu wahana mempengaruhi hasil data yang diperoleh. Sensor yang memiliki resolusi tinggi akan menghasilkan resolusi data yang jelas. Tingkat keakuratan informasi dipengaruhi oleh kualitas citra satelit itu sendiri, menurut Suwargana (2013) kualitas data penginderaan jauh berdasarkan resolusinya dibedakan menjadi resolusi spasial, temporal, dan spectral. Resolusi spasial adalah ukuran terkecil objek dilapangan yang direkam sebagai data digital. Resolusi temporal merupakan perekaman data pada tempat yang sama dengan waktu tertentu. Pengertian dari resolusi spektral adalah banyaknya saluran yang dapat diterima oleh sensor, semakin banyak saluran yang diterima maka akan semakin baik kualitas data yang dihasilkan.

2.2.3 Landsat 8

Citra satelit landsat 8 merupakan satelit observasi yang diluncurkan pada 11 Februari 2013 di Amerika. Tujuan diluncurkannya landsat 8 adalah meneruskan misi dari landsat 7 yang bertugas untuk mengambil informasi permukaan bumi. Landsat 8 membawa tiga sensor baru yaitu ultra blue, gelombang inframerah pendek, dan penajaman nilai Kanal. Landsat 8 mengorbit dengan waktu 99menit dan merekam data pada area yang sama setiap 16 hari sekali (Landsat, 2016).

Landsat 8 membawa sensor OLI (*Operational Land Imager*) yang memiliki Kanal gelombang inframerah pendek dan tujuh Kanal tampak. Kanal-Kanal tersebut menangkap informasi dari permukaan bumi sesuai dengan panjang gelombang dari objek yang dipantulkan. Landsat 8 memiliki rsolusi spasial 30 meter dan 15 meter pada Kanal pankromatik (Sitanggang, 2010.)

Landsat 8 memiliki beberapa sensor baru yang lebih unggul dari Landsat 7. Landsat 8 memiliki Kanal gelombang yang lebih banyak dari landsat 7. Perbandingan Landsat 8 dan Landsat 7 sebagai berikut.

Tabel 1 Perbandingan Landsat 7 dan Landsat 8

Landsat 7				Landsat 8		
No	Band	Wavelength	Resolution	Band	Wavelength	Resolution
1				Band 1	0.43 - 0.45	30
2	Band 1	0.45-0.52	30	Band 2	0.45 - 0.51	30
3	Band 2	0.52-0.60	30	Band 3	0.53 - 0.59	30
4	Band 3	0.63-0.69	30	Band 4	0.64 - 0.67	30
5	Band 4	0.77-0.90	30	Band 5	0.85 - 0.88	30
6	Band 5	1.55-1.75	30	Band 6	1.57 - 1.65	30
7	Band 6	10.40-12.50	60 * (30)	Band 7	2.11 - 2.29	30
8	Band 7	2.09-2.35	30	Band 8	0.50 - 0.68	15
9	Band 8	.52-.90	15	Band 9	1.36 - 1.38	30
10				Band 10	10.60 - 11.19	100 * (30)
11				Band 11	11.50 - 12.51	100 * (30)

Landsat 8 memiliki Kanal 1 (*ultra blue*) yang dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada band yang sama pada landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol. Kanal ini unggul dalam membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda.

Berikut merupakan spesifikasi band dari citra landsat 8:

Tabel 2. Spesifikasi Landsat 8

Band	Wavelength	Resolution
Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Band 2 – Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3 – Green	0.53 - 0.59	30
Band 4 – Red	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30

Band	Wavelength	Resolution
Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 – Panchromatic	0.50 - 0.68	15
Band 9 – Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

Sumber : Landsat 8, 2016

Kanal pada Landsat 8 memiliki panjang gelombang yang berbeda, setiap Kanal memiliki fungsi dan spesifikasi tertentu. Tabel... menunjukkan fungsi dan spesifikasi dari setiap Kanal dengan panjang gelombang yang berbeda:

Tabel 3. Fungsi dari band landsat 8

Band	Wavelength	Useful for mapping	Resolution (meters)
Band 1 – coastal aerosol	0.43 - 0.45	coastal and aerosol studies	
Band 2 – blue	0.45 - 0.51	Bathymetric mapping, distinguishing soil from vegetation and deciduous from coniferous vegetation	30
Band 3 - green	0.53 - 0.59	Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor	30
Band 4 - red	0.64 - 0.67	Discriminates vegetation slopes	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85-0.88	Emphasizes biomass content and shorelines	30
Band 6 - Short-wave Infrared (SWIR) 1	1.57 - 1.65	Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds	30
Band 7 - Short-wave Infrared (SWIR) 2	2.11 - 2.29	Improved moisture content of soil and vegetation and thin cloud penetration	30
Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15 meter resolution, sharper image definition	30
Band 9 – Cirrus	1.36 - 1.38	Improved detection of cirrus cloud contamination	15
Band 10 – TIRS 1	10.60 – 11.19	100 meter resolution, thermal mapping and estimated soil moisture	30
Band 11 – TIRS 2	11.5 - 12.51	100 meter resolution, Improved thermal mapping	100 * (30)

Sumber: Landsat 8, 2016

2.2.4 Penginderaan Jauh untuk Terumbu Karang

Fungsi dari penginderaan jauh adalah merekam informasi suatu objek dari permukaan bumi. Saat ini penggunaan teknologi penginderaan jauh menjadi suatu kebutuhan yang umum dimana saat ini informasi mengenai lautan dapat diolah dan menjadi data yang berguna (Saitoh *et.al*,2010). Komposisi dari Kanal dan dengan algoritma tertentu dapat mengetahui objek yang berada dibawah permukaan air laut. Pendeteksian terumbu karang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya terumbu karang di wilayah tersebut. Kanal-Kanal pada citra satelit memungkinkan untuk melakukan analisis pendeteksian terumbu karang karena dengan penggabungan Kanal-Kanal yang ada maka akan muncul nilai spectral dari objek tersebut. Nilai tersebut yang kemudian diolah menjadi warna-warna yang dapat menunjukkan dimana terumbu karang berada.

Menurut Manullang (2014) penginderaan jauh untuk mendeteksi terumbu karang digunakan karena monitoring secara langsung memerlukan biaya, waktu, dan tenaga yang cukup tinggi. Wahiddin (2015) berpendapat bahwa informasi spasial mengenai komposisi, kondisi, dan dinamika terumbu karang merupakan hal yang penting untuk memahami ekosistem terumbu karang. Pemetaan terumbu karang menggunakan penginderaan jauh sangat efisien karena biaya yang digunakan tidak terlalu tinggi seperti monitoring secara langsung. Karang yang tumbuh pada Perairan dangkal dengan kecerahan yang baik dapat dideteksi oleh sensor satelit.

2.2.5 Perkembangan pemetaan terumbu karang dengan citra satelit

Pemetaan terumbu karang menggunakan citra satelit menjadi suatu alternatif yang dapat diunggulkan karena pengamatan kondisi perairan dapat dilakukan dengan citra satelit pada kondisi perairan yang jernih dan memiliki karakteristik yang homogen. Peluncuran Landsat 5 pada tahun 1984 yang

membawa sensor Thematic Mapper menjadikan penelitian dalam bidang kelautan menggunakan citra ini karena memiliki keunggulan dalam resolusi spasial, temporal, dan spektral.

Penelitian mengenai pemetaan perairan dangkal diawali oleh Lyzenga (1981) dengan memetakan material penutup dasar perairan dari North Cat Cay sampai perairan Bahama dengan menggunakan citra MSS kanal hijau dan merah. Berdasarkan pengamatan in situ dengan foto bawah air, pantulan dasar dapat dibagi ke dalam empat kelas, yaitu: batas area bervegetasi, perlapisan Thalasia, pasir karbonat berwarna putih, dan lapisan tak bervegetasi yang keras.

Di Indonesia, Siregar (1996) menurunkan algoritma Lyzenga untuk memetakan material penutup dasar perairan laut dangkal di Pulau Serangan, Bali. Metode penelitian yang digunakan adalah operasi penggabungan dua kanal tampak TM1 dan TM2 yang memiliki penetrasi ke dalam air hingga kedalaman tertentu, sehingga dapat digunakan untuk identifikasi obyek di dasar perairan laut dangkal. Citra hasil penggabungan memberikan penampakan dasar perairan laut dangkal yang secara visual lebih jelas dibandingkan dengan penampakan obyek pada dua kanal secara terpisah.

Penelitian pada tahun 2014 dilakukan oleh Manullang et.al (2014), dengan menggunakan data citra Landsat 7ETM+ untuk menghitung perubahan luasan terumbu karang tahun 2001 dan tahun 2011 pada Pulau Pramuka. Pendugaan awal terumbu karang menggunakan kombinasi kanal RGB 421 dan RGB 321. Pengkombinasian kanal tersebut menunjukkan sebaran habitat perairan dangkal secara umum, kemudian dilakukan transformasi Lyzenga untuk mempertajam sebaran habitat perairan dangkal. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa karang hidup pada Pulau Pramuka berkurang 10,914 ha dan karang mati bertambah 2,269 ha.

Penelitian terbaru dilakukan oleh Hedley et.al (2016), dengan menggunakan data citra satelit Quickbird, Landsat ETM+, Aqua- MODIS, dan AVHRR pada perairan selatan Great Barrier Reef Australia. Penggunaan data citra satelit untuk memetakan habitat perairan dangkal efektif pada citra dengan resolusi 10-30 meter. Landsat digunakan sejak 1984 dengan data yang tersedia secara berkala. Penggunaan data citra dengan resolusi kurang dari 10 meter akan menunjukkan hasil yang lebih baik. Pada saat pengambilan data dari satelit kondisi lingkungan berpengaruh pada hasil citra. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain kecerahan, kekerasan permukaan, dan kedalaman air. Langkah-langkah untuk meminimalisir error data dengan melakukan koreksi radiometrik, atmosferik, dan koreksi geometrik. Komposisi karang juga dapat mempengaruhi hasil pemetaan karena karang hidup dengan dominasi koloni besar tanpa alga akan lebih dapat dicapai oleh sensor satelit. Hasil yang dicapai adalah penggunaan teknologi penginderaan jauh adalah untuk manajemen mulai dari komposisi karang, batas fisik, bentuk penutup, dan kedalaman. Parameter kondisi lingkungan yang perlu diperhatikan adalah suhu permukaan laut, paparan cahaya, dan kondisi kimia pada lingkungan tersebut. Kemajuan dalam teknologi penginderaan jauh khususnya untuk pemetaan terumbu karang harus ditingkatkan terkait adanya pembaharuan sensor dan algoritma.

2.2.6 Kombinasi Kanal

Kombinasi Kanal adalah penggabungan dari beberapa Kanal untuk membentuk suatu gambaran peta dimana peta tersebut terdapat informasi dan dapat dianalisis. Citra satelit Landsat 8 memiliki 11 Kanal yang dapat diolah namun hanya tujuh Kanal yang digunakan untuk kombinasi pendeteksian terumbu karang. Setiap Kanal memiliki spesifikasi masing-masing yang dapat membentuk kombinasi-kombinasi tertentu sesuai dengan bidang penelitian.

Komposit citra untuk analisis terumbu karang berbeda dengan analisis pulau kecil. Kanal yang sesuai untuk objek-objek di air adalah Kanal 1 dan 2 (Asriningrum, 2004).

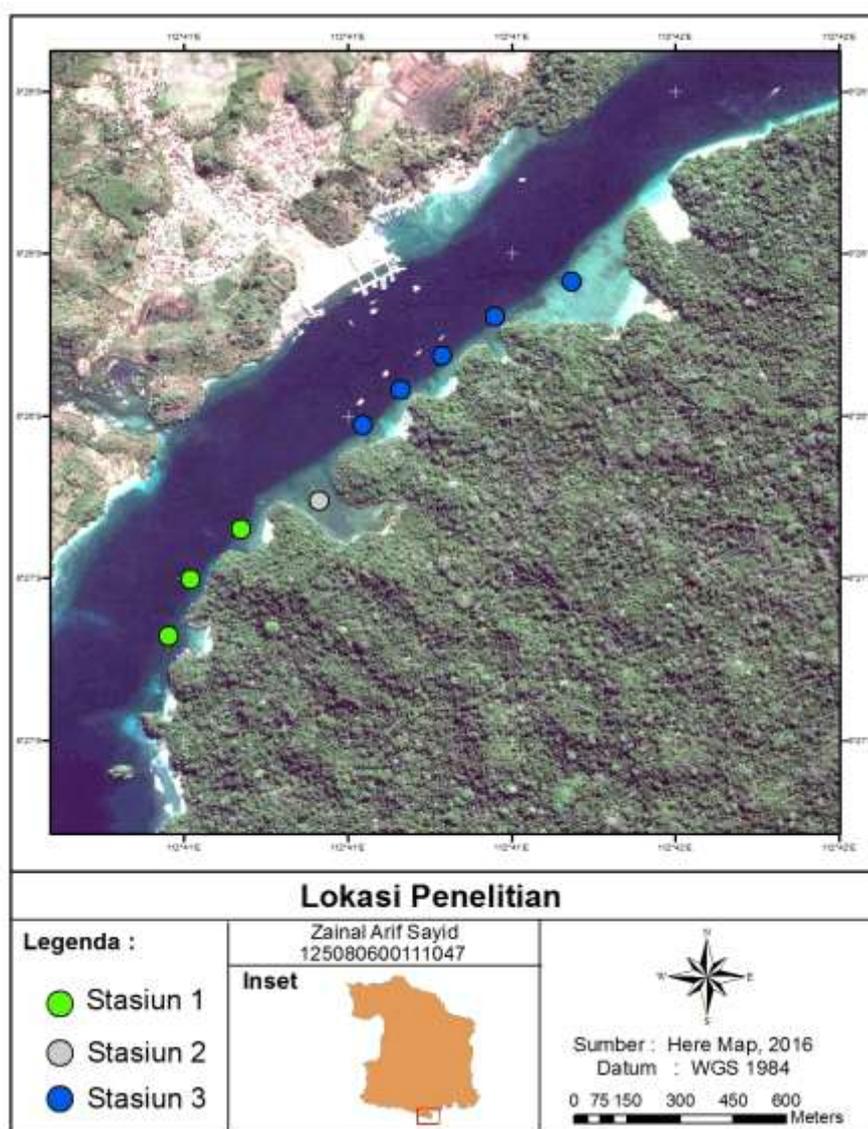
Penggunaan Kanal biru, hijau, merah, dan NIR digunakan untuk klasifikasi tidak terbimbing yang dilakukan untuk koreksi kolom Perairan serta pemisahan darat dan laut. Penggabungan Kanal hijau dan biru pada landsat 8 memiliki nilai spectral yang sama dengan landsat 7. Penggabungan Kanal tersebut digunakan untuk mendeteksi terumbu karang dengan penajaman citra menggunakan algoritma Lyzenga (Wahiddin, 2015). Menurut Zoffoli *et.al* (2014) pendeteksian terumbu karang dengan koreksi kolom Perairan menggunakan algoritma Lyzenga pada Kanal biru dan hijau dinilai lebih akurat karena Kanal biru dan hijau memiliki kemampuan untuk menembus Perairan yang lebih baik daripada Kanal lainnya.

Beberapa transformasi foto digunakan untuk menghasilkan kombinasi foto *multi-layer* seperti gabungan kanal biru, hijau, merah, infra merah dekat, dan pankromatik. Kombinasi tersebut dianggap relatif homogen pada daerah terumbu karang yang telah dilakukan ekstraksi nilai reflektannya (Joyce et al, 2004).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul Analisis Pengaruh Kombinasi Kanal Citra Landsat 8 Terhadap Hasil Pemetaan Sebaran Terumbu Karang Di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang, dilaksanakan di Selat Pulau Sempu Kabupaten Malang, Jawa Timur dan pengambilan data lapang dilaksanakan pada 7 Mei 2016.



Gambar 2 Lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan merupakan bagian terpenting pada penelitian ini. Fungsi alat dan bahan sesuai dengan kegunaannya. Fungsi alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut

3.2.1 Alat Penelitian

Alat merupakan suatu benda yang dapat digunakan secara berulang-ulang dengan perawatan tertentu dengan fungsi untuk mempermudah penelitian.

Daftar alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Daftar alat penelitian

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Laptop	AMD A4 2,3GHz	Mengolah data citra satelit
2	Kamera Underwater	Nikon AW120	Mengambil foto data lapang
3	GPS	Garmin 76Csx	Mengambil titik koordinat
4	Perahu Mesin	-	Sebagai alat transportasi
5	Alat Dasar Selam	IST Open Heel	Mengambil data lapang dibawah air
6	Roll Meter	100 meter	Untuk menghitung jarak pengambilan data

Adapun perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 5 Daftar bahan penelitian

No	Nama	Fungsi
1	Ms. Excel 2016	Untuk perhitungan koefisien atenuasi
2	Ms. Word 2016	Untuk penyusunan laporan
3	Envi 5.2	Untuk pengolahan data Landsat 8
4	Er Mapper 2014	Untuk pengolahan data Landsat 8
5	Arcgis 9.3	Untuk klasifikasi dan layouting

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan merupakan suatu benda yang penggunaannya hanya dalam kurun waktu tertentu. Daftar bahan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Citra Landsat 8 LC81180662016122LGN00 baris 66 path 118 pada 1 Mei 2016 : sebagai sumber data untuk pengolahan peta
2. Baterai AA : digunakan sebagai sumber listrik GPS
3. Tisu : sebagai bahan untuk membersihkan alat

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui dua tahapan yaitu :

1. Pengolahan serta analisis data citra satelit landsat 8
2. Survei lapangan serta analisis data lapang.

3.3.1 Pengolahan Data Citra Satelit

3.3.1.1 Pengunduhan Data Citra Satelit Landsat 8

Pengunduhan data bertujuan untuk memperoleh data citra satelit Landsat 8 sebagai sumber data yang digunakan untuk analisis pengaruh kombinasi Kanal terhadap pemetaan sebaran terumbu karang. Data citra satelit Landsat 8 dapat di unduh melalui situs www.earthexplorer.usgs.gov.

3.3.1.2 Penggabungan Kanal Citra

Penggabungan Kanal citra bertujuan untuk membentuk suatu peta gabungan yang terdiri dari tujuh Kanal. Tujuh Kanal tersebut dapat digabungkan menjadi RGB (531) serta false color (532). Pada penelitian ini dilakukan tiga komposisi penggabungan Kanal yaitu XI natural (541), XI (542), dan XI (543). Penggabungan Kanal dalam suatu komposisi memiliki hasil yang berbeda dari komposisi dengan Kanal lainnya.

3.3.1.3 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian dari daerah lain. Pemotongan citra dilakukan karena sensor satelit merekam data

dengan skala yang lebih tinggi sehingga area penelitian harus dipotong sesuai dengan skala yang sesuai. Pemotongan citra memiliki efek samping pada resolusi dari data. Data citra Landsat 8 dengan skala yang tinggi akan memiliki tampilan yang jelas, setelah dilakukan pemotongan citra dengan skala yang lebih rendah maka tampilan data Landsat 8 akan berubah menjadi kasar.

3.3.1.4 Koreksi radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki data dari citra Landsat 8. Data yang tidak dikoreksi rentan akan kabut tipis, sehingga akan mempengaruhi informasi yang didapatkan. Koreksi radiometrik dilakukan dengan melihat metadata pada Landsat 8 dengan rumus:

$$\rho\lambda = \frac{(\rho_{max} - \rho_{min})}{(Q_{calmax} - Q_{calmin})} * (Q_{cal} - Q_{calmax})$$

Dimana:

$\rho\lambda$	= <i>Spectral reflectance</i>
ρ_{MAXR}	= <i>Max Detected Reflectance Level</i>
ρ_{MINR}	= <i>Min Detected Reflectance Level</i>
Q_{CALMAX}	= <i>Max Pixel Value</i>
Q_{CALMIN}	= <i>Min Pixel Value</i>
Q_{CAL}	= <i>Digital Number</i>

Koreksi radiometrik penting dilakukan seperti pernyataan Soenarmo (2009), bahwa koreksi radiometrik memperbaiki nilai piksel agar sesuai dengan yang seharusnya dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai kendala utama.

3.3.1.5 Koreksi Kolom Perairan

Koreksi kolom perairan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai suatu objek dibawah permukaan air. Dalam penelitian ini koreksi kolom Perairan digunakan untuk mendeteksi terumbu karang dengan algoritma Lyzenga (1978),

$$\text{Index}_{ij} = \ln(\text{LTOA}_{i,\infty} - \text{LTOA}_{i,j}) - [(K_{d,i}/K_{d,j}) \ln(\text{LTOA}_{j,\infty} - \text{LTOA}_{j,i})]$$

dimana nilai radian serta kedalaman perlu diperhatikan. Algoritma Lyzenga tidak dapat digunakan pada Perairan yang sangat dangkal atau yang terlalu dalam. Algoritma Lyzenga tersebut kemudian dikembangkan oleh Siregar (1996) dengan

$$Y = \ln(\text{TM1}) + [(k_i/k_j) \ln(\text{TM2})]$$

Dimana:

Y : hasil klasifikasi algoritma Lyzenga

TM1 : Kanal 1 citra Landsat

TM2 : Kanal 2 citra Landsat

K_i/K_j : nilai koefisien atenuasi dimana $K_i/K_j = \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 1}$

dimana $\alpha = [\text{Var}_{\text{TM1}} - \text{Var}_{\text{TM2}}] / 2 \times (\text{Covar}_{\text{TM1TM2}})$

3.3.1.6 Klasifikasi Citra

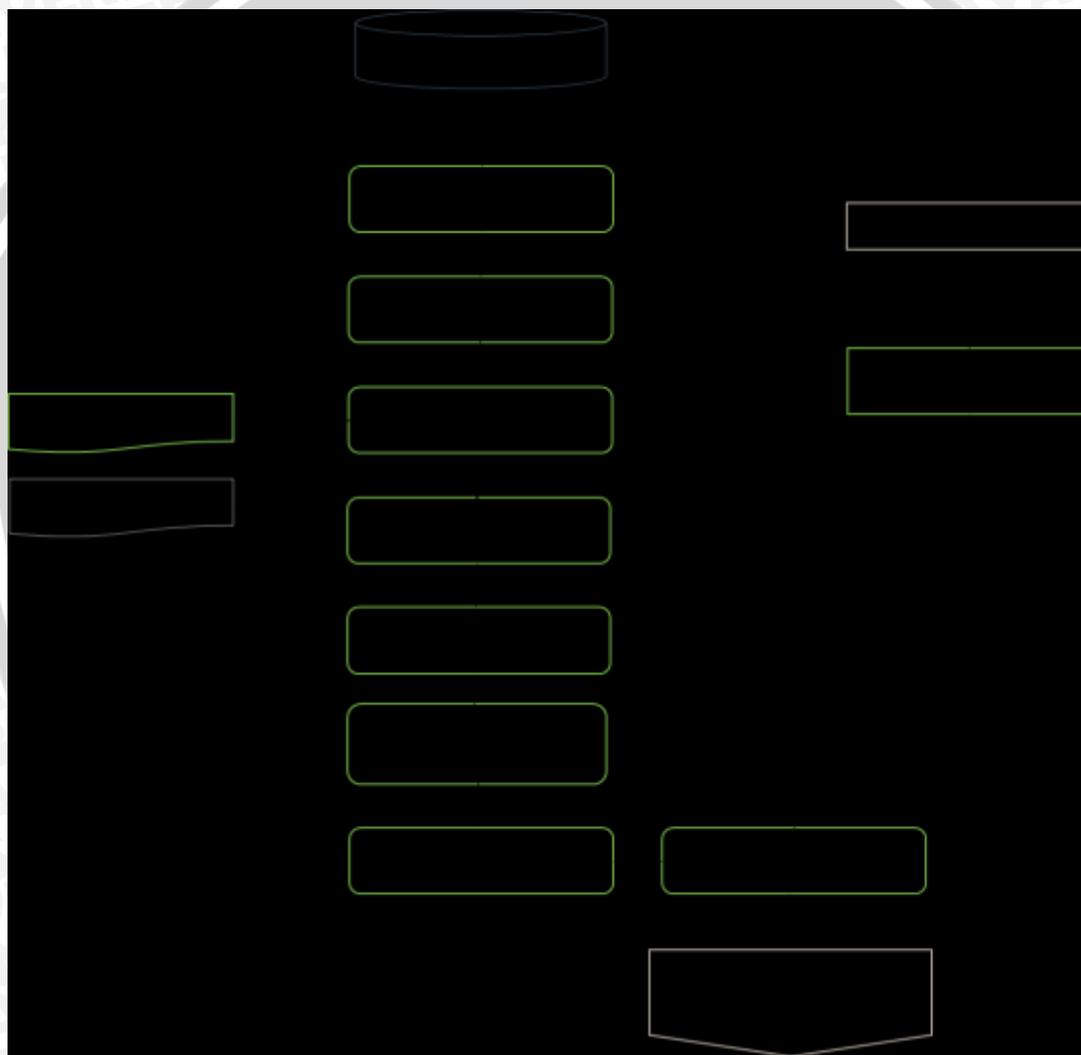
Klasifikasi citra merupakan langkah setelah koreksi kolom Perairan menggunakan algoritma Lyzenga. Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan kelas-kelas tertentu dengan informasi seperti karang hidup, karang mati, dan pasir. Klasifikasi citra dibedakan berdasarkan warna dan nilai spektral data citra satelit Landsat 8 yang telah terkoreksi dengan algoritma Lyzenga.

3.3.2 Pengamatan Kondisi Terumbu Karang

Metode pengamatan terumbu karang dilakukan menggunakan metode *stop and go* dimana pemantauan objek dasar Perairan dilakukan dengan cepat

tetapi dapat digunakan untuk validasi. Observasi dilakukan secara langsung di Perairan Selat Sempu menggunakan alat dasar selam dengan kedalaman 2-4 meter. Dilakukan tiga kali pemotretan untuk setiap titik. Jarak pengambilan foto berkisar 10 meter. Pada penelitian ini GPS digunakan untuk tracking dan menandai lokasi.

3.3.3 Diagram Alur



Gambar 3 Diagram alur pengolahan data citra Landsat 8

Landsat 8 diunduh melalui laman <http://earthexplorer.usgs.gov/> dengan kolom 118 dan baris 66. Ekstraksi citra Landsat 8 dilakukan untuk mendapatkan kanal-kanal citra dengan metadata. Ekstraksi citra Landsat 8 menghasilkan 11 kanal dan 1 file metadata yang berisi mengenai informasi spasial citra. Hasil ekstraksi citra digabungkan menggunakan perangkat lunak Envi 5.2. Penggabungan dilakukan pada ketujuh kanal tampak sesuai dengan file metadata yang telah tersedia. Untuk meminimalisir tingkat kesalahan data dilakukan beberapa koreksi seperti radiometrik, atmosferik, dan geometrik. Ketiga koreksi dilakukan menggunakan perangkat lunak Envi 5.2 dengan memasukkan file metadata, sehingga nilai-nilai yang dibutuhkan untuk koreksi secara otomatis akan masuk pada menu. Penajaman citra digunakan untuk memperbaiki data visual citra dari resolusi 30 meter menjadi 15 meter. Penajaman dilakukan dengan metode Gram Schimdt melalui perangkat lunak Envi 5.2.

Penggabungan kanal dilakukan untuk menghasilkan gambar multiimage untuk pendugaan habitat sebaran terumbu karang. Kombinasi kanal yang digunakan adalah kombinasi RGB 531, 532, 541, 542, dan 543. Pemilihan kanal 5 bertujuan untuk memperjelas kondisi darat. Hasil dari kombinasi tersebut kemudian dilakukan koreksi kolom perairan dengan menggunakan *depth invariant index* transformasi Lyzenga. Hasil dari transformasi Lyzenga kemudian diklasifikasi menjadi dua kelas yaitu karang dan bukan karang. Hasil uji lapang dilakukan untuk menguji akurasi kualitas peta.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Terumbu Karang di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang

Data yang diperoleh dari lapangan merupakan data foto dengan koordinat. Titik-titik koordinat digunakan sebagai jalur tracking dan dasar uji akurasi matriks. Dari kondisi lapang tingkat kecerahan pada Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang mencapai 90%. Kondisi dengan kecerahan yang cukup tinggi menunjukkan penetrasi cahaya yang masuk dalam Perairan juga tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan dengan optimal.

Kondisi terumbu karang pada Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang banyak mengalami pemutihan (*coral bleaching*) karena suhu pada Selat Sempu mencapai 28°C-31°C. Pemutihan tersebut diduga terjadi karena adanya fenomena *el-nino* yang sedang berlangsung. Karang yang banyak mengalami pemutihan merupakan jenis karang bercabang. Tipe karang pada Perairan Selat Sempu merupakan karang tepi dimana struktur karang tersebut keras dan kuat.

Pengambilan data menggunakan metode “*stop and go*” dari tiga stasiun pengambilan data digunakan untuk uji akurasi. Uji akurasi menggunakan matriks dibagi menjadi tiga kelas, yaitu karang, bukan karang, dan pasir. Bukan karang dapat dikategorikan sebagai lumpur dan material penutup dasar lainnya.

Pengamatan pada stasiun pertama menunjukkan terumbu karang masih banyak dijumpai dengan kondisi yang cukup baik tidak mengalami banyak pemutihan. Kondisi lapang pada stasiun pertama memiliki arus dan gelombang yang tinggi, hal tersebut terjadi karena stasiun pertama terletak pada sisi paling barat Selat Sempu yang berhadapan dengan laut lepas. Visibilitas pada stasiun pertama berkisar 90% dengan kedalaman 5 meter substrat dasar masih jelas

terlihat. Suhu pada stasiun pertama 28°C-29°C dengan pengukuran menggunakan termometer raksa.

Pengamatan pada Stasiun Dua menunjukkan kondisi terumbu karang pada stasiun dua dalam keadaan sedang karena banyak karang yang mati serta telah ditumbuhi alga. Kondisi Perairan pada stasiun dua agak keruh karena bersubstrat pasir berlumpur serta banyak terjadi sedimentasi yang cukup tinggi. Sedimentasi tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang dekat dengan pantai serta memiliki kedalaman relatif dangkal. Biota yang ditemui pada stasiun dua hanya timun laut yang tertutup pasir. Suhu pada stasiun dua dengan pengukuran menggunakan termometer raksa 30°C.

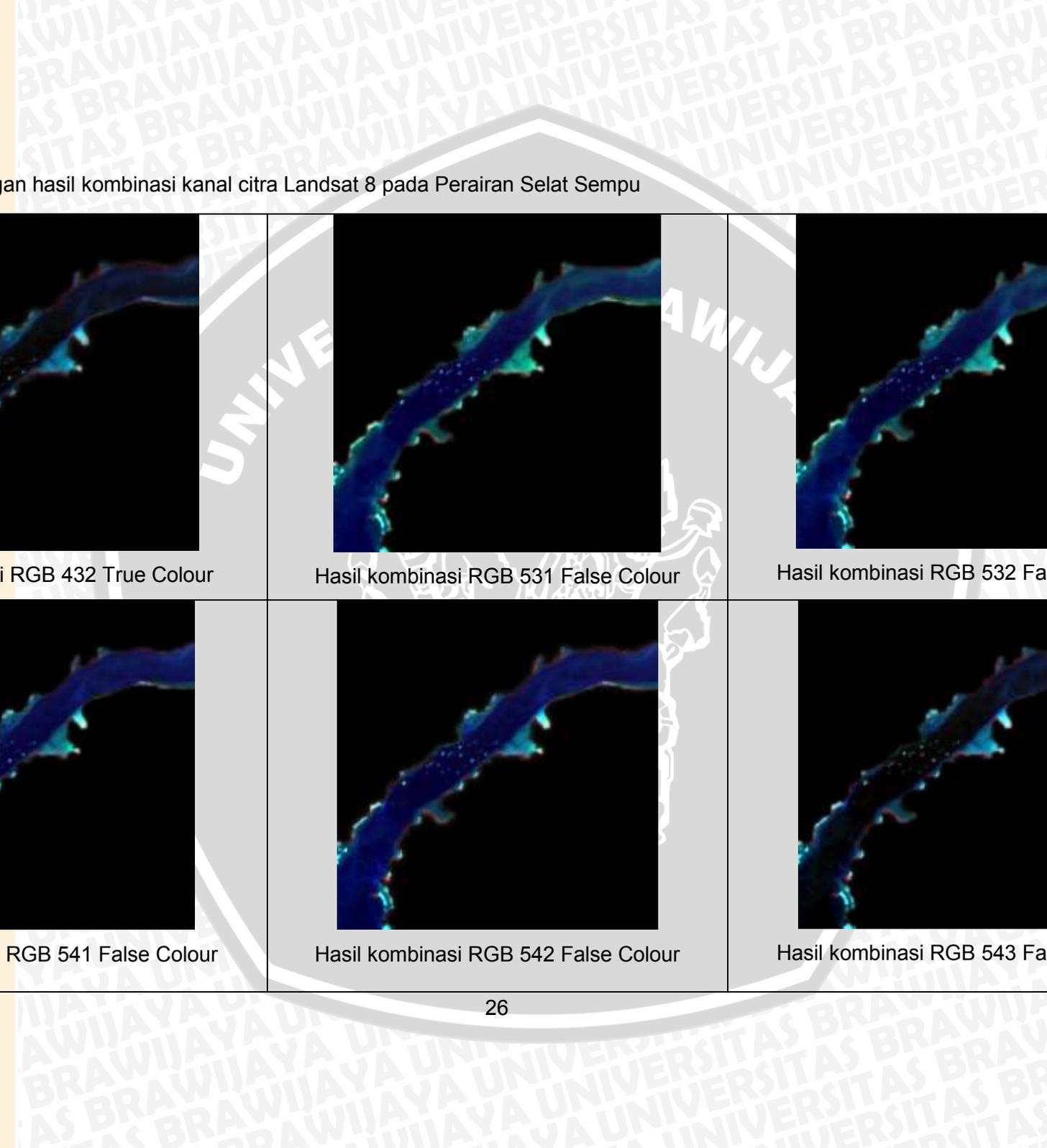
Pengamatan pada Stasiun Tiga menunjukkan masih banyak ditemui terumbu karang dan ikan karang. Kondisi terumbu karang pada stasiun tiga banyak mengalami pemutihan dan tidak sedikit karang yang mulai ditumbuhi alga. Suhu pada stasiun tiga mencapai 31°C dengan pengukuran menggunakan termometer raksa. Stasiun tiga berbentuk teluk dengan pantai berpasir dan karang bertipe karang tepi. Kondisi diluar teluk dari stasiun tiga memiliki visibilitas yang baik dengan kedalaman 4 meter substrat dasar masih terlihat jelas. Kondisi berpasir dan lumpur terdapat pada teluk stasiun tiga.

4.2 Kombinasi Kanal citra satelit Landsat 8 untuk pemetaan terumbu karang

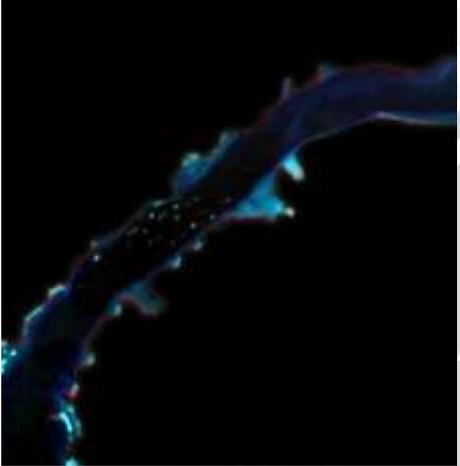
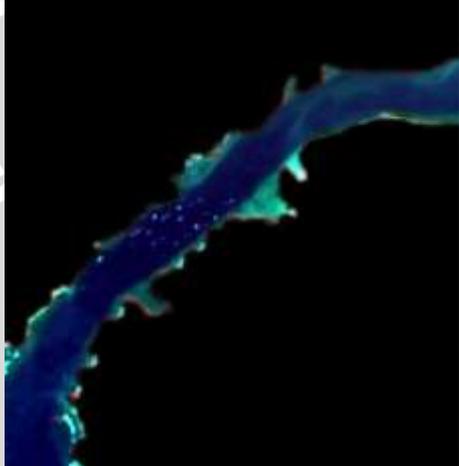
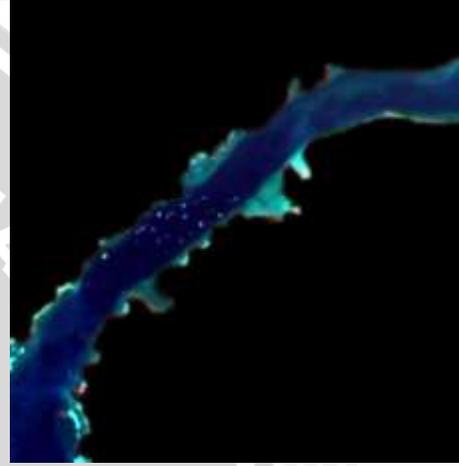
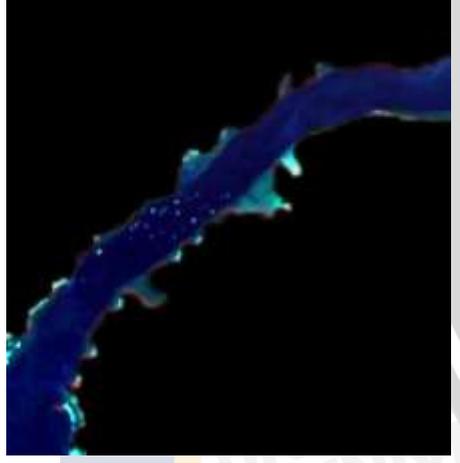
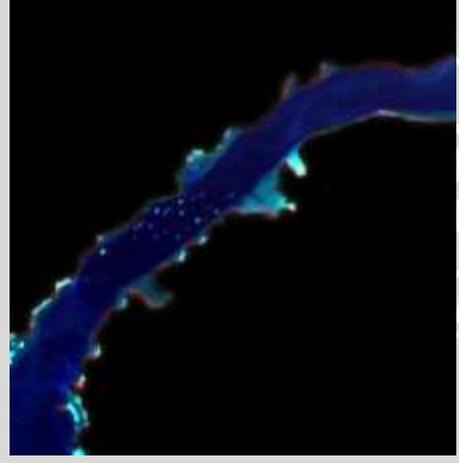
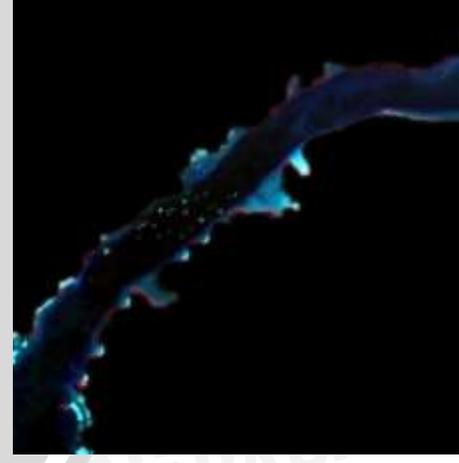
Metode penginderaan jauh untuk mengetahui sebaran terumbu karang dapat digunakan untuk tahun-tahun sebelumnya, sehingga dapat diketahui perubahan terumbu karang yang terjadi setiap tahunnya. Perubahan-perubahan yang terjadi berupa luasan terumbu karang. Terumbu karang yang rusak dari tahun-tahun sebelumnya dapat didata melalui penginderaan jauh dengan menghitung berapa banyak luasan karang yang rusak dari tahun sebelumnya.

Langkah awal untuk pendugaan terumbu karang adalah membuat komposisi-komposisi Kanal citra Landsat 8 dengan kombinasi RGB. Kanal yang digunakan dalam penelitian ini adalah RGB 531, RGB 532, RGB 541, RGB 542, dan RGB 543 dimana masing-masing kombinasi akan menghasilkan nilai yang berbeda. Penggabungan melalui RGB akan memberikan kondisi secara umum dimana kombinasi tersebut hanya menunjukkan ada atau tidaknya terumbu karang. Penggunaan Kanal 5 atau inframerah dekat adalah untuk mengetahui batas daratan dan lautan. Daratan akan terlihat hitam dan memiliki nilai digital 0, sedangkan pada Perairan akan terlihat substrat dengan jelas.

Penggunaan kanal tampak memiliki peranan penting untuk mencari nilai atenuasi atau pelemahan gelombang elektromagnetik akibat adanya hamburan dan penyerapan radiasi gelombang elektromagnetik. Pemilihan kanal tampak mengharuskan pada penentuan daerah pada citra yang memiliki nilai pantulan yang homogen. Penentuan daerah pada citra menggunakan 50 titik *training area* yang hasilnya dapat mewakili koefisien atenuasi. Hasil kombinasi kanal untuk pendugaan awal sebaran terumbu karang dapat dilihat pada Tabel. 6.



Tabel 6. Perbandingan hasil kombinasi kanal citra Landsat 8 pada Perairan Selat Sempu

		
Hasil kombinasi RGB 432 True Colour	Hasil kombinasi RGB 531 False Colour	Hasil kombinasi RGB 532 False Colour
		
Hasil kombinasi RGB 541 False Colour	Hasil kombinasi RGB 542 False Colour	Hasil kombinasi RGB 543 False Colour

4.3 Penajaman citra dengan transformasi Lyzenga

Penajaman citra dilakukan untuk mempertajam substrat Perairan dangkal sehingga terumbu karang akan tampak jelas. Penajaman dilakukan dengan metode transformasi Lyzenga dengan menghitung nilai koefisien atenuasi dari masing-masing Kanal. Penajaman dilakukan dengan mengkombinasikan kana multiimage hijau dan biru berdasarkan *standard exponential attenuation model* menggunakan *depth invariant index* (Siregar, 2010). Pemilihan algoritma Lyzenga didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang memiliki nilai akurasi tinggi. Perhitungan nilai koefisien atenuasi menghasilkan nilai-nilai sebagai berikut.

Tabel 7 Nilai Koefisien Atenuasi

Kanal	Kanal hijau biru 31	Kanal hijau biru 32	Kanal merah biru 41	Kanal merah biru 42	Kanal merah hijau 43
Nilai	0.09044813	0.173923	0.071151	0.126528	0.603569

Nilai dari hasil perhitungan koefisien atenuasi tersebut kemudian digunakan untuk merubah nilai k_i/k_j pada algoritma Lyzenga, sehingga algoritma Lyzenga

$$(Y = \ln(L_i) + k_i/k_j(\ln(L_j))), \text{ menjadi}$$

$$(Y = \ln(L_i) + 0.0904(\ln(L_j))).$$

Dilakukan lima kali pengulangan karena setiap kombinasi memiliki nilai koefisien atenuasi yang berbeda.

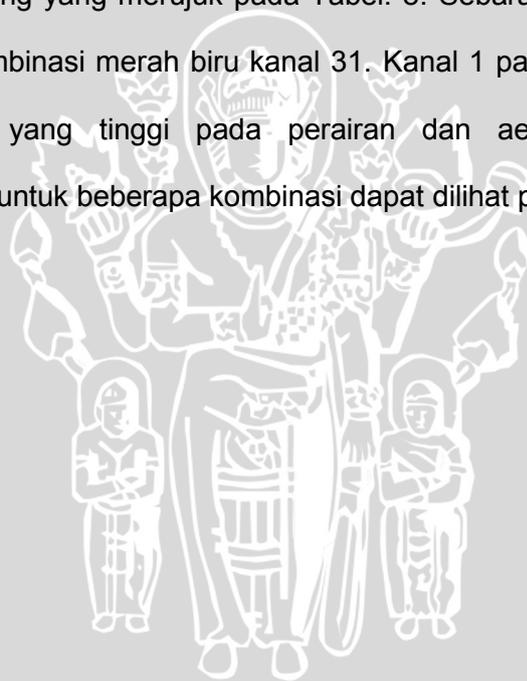
4.4 Hasil kombinasi Kanal untuk mendeteksi terumbu karang dengan transformasi Lyzenga

Hasil dari transformasi Lyzenga tersebut terdapat perbedaan nilai digital dan informasi mengenai kondisi substrat Perairan dangkal di Perairan Selat Sempu. Perbedaan-perbedaan tersebut terjadi karena setiap Kanal memiliki kemampuan untuk mendapat informasi yang berbeda. Hasil pemotongan selang

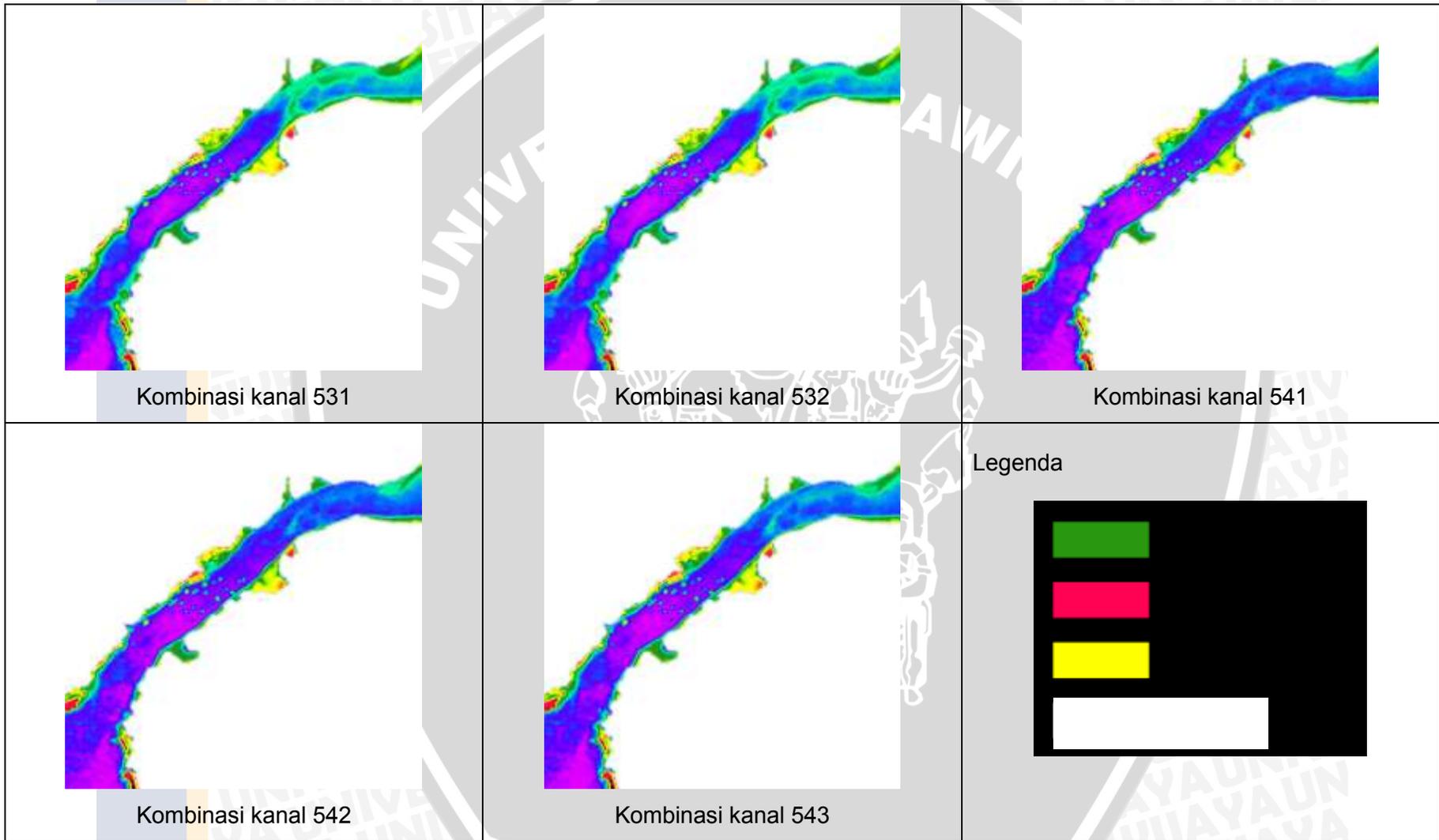
index menunjukkan rentang nilai dari histogram 4,6 sampai 11,7. Hasil nilai rentang digital kemudian diklasifikasikan sebagai berikut.

1. Perairan: 5,49 – 5,73
2. Karang: 5,8 – 6,2
3. Bukan Karang: 6,3 – 6,7
4. Pasir: 6,8 – 7,7

Pemberian warna dilakukan untuk memisahkan masing-masing kelas. Warna biru digunakan untuk perairan, hijau untuk karang, merah untuk bukan karang, dan kuning untuk pasir. Perairan Selat Sempu masih memiliki banyak sebaran terumbu karang yang merujuk pada Tabel. 8. Sebaran terumbu karang terlihat jelas pada kombinasi merah biru kanal 31. Kanal 1 pada citra Landsat 8 memiliki sensitivitas yang tinggi pada perairan dan aerosol. Hasil dari transformasi Lyzenga untuk beberapa kombinasi dapat dilihat pada Tabel 8.



Tabel 8. Hasil transformasi Lyzenga dengan beberapa kombinasi kanal pada Perairan Selat Sempu



Nilai digital dari lima kombinasi Kanal-Kanal yang digunakan menunjukkan nilai-nilai yang berbeda, hal ini dipengaruhi dari nilai koefisien atenuasi dan panjang gelombang yang digunakan pada setiap Kanal. Histogram dari hasil penajaman citra menunjukkan banyaknya kelas substrat yang ada pada Perairan Selat Sempu dengan hasil penajaman menggunakan transformasi Lyzenga. Warna hijau pada gambar-gambar diatas menunjukkan terumbu karang dan warna kuning menunjukkan pasir.

Pemetaan menggunakan metode penginderaan jauh hanya dapat digunakan untuk melihat sebaran serta luasan terumbu karang, tidak dapat untuk mengetahui jenis dan spesies terumbu karang pada Perairan Selat Sempu. Uji akurasi digunakan untuk mengetahui informasi yang akurat dan berapa presentasi akurasi dari masing-masing kombinasi citra satelit Landsat 8 untuk pemetaan terumbu karang di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang. Hasil dari transformasi Lyzenga kemudian diklasifikasi menjadi empat kelas yaitu karang kondisi baik, sedang, kurang baik, dan pasir. Tujuan dari klasifikasi adalah untuk menghitung berapa luasan terumbu karang pada Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang.

4.5 Perhitungan luasan terumbu karang

Tujuan dari klasifikasi citra adalah untuk membedakan antara karang dan bukan karang, serta kondisi substrat yang ada pada Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang. Klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*), karena data satelit yang digunakan terlebih dahulu diolah kemudian dilakukan uji akurasi dengan data lapang. Data lapang yang digunakan berupa titik koordinat terumbu karang untuk dilakukan uji akurasi matriks.

Perhitungan luasan dilakukan dengan menghitung luasan area dengan tiga klasifikasi yang berbeda yaitu karang, bukan karang, dan pasir. Perhitungan dilakukan berdasarkan warna dan nilai digital pada citra yang telah dikalkulasi statistik. Hasil dari perhitungan luasan terumbu karang dengan klasifikasi empat kelas seperti tabel berikut:

Tabel 9 Luas terumbu karang berdasarkan kombinasi Kanal dalam hektar

No	Tutupan	Kombinasi 31	Kombinasi 32	Kombinasi 41	Kombinasi 42	Kombinasi 43
1	Karang	28,2	27,8	18,7	18,6	18,9
2	Bukan Karang	28,9	26,6	23,5	24,4	25,9
3	Pasir	6,1	5,4	7,1	6,3	6,0
	Total	63,2	59,7	49,2	49,4	50,9

Tabel 10 Presentase luasan terumbu karang pada Perairan Selat Sempu

No	Tutupan	Kombinasi 31	Kombinasi 32	Kombinasi 41	Kombinasi 42	Kombinasi 43
1	Karang	44,59	46,51	37,93	37,74	37,15
2	Bukan Karang	45,77	44,52	47,72	49,45	51,00
3	Pasir	9,64	8,97	14,35	12,81	11,85

4.6 Uji Akurasi

Uji akurasi bertujuan untuk menilai kualitas informasi yang dihasilkan. Batas keakuratan informasi yang dapat diterima untuk peta habitat dasar perairan dangkal, yaitu sebesar 60%. Dasar yang dipakai sebagai acuan keakuratan hasil interpretasi adalah SNI 7716:2011 tentang Pemetaan Habitat dasar perairan laut dangkal. Perhitungan akurasi dengan cara membuat tabel matrik yang membandingkan kelas hasil klasifikasi citra dengan data dilapangan (Congalton dan Green, 2009; Lillesand dan Kiefer, 1999). Uji ketelitian dilakukan setelah melakukan survei lapang. Dalam melakukan uji ketelitian hasil interpretasi, semua sampel dari populasi dilakukan pengujian terhadap data hasil kenyataan dilapangan. Pengujian dilakukan terhadap sampel yang mewakili

obyek tertentu dalam suatu poligon obyek dengan koordinat lokasi yang sama di lapangan. Selanjutnya sampel yang telah diambil dari lapangan dibandingkan dengan kelas obyek hasil klasifikasi.

Tabel 11 Matriks uji interpretasi

Kombinasi 31

Uji Lapang	Karang	Bukan Karang	Pasir	Total	Pengguna (%)
Hasil Klasifikasi					
Karang	8	1	0	9	88,89
Bukan Karang	1	7	1	9	77,78
Pasir	1	0	5	6	83,33
Total	10	8	6	24	
Produser (%)	80	87,5	83,33		
Akurasi Total (%)	83,33				

Kombinasi 32

Uji Lapang	Karang	Bukan Karang	Pasir	Total	Pengguna (%)
Hasil Klasifikasi					
Karang	9	1	0	10	90
Bukan Karang	1	8	1	10	80
Pasir	3	0	8	11	72,73
Total	13	9	9	31	
Produser (%)	69,23077	88,89	88,89		
Akurasi Total (%)	80,64516				

Kombinasi 41

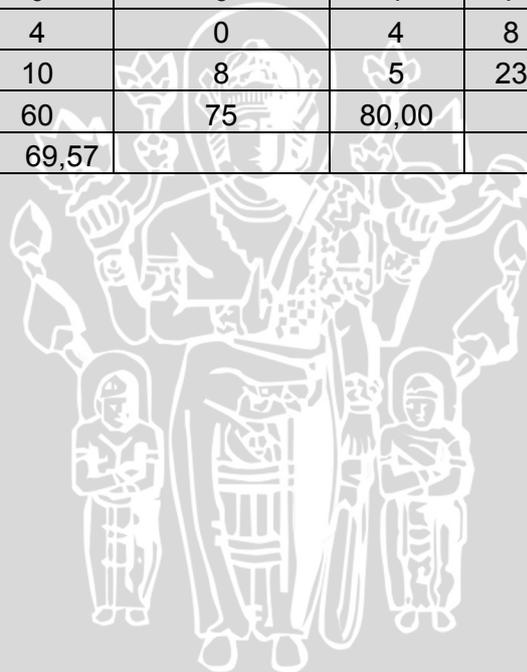
Uji Lapang	Karang	Bukan Karang	Pasir	Total	Pengguna (%)
Hasil Klasifikasi					
Karang	6	2	0	8	75
Bukan Karang	1	3	1	5	60
Pasir	2	0	7	9	77,78
Total	9	5	8	22	
Produser (%)	66,67	60	87,5		
Akurasi Total (%)	72,73				

Kombinasi 42

Uji Lapang	Karang	Bukan Karang	Pasir	Total	Pengguna (%)
Hasil Klasifikasi					
Karang	7	2	2	11	63,64
Bukan Karang	0	8	1	9	88,89
Pasir	2	0	3	5	60
Total	9	10	6	25	
Produser (%)	77,78	80,00	50		
Akurasi Total (%)	72,00				

Kombinasi 43

Uji Lapang	Karang	Bukan Karang	Pasir	Total	Pengguna (%)
Hasil Klasifikasi					
Karang	6	2	0	8	75
Bukan Karang	0	6	1	7	85,71
Pasir	4	0	4	8	50
Total	10	8	5	23	
Produser (%)	60	75	80,00		
Akurasi Total (%)	69,57				



4.7 Pembahasan

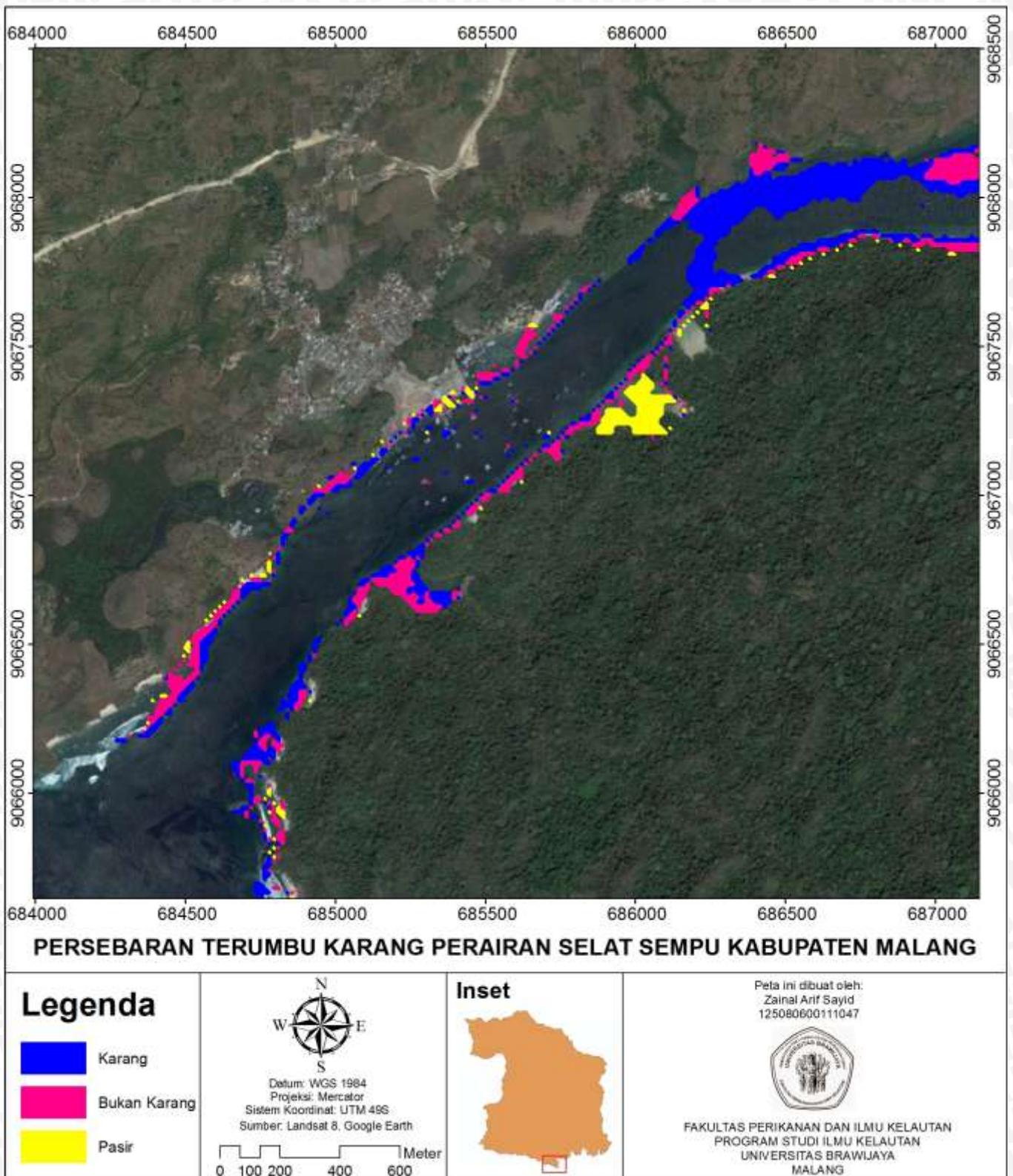
Hasil kombinasi kanal dengan penggabungan RGB untuk pendugaan awal sebaran terumbu karang pada Perairan Selat Sempu menunjukkan kanal 5 memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap daratan bervegetasi. Warna cyan pada perairan merupakan terumbu karang, tidak banyak perbedaan pada kombinasi RGB untuk pendugaan awal sebaran terumbu karang. Perbedaan dapat terlihat setelah dilakukan koreksi kolom perairan dengan *standard exponential attenuation model* menggunakan *depth varian index* pada transformasi Lyzenga. Kombinasi kanal 31 dan 32 tidak memiliki perbedaan yang jauh karena panjang gelombang pada kanal 1 dan 2 tidak terlalu jauh.

Perhitungan luasan karang menunjukkan kombinasi Kanal 3 dengan Kanal 1 memiliki nilai yang tinggi serta tampak karang dengan jelas. Kanal 1 memiliki penetrasi pada Perairan lebih tinggi karena spesifikasi Kanal 1 digunakan untuk memantau daerah pantai dan aerosol. Kombinasi dengan menggunakan band hijau dan biru dari Kanal 1 maupun Kanal 2 tidak menunjukkan selisih nilai yang jauh. Kombinasi dengan Kanal merah memiliki akurasi yang rendah dari data lapang, hal ini terjadi karena Kanal merah diperuntukkan untuk vegetasi yang ada didaratan.

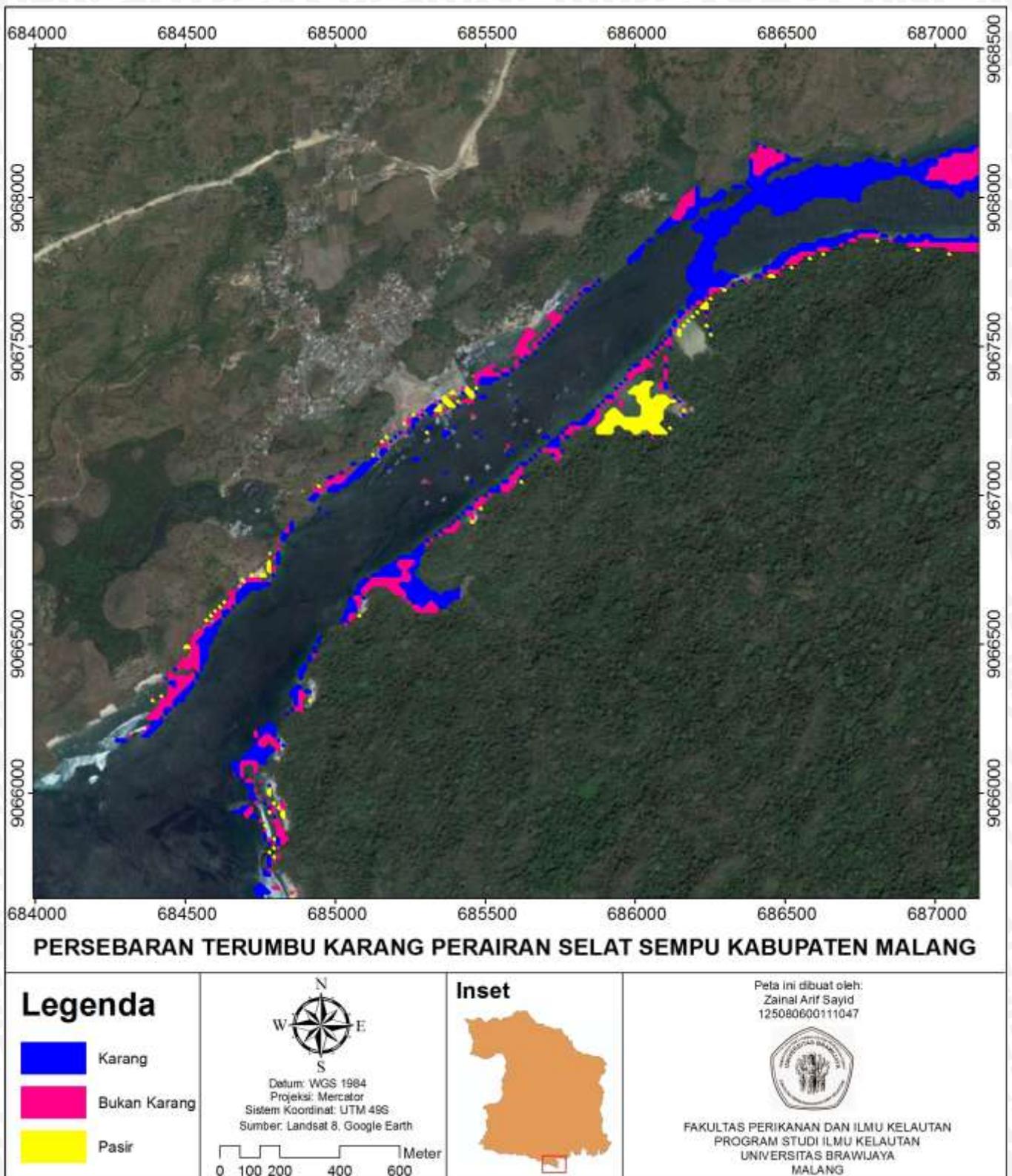
Hasil uji akurasi menggunakan matriks menunjukkan kombinasi kanal hijau biru 31 memiliki total presentase 83,33%. Uji akurasi matriks digunakan sesuai dengan Perka BIG tahun 2014. Hasil presentase tersebut telah memenuhi persyaratan pemetaan perairan dangkal. Kombinasi-kombinasi dari kanal lain juga memenuhi persyaratan tersebut, akan tetapi akurasi tertinggi terletak pada kombinasi kanal hijau biru 31. Klasifikasi digunakan untuk memberikan informasi mengenai sebaran terumbu karang yang ada pada Perairan Selat Sempu kabupaten Malang Jawa Timur. Klasifikasi dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu

karang, bukan karang, dan pasir. Klasifikasi tersebut didasarkan pada kondisi lapang yang sebenarnya, dimana pendataan dilakukan pada titik-titik yang terdapat terumbu karang.

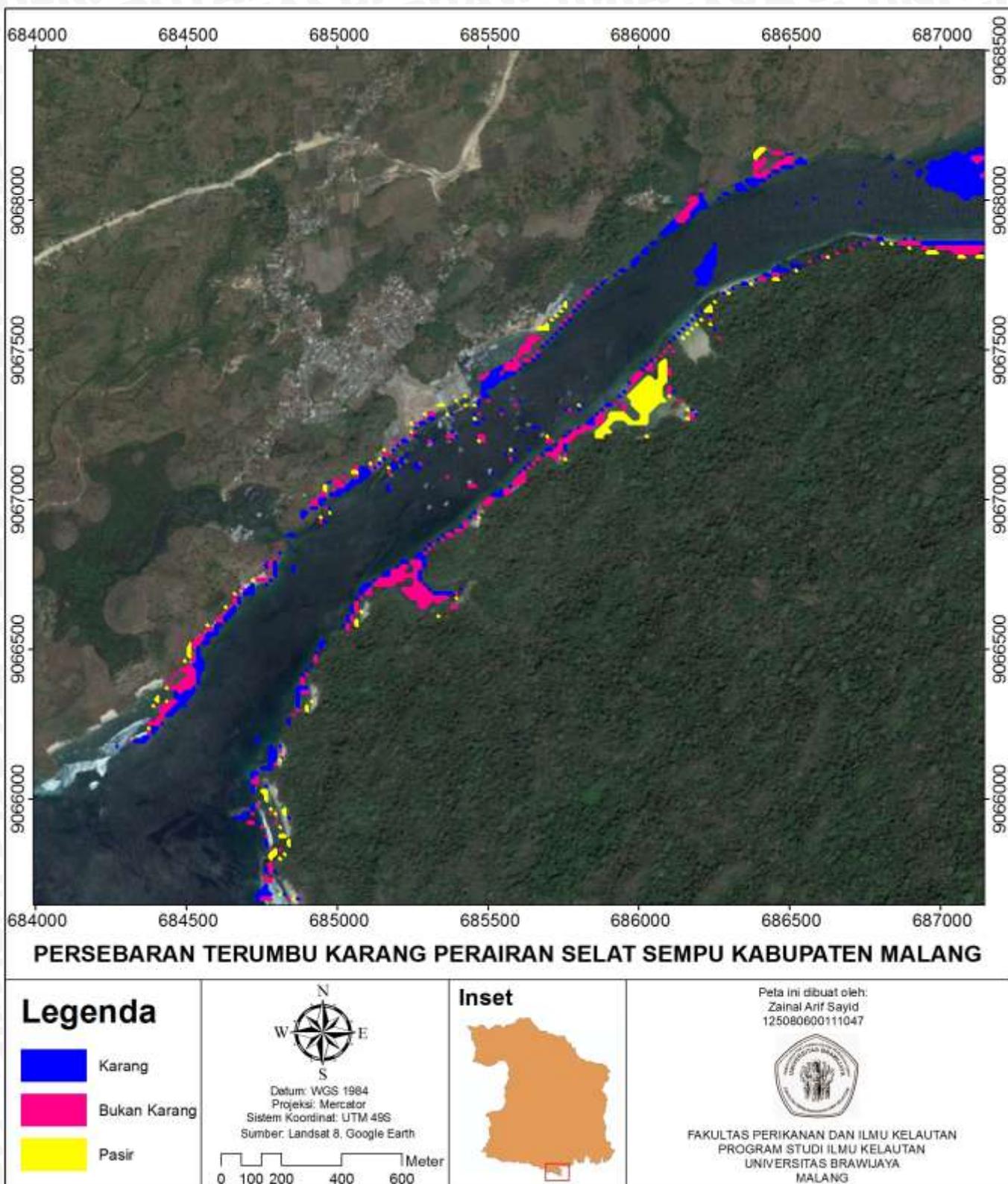




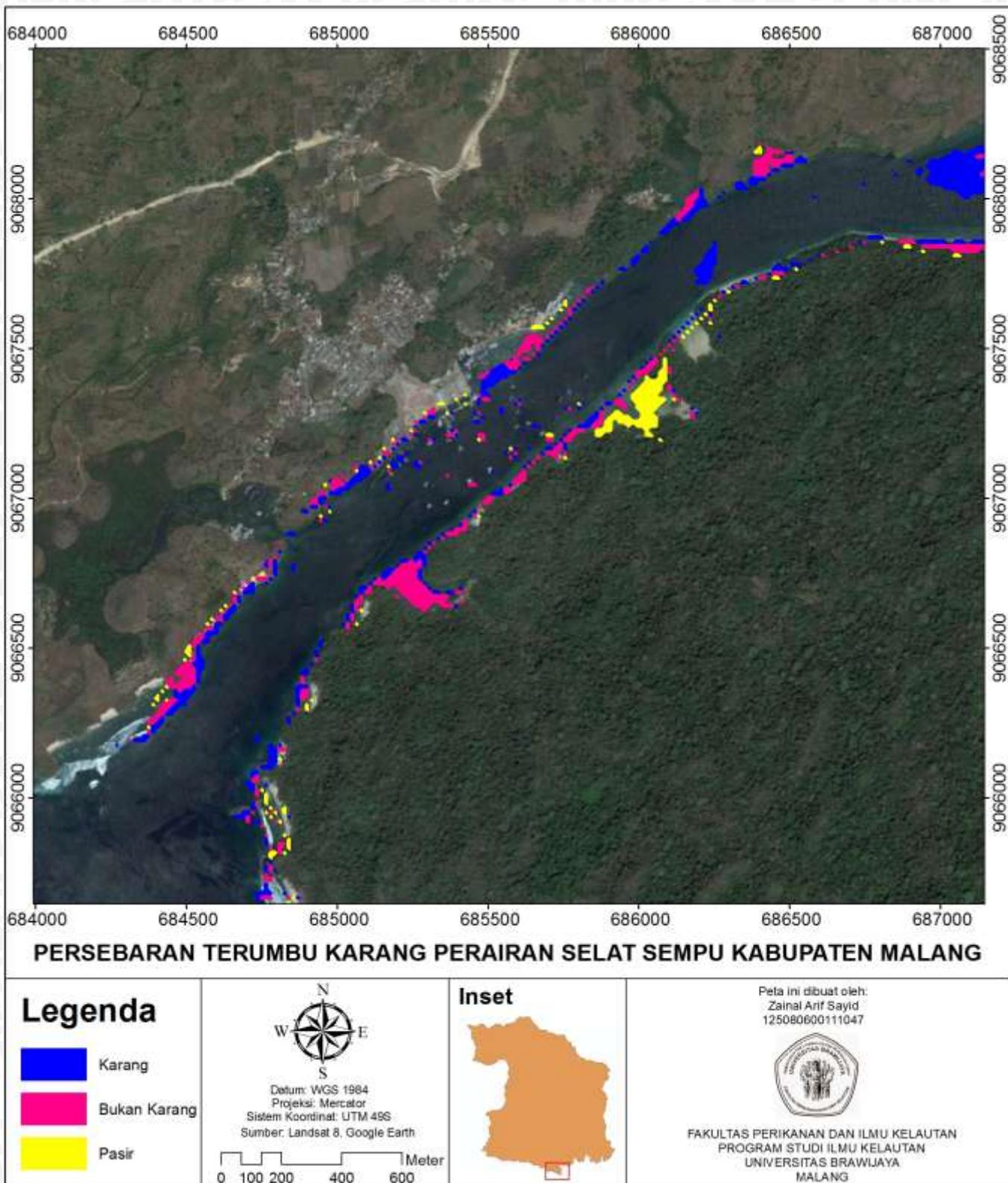
Gambar 4 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 31



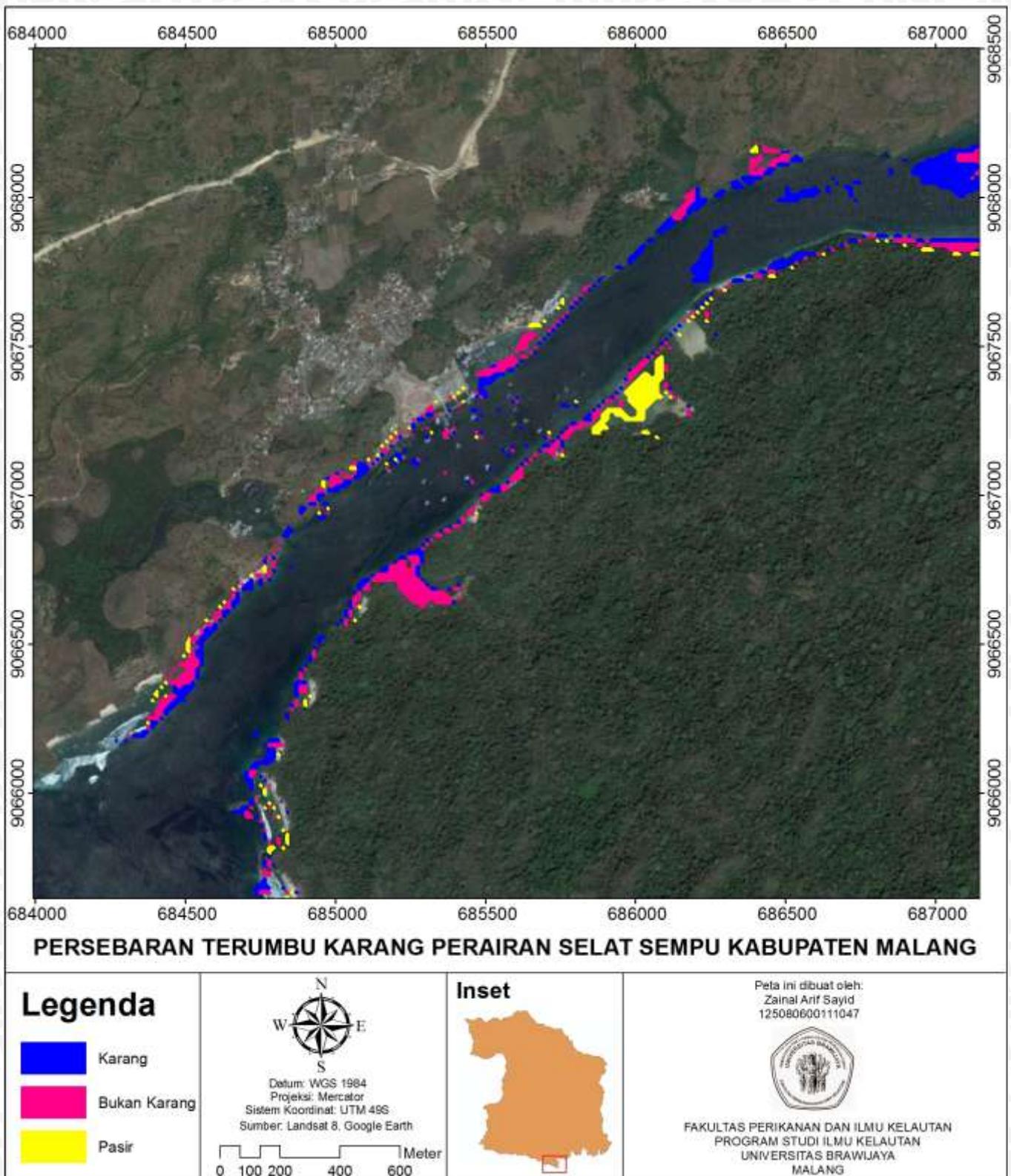
Gambar 5 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 32



Gambar 6 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 41



Gambar 7 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 42



Gambar 8 Hasil pemetaan substrat perairan dangkaldengan kombinasi kanal 43

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil survei lapang di Perairan Selat Sempu Kabupaten Malang menunjukkan bahwa karang pada Perairan Selat Sempu banyak mengalami pemutihan dan mulai ditumbuhi alga. Kombinasi-kombinasi Kanal yang digunakan untuk mengetahui sebaran terumbu karang adalah kombinasi 31, 32, 41, 42, dan 43. Kombinasi-kombinasi Kanal menghasilkan nilai digital serta informasi yang berbeda, hal tersebut dapat terjadi karena setiap Kanal memiliki panjang gelombang masing-masing. Perhitungan nilai koefisien atenuasi juga berpengaruh dalam penentuan hasil nilai dari transformasi Lyzenga.

Keseluruhan kombinasi dapat digunakan untuk pemetaan substrat perairan dangkal dengan hasil akurasi matriks diatas 60% sesuai dengan Perka BIG tahun 2014. Pemetaan menggunakan kombinasi kanal hijau biru 31 memiliki akurasi tertinggi dalam penelitian ini, yaitu 80,33%. Tingginya akurasi menunjukkan bahwa kombinasi kanal hijau biru 31 memiliki keunggulan lebih dari kombinasi dari kanal-kanal lainnya. Kelebihan kanal 1 yang dimiliki Landsat 8 adalah tingginya sensitivitas terhadap aerosol, sehingga informasi yang didapat akan jauh lebih optimal.

1.2 Saran

Terumbu karang merupakan fungsi penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Rusaknya terumbu karang akan mempengaruhi ekosistem laut mulai dari rantai makanan sampai kondisi di lingkungan sekitarnya. Saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian pada pulau-pulau lain pada lintang atau bujur yang berbeda, karena pada setiap lintang dan bujur yang berbeda mempengaruhi hasil nilai koefisien atenuasi.
2. Perlu dilakukan penelitian menggunakan data citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi agar mendapat hasil yang lebih akurat dan jelas.
3. Penelitian lapang disarankan menggunakan GPS untuk tracking, sehingga jalur penelitian lapang dapat diketahui. Jalur yang diketahui dapat dihitung panjang dan luasnya menggunakan koordinat-koordinat yang disimpan.



DAFTAR PUSTAKA

- Asriningrum, W., Dault, A., Arifin, P. 2004. *Studi Identifikasi Karakteristik Terumbu Karang untuk Pengelolaan dan Penentuan Pulau Kecil Menggunakan Data Landsat*
- Bengen D.G., 2001. *Sinopsis Ekosistem Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut*. Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan. IPB. Bogor. 62 p
- Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Jatim, 2016. *Cagar Alam Pulau Sempu*. <http://bbksdajetim.org/cagar-alam-pulau-Sempu-2>. Diakses pada 21 februari 2016.
- Butler, M.J.A, M.C. Mouchot, V. Berale dan Leblanc. 1988. *The Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries: An Introduction Manual*. FAO Fish Tech.
- Congalton, R.G., Green, K., 2009. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. Mapping Science Boca Raton : CRC Press.
- Coremap, 2016. Terumbu Karang. http://www.coremap.or.id/tentang_karang/. Diakses pada 21 februari 2016.
- Craig Reid, Justin Marshall, Dave Logan and Diana Kleine, 2009. *Coral Reef and Climate Change*. Coralwatch, The University of Queensland
- CRISP, 2016. *What is Remote Sensing*. <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/intro.html>. Diakses pada 21 februari 2016
- Dahuri R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 412 hal.
- Gokmaria Sitanggung, 2010. *Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit Ldcm (Landsat-8)*. Berita Dirgantara Vol. 11 No. 2
- Jeppry Candra Manullang, Hartoni, Heron Surbakti, 2014. *Analisis Perubahan Luasan Terumbu Karang dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh di Perairan Pulau Pramuka Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu*. Maspari Journal, Vol. 6, No. 2
- John D. Hedley, Chris M. Roelfsema, Iliana Chollett, Alastair R. Harborne, Scott F. Heron, Scarla Weeks, William J., Alan E. Strong, C. Mark Eakin, Tyler R. L. Christensen, Victor Ticzon, Sonia Bejarano and Peter J. Mumby, 2016. *Remote Sensing of Coral Reefs for Monitoring and Management: A Review*. Remote Sens, 8, 118; doi:10.3390/rs8020118

Joyce K.E., Phinn S.R., Roelfsema C.M., Neil D.T., Dennison W.C., 2004. *Combining Landsat ETM+ and Reef Check classification for mapping coral reef: a critical assesment from the southern Great Barrier Reef Australia*. DOI 10.1007/s00338-003-0357-7

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 04 tahun 2001.

Kusumowidagdo, Mulyadi dan Tjaturahono B.S, Eva Banowati, Dewi L.S. 2007. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi*. Semarang: LAPAN-UNNES

Landsat, 2016. *Landsat 8 Data Documentation and Information*. <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>. Diakses pada 21 februari 2016

Lillesand, dan Kiefer. 1993. *Penginderaan jauh dan Interpretasi Citra*. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.

Luthfi, O.M., P. M., Barbara., J. Alfian. (2015). *Sebaran Mikro Atoll Porites di Perairan Kondang Merak, Malang Selatan*.

Lyzenga, R.D. 1978. *Shallow Water Bathymetri Using Combined Lidar and Passive Multispectral. Scanner Data*. Int. J. Remote Sensing.

Lyzenga, D.R., 1981, *Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data*. International Journal of Remote Sensing 2:71–82.

Maria Laura Zoffoli, Robert Frouin and Milton Kampel, 2014. *Water Column Correction for Coral Reef Studies by Remote Sensing*. Journal Sensors 14

Marlina Nurlidiasari, Syarif Budhiman, 2005. *Mapping Coral Reef Habitat With and Without Water Column Correction Using Quickbird Image*. Remote Sensing and Earth Science vol. 2

Nana Suwargana, 2013. *Resolusi Spasial, Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, Spot Dan Ikonos*. Jurnal Ilmiah WIDYA Volume 1 Nomor 2

NOAA, 2016. *Coral Reefs Conservation Program*. [http:// coralreef.noaa.gov/aboutcorals/facts/](http://coralreef.noaa.gov/aboutcorals/facts/). Diakses pada 21 februari 2016

Nurhalis Wahiddin, Vincentius P. Siregar, Bisman Nababan, Indra Jaya, dan Sam Wouthuyzen, 2014. *Deteksi Perubahan Habitat Terumbu Karang Menggunakan Citra Landsat Di Pulau Morotai Provinsi Maluku Utara*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 6, No. 2, Hlm. 507-524.

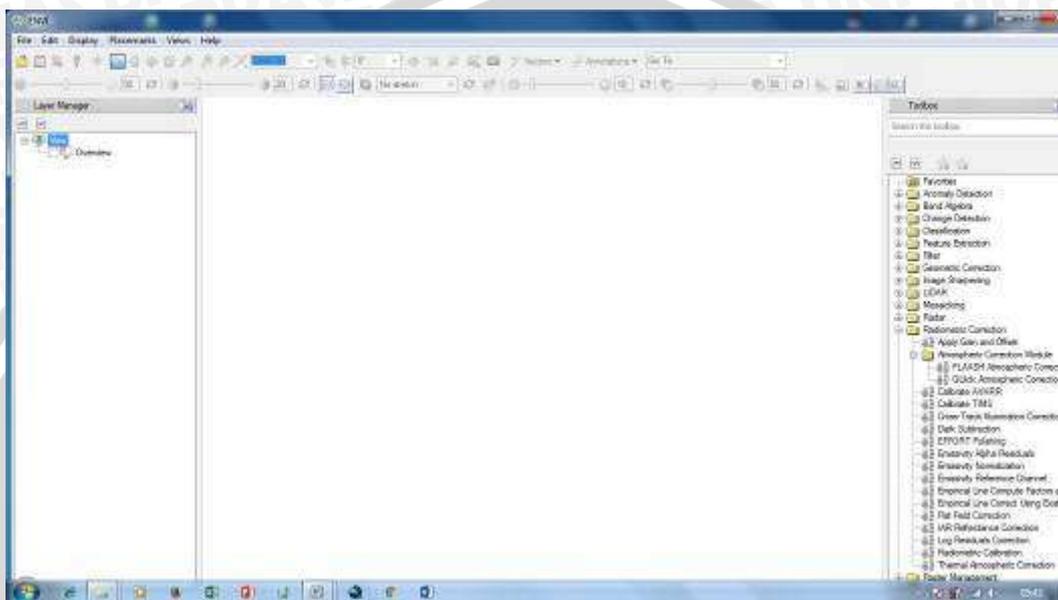
Nurhalis Wahidin, Vincentius P. Siregar, Bisman Nababan, Indra Jaya, Sam Wouthuyzen, 2015. *Object-based image analysis for coral reef benthic habitat mapping with several classification algorithms*. Procedia Environmental Sciences 24

- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Alih Bahasa: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta.
- Purwadi Sri Hardiyanti, T. Budi Sanjoto, 2008. *Pengantar Interpertasi Citra Penginderaan Jauh*. Pusat Data Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
- Saitoh, S., Arata, F., Katsuya, S., Semedi, B., Robinson, M., Satsuki, M. and Fumihiro, T. 2010. Estimation of number of Pacific saury fishing vessels using night-time visible images. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 38(8): 1013-1016.
- Santoso Arif Dwi, 2010. *Kondisi Terumbu Karang di Pulau Karang Congkak Kepulauan Seribu*. *Jurnal Hidrosfer Indonesia* Vol. 5, No. 2, Hal.73-78
- Siregar, V.P. 1996. *Pengembangan Algoritma Pemetaan Terumbu Karang di Pulau Menjangan Bali dengan Citra Satelit*. Kumpulan Seminar Maritim 1996. BPPT, Jakarta.
- SNI 7716:2011 tentang Pemetaan Habitat dasar perairan laut dangkal.
- Soenarmo, S.H., (2009), *Penginderaan Jauh Dan Pengenalan Sistem Informasi Geografi Untuk Bidang Ilmu Kebumihan*. Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Sorokin, I. 1993. *Coral Reef Ecology*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg
- Suhana M.P., 2015. Pemetaan Sebaran dan Kondisi Terumbu Karang dengan Memanfaatkan Citra Satelit *Quickbird, Landsat-TM, EO-1 Hyperion* dan *ALOS-AVNIR*. Pascasarjana Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
- Suharsono. 1998. *Conditions of Coral Reef Resources in Indonesia*. Paper dalam *Jurnal Pesisir dan Lautan* Vol 1 No 2. PKSPL-IPB. Bogor.
- Sulistyowati , H. 2008. *Analisis Status Flora Cagar Alam Pulau Sempu, Kabupaten Malang*. *Jurnal ILMU DASAR*, Vol. 9 No. 1, Januari 2008 : 78-81.
- Sunarto.2006. *Keanekaragaman Hayati dan Degradasi Ekosistem Terumbu Karang*. Bandung. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran.
- Yulius, Nadya Novianti, Taslim Arifin, Hadiwijaya L. Salim, Muhammad Ramdhan, dan Dini Purbani, 2015. *Distribusi Spasial Terumbu Karang Di Perairan Pulau Wangi-Wangi, Wakatobi*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 1, Hlm. 59-69

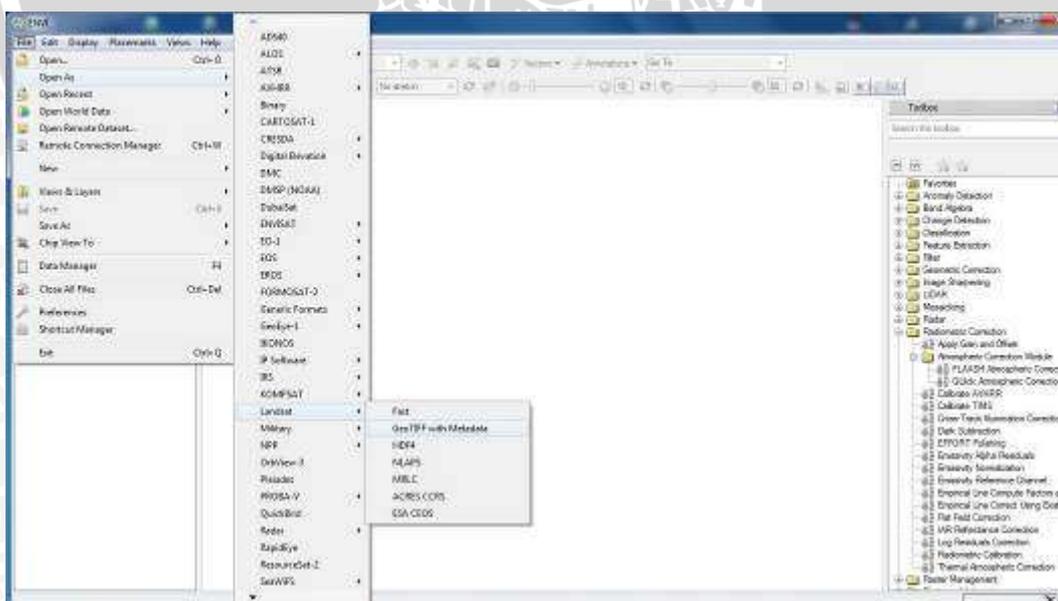
Lampiran

Lampiran 1. Pengolahan data citra satelit Landsat 8

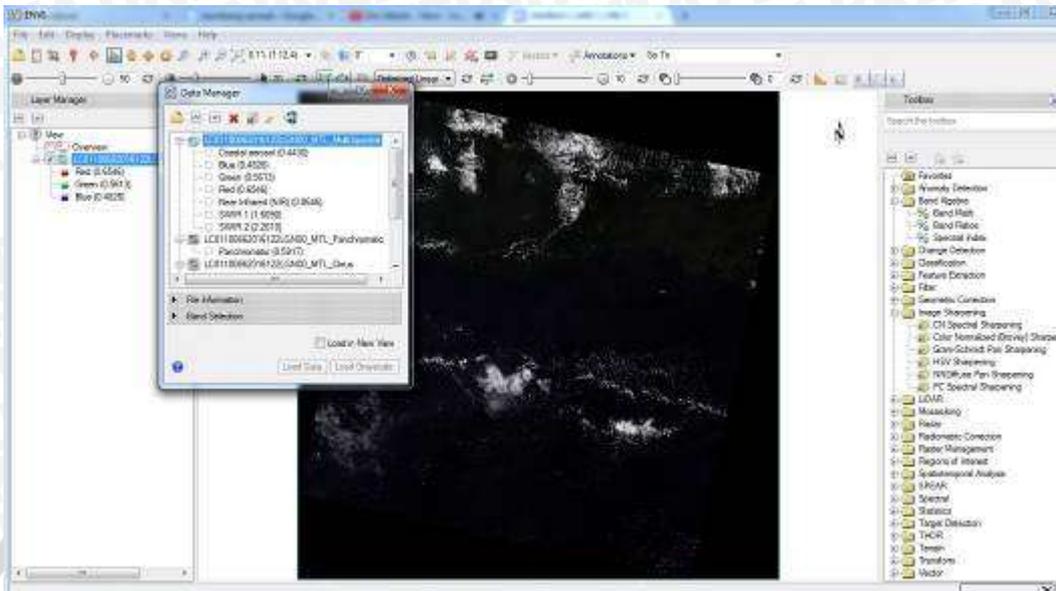
1. Buka perangkat lunak ENVI 5.2



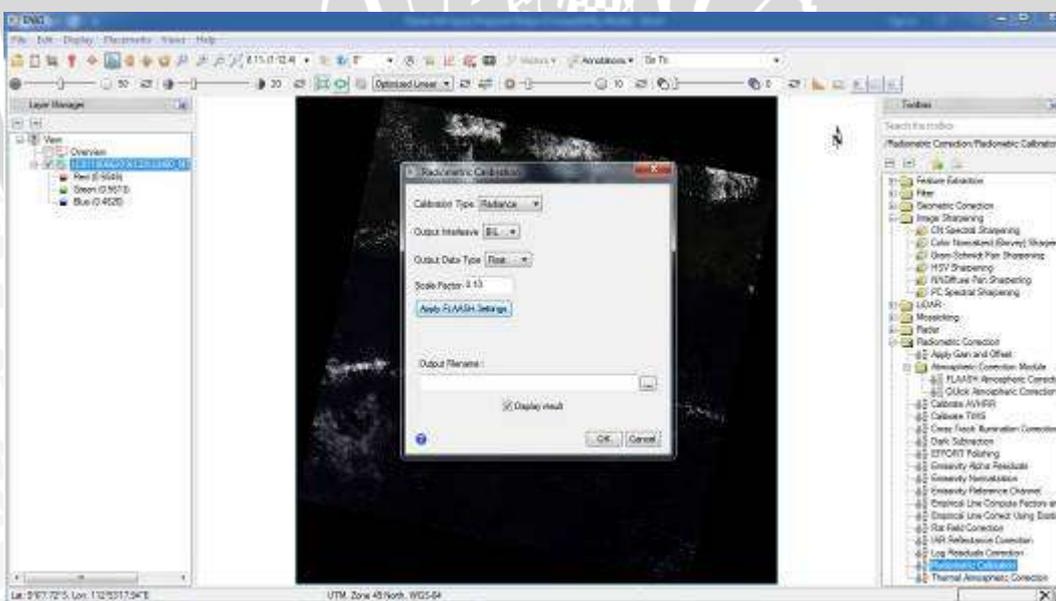
2. Pilih file open as Landsat geotiff with metadata



3. Pilih multispectral image untuk membentuk layer RGB

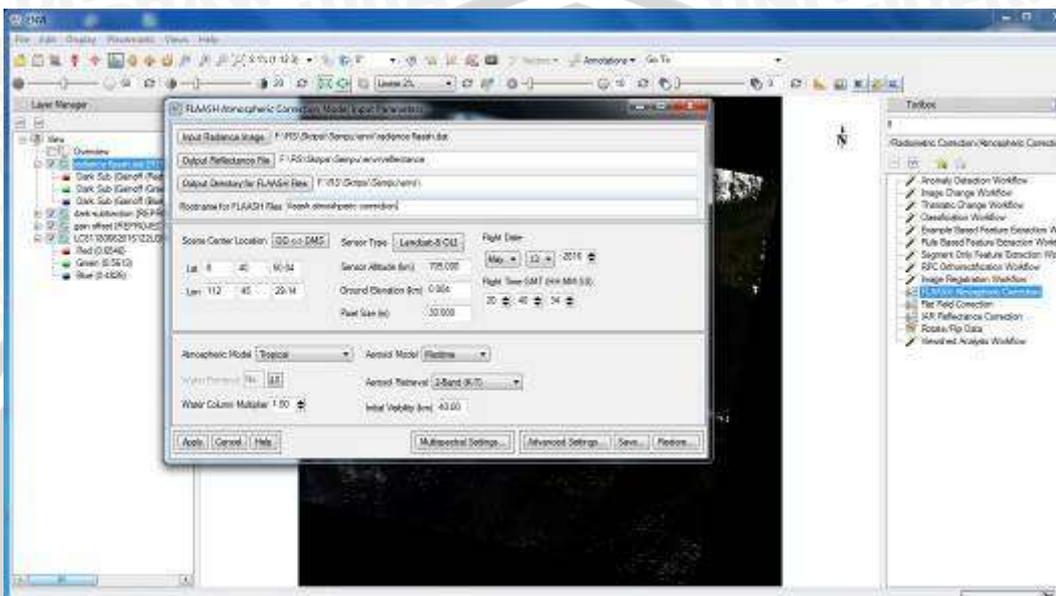


4. Pilih toolbox radiometric calibration untuk mengkoreksi radiometrik kemudian klik apply FLAASH setting yang digunakan untuk koreksi atmosferik

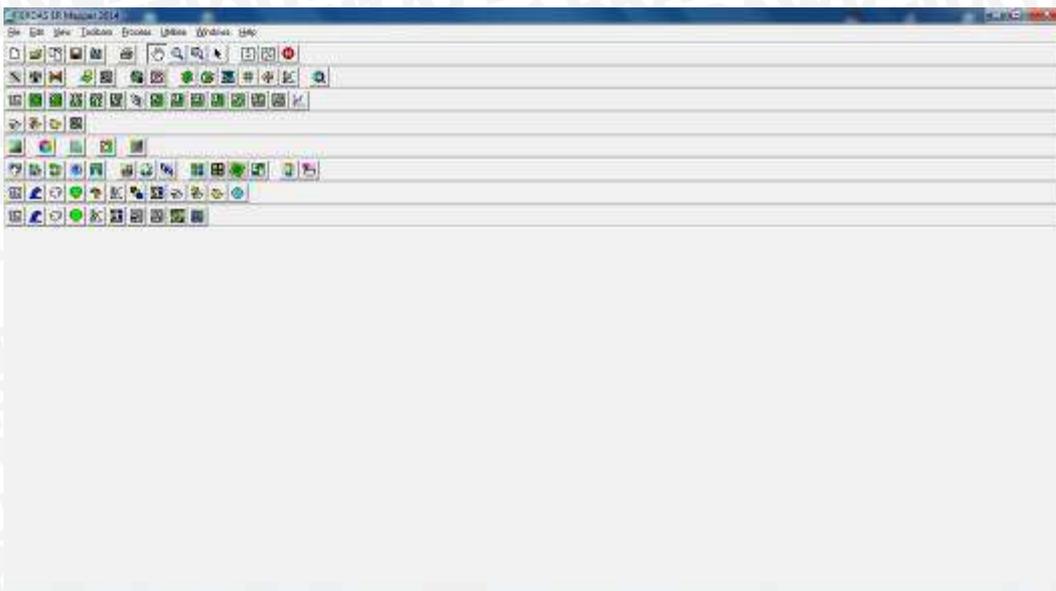


5. Setelah terkoreksi radiometrik kemudian pilih toolbox FLAASH atmospheric correction untuk mengkoreksi gangguan atmosfer

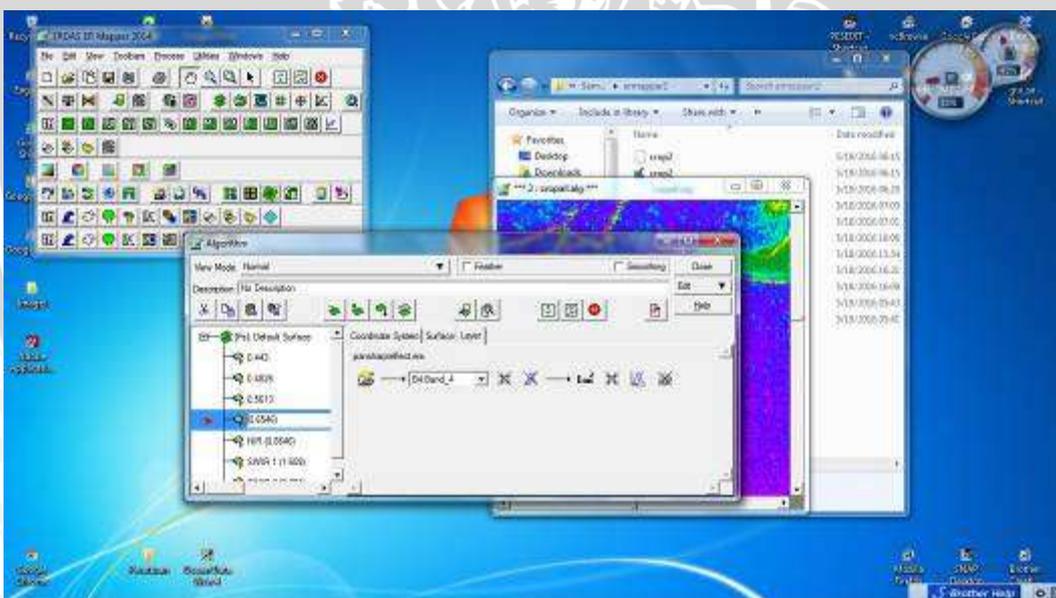
- Pilih sensor type dengan Landsat 8 OLI kemudian masukkan data perekaman sesuai dengan data pada metadata pilih aerosol mode dengan maritim, karena penelitian dilakukan untuk mengetahui substrat dasar Perairan



- Langkah selanjutnya adalah penajaman citra menggunakan Gram Schimdt pan sharpening. Penajaman dilakukan untuk membuat resolusi citra menjadi 15 meter dari yang sebelumnya 30 meter. Pilih toolbox image sharpening kemudian pilih Gram-Schimdt pan sharpening

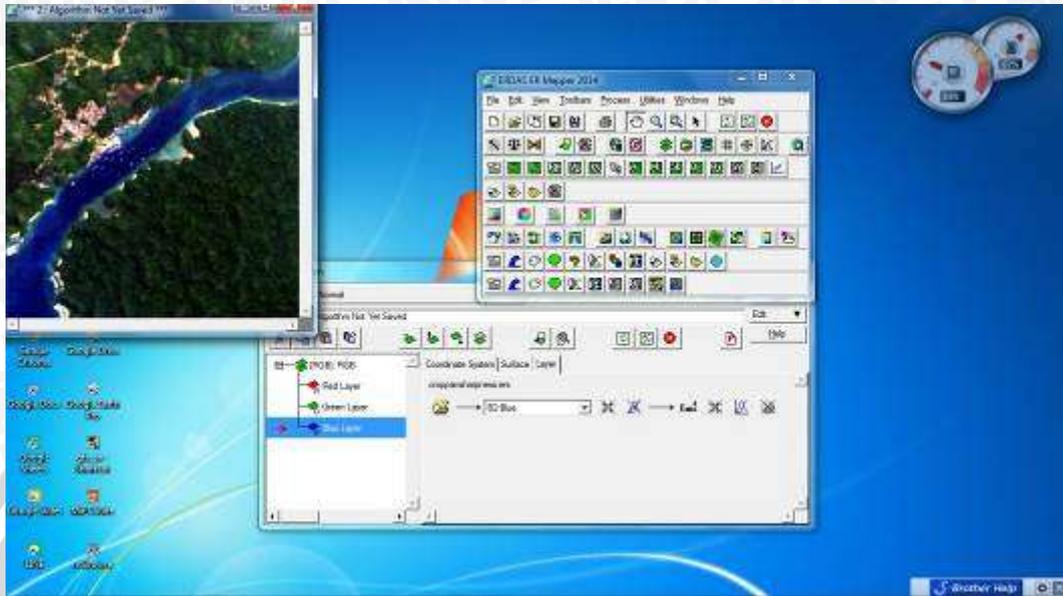


11. Pilih menu load datasets untuk membuka file yang telah digabung pada perangkat lunak ENVI 5.2



12. Kopi layer menjadi tujuh dengan nama B1-B7 kemudian masukkan sesuai dengan Kanalnya. Selanjutnya memotong citra sesuai dengan area penelitian dan disimpan dengan format er mapper raster dataset unsigned bit.

13. Buka menu open data pemotongan citra dengan format RGB untuk mengetahui adanya terumbu karang secara umum



14. Pilih menu edit dan pilih edit create region untuk membuat sampel area sebagai perhitungan koefisien atenuasi. Pada penelitian ini digunakan 50 titik sampel area untuk menentukan koefisien atenuasi.



15. Simpan hasil training area kemudian pilih process calculate statistik



16. Pilih menu view mean summary report kemudian kopi ke Ms. Excel 2016 dan dicari nilai ki/kjnya dengan varian dan kovarian

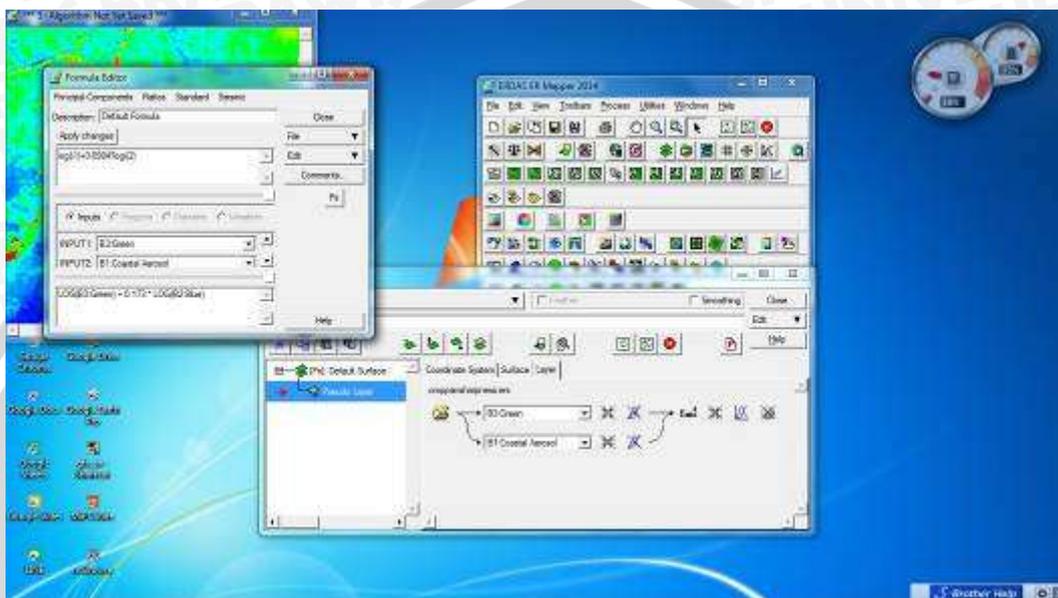
Class	Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
1	237.143	213.345	148.243	88.714	232.571	29.428	8.837
33	245.15	240	189.25	96.75	345.35	107.5	28.5
11	242	245.333	232.667	116	206.833	234.667	128.667
12	233.8	219.4	202.6	109	473.2	211.4	140.6
13	240.571	245	237.143	124.143	418.429	231.429	137.143
14	218.533	211.667	181.667	107	488	168.333	68
15	243.4	252.2	221	117.8	433.2	185.6	79.4
16	237.6	206.2	174.6	97.2	381.4	304.6	12.2
17	220.8	257.4	176.2	103.6	413.2	139.4	54.8
18	214.25	178	189.75	80.75	369.75	113.25	75.25
19	269	112	384.667	247	735	492.667	167
2	228	231.887	154	88.887	255.667	26.333	0
20	216.25	201	166	95.5	401.75	135.5	34
21	211.4	186.5	168.5	89	189	139.8	12
22	223.8	139.6	164.8	96	451.2	280.4	171.4
23	221	203.143	177.857	93.143	411.429	133.857	37.857
24	218.25	207	170	112	484	369.75	209
25	232	214.75	281.25	126.75	519.25	171	105.5
26	243.75	232.5	263.25	166.5	387	569.75	265.25
27	298.2	253.2	261.4	209.4	799.8	835	372
28	267.111	248.111	304	141	406.111	268.887	146.111

Variance						
Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
427.167568	504.2611	7245.862	13326.16	39979.79	48750.5	14801.31

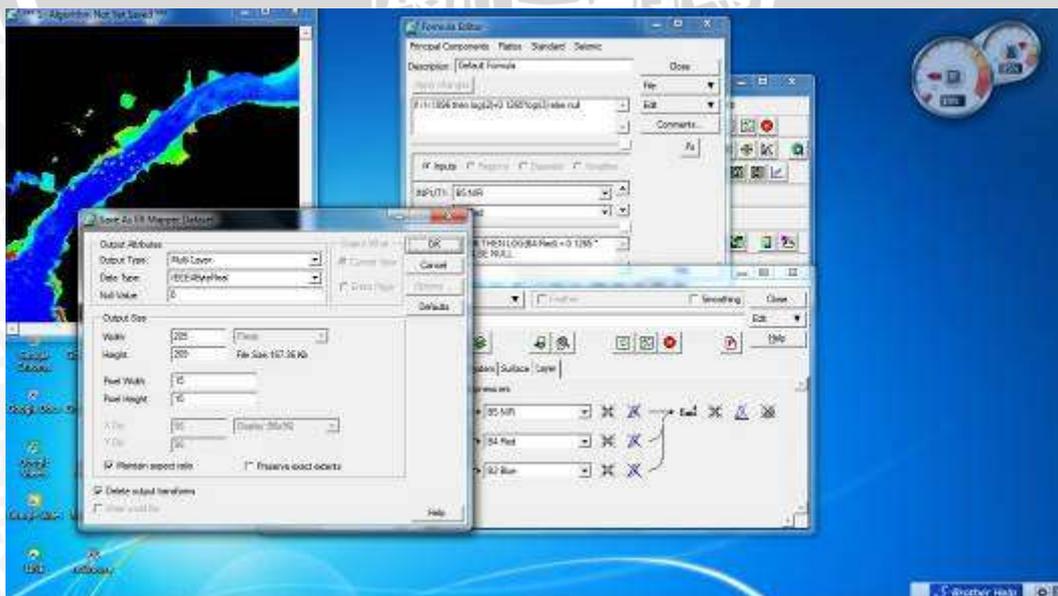
Covariance						
Band 1:	Band 2:	Band 4:	Band 5:	Band 6:	Band 7:	
1267.35884	2294.126	1687.352	2830.437	8815.157		

Mean				
Band 1:	Band 2:	Band 4:	Band 5:	Band 6:
0.9904813	0.375923	0.671321	0.128928	0.663968

17. Buka perangkat lunak Er Mapper 2014 dan load datasets. Masukkan algoritma Lyzenga dan ki/kj sesuai dengan kombinasi masing-masing Kanal



18. Simpan dengan format ermapper raster datasets dengan IEE4BYTEREAL dengan null value 0



19. Pilih menu classification dan isoclass unsupervised classification untuk klasifikasi masing-masing kombinasi



Lampiran 3. Hasil perhitungan koefisien atenuasi

No	Band1	Band2	Band3	Band4
1	227.143	213.143	148.143	86.714
2	226	211.667	154	86.667
3	232.667	220.333	155.333	92.667
4	245.2	240.2	185.6	107.8
5	238	233.833	186.667	106
6	231.167	221.5	178.667	106.833
7	250.667	252.833	200.667	117
8	245.4	251.6	207.6	98.2
9	245.25	249.75	233	144.5
10	240.25	240	186.25	99.75
11	242	245.333	222.667	130
12	223.6	219.4	192.6	109
13	240.571	243	207.143	124.143
14	236.333	231.667	181.667	107
15	249.4	252.8	221	117.8
16	217.6	206.2	174.6	97.2
17	220.8	207.4	178.2	103.6
18	214.25	198	169.75	92.75
19	209	212	304.667	247
20	218.25	201	166	99.5

21	211.4	198.6	168.8	89
22	212.8	199.6	164.8	96
23	211	200.143	177.857	95.143
24	218.25	207	170	111
25	222	212.75	201.25	128.75
26	243.75	233.5	207.25	160.5
27	256.2	255.2	261.4	205.4
28	247.333	250.333	284	163
29	218.667	206	168	107.667
30	237.2	265.2	395.6	303.4
31	223.857	213.143	181.286	116.714
32	242.5	252	343	255
33	224.714	218.571	189.429	114.714
34	258	272	336.333	273.333
35	226	219.429	191.857	116.429
36	349	410	695	840
37	230	228.333	211.333	121.333
38	236.5	260	265.5	129
39	232.25	241.25	251.5	127.75
40	229.5	235	227.5	129.25
No	Band 1	Band 2	Band3	Band 4
41	233.2	237.4	255.8	134
42	236.75	241.25	242.75	135.75
43	233.333	240.333	269.667	143.667
44	232.5	239	307	215
45	232.333	232.333	226	127
46	237.333	238	257.333	145.667
47	233.333	228.333	224	129.667
48	243.5	244	261	152
49	233	231.5	220	128.5
50	261	271.5	321	200
51	201	222.5	349.5	289
52	238	237	228.25	133.5
53	249.5	253	275.5	162.5

Variance						
Band1	Band2	Band3	Band4	Band5	Band6	Band7
434.343308	994.163 1	7384.54 7	12179.9 8	59512.7 5	48545.8 9	14815.2 1
Covariance						
Band 31	Band 32	Band 41	Band 42	Band 43		
1278.56658	2302.01 1	1679.34 6	2865.31 2	8875.36 6		
Atenuitas						
Band 31	Band 32	Band 41	Band 42	Band 43		
-5.4274441	-2.77359	-6.98585	-3.90115	-0.54019		
Ki/Kj						
Band 31	Band 32	Band 41	Band 42	Band 43		
0.09135554	0.17476 6	0.07121	0.12612 8	0.59638 8		



Lampiran 2. Foto kegiatan dan foto kondisi lapang



Foto pemutihan karang pada stasiun 3



Foto pengambilan data karang dengan transek kuadran



Kondisi pemutihan karang pada stasiun 3



Pemutihan karang dan alga mulai tumbuh



Foto kondisi lapang pada stasiun satu



Pengambilan foto dengan tuck dive menggunakan alat dasar selam