

**ANALISIS METODE IHS, BROVEY DAN GRAM-SCHMIDT PADA
TEKNIK *IMAGE FUSION* DALAM PENGOLAHAN CITRA DIGITAL
UNTUK PEMETAAN HABITAT DASAR PERAIRAN LAUT DANGKAL
(Studi Kasus: Perairan Laut Dangkal Pulau Tegal, Provinsi Lampung)**

(Skripsi)

Oleh

**NATAYYA YULAITA
NPM 1715013021**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

ANALISIS METODE IHS, BROVEY DAN GRAM-SCHMIDT PADA TEKNIK *IMAGE FUSION* DALAM PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK PEMETAAN HABITAT DASAR PERAIRAN LAUT DANGKAL (Studi Kasus: Perairan Laut Dangkal Pulau Tegal, Provinsi Lampung)

Oleh

Natayya Yulaita

Perkembangan teknik pengolahan data citra memberikan beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan data citra kualitas tinggi dengan cara yang lebih mudah dan efisien. Salah satu teknik pengolahan data citra tersebut adalah teknik *image fusion* atau *pansharpening*. *Image fusion* merupakan teknik penggabungan dua atau lebih data citra yang berbeda (dari segi resolusi maupun dari segi sistem perekaman) untuk menghasilkan citra baru yang menggabungkan kelebihan-kelebihan dari citra asli. Teknik *image fusion* telah banyak digunakan oleh peneliti pada berbagai bidang kebutuhan, seperti analisis penggunaan lahan, pemetaan tutupan lahan dan lain sebagainya. Namun, teknik *image fusion* belum dimanfaatkan secara optimal untuk penelitian di wilayah perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat ketelitian teknik *image fusion* menggunakan metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt untuk diterapkan di wilayah perairan, dalam pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal. Lokasi penelitian dilakukan di perairan Pulau Tegal, Provinsi Lampung. Data yang digunakan, yaitu data citra multispektral dan pankrometrik SPOT-6 tahun 2020 serta data *sample* dari survei lapangan.

Metodologi penelitian meliputi proses *pre-processing* (diantaranya koreksi radiometrik dan koreksi geometrik), kemudian proses *image fusion* oleh tiga metode yang dipilih, selanjutnya koreksi kolom air (algoritma Lyzenga) untuk mengurangi pengaruh hamburan dan serapan di permukaan air pada data citra, kemudian mengelaskan objek habitat dasar perairan laut dangkal kedalam empat kelas menggunakan metode klasifikasi tidak terbimbing. Metode analisis yang digunakan pada penelitian kali ini adalah deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan hasil uji akurasi dari ketiga metode *image fusion* dengan perhitungan *confusion matrix* berdasarkan pengambilan data *sample* dilapangan.

Penetapan hasil uji akurasi diperoleh dari Peraturan Kepala BIG No. 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat ketelitian teknik *image fusion* metode IHS memiliki nilai ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan metode Brovey dan Gram-Schmidt untuk diterapkan dalam pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal di Pulau Tegal. Hal tersebut dibuktikan dari hasil perhitungan *confusion matrix* dengan nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) untuk metode IHS yaitu sebesar 76%, metode Brovey yaitu sebesar 71% dan nilai akurasi keseluruhan dari metode Gram-Schmidt yaitu sebesar 51%.

Kata Kunci : *Image Fusion*, Algoritma Lyzenga, *Unsupervised Classification*, Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal, SPOT-6.

ABSTRAK

ANALYSIS OF IHS, BROVEY AND GRAM-SCHMIDT METHODS IN *IMAGE FUSION* IN DIGITAL IMAGE PROCESSING FOR BASIC HABITAT MAPPING OF SHALLOW SEA WATERS (Case Study: Shallow Sea Waters on Tegal Island, Lampung Province)

By

Natayya Yulaita

The development of image data processing techniques provides several methods that can be used to obtain high quality image data in an easier and more efficient way. One of the image data processing techniques is image fusion or pansharpening techniques. Image fusion is a technique of combining two or more different image data (in terms of resolution and in terms of recording systems) to produce a new image that combines the advantages of the original image. Image fusion techniques have been widely used by researchers in various fields of need, such as land use analysis, land cover mapping and so on. Technique image fusion has not been used optimally for research in water areas. The purpose of this study was to analyze the level of accuracy of the image fusion using the IHS, Brovey and Gram-Schmidt methods to be applied in aquatic areas, in mapping shallow marine bottom habitats. The research location was conducted in the waters of Tegal Island, Lampung Province. The data used are multispectral and pancromatic SPOT-6 image data in 2020 and sample from field surveys.

The research methodology includes the pre-processing (including radiometric correction and geometric correction), then the image fusion by the three selected methods, then the water column correction (Lyzenga algorithm) to reduce the effect of scattering and absorption on the surface of the water on the image data, then classifies the objects of shallow sea bottom habitat into four classes using the method unsupervised classification. The analytical method used in this study is descriptive quantitative by utilizing the accuracy test results of the three image fusion calculations confusion matrix data collection sample. Determination of accuracy test results obtained from The Regulation of The Head of BIG No.8 Of 2014 Concerning Technical Guidelines for Geospatial Data Collection and Processing of Shallow Sea Basin Habitats.

The results showed that the level of accuracy of image fusion has a higher accuracy value than the Brovey and Gram-Schmidt methods to be applied in mapping shallow marine bottom habitats on Tegal Island. This is evidenced from the results of the confusion matrix with the overall accuracy value for the IHS method which is 76%, the Brovey method is 71% and the overall accuracy value of the Gram-Schmidt method is 51%.

Keywords: Image Fusion, Lyzenga Algorithm, Unsupervised Classification, Shallow Sea Basin Habitat, SPOT-6.

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : ANALISIS METODE IHS, BROVEY DAN
GRAM - SCHMIDT PADA TEKNIK *IMAGE*
FUSION DALAM PENGOLAHAN CITRA
DIGITAL UNTUK PEMETAAN HABITAT
DASAR PERAIRAN LAUT DANGKAL.

Nama Mahasiswa : Natayya Yulaita

Nomor Pokok Mahasiswa : 1715013021

Program Studi : S1 Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas : Teknik

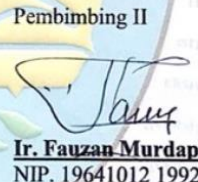


1. Komisi Pembimbing

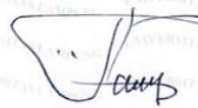
Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Armijon S.T., M.T., IPU.
NIP. 19730410 200801 1 008


Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 19641012 199203 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika



Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

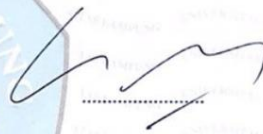
Ketua : Ir. Armijon, S.T., M.T., IPU.



Sekretaris : Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Eko Rahmadi, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian: 23 Agustus 2022

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Penulis adalah NATAYYA YULAITA dengan NPM. 1715013021, dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini adalah hasil karya penulis yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing 1) Ir. Amijon, S.T., M.T., IPU. dan 2) Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. berdasarkan pengetahuan yang telah penulis dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dengan hasil dari rujukan beberapa sumber (buku, jurnal dan lain-lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini penulis buat dan dapat di pertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka penulis siap untuk bertanggungjawab.

Bandarlampung, 3 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a red postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', 'METRAL TEMPEL', and '7000'.

Natayya Yulaita

NPM. 1715013021

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Natayya Yulaita, dilahirkan di Batu Raja Desa Karya Jaya, pada tanggal 8 Juli 1998. Sebagai anak ketiga dari empat bersaudara. Putri dari pasangan Bapak Arief Sarbini (Alm) dan Ibu Natiqoh.

Penulis menempuh pendidikan pertama di Sekolah Dasar (SD) tepatnya di SDN I Batu Marta IX (Kelas 1 sampai kelas 4 semester 1) pada tahun 2006-2008. Kelas 4 semester 2 hingga kelas 6 diselesaikan di SDN 6 Sumberejo, pada tahun 2009-2011. Sekolah Menengah Pertama (SMP) ditempuh di SMP Tunas Harapan, pada tahun 2011-2012. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) diselesaikan di SMKN 2 Bandar Lampung, pada tahun 2014-2017.

Pada tahun 2017, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Program Studi S1 Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang ditempuh melalui jalur SBMPTN dan merupakan penerima beasiswa Bidikmisi.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam berbagai organisasi dalam kampus, seperti HIMAGES (Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi) Universitas Lampung sebagai sekretaris departemen pendidikan dan UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa) Paduan Suara Universitas Lampung sebagai anggota. Penulis juga aktif dalam organisasi luar kampus seperti komunitas GYI (Global Youth Indonesia) sebagai sekretaris divisi kreatif dan MMN (Maritim Muda Nusantara) sebagai sekretaris daerah Provinsi Lampung. Penulis juga berpartisipasi dalam lomba kepenulisan tingkat daerah, nasional hingga internasional. Penulis melakukan Kerja Praktik di Pushidrosal (Pusat Hidrografi dan Oseonografi TNI Angkatan Laut) pada divisi Dishidro (Dinas Hidrografi).

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamiin

Allahumma inni as-aluka ridhaaka wal jannah

Kupersembahkan Karyaku

Kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya sebagai penulis mendapatkan kekuatan dan kesempatan menyelesaikan skripsi.

Kepada Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan untuk kesuksesan dan keberhasilan hidupku, atas limpahan kasih sayang dan kesabaran yang telah diberikan kepadaku.

Kepada keluarga besar dan sahabat-sahabatku yang telah memberikan dukungan berupa semangat dan moral.

Teman-teman angkatan 2017 yang tidak akan terlupakan atas kebersamaanya dalam perjuangan dan pengorbanan waktu selama ini untuk meraih cita-cita.

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat, karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Analisis Metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt Pada Teknik Image fusion Dalam Pengolahan Citra Digital Untuk Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal*”, dengan nikmat ilmu yang diberikan-Nya. Skripsi ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana Teknik Geodesi dan Geomatika di Universitas Lampung. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak saran, masukan, bimbingan dan pengarahan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M. T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang sekaligus juga merupakan Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini;
3. Bapak Ir. Armijon, S.T., M. T., IPU. selaku Dosen Pembimbing 1 yang sudah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan serta koreksi dalam penelitian yang dilakukan;
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi.
6. Seluruh staff Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika yang telah membantu proses administrasi perkuliahan maupun seminar-seminar.
7. Almarhumah Ayah, Bapak Arief Syarbini yang telah memberikan segenap cinta dan seluruh kasih sayangnya kepada penulis, sehingga penulis dapat tumbuh dewasa penuh kasih sayang dan mendapatkan gelar sarjana.

8. Ibu Natiqoh serta Bapak Sarimun, yang telah memberikan segenap cinta, kasih sayang dan doa yang tulus dan ikhlas, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan mendapatkan gelar sarjana;
9. Nata Sanusi, Nina Yohana dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan semangat dan doa;
10. Prof. Nanik Sriyani dan Prof. Abdul Kadir yang telah memberikan pengetahuan sehingga dapat melanjutkan kuliah dan memberikan saran serta masukan dalam perkuliahan;
11. Ella, Angelina, Eyin, Aqilla, Miuw, Fiska, Nics, Gandy, Thomas, Aji dan seluruh teman-teman Grup Consultan17 yang telah memberikan saran, masukan serta dukungan semangat.
12. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan semangat, doa, masukan dan bantuan dalam penyelesaian skripsi.

Semoga Allah Swt membalas kebaikan yang lebih besar untuk semua pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan penuh kesabaran dan pengorbanan.

Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk para pembaca dan kedepannya dapat dijadikan referensi untuk penelitian sejenis yang lebih baik. Akhir kata, penulis menyadari adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman serta kurang sempurnaan penulis dalam menyelesaikan skripsi, penulis memohon maaf dan kepada Allah SWT memohon ampun.

Lampung Selatan, Oktober 2022

Natayya Yulaita

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	VII
DAFTAR GAMBAR.....	VIII
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Kerangka Konseptual	9
2.3. Landasan Konseptual	10
2.3.1. Habitat Perairan Dasar Laut Dangkal	10
2.3.2. Kondisi Habitat Perairan Laut Dangkal di Pulau Tegal.....	12
2.3.3. <i>Image fusion</i> (Penggabungan Citra).....	13
2.3.4. Penginderaan Jauh	16
2.3.5. Citra Satelit SPOT-6	18
2.3.6. Koreksi Geometrik	19
2.3.7. Koreksi Kolom Air (Algoritma Lyzenga).....	22
2.3.8. Klasifikasi Citra	23
2.3.9. Uji Akurasi.....	24
III. METODE PENELITIAN	26
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.2. Pelaksanaan Penelitian	27
3.2.1. Tahap Persiapan	28
3.2.2. Tahap Pengolahan	29
3.2.3. Tahap Analisis	41
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1. Hasil.....	42
4.1.1. <i>Image fusion</i> (Penggabungan Citra).....	42
4.1.2. <i>Unsupervised Classification</i> (Klasifikasi Tidak Terbimbing)	44
4.1.3. Analisis Tingkat Ketelitian Metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt	46
4.2. Pembahasan	48
4.2.1. <i>Image fusion</i> (Penggabungan Citra).....	48
4.2.2. <i>Unsupervised Classification</i> (Klasifikasi Tidak Terbimbing)	49
4.2.3. Analisis Tingkat Ketelitian Metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt.....	51

V. SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1. Simpulan.....	54
5.2. Saran.....	55
 DAFTAR PUSTAKA	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	6
2. Karakteristik citra SPOT-6.....	18
3. Ketelitian geometri peta RBI	21
4. Ketentuan ketelitian geometri peta RBI berdasarkan kelas	21
5. Tabel konsep uji akurasi perhitungan confusion matrix	24
6. Waktu pelaksanaan penelitian.....	27
7. Peralatan penelitian	28
8. Data penelitian	29
9. Data Statistik koreksi atmosfer citra multispektral SPOT-6.....	31
10. Data Statistik koreksi atmosfer citra pankrometrik SPOT-6.....	31
11. Nilai CE 90 Ketelitian Horizontal.....	34
12. Hasil Uji CE 90	34
13. Nilai varian, kovarian, a dan ki/kj perhitungan koreksi kolom air.....	38
14. Formula koreksi kolom air untuk <i>software</i> ENVI 5.3	38
15. Perhitungan <i>confusion matrix</i> untuk citra hasil klasifikasi metode IHS	46
16. Perhitungan <i>confusion matrix</i> untuk citra hasil klasifikasi metode Brovey....	47
17. Perhitungan <i>confusion matrix</i> citra hasil klasifikasi metode Gram-Schmidt..	47
18. Luas habitat dasar perairan laut dangkal pada citra hasil metode <i>Image Fusion</i>	49
19. Nilai <i>Overall Accuracy</i> setiap metode <i>image fusion</i>	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Kerangka pemikiran	9
2. Terumbu karang	10
3. Lamun	11
4. Pasir yang bersumber dari laut	11
5. Rubble atau kelas campuran pecahan karang.....	12
6. Komponen teknologi penginderaan jauh	16
7. Satelit SPOT-6	19
8. Lokasi penelitian	26
9. Diagram alir penelitian.....	27
10. Diagram alir pengolahan data	30
11. Sebelum (a) dan sesudah (b) dilakukan koreksi radiometrik pada citra multispektral.....	32
12. Sebelum (a) dan sesudah (b) dilakukan koreksi radiometrik pada citra pankrometrik	32
13. Cropping data citra multispektral (a) dan pankrometrik (b)	33
14. Nilai RMS GCP georeferencing citra multispektral.....	35
15. Nilai RMS GCP georeferencing pada citra pankrometrik	35
16. <i>Image fusion</i> IHS, Brovey dan Gram-Schmidt	36
17. Digitisasi perairan laut dangkal (a) dan citra perairan laut dangkal dari hasil proses masking (b)	37
18. Pengambilan sample pasir menggunakan ROI	37
19. Hasil pengolahan koreksi kolom air Lyzenga citra hasil <i>image fusion</i> metode IHS (kiri), citra hasil <i>image fusion</i> metode Brovey (tengah), dan citra hasil <i>image fusion</i> metode Gram-Schmidt (kanan).....	39
20. Proses klasifikasi tidak terbimbing	39
21. Sebaran pengambilan sample di lapangan	40

22. Citra hasil image fusion metode IHS	42
23. Citra hasil image fusion metode Brovey	43
24. Citra hasil image fusion metode Brovey	43
25. Hasil klasifikasi pada citra <i>image fusion</i> metode IHS	44
26. Hasil klasifikasi pada citra <i>image fusion</i> metode Brovey	45
27. Hasil klasifikasi pada citra <i>image fusion</i> metode Gram-Schmidt	45
28. Grafik luas kelas habitat dasar perairan laut dangkal pada hasil citra metode <i>image fusion</i>	50
29. Grafik hasil uji akurasi tingkat ketelitian ketiga metode <i>image fusion</i> dari hasil klasifikasi tidak terbimbing berdasarkan data sample lapangan	53

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Pengolahan data citra penginderaan jauh akan lebih baik jika kualitas citra yang digunakan memiliki resolusi spasial dan resolusi spektral yang tinggi. Namun, dalam sistem perekaman data citra oleh satelit, nilai resolusi spasial berlawanan dengan nilai resolusi spektral, hal tersebut terjadi karena perekaman citra multispektral memiliki nilai resolusi spasial lebih rendah dibandingkan dengan citra pankrometrik, begitupun sebaliknya, perekaman citra multispektral memiliki nilai resolusi spektral yang tinggi dibandingkan pada data citra pankrometrik. Sehingga penting untuk melakukan penggabungan citra multispektral resolusi spasial tinggi dengan citra pankrometrik resolusi spektral tinggi agar mendapatkan kualitas citra lebih baik.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh memberikan beberapa metode untuk melakukan penggabungan citra yang biasa disebut dengan *image fusion* (fusi citra) dan *pansharpening*, yaitu seperti metode IHS/HSV (*Intensity Hue Saturation*), Brovey dan Gram-Schmidt. Metode-metode *image fusion* tersebut menghasilkan citra dengan nilai spektral yang berbeda beda, sesuai dengan algoritmanya. Metode IHS dalam prosesnya menjadikan intensitas dari *band* resolusi rendah (multispektral) digantikan dengan *band* pankromatik resolusi tinggi dan menghasilkan transformasi kembali pada band resolusi tinggi sehingga mendapatkan *band* multispektral resolusi tinggi. Sedangkan metode Brovey dalam prosesnya mengalikan setiap *sample* piksel multispektral dengan rasio korespondensi intensitas piksel pankromatik pada intensitas semua *band* multispektral-nya. Kemudian metode Gram-Schmidt dalam prosesnya membuat citra pankromatik resolusi rendah dengan menghitung rata rata bobot *band* multispektral.

Dalam penelitian kali ini akan menganalisis ketiga metode *image fusion* tersebut. Untuk melihat metode manakah yang memiliki ketelitian lebih baik, ketiga metode tersebut akan dibandingkan dengan cara melakukan uji akurasi antara hasil klasifikasi citra terhadap data sebenarnya di lapangan menggunakan *confussion matrix*. Hasil uji akurasi yang baik adalah minimal sebesar 60% atau lebih berdasarkan Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial No 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal.

Metode *image fusion* umumnya banyak digunakan dalam penelitian di wilayah daratan, contohnya seperti penelitian tutupan lahan. Sedangkan untuk penelitian di wilayah perairan, metode *image fusion* belum dimanfaatkan secara optimal oleh para peneliti. Sehingga dalam penelitian ini akan diterapkan pada wilayah perairan, seperti melihat tutupan atau sebaran suatu habitat yang ada di perairan laut dangkal. Wilayah perairan yang dipilih oleh penulis adalah perairan Pulau Tegal. Pulau Tegal yang terletak di Provinsi Lampung merupakan pulau yang memiliki keanekaragaman ekosistem dan habitat hidup di wilayah perairan laut dangkalnya. Perairan laut dangkal merupakan salah satu wilayah yang mempunyai dinamika tinggi dan peranan penting, baik secara ekonomi maupun ekologi (Setyawan dkk., 2014). Untuk itu keberadaan habitat perairan laut dangkal harus tetap terjaga. Namun, penelitian Hartoni (2011), di Pulau Tegal, menyatakan habitat terumbu karang mengalami kerusakan sebesar 49,87%.

Kerusakan terumbu karang banyak disebabkan karena aktivitas manusia. Aktivitas tersebut seperti penangkapan ikan dengan cara pengeboman, kegiatan *snorkling* dan *diving*, pencemaran air dari limbah kapal dan perahu, serta sampah manusia. Kerusakan tersebut menyebabkan banyak pecahan karang (*rubble*) yang berdampak buruk pada habitat lainnya, seperti lamun dan pasir. Sehingga perlu dilakukan pemetaan sebaran habitat laut dangkal yang bermanfaat untuk monitoring keberadaanya dan sebagai data pertama untuk konservasi.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh dapat digunakan sebagai cara efisien dalam pemetaan sebaran habitat laut dangkal, karena sensor pada wahana penginderaan jauh memiliki kemampuan untuk mendeteksi berbagai ekosistem perairan laut dangkal (Siregar, 2010). Algoritma Lyzenga merupakan metode penginderaan jauh yang dapat digunakan dalam identifikasi suatu objek pada habitat dasar di perairan laut dangkal. Algoritma Lyzenga mengembangkan teknik penggabungan informasi saluran-saluran spektral, hasilnya berupa DII (*Depth Invariant Index*) atau sebuah indeks pembatas kedalaman. Parameter yang dimasukkan pada algoritma Lyzenga adalah perbandingan dari saluran-saluran spektral pada *water attenuation coefficient* (koefisien pelemahan air).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian terbaik dari metode *image fusion* yang dipakai, yaitu antara IHS, Brovey dan Gram-Schmidt yang diterapkan pada pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal di wilayah Pulau Tegal dengan objek habitat yang dipilih, yaitu terumbu karang, lamun, pasir dan kelas campuran *rubble* (pecahan karang).

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses *image fusion* menggunakan metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt.
2. Klasifikasi sebaran habitat dasar perairan laut dangkal di wilayah yang sama pada data citra hasil ketiga metode *image fusion*.
3. Analisis tingkat ketelitian metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt untuk mengetahui metode yang memiliki ketelitian lebih baik.

1.3. Batasan Masalah

Dalam proses melaksanakan penelitian, penulis memiliki batasan masalah, yaitu:

1. Metode *image fusion* yang digunakan adalah IHS, Brovey dan Gram-Schmidt.
2. Penelitian ini meliputi objek habitat terumbu karang, lamun, pasir dan kelas campuran *rubble* (pecahan karang).
3. Data citra yang digunakan adalah citra satelit SPOT-6 multispektral dan pankrometrik pada tahun 2020.
4. Lokasi yang menjadi studi kasus dalam penelitian ini adalah wilayah perairan laut dangkal di Pulau Tegal, Provinsi Lampung. Menurut FGDC (*Federal Geographic Data Committee*) tahun 2010, perairan pesisir atau laut dangkal merupakan perairan dengan kedalaman kurang dari 30 meter. Pulau Tegal memiliki kedalaman kurang lebih 0 sampai 28 meter yang dapat dilihat dari data nilai kontur kedalaman dari *website* BIG.

1.4. Hipotesis

Pemetaan habitat perairan laut dangkal baiknya menggunakan data citra penginderaan jauh dengan resolusi tinggi, karena letaknya yang berada dibawah kolom air membutuhkan citra lebih jelas dan jernih. Tetapi dalam ketersediaanya, tidak semua peneliti bisa mendapatkan citra resolusi tinggi, karena keterbatasan akses, waktu dan biaya. Salah satu cara yang dapat dilakukan peneliti untuk mendapatkan citra beresolusi spasial serta spektral yang tinggi adalah teknik *image fusion* (fusi citra) atau *pansharpening*. *Image fusion* telah menyediakan berbagai metode yang dapat di akses secara gratis, seperti IHS, Brovey dan Gram-Schmidt.

Menurut Dini Ramanda Putri dkk. (2018), teknik *image fusion* antara IHS dan Brovey memiliki keunggulan masing-masing. Transformasi IHS dan Brovey baik digunakan untuk menganalisis objek lahan terbangun, sawah dan objek perairan. Sedangkan menurut Tomy Ardyansyah (2015), citra *pansharpened* yang dihasilkan dengan menggunakan metode Brovey dan Gram-Schmidt menghasilkan kualitas yang baik, yaitu dibuktikan dengan nilai korelasi masing-

masing *band* serta nilai rerata terhadap citra asli yang tinggi. Pada metode Brovey mempunyai nilai rerata korelasi dengan kategori tinggi yaitu sebesar 0,86 dan untuk Gram-Schmidt mempunyai nilai rerata 0,85. Ketiga metode *image fusion* tersebut masing-masing memiliki keunggulan, yaitu meningkatkan kualitas citra menjadi semakin detail dan tajam. Tetapi pada metode Brovey, selain kualitas citranya menjadi detail, juga dapat meningkatkan kontras pada histogram citranya, sehingga citra baru yang dihasilkan lebih cerah dan mempermudah proses interpretasi citra. Dapat diambil hipotesis bahwa metode *image fusion* yang terbaik antara IHS, Brovey dan Gram-Schmidt untuk pemetaan habitat perairan laut dangkal adalah metode Brovey.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan kajian pustaka yang diambil dari jurnal-jurnal penelitian sebelumnya. Berikut ini akan diuraikan secara singkat tentang penelitian yang berkaitan/relevan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metodologi	Hasil
Dini Ramanda Putri, Abdi Sukmono dan Bambang Sudarsono (2018)	Analisis Kombinasi Citra Sentinel-1A dan Citra Sentinel-2A Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah)	Fusi Citra a. PCA b. IHS c. Brovey	Tabel perbandingan luasan klasifikasi (<i>supervised classification</i>) tutupan lahan dan perbandingan <i>kappa agreement</i> dan <i>overall accuracy</i> dari setiap metode fusi citra yang digunakan.
Tomy Ardyansyah (2015)	Pengaruh Perbedaan Metode <i>Image fusion</i> Multisensor Terhadap Tingkat Akurasi Klasifikasi Berbasis-Objek untuk Pemetaan Penutup Lahan Sebagian Daerah Istimewa Yogyakarta	Fusi Citra a. HSV/IHS b. Brovey c. Gram-Schmidt d. PCA	a. Korelasi band AVNIR2 dan pansharpened b. Perbandingan akurasi masing masing kelas penggunaan lahan c. Tabel Rekomendasi penggunaan citra pansharpened yang digunakan. d. Peta klasifikasi penutup lahan
Hartoni, Ario Damar, Yusli Wardiatno (2011)	Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Tegal dan Sidodadi Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung	a. <i>Line Intercept Transect</i> b. Index Mortalitas	a. Grafik nilai rata-rata dan standar deviasi parameter perairan pada masing-masing stasiun pengamatan b. Grafik persentase rata-rata dan standar deviasi tutupan kelompok bentik

Tabel 1. (Lanjutan)

Peneliti	Judul	Metodologi	Hasil
Faris Muhtar, Armijon, Fauzan Murdapa dan Romi Fadly (2019)	Analisa Luasan Terumbu Karang Di Perairan Pulau Tegal Lampung Dengan Teknologi Penginderaan Jauh	a. Algoritma Lyzenga b. <i>Unsupervised Classification</i>	Grafik Trend Perubahan Luas Kelas Tahun 1998- 2018

Berdasarkan tabel 1, penelitian mengenai pemanfaatan citra hasil *image fusion* telah dilakukan oleh Dini Ramanda Putri dkk. (2018), penelitian ini melakukan proses *image fusion* pada data citra optis Sentinel-2A dengan data citra radar Sentinel-1A berdasarkan metode IHS, Brovey dan PCA. Hasil transformasi PCA dan IHS untuk kelas lahan terbangun memiliki nilai sebesar 100%, sedangkan hasil transformasi Brovey sebesar 93,75%. Hasil transformasi IHS dan Brovey PCA untuk kelas perairan sebesar 100%, sedangkan hasil transformasi PCA sebesar 90%. Acuan yang digunakan dalam penelitian ini terletak pada metode *image fusion* yang akan digunakan untuk pemetaan habitat perairan laut dangkal. Metode *image fusion* tersebut adalah IHS dan Brovey yang memiliki nilai ketelitian tinggi pada kelas perairan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Tomy Ardiansyah (2015), penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh kerusakan nilai piksel citra hasil pengolahan dari beberapa metode *image fusion*, dengan menggunakan citra ALOS AVNIR2 dan ALOS PRISM untuk peta penutup lahan. Citra hasil *pansharpened* atau *image fusion* dari metode Brovey, Gram-Schmidt dan Principal Component menghasilkan kualitas yang baik, yaitu dibuktikan dengan nilai korelasi masing-masing band penyusunnya serta nilai rerata terhadap citra asli yang tinggi. Metode Brovey dan Principal Component mempunyai nilai rerata korelasi yaitu sebesar 0,86 dan untuk Gram-Schmidt mempunyai nilai rerata 0,85. Sedangkan metode HSV/IHS menghasilkan nilai korelasi rerata yaitu sebesar 0,68. Proses *image fusion* atau *pansharpened* dengan cara menggabungkan citra multispektral

dan citra pankrometrik dalam penelitian ini, merupakan acuan pokok dalam proses *image fusion* pada penelitian penulis.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hartoni dkk. (2011), penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kondisi sebaran terumbu karang di perairan Pulau Tegal dan Sidodadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan karang hidup di 6 Stasiun pengamatan berkisar antara 37,76% - 65,90%. Secara umum kondisi terumbu karang di perairan Pulau Tegal dan Sidodadi dikategorikan kondisi rusak dengan rata-rata tutupan karang sebesar 49,87%. Mengingat pentingnya monitoring sebaran habitat perairan laut dangkal untuk keberlangsungan sumber daya alamnya, fenomena alam yang terjadi seperti kerusakan habitat terumbu karang pada penelitian ini dijadikan acuan untuk lokasi penelitian penulis.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Faris Muhtar dkk. (2019), penelitian ini dilakukan untuk menganalisis luasan dan perubahan terumbu karang dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh untuk pemetaan kondisi eksisting. Hasil klasifikasi *unsupervised* berdasarkan verifikasi data lapangan menggunakan perhitungan matriks konfusi, didapatkan nilai *overall accuracy* sebesar 91,66 % dan nilai koefisien *kappa* sebesar 0,848. Nilai tersebut menunjukkan bahwa dalam kategori baik. Hal yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini terletak pada proses pengolahan data citra untuk pemetaan sebaran habitat perairan laut dangkal dalam menunjang penelitian penulis. Proses pengolahan data citra tersebut dalam penelitian ini merujuk pada Peraturan Kepala BIG No 8, Tahun 2014 dan Peraturan Kepala BIG No 15 Tahun 2014.

2.2. Kerangka Konseptual

Teknik *image fusion* atau *pansharpening* (penggabungan citra) dapat menghasilkan citra baru dengan resolusi tinggi tanpa harus meningkatkan *resolving power* suatu citra. Teknik penggabungan citra juga merupakan suatu bukti bahwa semakin berkembangnya teknologi penginderaan jauh. Namun, keberadaannya belum dimanfaatkan secara luas oleh peneliti, khususnya dalam penelitian di wilayah perairan laut dangkal.

Berdasarkan pendapat Wang dkk. (2005), ada beberapa cara atau metode penggabungan citra dengan hasil yang baik, yaitu seperti metode IHS (Intensity Hue Saturation) atau HSV (Hue Saturation Value), metode Brovey, metode PC atau Principal Component dan GS (Gram-Schmidt). Dalam penelitian kali ini akan memanfaatkan teknik penggabungan citra dengan metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt. Hasil pengolahan data citra dari tiga metode yang dipilih, nantinya akan dibandingkan dengan cara melakukan uji akurasi berdasarkan data sebenarnya di lapangan.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

2.3. Landasan Konseptual

Dalam penelitian selalu terdapat studi kepustakaan yang berisi mengenai teori-teori tentang penjabaran konsep penelitian. Konsep tersebut berisi tentang definisi dan juga esensi yang diharapkan mampu menjadi landasan dalam penyederhanaan bahasa penelitian. Teori-teori yang ditulis adalah penjelasan yang berkaitan/relevan dengan alur kajian penelitian yang dilakukan oleh penulis.

2.3.1. Habitat Perairan Dasar Laut Dangkal

Perairan laut dangkal merupakan wilayah yang memiliki dinamika tinggi dan peranan penting secara ekonomi maupun ekologi dan dalam penginderaan jauh merupakan istilah yang merujuk pada kemampuan citra satelit, untuk melewati kolom perairan (Setyawan dkk., 2014). Berikut adalah pengertian dan gambaran dari contoh habitat pada perairan laut dangkal, yaitu:

1. Terumbu Karang

Menurut pakar geologi, terumbu karang adalah struktur batuan sedimen kapur (kalsium karbonat) yang ada pada dalam laut. Terumbu karang secara fisik adalah terumbu terbentuk dari kapur-kapur yang didapatkan dari karang.



Gambar 2. Terumbu karang
(Sumber: Dokumentasi pribadi survei lapangan, 2022)

2. Lamun

Lamun atau *seagrass* adalah flora berbunga (*Angiospermae*) yang mempunyai kemampuan adaptasi secara penuh pada daerah perairan. Lamun dikenal sebagai flora berumah dua, yaitu pada satu flora hanya terdapat bunga jantan dan betina saja.

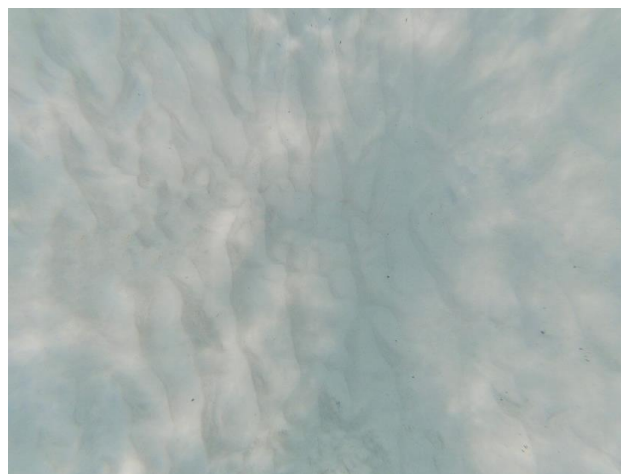


Gambar 3. Lamun

(Sumber: Dokumentasi pribadi survei lapangan, 2022)

3. Pasir

Pasir laut merupakan SDA (Sumber Daya Alam) yang tidak dapat diperbaharui. Pasir laut bisa didapatkan di seluruh wilayah pesisir Indonesia.



Gambar 4. Pasir yang bersumber dari laut

(Sumber: Dokumentasi pribadi survei lapangan, 2022)

4. *Rubble* (Pecahan Karang)

Rubble disebut juga dengan pecahan karang. Pada umumnya, *rubble* dapat bercampur dengan habitat jenis alga dan pasir.



Gambar 5. *Rubble* atau kelas campuran pecahan karang
(Sumber: Dokumentasi pribadi survei lapangan, 2022)

2.3.2. Kondisi Habitat Perairan Laut Dangkal di Pulau Tegal

Secara geografis Pulau Tegal terletak pada koordinat 05°34'05'' LS dan 105°16'31'' BT. Pulau ini masuk ke dalam Kabupaten Pesawaran dan merupakan pulau terdekat pada sentral budidaya laut (*marine culture*). Luas Pulau Tegal lebih dari 98 ha. Daerah daratannya berupa lerengan bukit dan dataran. Pulau ini memiliki potensi wisata alam dan laut yang tinggi. Kegiatan wisata tersebut seperti *snorkeling* dan *diving*. Namun, karena meningkatnya aktivitas manusia tersebut, nantinya akan berdampak buruk pada kelestarian habitat di perairan laut dangkalnya.

Berdasarkan penelitian Hartoni tahun 2011 di Pulau Tegal, menyatakan habitat terumbu karang, mengalami kerusakan sebesar 49,87%. Menggunakan metode *line intersect transect* di dapatkan tutupan karang hidup yang mendominasi tutupan habitat di enam stasiun pengamatan, yaitu 37,76% - 65,90%. Tutupan karang mati tertinggi pada stasiun ketiga sebesar 33,30 %. Tutupan karang mati terendah di stasiun kedua sebesar 0,93 %. Stasiun 3 memiliki tutupan alga

tertinggi sebesar 3.19%. Pada stasiun 3 memiliki nilai tertinggi untuk kerusakan terumbu karang, hal tersebut disebabkan oleh tingginya aktivitas manusia, penangkapan ikan dengan cara pengeboman dan juga ditemukan banyak hewan predator karang (*Acanthaster Planci*). Kerusakan tersebut menyebabkan banyak pecahan karang (*rubble*) yang berdampak buruk pada habitat lainnya, seperti tutupan lamun dan pasir.

2.3.3. Image fusion (Penggabungan Citra)

Penggabungan citra (*image fusion*) atau *pansharpening* merupakan teknik pemrosesan citra digital dalam penginderaan jauh. Teknik *image fusion* dapat memenuhi kebutuhan citra resolusi tinggi dengan menghemat biaya dan waktu. *Image fusion* dapat diartikan sebagai upaya penggabungan dua atau lebih citra yang berbeda dari segi resolusi (spasial, spectral, temporal) maupun dari segi sistem perekaman (optic atau SAR) untuk membuat citra baru yang mengintegrasikan kelebihan-kelebihan dari citra asal. Dalam penelitian kali ini, *image fusion* atau *pansharpening* dilakukan terhadap citra multispektral dan pankrometrik pada data citra SPOT-6. Keunggulan dari masing-masing citra akan digabungkan, sehingga akan menghasilkan resolusi spasial dan spektral yang tinggi. *Image fusion* memberikan beberapa metode yang dapat digunakan, dalam penelitian kali ini menggunakan metode IHS, Brovey dan Gram-Schmidt.

1. Intensity Hue Saturation (IHS)

Teknik IHS menerangkan bahwa saluran terpisah menguraikan sifat warna tertentu, yaitu *Intensitas* (I), *Hue* (H), dan *Saturation* (S). Ruang warna spesifik ini sering dipilih karena sistem kognitif visual manusia cenderung menjadikan ketiga unsur tersebut sebagai sumbu persepsi ortogonal. Namun, di penginderaan jauh, band-band citra biasanya ditetapkan ke saluran RGB untuk menghasilkan komposit warna palsu sebagai tujuan tampilan saja.

Komponen *intensity* merefleksikan informasi total kecerahan dari suatu warna tampilan. *Hue* menunjukkan rata-rata panjang gelombang dari warna tampilan, sedangkan *saturation* mencerminkan kedalaman warna relatif terhadap abu-abu (Vincent, 1997 dalam Sitanggang, G., 2004).

$$I = \frac{1}{3} (R+G+B) \dots \dots \dots (1)$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} \{ (R-G) + (R-B) \}}{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} \min (R,G,B) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

I = ruang warna (*layer*) *Intensity*

H = ruang warna (*layer*) *Hue*

S = ruang warna (*layer*) *Saturation*

R = kanal merah

G = kanal hijau

B = kanal biru

2. Brovey

Metode Brovey merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk memadukan 2 macam citra yang berbeda resolusi spasial dan spektral. Metode Brovey dalam proses pengolahannya menggunakan rumus otomatis, yaitu ketiga saluran spektral RGB (Red, Green, Blue) akan di *resample* ke dalam ukuran piksel saluran (*panchromatic*), baik menggunakan *nearest neighbor*, *bi-linear*, ataupun *cubic convolution*. Hasilnya akan meningkatkan suatu citra yang kontras, sehingga jika dilihat dari sisi spektral warna akan menghasilkan citra yang lebih terang (Wandayani, 2007). Tujuan metode Brovey sendiri untuk menormalisasi tiga band spektral yang digunakan dalam menampilkan RGB. Hasil dari normalisasi dikalikan dengan informasi data yang dipilih untuk menambah intensitas dan kecerahan citra, pada penelitian ini adalah citra *panchromatic*.

Berdasarkan Wandayani (2007), rumus yang digunakan akan dijelaskan pada persamaan berikut, yaitu:

$$\text{Red} = \frac{\text{Band 3}}{\text{Band 1} + \text{Band 2} + \text{Band 3}} \times \text{Pan} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Green} = \frac{\text{Band 2}}{\text{Band 1} + \text{Band 2} + \text{Band 3}} \times \text{Pan} \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{Blue} = \frac{\text{Band 1}}{\text{Band 1} + \text{Band 2} + \text{Band 3}} \times \text{Pan} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana Pan adalah citra pankrometrik, Band 1 adalah kanal merah, band 2 adalah kanal hijau dan Band 3 adalah kanal biru.

3. Gram-Schmidt

Menurut ESRI (2012), teknik *image fusion* metode Gram-Schmidt dilandaskan pada algoritma umum untuk proses ortogonalisasi pada data vektor. Diterapkan pada data vektor (x, y, z) yang tidak ortogonal menjadi data vektor yang ortogonal. Dalam prosesnya setiap band pada data citra baik itu pankrometrik maupun multispektral dijadikan menjadi satu dimensi vektor, dengan x dimensi vektor adalah x piksel.

Langkah pertama yang dilakukan pada metode Gram-Schmidt adalah dengan membuat data citra pankrometrik dengan menghitung nilai rata-rata bobot band pada data citra multispektral. Hasil nilai band tersebut kemudian dihubungkan menggunakan algoritma ortogonal metode Gram-Schmidt dan menganggap setiap band sebagai satu vektor multidimensi. Band pankromatik resolusi rendah secara bersamaan digunakan menjadi vektor pertama, yang tidak dilakukan rotasi dan transformasi. Band pankromatik resolusi rendah tersebut kemudian digantikan oleh band pankromatik resolusi tinggi dan semua band ditransformasi kembali menjadi resolusi tinggi (Laben dan Brower, 2000). Formulasi untuk menggabungkan data MS (B, G, R dan band NIR) ke dalam simulasi PAN menggunakan persamaan berikut, yaitu:

$$\text{PAN Band} = (\text{B} \times \text{Bwt}) + (\text{G} \times \text{Gwt}) + (\text{R} \times \text{Rwt}) + (\text{NIR} \times \text{NIRwt}) \dots \dots \dots (7)$$

Transformasi pada metode ini memperhitungkan 4 band sebagai inputnya. nilai rata-rata bobot 4 band pada data citra multispektral didapat dengan menggunakan persamaan berikut, yakni :

$$B_{wt} = \int OTB(\lambda) \times SRB(\lambda) \times SRPAN(\lambda) d\lambda \dots \dots \dots (8)$$

$$G_{wt} = \int OTG(\lambda) \times SRG(\lambda) \times SRPAN(\lambda) d\lambda \dots \dots \dots (9)$$

$$R_{wt} = \int OTR(\lambda) \times SRR(\lambda) \times SRPAN(\lambda) d\lambda \dots \dots \dots (10)$$

$$NIR_{wt} = \int OTNIR(\lambda) \times SRNIR(\lambda) \times SRPAN(\lambda) d\lambda \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan:

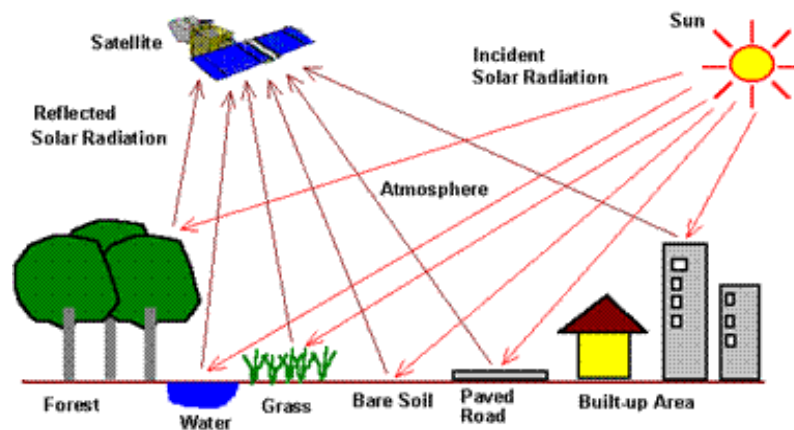
OT = transmitansi optik

SR = spektral respon

λ = panjang gelombang

2.3.4. Penginderaan Jauh

Inderaja atau penginderaan jauh merupakan ilmu atau seni untuk memperoleh informasi suatu objek, daerah dan fenomena, dari analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa kontak langsung dengan objek (Purwadhi, 2001). Data inderaja berupa grafik dan numerik. Untuk mendapatkan informasi fenomena, objek dan daerah yang diteliti, data tersebut harus dianalisis dan diinterpretasi.



Gambar 6. Komponen teknologi penginderaan jauh

(Sumber: Noor, 2012)

Pengolahan data inderaja biasanya menggunakan citra pankrometrik dan citra multispektral. Citra pankrometrik dengan kanal abu-abu, prinsipnya mempunyai nilai spasial yang tinggi. Citra multispektral dengan kanal multispektrum menghasilkan nilai warna berdasarkan refleksi dan absorpsi elektromagnetik yang

direfleksikan oleh objek-objek tertentu pada waktu perekamannya. Berikut akan dijelaskan mengenai citra multispektral dan pankrometrik, yaitu:

1. Citra Pankrometrik

Citra pankromatik adalah citra yang dibuat dengan menggunakan banyak spektrum. Citra pankrometrik menggunakan spektrum tampak dengan panjang gelombang antara $0,4 \mu\text{m}$ – $0,7 \mu\text{m}$. Ciri-ciri citra pankromatik adalah gambar yang warnanya sama dengan penglihatan mata manusia. Sehingga menghasilkan data citra dengan ketajaman tinggi. Berikut adalah keunggulan foto citra pankromatik, yaitu:

- a. Rona pada objek asli serupa dengan penglihatan mata manusia.
- b. Resolusi spasialnya halus, sehingga memungkinkan untuk mendeteksi objek berukuran kecil dan stabilitas dimensionalnya cukup tinggi, sehingga banyak digunakan dalam pengolahan fotogrametri.

2. Citra Multispektral

Citra multispektral merupakan citra multi saluran. Proses pengindraannya dilakukan pada waktu, tempat serta ketinggian yang sama. Berbanding terbalik dengan citra yang memiliki satu saluran lebar, citra multispektral prinsipnya memiliki saluran sempit. Sensor multispektral digunakan untuk merekam citra dengan banyak saluran, tujuannya untuk identifikasi kenampakan dari objek tertentu, dikarenakan saluran tersebut mempunyai kepekaan terhadap objek.

Citra multispektral menggunakan empat kelompok spektral, dari panjang gelombang $0,4 \mu\text{m}$, hingga $1,1 \mu\text{m}$, yaitu:

- a. Saluran biru ($0,4 \mu\text{m}$ - $0,5 \mu\text{m}$)
- b. Saluran hijau ($0,5 \mu\text{m}$ - $0,6 \mu\text{m}$)
- c. Saluran merah ($0,6 \mu\text{m}$ - $0,7 \mu\text{m}$)
- d. Saluran inframerah ($0,7 \mu\text{m}$ - $1,1 \mu\text{m}$)

Keunggulan dan manfaat utama citra multispektral adalah terletak pada kemampuannya untuk mempertajam beda rona antara dua objek atau lebih.

2.3.5. Citra Satelit SPOT-6

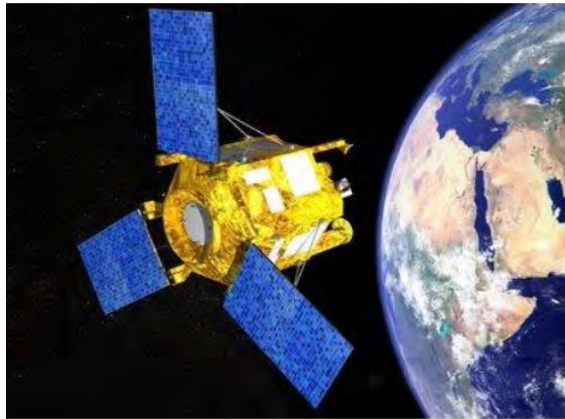
SPOT (*Systeme Pour Observation de la Terre*) merupakan satelit pengamatan permukaan untuk bumi. SPOT menyediakan resolusi sedang hingga tinggi. SPOT dirancang oleh CNES (*Centre National d'Etudes Spatiales*) atau Pusat Nasional Studi Antariksa Prancis yang bekerja sama dengan Negara Belgia dan Swedia (*Swedish National Space Board-SNSB*).

Satelit SPOT diluncurkan pada tanggal 9 September 2012. SPOT-6 merupakan satelit penginderaan jauh optis dengan menyediakan citra pankrometrik dengan resolusi 1,5 m dan citra multispektral dengan resolusi 6 m. Data citra ini dapat diterapkan di berbagai bidang kebutuhan, seperti di pertahanan, pemantauan tutupan hutan dan lahan, industri pertambangan hingga di wilayah perairan laut dangkal. Berikut ditampilkan gambaran dan tabel karakteristik citra SPOT-6.

Tabel 2. Karakteristik citra SPOT-6

Tanggal Peluncuran	9 September 2012
Peluncuran Kendaraan	PSLV
Peluncuran Lokasi	Satish Dhawan Space Center (India)
Multispektral Citra (4 Band)	1. Blue (0,455 M - 0,525 M)
	2. Green (0,530 M - 0,590 M)
	3. Red (0,625 M - 0,695 M)
	4. Near - Infrared (0,760 - 0,890 M)
Resolusi (GSD)	5. Pankromatik - 1,5 M
	6. Multispektral - 6,0 M (R, G, B, Nir)
Pencitraan Petak	60 Km Pada Nadir

Sumber: LAPAN, 2015



Gambar 7. Satelit SPOT-6
(Sumber: LAPAN, 2015)

2.3.6. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki posisi objek pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya dipermukaan bumi, sehingga data citra satelit dari hasil inderaja memiliki ciri khas peta dalam hal rupa, proyeksi dan juga skala. Berdasarkan peraturan kepala BIG No. 8 Tahun 2014, proses koreksi geometrik dapat menggunakan referensi Informasi Geospasial Dasar (IGD) atau data Koordinat Global Positioning System (GPS) dari survei lapangan pada posisi objek yang mudah diinterpretasi dan dianggap tidak ada perubahan pada data citra, atau dapat menggunakan data citra yang telah terkoreksi dengan mengacu pada pedoman yang telah ditetapkan BIG.

Metode umum yang digunakan dalam koreksi geometrik, yaitu rektifikasi dan registrasi. Dalam proses rektifikasi geometrik, data citra dijadikan planimetri dengan referensi peta dasar proyeksi standar, umumnya disebut dengan *image to map rectification* (rektifikasi citra ke peta). Sedangkan proses registrasi geometrik adalah memakai citra yang telah dikoreksi pada wilayah yang sama dengan citra yang akan dikoreksi.

Berdasarkan Peraturan Kepala BIG No. 15 Tahun 2014, pengujian ketelitian posisi geometri didasarkan pada perbedaan koordinat (X,Y,Z) antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah.

Pada pemetaan dua dimensi, yang diperhitungkan adalah koordinat (X, Y) titik uji dan posisi sebenarnya pada permukaan tanah.

Perhitungan akurasi posisi geometri menggunakan *root mean square error* (RMSE). RMSE dilakukan untuk menjelaskan akurasi meliputi kesalahan random dan sistematis. Berikut ini akan dijelaskan mengenai rumus untuk mendapatkan nilai RMSE yaitu:

$$\text{RMSE}_{\text{horizontal}} = \sqrt{\frac{D^2}{n}} \dots\dots\dots(12)$$

$$D^2 = \sqrt{\frac{\text{RMSE}_{x^2}}{\text{RMSE}_{y^2}}} \dots\dots\dots(13)$$

$$D^2 = \sqrt{\frac{\sum [(X_{\text{data}} - X_{\text{cek}})^2 + (Y_{\text{data}} - Y_{\text{cek}})^2]}{n}} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan:

n = jumlah total pengecekan pada peta

D = selisih antara koordinat yang diukur di lapangan dengan koordinat di peta

x = nilai koordinat pada sumbu X

y = nilai koordinat pada sumbu Y

Ketentuan untuk standar ketelitian geometri peta RBI yang akan dihasilkan berdasarkan pedoman BIG tertera pada tabel berikut, yaitu:

Tabel 3. Ketelitian geometri peta RBI

No	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	300	200	600	300	900,0	400
2	1:500.000	200	150	100	300	150	450,0	200
3	1:250.000	100	75	50	150	75	225,0	100
4	1:100.000	40	30	20	60	30	90,0	40
5	1:50.000	20	15	10	30	15	45,0	20
6	1:25.000	10	7,5	5	15	7,5	22,5	10
7	1:10.000	4	3	2	6	3	9,0	4
8	1:5000	2	1,5	1	3	1,5	4,5	2
9	1:2500	1	0,75	0,5	1,5	0,75	2,3	1
10	1:1000	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3	0,9	0,4

(Sumber: Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018)

Nilai ketelitian di setiap kelas di dapat berdasarkan acuan pada keterangan tabel berikut, yaitu:

Tabel 4. Ketentuan ketelitian geometri peta RBI berdasarkan kelas

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,3 x bilangan skala	0,6 x bilangan skala	0,9 x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2 x ketelitian kelas 1

(Sumber: Peraturan Kepala BIG No. 6 Tahun 2018)

Nilai ketelitian posisi peta dasar pada Tabel 1 adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal. Kesalahan posisi peta dasar tidak melebihi nilai ketelitian tersebut dengan hasil nilai tingkat kepercayaan sebesar 90 %. Nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh menggunakan rumus yang mengacu kepada standar USNMAS (*United States National Map Accuracy Standards*), yaitu sebagai berikut:

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \dots\dots\dots(15)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan:

RMSEr = Root Mean Square Error pada posisi x dan y (horizontal)

RMSEz = Root Mean Square Error pada posisi z (vertikal)

2.3.7. Koreksi Kolom Air (Algoritma Lyzenga)

Dasar perairan tidak dapat secara langsung diamati oleh citra satelit, hal tersebut disebabkan karena adanya masalah dari pengaruh hamburan dan serapan dipermukaan air (Lyzenga, 1978). Pengaruh tersebut dapat diselesaikan dengan mengetahui kedalaman dan karakteristik optisnya di titik-titik wilayah. Prinsip ini sebagai dasar untuk menjadikan teknik penggabungan informasi saluran-saluran spektral, hasilnya berupa DII (*Depth Invariant Index*) atau sebuah indeks pembatas kedalaman. Parameter yang dimasukkan pada algoritma adalah perbandingan dari saluran-saluran spektral pada *water attenuation coefficient* (koefisien pelemahan air).

Untuk lebih memperlihatkan obyek yang ada didalam permukaan air, menurut Siregar (2020), dapat dilakukan dengan menggabungkan algoritma asli pada dua band sinar tampak, hasilnya berupa citra baru yang menampakkan dasar perairan yang informatif. Lyzenga (1978), mengembangkan algoritma tersebut, dengan sebutan algoritma Lyzenga.

Proses algoritma Lyzenga dengan membuat band baru hasil perhitungan *band a* dan *b*, yang akan digabungkan menjadi 1 band dari hasil perhitungan hubungan spektral antara *band* tersebut. Indeks kedalaman dasar perairan adalah sebagai berikut:

$$DII = \ln (RB_i) - ((k_i/k_j) \times \ln (RB_j))\dots\dots\dots(17)$$

Keterangan :

DII = Invarian indeks kedalaman dasar perairan.

RB_i = Band pada panjang gelombang pendek (atenuasi air kecil).

RB_j = Band pada panjang gelombang lebih panjang (atenuasi air lebih besar)

ki/kj = Rasio koefisien atenuasi dari saluran yang dibandingkan.

ki/kj diperoleh dengan rumus :

$$k_i/k_j = a - \sqrt{a^2 + 1} \dots\dots\dots(18)$$

Nilai a diperoleh dari persamaan :

$$a = \frac{\sigma_i - \sigma_j}{2 \times \sigma_{ij}} \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan:

σ_i = variasi dari log band i (atenuasi air rendah)

σ_j = variasi dari log j (atenuasi air lebih tinggi)

σ_{ij} = covariansi dari log transformasi band i dikalikan band j

2.3.8. Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra berarti proses pengelompokan objek pada citra berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Tujuan klasifikasi citra adalah untuk memberikan label pada setiap piksel menjadi informasi penting dari keadaan sebenarnya. Dalam penelitian kali ini, tujuan dilakukan proses klasifikasi citra untuk mendapatkan informasi klasifikasi habitat dasar perairan laut dangkal. Kelas habitat terdiri dari terumbu karang, lamun, pasir dan kelas campuran *rubble*. Terdapat beberapa metode klasifikasi citra, contohnya seperti klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Penelitian kali ini menggunakan metode klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*).

Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) membuat pengelompokan piksel pada citra menjadi beberapa kelas berdasarkan pada perhitungan statistik tertentu tanpa menentukan sampel piksel (*training*) yang digunakan oleh komputer sebagai acuan untuk melakukan klasifikasi. Proses klasifikasi dilakukan agar objek yang sama pada data citra hanya diwakili oleh satu warna saja, sehingga nantinya objek-objek tersebut dapat dibedakan berdasarkan warna.

2.3.9. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk menilai ketelitian hasil klasifikasi citra. Uji akurasi dilakukan setelah pengambilan sample lapangan. Dalam melakukan uji akurasi untuk mendapatkan hasil ketelitian klasifikasi citra yang lebih baik, hasil klasifikasi citra dilakukan pengujian terhadap data sample lapangan. Pengujian ketelitian yang dimaksud adalah melakukan perbandingan dengan menyusun matriks kesalahan (*confussion matrix*).

Berdasarkan Peraturan Kepala BIG No 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal, akurasi hasil interpretasi minimal sebesar 60%. Berikut adalah bentuk tabel dari matriks kesalahan, yaitu:

Tabel 5. Tabel konsep uji akurasi perhitungan *confussion matrix*

Data Terklasifikasi	Data			Total Baris	Ketelitian Pembuat
	a	b	c		
A	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,1}$	$X_{1,1}/X_{1,1}$
B	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$	$X_{2,3}$	$X_{1,2}$	$X_{2,2}/X_{1,2}$
C	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	$X_{1,3}$	$X_{1,3}/X_{1,3}$
Total Kolom	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$	$X_{1,3}$	N	
Ketelitian Pengguna	$X_{1,1}/X_{1,1}$	$X_{2,2}/X_{1,2}$	$X_{1,3}/X_{1,3}$		

(Sumber: Peraturan Kepala BIG No 15, 2014)

Keterangan :

A, B, C = Atribut objek pada data citra

a, b, c = Atribut objek pada data lapangan

Berikut adalah persamaan fungsi yang digunakan, yaitu:

$$\text{Ketelitian Pengguna} = \frac{\text{diagonal (i,i)}}{\text{jumlah baris (i)}} \times 100\% \dots\dots\dots(20)$$

$$\text{Ketelitian Pembuat} = \frac{\text{diagonal (i,i)}}{\text{jumlah kolom (i)}} \times 100\% \dots\dots\dots(21)$$

Dari matriks uji ketelitian tersebut dapat dihitung nilai ketelitian atribut atau akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) suatu unsur peta dasar sebagai berikut, yaitu:

$$\text{Akurasi Keseluruhan} = \frac{N_{\text{benar}}}{N} \times 100\% \dots\dots\dots(22)$$

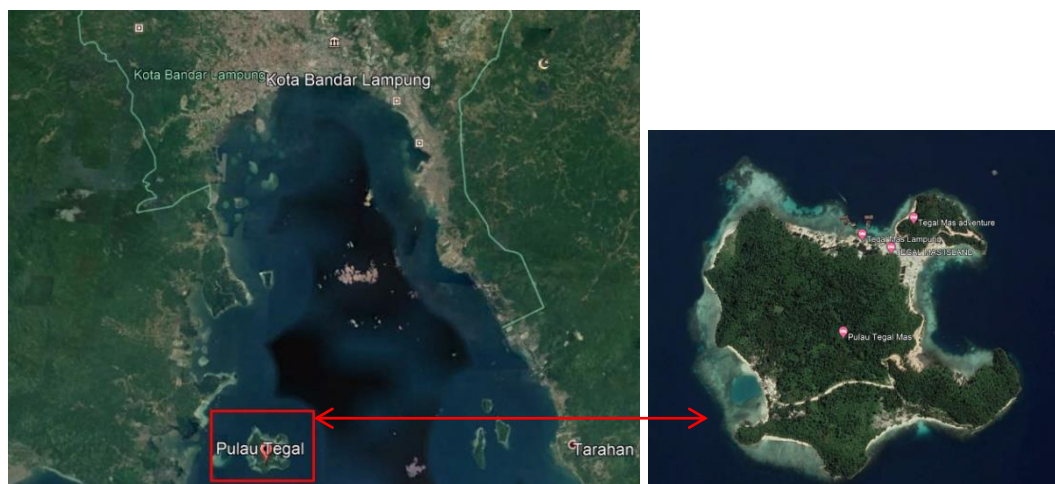
N_{benar} = total *sample* diagonal

N = total *sample* keseluruhan

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah perairan laut dangkal Pulau Tegal yang terletak di Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pulau ini dipilih penulis sebagai lokasi penelitiannya, karena terdapat habitat laut dangkal yang bervariasi dan banyak aktivitas manusia yang dilakukan. Aktivitas tersebut berdampak buruk terhadap perkembangan hidup habitat, sehingga penting dilakukan kegiatan pemetaan habitat di perairan laut dangkal Pulau Tegal.



Gambar 8. Lokasi penelitian
(Sumber: Google Earth Pro)

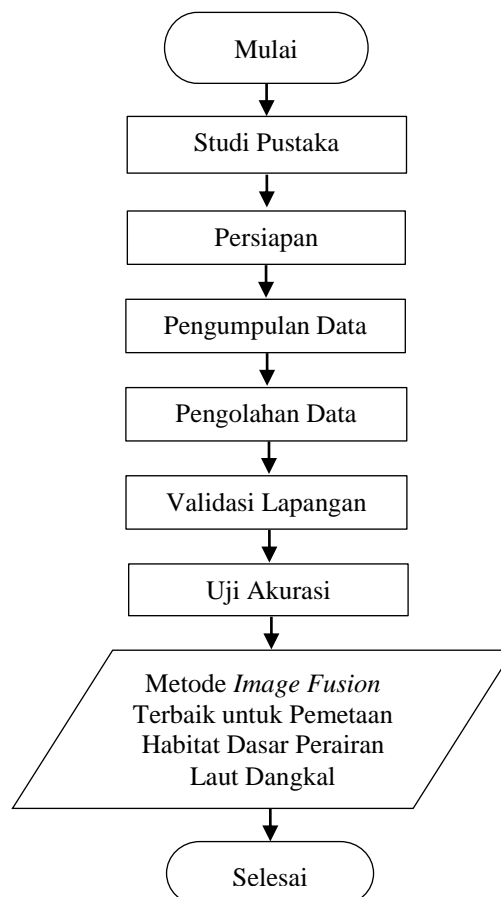
Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama 11 bulan, yaitu pada bulan juli tahun 2021 hingga bulan juni tahun 2022. Berikut akan dijelaskan lebih detail pada tabel 6 mengenai waktu pelaksanaan penelitian, yaitu:

Tabel 6. Waktu pelaksanaan penelitian

No	Nama Kegiatan	Waktu Pelaksanaan
1.	Studi Pustaka	13 Juli - 18 Agustus 2021
2.	Pengumpulan Data	19 Agustus - 12 November 2021
3.	Validasi Lapangan	12 - 13 Januari 2022
4.	Pengolahan Data	2 September 2021 - 23 Juni 2022

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan melalui beberapa proses atau tahapan yang dijelaskan lebih detail pada gambar diagram alir dibawah ini, yaitu:



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3.2.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan pada penelitian ini dibagi menjadi dua proses, yaitu studi pustaka dan persiapan alat.

1. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah sebuah tahapan dalam memperoleh teori-teori yang mendukung topik penelitian terkait masalah yang diangkat. Pelaksanaan studi pustaka adalah dengan membaca buku, jurnal dan *website* serta sumber-sumber yang relevan. Informasi yang diperoleh dalam proses studi pustaka memiliki fungsi untuk mendukung dalam pelaksanaan maupun penulisan penelitian.

2. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dibaca lebih jelas pada tabel berikut, yaitu:

Tabel 7. Peralatan penelitian

No	Nama Alat	Kegunaan
1.	Alat Tulis	Mencatat
2.	Alat Selam <i>Snorkling</i>	Pengamatan Objek di Lapangan
3.	GPS Garmin 64s <i>Handheld</i>	Pengambilan Titik Koordinat di Lapangan
4.	Kamera <i>Underwater</i> GoPro	Dokumentasi Objek di Lapangan
5.	Kapal Nelayan	Transportasi Menuju Lokasi Pengambilan <i>Sample</i> di Lapangan
6.	Seperangkat Laptop	Pengolahan Data dan Penulisan Laporan
7.	<i>Software</i> ArcGIS 10.3	Pengolahan dan Analisis Data
8.	<i>Software</i> ENVI 5.3	Pengolahan Data Citra Satelit
9.	Core FTP LE	Untuk Menerima Data dari Instansi LAPAN Secara <i>Online</i>
10.	Microsoft Word dan Excel	Penulisan Laporan dan Perhitungan Data

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari pengumpulan data secara sekunder dan primer, yaitu:

1) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari instansi-instansi yang memiliki data sesuai dengan kebutuhan penelitian. Berikut ini merupakan data sekunder yang telah dikumpulkan dalam pelaksanaan penelitian, yaitu:

Tabel 8. Data penelitian

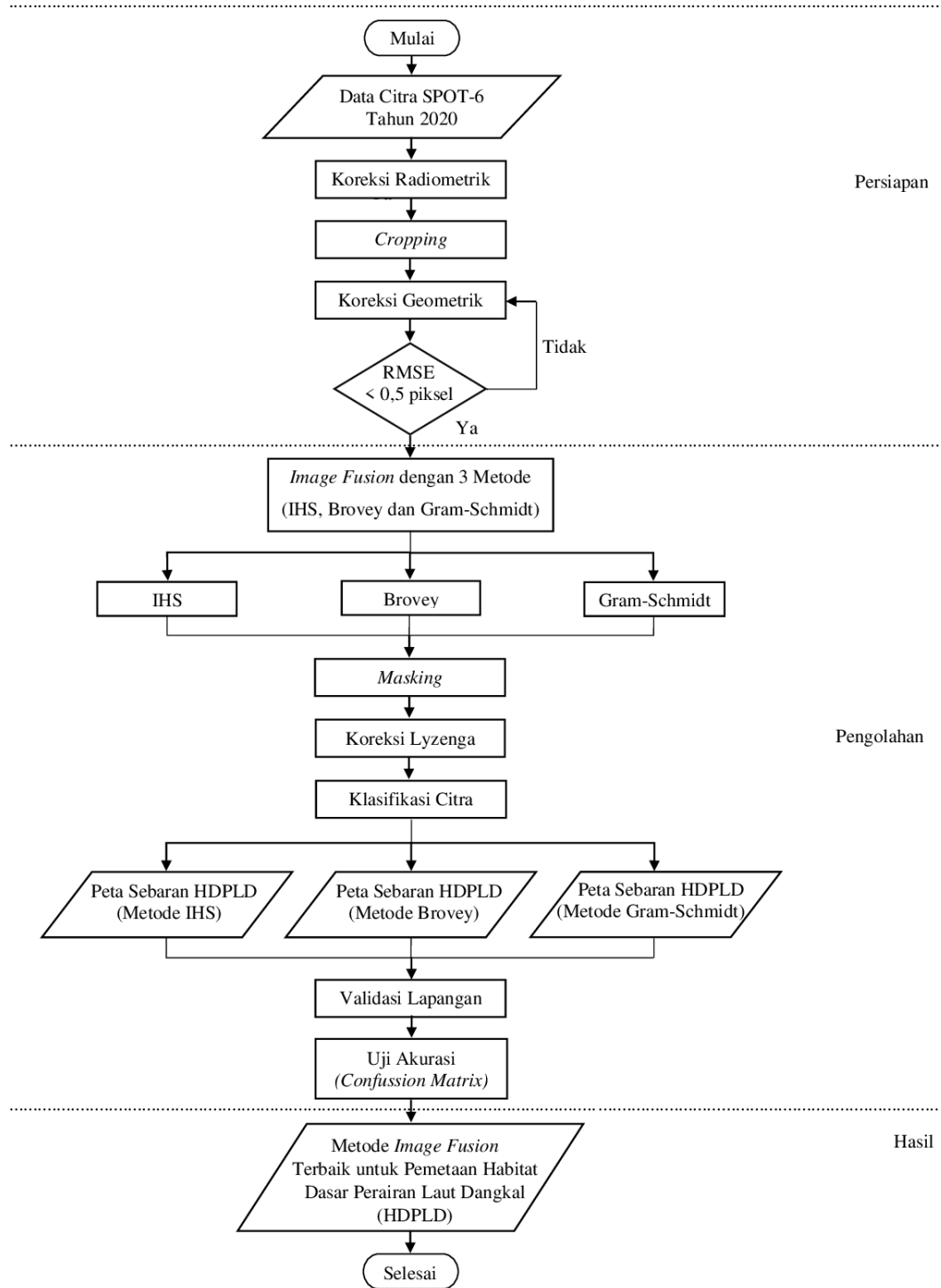
No	Nama Data	Sumber
1.	Citra Satelit Resolusi Tinggi (SCRT) SPOT-6 PMS level ORT tahun 2020	Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN
2.	Citra Satelit Resolusi Tinggi (SCRT) SPOT-6 MS dan P (<i>raw</i>) tahun 2020	Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN
3.	Kedalaman/Batimetri Perairan Pulau Tegal, Lampung 2017	Pusat Hidro-Oseonografi TNI Angkatan Laut (Dinas Hidrografi)
4.	Peta RBI Batas Wilayah Administrasi (Area perairan Pulau Tegal), skala 1:25000	www.tanahair.indonesia.go.id

2) Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari pemeriksaan langsung di lapangan (survei lapangan). Dalam penelitian ini melakukan pengambilan *sample* di lapangan, yaitu berupa titik koordinat dan foto dari objek habitat dasar laut dangkal yang dipilih, yaitu pasir, lamun, *rubble* dan terumbu karang.

3.2.2. Tahap Pengolahan

Proses pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar diagram alir berikut, yaitu:



Gambar 10. Diagram alir pengolahan data

1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan proses yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh distorsi pada saat satelit merekam data citra di bumi. Menurut Ardiansyah (2015), koreksi radiometrik memiliki arti sebagai proses memperbaiki nilai piksel pada citra yang disebabkan karena kesalahan radiometrik dan sebagai proses peningkatan visualisasi citra. Proses koreksi radiometrik dikelompokkan menjadi dua tahap, yaitu kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik dilakukan untuk mengubah kedalam bentuk angka asli, dalam penelitian kali ini akan mengubah DN menjadi TOA (*Top of Atmosfer*) *reflectance*. Koreksi atmosfer dilakukan untuk mengurangi gangguan atmosfer, seperti gangguan asap, kabut dan lainnya dengan mendapatkan nilai reflektansi permukaan pada citra. DOS (*Dark Object Substraction*) merupakan metode yang biasa digunakan pada umumnya. Koreksi atmosfer menggunakan algoritma DOS yang dilakukan secara otomatis menggunakan *software* ENVI 5.3. Hasil koreksi atmosfer citra SPOT-6 multispektral dan pankrometrik dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 9. Data Statistik koreksi atmosfer citra multispektral SPOT-6

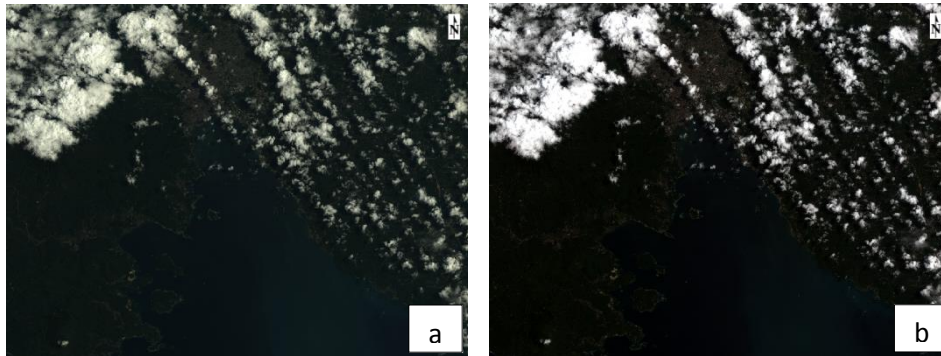
Basic Stats	Min	Max	Mean	StdDev
Band 1	0.00000	0.918855	0.110759	0.164315
Band 2	0.00000	0.853790	0.118635	0.172864
Band 3	0.00000	0.926711	0.116644	0.188080
Band 4	0.00000	0.981414	0.232327	0.202823

Tabel 10. Data Statistik koreksi atmosfer citra pankrometrik SPOT-6

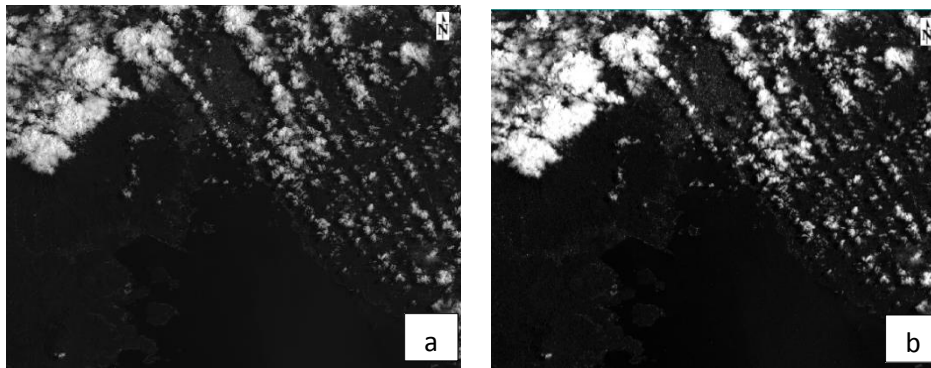
Basic Stats	Min	Max	Mean	StdDev
Band 1	0.000000	0.858302	0.143267	0.160885

Menurut Lalu Muhammad Jaelani (2020), hasil koreksi atmosfer menggunakan algoritma DOS baiknya memiliki nilai piksel minimum pada citranya harus nol (0). Dapat dilihat pada tabel 9 untuk citra multispektral dan tabel 10 untuk citra pankrometrik, nilai statistik minimum citranya sudah nol. Kesimpulan yang dapat diambil, bahwa proses koreksi atmosfer telah berhasil dilakukan. Sehingga data citra dapat diolah lebih lanjut karena telah terkoreksi radiometrik. Berikut visual

dari hasil koreksi radiometrik yang telah melalui proses kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer, yaitu:



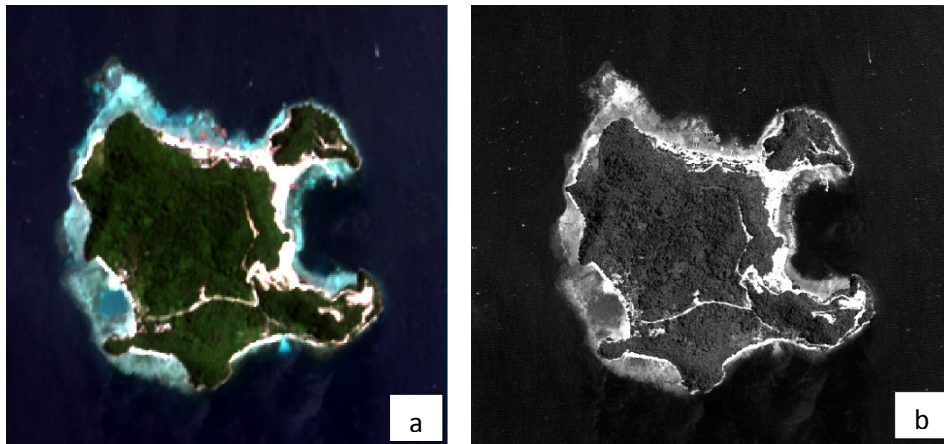
Gambar 11. Sebelum (a) dan sesudah (b) dilakukan koreksi radiometrik pada citra multispektral



Gambar 12. Sebelum (a) dan sesudah (b) dilakukan koreksi radiometrik pada citra pankrometrik

2. *Cropping*

Cropping atau pemotongan citra dilakukan agar proses pengolahan datanya menjadi lebih efisien dan memperkecil memori penyimpanan laptop dari hasil pemotongan. Selain itu, *cropping* dilakukan untuk meminimalkan sebaran titik GCP pada proses koreksi geometrik. Pada penelitian ini pemotongan data citra menggunakan *tools resize data* pada *software* ENVI 5.3. Pemotongan data citra hanya di fokuskan pada daerah penelitian, yaitu Pulau Tegal.



Gambar 13. *Cropping* data citra multispektral (a) dan pankrometrik (b)

3. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan setelah melewati proses pemotongan citra. Hal tersebut berfungsi untuk meminimalkan titik sebaran GCP. Tahap pertama yang dilakukan adalah menguji kualitas horizontal citra PMS SPOT-6 yang sudah terkoreksi geometrik level ortho menggunakan peta RBI skala 1:25.000, gunanya untuk memastikan apakah data citra PMS SPOT-6 layak atau tidak untuk dijadikan referensi koreksi geometrik terhadap data citra mentah (*raw*) MS dan P dalam pemetaan skala 1:10.000. Tahap kedua melakukan koreksi geometrik data citra *raw* MS dan P dengan cara registrasi *image to image* menggunakan referensi citra PMS level ortho. Uji kualitas horizontal citra PMS SPOT-6 menggunakan referensi US NMAS (United States National Map Accuracy Standards) yang dijelaskan dalam Peraturan Kepala BIG No.6 Tahun 2018. Rumus yang digunakan mengacu pada rumus (15).

Tabel 11. Nilai CE 90 Ketelitian Horizontal

Nama Titik	Variabel Error (D X) ² + (D Y) ²
1	11.38470278
2	41.31663529
3	20.7660066
4	22.23663075
5	53.56459113
6	45.23985686
7	42.03707873
8	21.86074794
9	16.60247371
10	23.57969151
11	37.4498571
Jumlah	388.957528
Rata-Rata	32.41312733
RMSE	5.69325279
CE90	8.639511109

Dari tabel hasil uji ketelitian horizontal diatas, dapat dilihat bahwa:

Tabel 12. Hasil Uji CE 90

Ketelitian	Hasil Uji CE 90	Ketelitian Peta Skala 1:10.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	8.639511109	3	6	9,0

Nilai CE 90 didapatkan berdasarkan perhitungan rumus (15). Hasil uji kualitas horizontal citra PMS SPOT-6 dengan menggunakan sebaran titik GCP dan ICP sebanyak 12 titik berada pada ketelitian horizontal kelas 3 untuk ketelitian peta skala 1:10.000. Dengan demikian, hasil tersebut telah memenuhi standar ketelitian peta dasar dan dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan koreksi geometrik *image to image* pada citra multispektral dan pankrometrik SPOT-6.

Titik yang digunakan pada proses uji akurasi geometrik *image to image* pada data citra multispektral dan pankrometrik SPOT-6, masing-masing citra sebanyak 12 titik persebaran yang berada pada tepi-tepi pulau yang dianggap tidak mengalami perubahan. Akurasi akan dianggap baik bila nilai RMS sama dengan setengah dari piksel citra. Berikut adalah hasil RMS koreksi geometrik kedua data citra:

The top window, 'Image to Image GCP List', displays a table of 12 ground control points. The selected point #2+ has the following values:

	Base X	Base Y	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#2+	11423.44	6564.56	5203.58	3809.17	5203.6008	3809.1476	0.0208	-0.0224	0.0305

The bottom window, 'Ground Control Points Sele...', shows the configuration for the selected point:

- Base X: 11423.44, Base Y: 6564.56
- Warp X: 5203.58, Warp Y: 3809.17
- Degree: 1
- Number of Selected Points: 12
- RMS Error: 0.047611

Gambar 14. Nilai RMS GCP georeferencing citra multispektral

The top window, 'Image to Image GCP List', displays a table of 12 ground control points. The selected point #2+ has the following values:

	Base X	Base Y	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#2+	11425.55	6565.45	20811.04	15230.34	20811.004	15230.283	-0.0358	-0.0566	0.0670

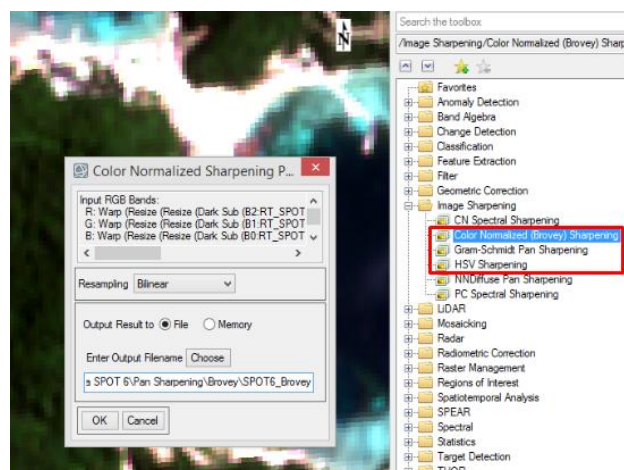
The bottom window, 'Ground Control Points Sele...', shows the configuration for the selected point:

- Base X: 11425.55, Base Y: 6565.45
- Warp X: 20811.04, Warp Y: 15230.34
- Degree: 1
- Number of Selected Points: 12
- RMS Error: 0.035406

Gambar 15. Nilai RMS GCP georeferencing pada citra pankrometrik

4. *Image fusion (Image Sharpening)*

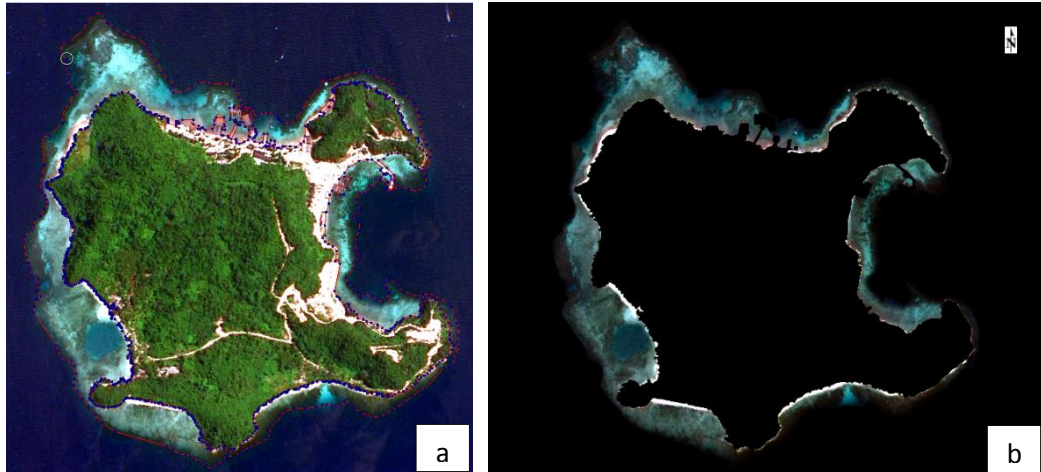
Proses *image fusion* dilakukan pada dua data citra yang berada pada wilayah yang sama. Data citra tersebut sudah terkoreksi geometrik. Untuk mendapatkan hasil citra *image fusion* yang berkualitas tinggi, citra multispektral kombinasi RGB resolusi spasial 6 m digabungkan dengan citra pankrometrik resolusi spasial 1.5 m. Proses *image fusion* menggunakan 3 metode, yaitu IHS (*Intensity Hue Saturation*), brovey dan gram-schmidt yang telah tersedia di *software* ENVI 5.3. *Tools* yang tersedia pada *software* ENVI 5.3 untuk proses *image fusion* metode IHS adalah *tools Image Sharpening > HSV Sharpening*. Metode brovey adalah *tools Image Sharpening > Color Normalized (Brovey) Sharpening*. Metode Gram-schmidt adalah *tools Image Sharpening > Gram-schmidt Pan Sharpening*.



Gambar 16. *Image fusion* IHS, Brovey dan Gram-Schmidt

5. *Masking*

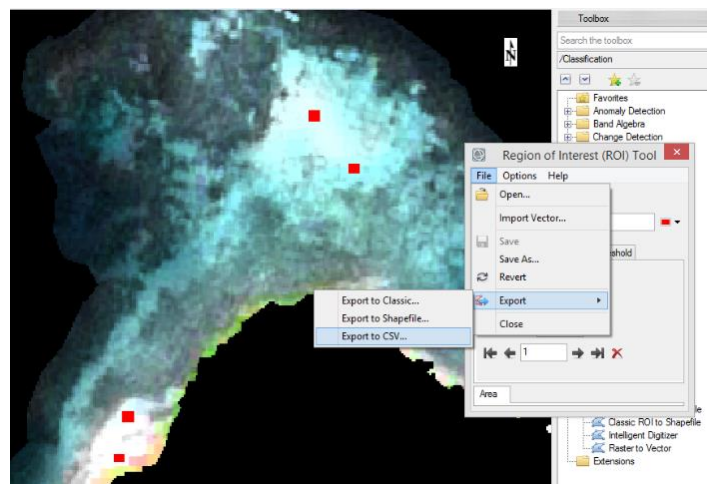
Masking berfungsi untuk memisahkan daerah yang hanya akan diperlukan dalam proses pelaksanaan penelitian, dalam hal ini peneliti hanya memerlukan wilayah habitat perairan laut dangkal. Berdasarkan buku yang berjudul “*Panduan Teknis Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal*” oleh LIPI tahun 2014, *Masking* dapat dilakukan baik menggunakan batas ambang nilai piksel pada objek tertentu maupun melalui proses digitisasi untuk dianalisis secara digital. Pada penelitian ini menggunakan cara digitisasi. Proses digitisasi menggunakan *tools* RoI (*Region of Interest*) pada *software* ENVI 5.3. Kemudian proses *masking* menggunakan *tools build mask* dan *apply mask* yang tersedia pada *software* ENVI 5.3.



Gambar 17. Digitisasi perairan laut dangkal (a) dan citra perairan laut dangkal dari hasil proses *masking* (b)

6. Koreksi Kolom Air (Algoritma Lyzenga)

Proses koreksi kolom air diawali dengan pengambilan *sample* pasir dari kedalaman yang paling dangkal, sedang dan dalam. Variasi kedalaman tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai panjang gelombang tampak pada kedalaman yang berbeda-beda. Berikut adalah gambar proses pengambilan *sample* pasir dengan simbol berwarna merah, yaitu:



Gambar 18. Pengambilan sample pasir menggunakan ROI

Pengambilan *sample* pasir dilakukan pada setiap citra hasil *image fusion*. Hasil pengambilan *sample* pasir menggunakan ROI berupa nilai-nilai Digital Number. Dari nilai Digital Number tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan dan

didapatkan nilai varian, kovarian, koefisien pelemahan air (a) dan nilai rasio pelemahan (ki/kj). Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Nilai varian, kovarian, a dan ki/kj perhitungan koreksi kolom air

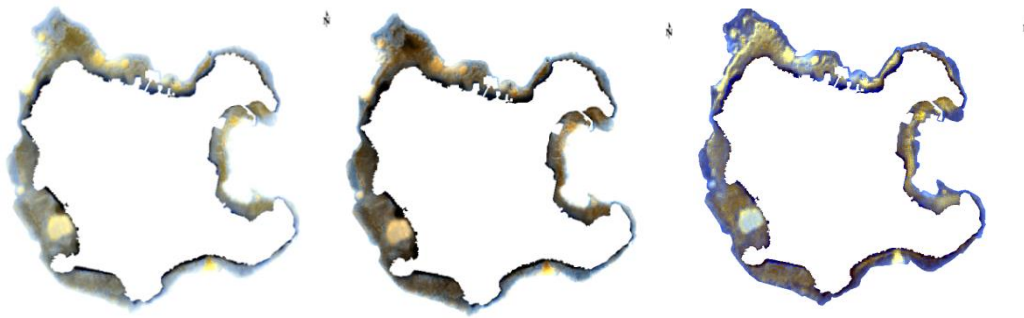
Nama	IHS	Brovey	Gram-schmidt
Varian B1	3,395,666,611	0,001348049	0,001161738
Varian B2	807,864,269	0,000353557	0,002623715
Varian B3	5,678,067,247	0,000206704	0,008221501
Covarian B1B2	1,351,670,887	0,000676972	0,001731583
Covarian B1B3	1,145,968,013	0,000519674	0,003041264
Covarian B2B3	6,729,379,259	0,000264391	0,004583502
a B1B2	0,957260516	0,734514412	-0,422150349
a B1B3	12,338,302	1,098,136,526	-116,066,285
a B2B3	0,178365296	0,277719902	-0,610645193
ki/kj B1B2	2,914,521,032	2,469,028,824	1
ki/kj B1B3	34,676,604	3,196,273,052	1
ki/kj B2B3	1,356,730,591	1,555,439,803	1

Data pada tabel 13, kemudian diterapkan kedalam formula algoritma lyzenga yang telah dibuat untuk dapat di proses pada *software* ENVI 5.3 dengan menggunakan *tools band math*. Formula tersebut akan dijelaskan pada tabel 14 dibawah ini dengan berdasarkan acuan rumus (17), yaitu sebagai berikut:

Tabel 14. Formula koreksi kolom air untuk *software* ENVI 5.3

Band	Algoritma Lyzenga untuk <i>Software</i> ENVI 5.3
B1B2	$(\text{alog}(B1)) - (ki/kj * (\text{alog}(B2)))$
B1B3	$(\text{alog}(B1)) - (ki/kj * (\text{alog}(B3)))$
B2B3	$(\text{alog}(B2)) - (ki/kj * (\text{alog}(B3)))$

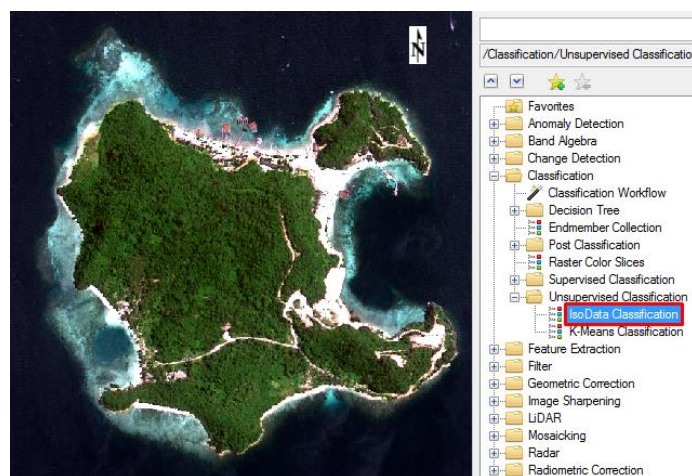
Hasil dari proses algoritma Lyzenga adalah berupa citra masing-masing metode *image fusion* yang telah terkoreksi kolom air, yaitu seperti gambar berikut:



Gambar 19. Hasil pengolahan koreksi kolom air Lyzenga citra hasil *image fusion* metode IHS (kiri), citra hasil *image fusion* metode Brovey (tengah), dan citra hasil *image fusion* metode Gram-Schmidt (kanan)

7. Klasifikasi Tidak Terbimbing (*Unsupervised Classification*)

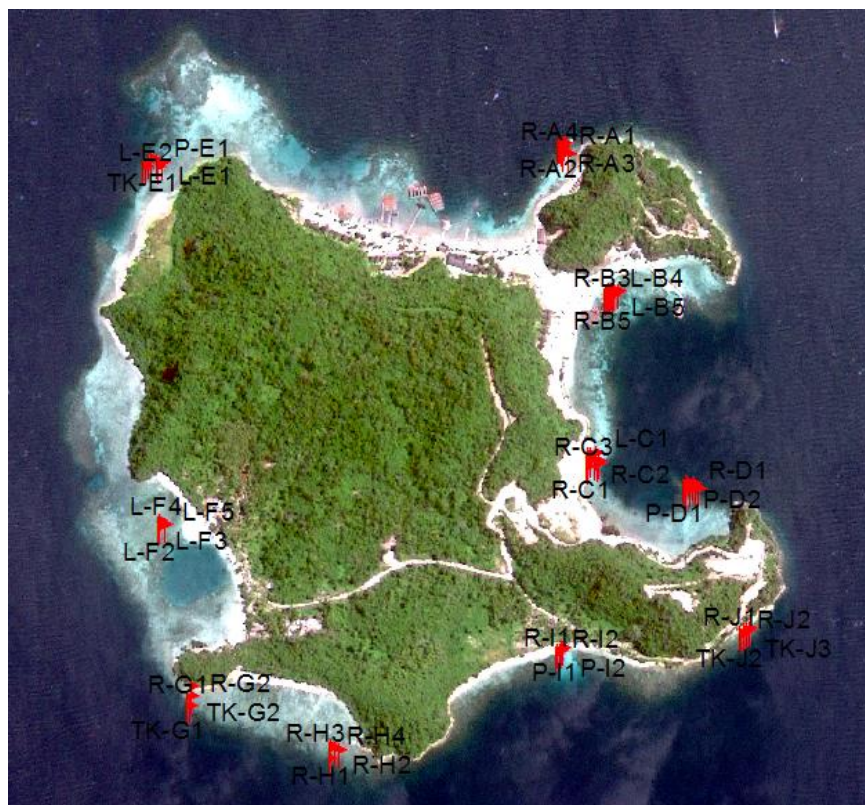
Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) membuat pengelompokan piksel pada citra menjadi beberapa kelas berdasarkan pada perhitungan statistik tertentu tanpa menentukan *sample* piksel (*training*) yang digunakan oleh komputer sebagai acuan untuk melakukan klasifikasi. Proses klasifikasi dilakukan agar objek yang sama pada data citra hanya diwakili oleh satu warna saja, sehingga nantinya objek-objek tersebut dapat dibedakan berdasarkan warna. Objek-objek yang dipilih adalah terumbu karang, lamun, pasir dan kelas campuran rubble. Proses pengolahan *unsupervised classification* pada *software* ENVI 5.3 menggunakan *tools* *Classification>IsoData Classification*.



Gambar 20. Proses klasifikasi tidak terbimbing

8. Validasi Lapangan (Pengambilan *Sample*)

Validasi lapangan dilakukan untuk observasi terhadap hasil pengolahan data klasifikasi tidak terbimbing dengan keadaan yang sebenarnya di lapangan. Kegiatan yang dilakukan adalah dengan cara pengambilan *sample* didasar perairan laut dangkal Pulau Tegal. Peralatan yang digunakan, yaitu GPS Handheld, camera GoPRO, peralatan tulis, alat selam dan perahu nelayan. Pengambilan *sample* validasi menggunakan teknik *probability sampling (random sample)*. Pengambilan sampel secara random, setiap unit populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk diambil sebagai sampel. Dalam penelitian kali ini teknik random sampling yang digunakan adalah *stratified random sampling*, prosesnya populasi dibagi kedalam strata atau sub populasi dan pengambilan sampel dilakukan di setiap strata. Hal tersebut dilakukan karena mempertimbangkan efisiensi waktu, biaya dan sulitnya kondisi di lokasi pengambilan *sample* habitat dasar perairan laut dangkal. Pengambilan *sample* dilapangan pada penelitian kali ini dilakukan pada 79 titik sebaran yang mengelilingi perairan laut dangkal pulau tegal.



Gambar 21. Sebaran pengambilan *sample* di lapangan

9. Uji Akurasi

Uji akurasi dilaksanakan untuk mengetahui seberapa akurat hasil dari pengolahan *unsupervised classification* dengan data citra SPOT -6 hasil ketiga metode *image fusion* terhadap nilai asli dari hasil validasi lapangan. Validasi lapangan menghasilkan data titik koordinat dan dokumentasi objek. Proses uji akurasi menggunakan perhitungan *confusion matrix*, dengan mencari nilai nilai keseluruhan (*overall accuracy*) menggunakan persamaan (22). Hasil uji akurasi yang baik adalah sebesar 60% atau lebih berdasarkan Peraturan Kepala BIG No. 8 Tahun 2014 tentang “*Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal*”.

3.2.3. Tahap Analisis

Tahap analisis memerlukan hasil uji akurasi dari perhitungan *confusion matrix* pada setiap metode-metode *image fusion* yang digunakan untuk dijadikan masukan dalam proses analisis deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kuantitatif menyajikan hasil kedalam bentuk grafik perbandingan nilai tertinggi dari ketiga metode *image fusion* yang di gunakan untuk pemetaan sebaran habitat dasar perairan laut dangkal.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di wilayah perairan laut dangkal Pulau Tegal, diketahui bahwa metode *image fusion* IHS memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *image fusion* Brovey dan Gram-Schmidt, bila diaplikasikan untuk pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal. Hal tersebut dapat dibuktikan dari beberapa simpulan berikut, yaitu:

1. Citra hasil *image fusion* pada metode IHS dan Brovey menghasilkan kualitas yang baik, yaitu dibuktikan dengan hasil visual yang mendekati citra asli multispektral dan ketajaman citra yang meningkat seperti citra pankrometrik. Citra hasil metode Brovey kenampakan visualnya mendekati citra multispektral dengan citra lebih kontras. Sedangkan hasil fusi citra metode Gram-Schmidt menghasilkan kualitas citra yang cukup baik, yaitu memiliki kenampakan visual yang mendekati citra multispektral dan ketajaman citra yang meningkat. Namun kenampakan visualnya sedikit lebih buram jika dibandingkan dengan citra hasil metode IHS dan Brovey serta citra asli multispektral.
2. Dari perhitungan uji akurasi berdasarkan data *sample* lapangan dan pengolahan klasifikasi digital menggunakan klasifikasi tidak terbimbing, dapat disimpulkan bahwa pada metode IHS memiliki keunggulan dalam identifikasi kelas pasir dengan nilai hasil uji akurasi yang didapatkan pada *producer accuracy* 100% dan *users accuracy* 71%. Pada metode Brovey memiliki keunggulan dalam identifikasi kelas terumbu karang dengan nilai hasil uji akurasi pada *producer accuracy* 81% dan *users accuracy* 77%. Sedangkan pada metode Gram-Schmidt memiliki sedikit keunggulan pada identifikasi kelas *rubble*, dengan nilai hasil uji akurasi pada *producer accuracy* yaitu sebesar 75%. Namun tetap menunjukkan nilai yang lebih rendah pada *users accuracy*, yaitu 50%.

3. Nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) yang didapatkan berdasarkan hasil uji akurasi untuk metode IHS yaitu sebesar 76% dan metode Brovey yaitu 71%. Namun, didapatkan nilai *overall accuracy* metode Gram-Schmidt yang cukup rendah yaitu sebesar 51%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa teknik *image fusion* metode IHS dan Brovey memiliki ketelitian lebih baik, dengan metode IHS lebih unggul dibandingkan metode Brovey, jika dibandingkan dengan metode Gram-Schmidt.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Dalam pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal baiknya menggunakan teknik *image fusion* metode IHS yang dibuktikan dengan nilai yang tinggi dari hasil uji akurasi. Dapat juga dipertimbangkan untuk menggunakan metode Brovey, karena hasil uji akurasinya cukup baik. Selain itu, untuk penelitian selanjutnya dalam pemetaan habitat dasar perairan laut dangkal, sebaiknya tidak menggunakan metode Gram-Schmidt karena memiliki nilai ketelitian yang cukup rendah dibandingkan metode IHS dan Brovey.
2. Dapat dilakukan penelitian dengan membandingkan metode-metode *image fusion* lainnya selain IHS, Brovey dan Gram-Schmidt, khususnya untuk penelitian di wilayah perairan.
3. Penelitian yang dilakukan di wilayah perairan, memiliki kendala dengan objek yang akan diamati berada di bawah kolom air, sehingga data citra yang jernih dan tajam sangat penting. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengambilan data citra menggunakan Drone atau data citra satelit yang lebih jernih dan tajam dibandingkan citra SPOT-6.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, A., Zamdial, Hartono, D., Bakhtiar, D., Herliany, N. E., Utami, M. A. F. 2020. Pemetaan Habitat Perairan Dangkal Menggunakan Citra Resolusi Menengah dengan Metode Klasifikasi Berbasis Piksel (Studi Kasus Pulau Tikus). *Jurnal Enggano*. Vol. 5, No. 1, 78-90 hlm.
- Ardyansyah, T. 2015. Pengaruh Perbedaan Metode *Image fusion* Multisensor Terhadap Tingkat Akurasi Klasifikasi Berbasis Objek untuk Pemetaan Penutup Lahan Sebagian Daerah Istimewa Yogyakarta. 85-97 hlm.
- BIG. 2014. Peraturan BIG Nomor 8 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Goespasial Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal. 1-37 hlm.
- Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. 2020. Jumlah Pulau. KKP RI (Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia). <https://Kkp.Go.Id/Djprl/P4k/Page/4270-Jumlah-Pulau>. Diakses Pada 9 Juni 2021.
- Dianovita. 2010. Evaluasi Metode Penajaman Citra Multispektral dengan Memanfaatkan Kanal Pankromatik. *LAPAN*. 115-124 hlm.
- ESRI. 2012. ArcGIS Desktop Help. California. ESRI Zhang, Y 2008, Methods for Image Fusion Quality Assessment – A Riview, Comparison and Analysis. The International Archives of the Photogrammetry. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing.
- Hidayati, N.I., Susanti, E., Utami, W. 2017. Analisis Pan-Sharpening Untuk Meningkatkan Kualitas Spasial Citra Penginderaan Jauh Dalam Klasifikasi Tata Guna Tanah. *Jurnal Bhumi*. Vol. 3, No. 1, 123-135 hlm.
- Hutagaol, H.E.C., Sai, S.S., Darpono, A. 2015. Kajian Penggunaan Metode Penajaman Citra (Pan-Sharpening) Worldview-2 (Studi Lokasi : Kabupaten Jombang). *Jurnal Institut Teknologi Malang*. 1-11 hlm.
- Hartoni, 2011. Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Tegal dan Sidodadi Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Skripsi*. FPIK – IPB, Bogor.
- Irawan, J., Sasmito, B., Suprayogi, A. 2017. Pemetaan Sebaran Terumbu Karang dengan Metode Algoritma Lyzenga Secara Temporal Menggunakan Citra Landsat 5 7 dan 8 (Studi Kasus : Pulau Karimunjawa). *Jurnal Geodesi Undip*. Vol. 6, No. 2, 56-61 hlm.

- Karang, Astawa, Gede, W.I., dkk. 2019. Pemetaan Habitat Perairan Dangkal di Kawasan Padat Wisata Tanjung Benoa Bali Menggunakan Data *Remote Sensing*. *Journal Ecotrophic*. Vol. 13, No. 2, 227-237 hlm.
- LIPI. 2014. Panduan Teknis Pemetaan Habitat Dasar Perairan Laut Dangkal. 1-19 hlm.
- Laben, C.A. dan B.V. Brower. 2000. Process for Enhancing The Spatial Resolution of Multispectral using Pansharpening. *Eastman Kodak Company: New York*.
- Lyzenga, D. R., 1978. Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features, *Applied Optics*, 17(3), 379–83. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20174418>.
- Muhtar, F., Armijon, Murdapa, F., dkk. 2019. Analisa Luasan Terumbu Karang Perairan Pulau Tegal Lampung dengan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. Vol. 5, No. 2, 141-153 hlm.
- Nugroho, S.F. 2017. Efek Penajaman Citra Terhadap Indeks Vegetasi Image Pan-Sharpening On Vegetation Index. *Jurnal Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Parepare, LAPAN*. 151-158 hlm.
- Prawoto, D.C., Hartono. 2018. Pemetaan Habitat Bentik dengan Citra Multispektral Sentinel-2A di Perairan Pulau Menjangan Kecil dan Menjangan Besar, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Bumi Indonesia*.
- Putra, Pidia, I. 2016. Pemetaan Bentik Habitat dan Tutupan Lahan Pulau Tunda. *Buku Ajar Program Studi Pendidikan Geografi*. 1-113 hlm.
- Purwadhi, F. S. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT Gramedia
- Widiarjana Indonesia Lillesand, K. (1993). Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Setyawan, dkk. 2014. Pemetaan Profil Habitat Dasar Perairan Dangkal Berdasarkan Bentuk Topografi: Studi Kasus Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Globö*. Volume 16 No. 2. Hlm 125-132.
- Sari, A.C., Syah, F.A., Prayuda, B. 2020. Pemetaan Habitat Bentik Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A di Pulau Liki, Papua. *Jurnal Penginderaan Jauh*. Vol. 17, No. 1, 33-42 hlm.
- Siregar, V. P, Agus, S. B, Sunuddin, A. 2020. Analisis Perubahan Habitat Dasar Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi di Karang Lebar, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 12, No. 1, 37-51 hlm.
- Siregar, V. 2010. Pemetaan Substrat Dasar Perairan Dangkal Karang Congkak dan Lebar Kepulauan Seribu Menggunakan Citra Satelit Quickbird. *Ejurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2(1):1930.

- Sitanggang, G., Carolita I., B.H. Trisasongko. 2004. Aplikasi Teknik dan Metode Fusi Data Optik ETM-Plus Landsat dan Sar Radarsat untuk Ekstraksi Informasi Geologi Pertambangan Batu Bara. *Jurnal Lapan*. Vol 6, No.1 Juni Tahun 2004, Hal.11-30.
- Wandayani, A. 2007. Perbandingan Metode Brovey dan PCA dalam Fusi Citra Panchromatic dan Multispectral. Laporan Tugas Akhir. Departemen Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Wang, Z., D. Ziou, C. Armenakis, D. Li dan Q. Li. 2005. A comparative analysis of image fusion methods. *Jurnal IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 43 (6), pp. 1391–1402.