

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Substrat perairan laut terdiri dari dua komponen utama, yaitu biotik dan abiotik, yang membentuk dasar perairan. Komponen seperti karang keras, karang lunak, dan alga termasuk dalam biotik, sedangkan kategori abiotik tersusun dari komponen seperti pasir, lumpur, dan pecahan karang (Wahib, 2019). Terumbu karang, sebagai salah satu ekosistem dasar perairan laut, terutama disusun oleh karang keras (*scleractinia*) (Suharsono, 2008). Untuk memahami struktur dan kondisi terumbu karang, diperlukan pendekatan pemetaan yang akurat. Salah satunya adalah dengan menggunakan data batimetri, yang dapat mengklasifikasikan habitat bentik berdasarkan zona dan bentang alam. Lundblad et al. (2006) menyatakan bahwa indeks batimetri dan kemiringan titik dapat digunakan untuk mengidentifikasi zona karang. Terdapat 17 zona karang yang telah dikenali saat ini yaitu *small reefs, highlands, protected walls, walls, reef slopes, protected slopes, protected fronts, reef fronts, terraces, reef tops, outer flat, inner flat, slope. back reef, coral reef patches, shallow lagoons, deep lagoons, and coral islands* (Kennedy et al., 2020).

Teknologi pemetaan LIDAR (*Light Detection and Ranging*) memiliki kemampuan untuk mengukur kekasaran optik dan variasi topografi dasar laut. LIDAR bekerja dengan memancarkan sinar laser berupa *photon* ke permukaan bumi dan mengukur pantulannya, sehingga dapat mengidentifikasi area datar atau lereng yang curam (Selamat et al., 2021). Selain LIDAR, penggunaan kamera bawah air semakin umum dalam memetakan kondisi terumbu karang. Kamera dapat mengambil gambar struktur terumbu karang secara detil, memungkinkan peneliti untuk memantau kesehatan karang, keberadaan organisme, dan perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Meskipun demikian, setiap metode pemetaan memiliki kelemahan sebagai contoh, teknologi LIDAR sering mengalami kendala akurasi di perairan dangkal akibat refleksi permukaan, sementara kamera bawah air juga memerlukan kondisi stabil untuk menghasilkan gambar yang fokus. Kombinasi LIDAR dan foto bawah air yang bergeoreferensi dapat digunakan untuk menghasilkan gambaran yang lebih detail tentang keberadaan berbagai jenis substrat bentik di berbagai zona terumbu karang. Kombinasi metode ini memungkinkan pemetaan habitat bentik yang lebih holistik dan akurat untuk suatu lokasi studi.

Pulau Kodingareng Lompo terletak di wilayah administratif Kota Makassar, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu pulau dalam jajaran kepulauan Spermonde dengan ekosistem terumbu karang berjenis *fringing reef*. Sebagai salah satu kawasan pulau kecil terumbu karang di Kota Makassar, gambaran geomorfik dan kondisi karang di pulau ini dapat apprehensif dengan menggunakan kombinasi data batimetri, LIDAR, dan foto bawah air bergeoreferensi.



faat

ini adalah:

an habitat bentik pulau Kodingareng Lompo

2. Membandingkan data satelit LIDAR dan *Echosounder* untuk pemetaan geomorfik terumbu karang di pulau Kodingareng Lompo
3. Mengidentifikasi tipe geomorfik terumbu karang pulau Kodingareng Lompo

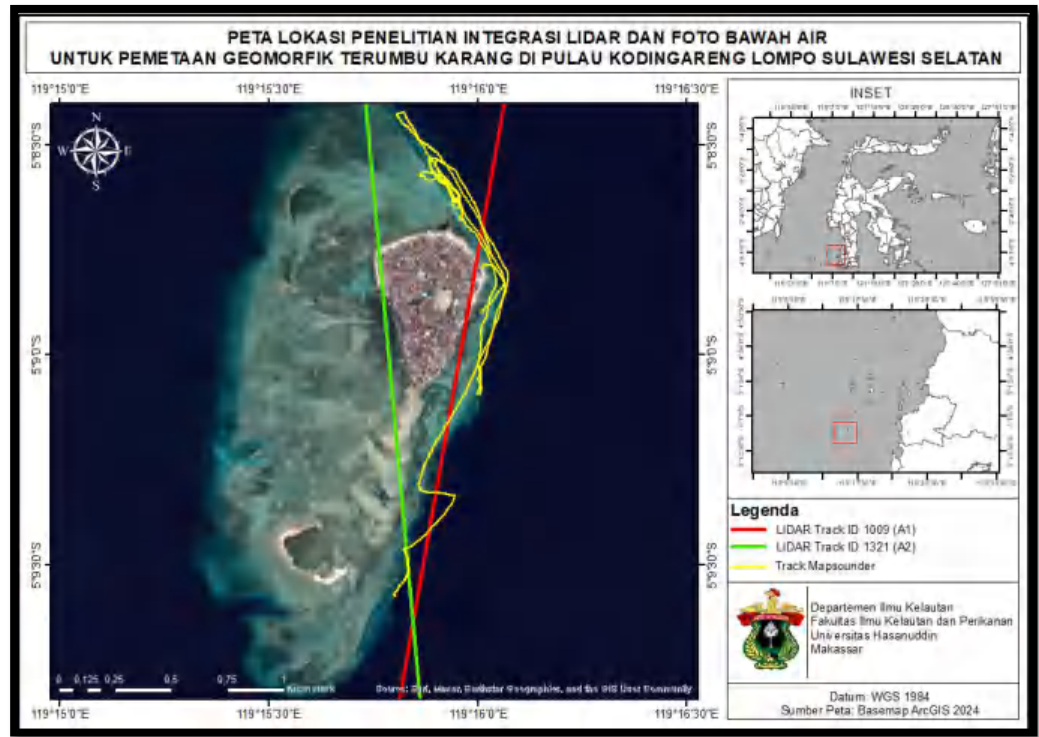
Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk menguji secara statistik keakuratan data LIDAR terhadap data *echosounder* dalam pemetaan batimetri dan geomorfik karang. Penelitian ini dapat memberikan informasi terkait kondisi fisik terumbu karang di Pulau Kodingareng Lompo.



BAB II
METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Agustus 2024 hingga Februari 2025. Tahapan penelitian dimulai dari telaah jurnal dan pustaka yang terkait dengan topik studi, penyusunan proposal yang mencakup pendahuluan dan metode, pengambilan data primer (lapangan) dan sekunder, pengolahan dan analisis data. Tahapan akhir adalah penyusunan bab hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, serta daftar pustaka. Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 19 Desember 2024 di Perairan Pulau Kodingareng Lompo, Kecamatan Kepulauan Sangkarrang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Peta lokasi studi diperlihatkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan sejumlah peralatan, seperti yang disajikan pada Tabel 1 dan digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.



Kegunaan	
nig	Untuk menyimpan dan menandai titik koordinat stasiun pengamatan

Kamera	Alat perekaman data untuk foto 2D saat melakukan pengambilan data bawah air
Perahu	Digunakan sebagai transportasi untuk melakukan tracking area pada Lokasi penelitian
Laptop	Digunakan sebagai perangkat untuk pengumpulan data dan mengakses software analisis data.
GPS Mapsounder	Sebagai alat mengukur kedalaman
Handrefractometer	Sebagai alat ukur salinitas perairan
Termometer	Sebagai alat ukur suhu perairan
Secchi disk	Sebagai alat ukur kecerahan perairan
Pipet tetes	Digunakan untuk mengambil cairan dengan volume tertentu
Alat tulis	Sebagai pencatat data yang terukur

Bahan yang digunakan, yaitu:

Tabel 2. Bahan penelitian

Alat	Kegunaan
Buku <i>Underwater</i>	Sebagai data <i>sheet</i> untuk pengambilan data dilapangan
Data Satelit ICESat-2	Digunakan sebagai data tiga dimensi berupa point cloud yang menggambarkan jarak atau elevasi dari objek yang dipindai, lebih fokus pada bentuk dan struktur fisik tanpa informasi warna.
Data pasang surut	Digunakan sebagai data koreksi untuk hasil pengukuran batimetri <i>echosounder</i> .
Kertas <i>tissue</i>	Sebagai alat untuk menyerap sisa air setelah penggunaan thermometer

2.3 Metode Penelitian

Metode pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan data satelit LIDAR dan Modifikasi metode *Underwater Photo Geotagging* (UPG) (**Gambar 2**). Metode UPG merupakan metode yang sering digunakan dengan tujuan untuk menentukan komunitas bentik di perairan dengan cara snorkeling dengan jalur tracking yang telah ditentukan. Ciri sebaran bentik dapat diketahui dengan mengklasifikasikan kondisi yang ada pada area studi. Kamera bawah air akan merekam gambar sepanjang jalur survei, menghasilkan data visual tentang kondisi terumbu ne, dan kondisi substrat di sekitarnya. (Roelfsema & Phinn, 2010). de UPG tersebut dimana pengambilan data dilakukan dengan kamera yang dilengkapi dengan housing bawah air dan juga GPS.



2.4 Prodedur Penelitian

2.4.1 Persiapan

Pada tahap awal persiapan, dilakukan kajian literatur untuk memperkuat landasan teori penelitian. Selain itu, dirumuskan masalah penelitian, disusun metodologi, serta disusun rencana penelitian dan persiapan alat serta bahan yang akan digunakan.

2.4.2 Penentuan Stasiun Penelitian

Penentuan area tracking dilakukan dengan mengikut jalur data LIDAR untuk lokasi Pulau Kodingareng Lompo. Koordinat tracking LIDAR di konversi ke format GPX dan kemudian di input ke alat *echosounder*.

2.4.3 Pengambilan Data LIDAR

Data satelit LIDAR ICESat-2 di unduh secara gratis dari situs <https://openaltimetry.earthdatacloud.nasa.gov/data/icesat2/>. LIDAR menghasilkan *photon* yang digunakan untuk mengukur perubahan elevasi permukaan bumi termasuk kedalaman laut pada daerah pesisir. Karakteristik lintasan (*track*) data *photon* yang digunakan untuk penelitian ini disajikan pada Tabel 3. Data *photon* ini selanjutnya di analisis agar dapat menampilkan kedalaman air dan ketinggian daratan Pulau Kodingareng lompo. Hasil analisis ini ditampilkan dalam bentuk *scatterplot* titik dua dimensi, sehingga terlihat pola profil batimeri terumbu karang, yang menggambarkan karakteristik geomorfik dasar laut. Validasi data ICESat-2 dilakukan dengan membandingkan profil geomorfik tersebut dengan profil batimetri hasil survei lapangan menggunakan *echosounder* (Selamat et. al., 2021).

Tabel 3. Jejak lintasan *photon* satelit LIDAR ICESat-2

Tanggal	Track ID	Ground Track	Panjang Track (m)	Kode
2018-12-03	1009	Gt3r	789	A1
2023-09-14	1321	Gt2l	190	A2

2.4.4 Pengambilan Data Lapangan

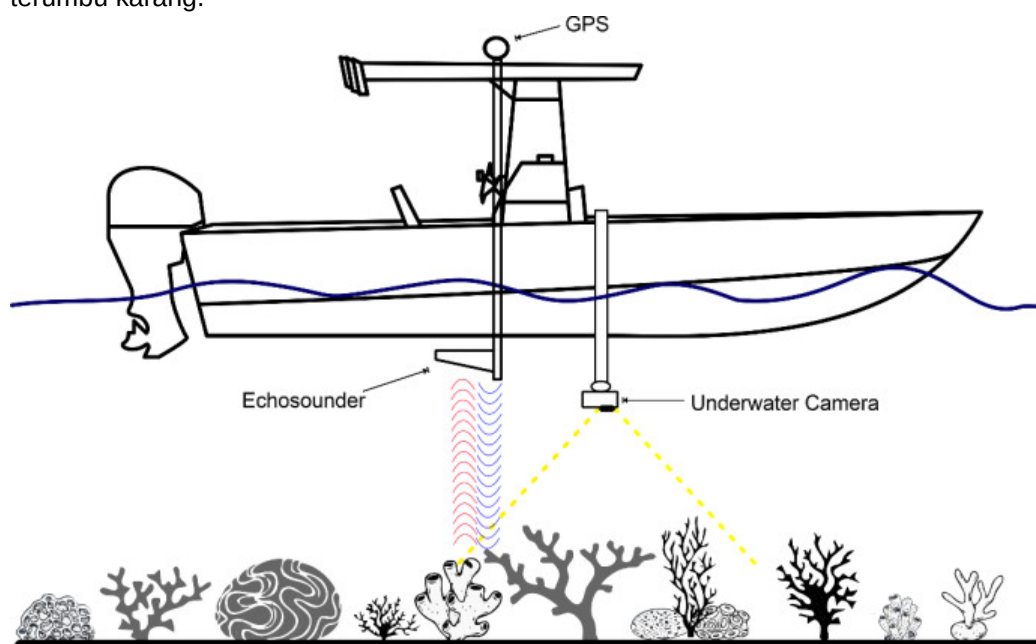
Pengukuran kedalaman perairan (batimetri) dilakukan dengan menggunakan alat instrumen pemeruman (*echosounder*) yang ditempatkan pada sisi perahu yang bergerak dengan kecepatan antara 3 hingga 5 knot. Jarak transducer *echosounder* ke permukaan air diatur hingga kedalaman 10 cm. Monitor *echosounder* diletakkan di atas kapal untuk mengamati nilai kedalaman pada tiap titik yang dilalui (**Gambar 2**). Data kedalaman yang telah direkam di lapangan, kemudian di unduh menggunakan aplikasi Basemap Garmin untuk selanjutnya diolah menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Pengolahan data ini at menampilkan profil batimetri dan geomorfik dalam bentuk dua air dikoreksi terhadap kedudukan transduser dan pengaruh pasang



nbilan data substrat bantik dilakukan dengan metode UPG ieotagging). Metode ini dilakukan dengan menempatkan kamera

digital compact dalam housing bawah air (Roelfsema & Phinn, 2010). Pemotretan substrat bentik sepanjang jalur survei yaitu sesuai dengan lintasan satelit ICESat-2.

Pemotretan dilakukan secara otomatis pada jeda waktu 3 detik, sehingga untuk setiap menit dapat dihasilkan sebanyak 20 foto yang berurutan posisi koordinatnya. Jarak aktual antar foto bergantung pada kecepatan perahu, yang dalam hal ini diupayakan bergerak dengan kecepatan konstan antara 2 hingga 3 knot. Kamera bawah air ini menghasilkan sejumlah besar foto dasar perairan sepanjang jalur survei, yang terdiri dari berbagai jenis substrat bentik seperti karang, lamun, alga dan abiotik (**Gambar 2**). Setelah pengambilan data selesai, foto-foto kamera bawah air diberikan koordinat georeferensi mengikuti track GPS dari *echosounder* sehingga menghasilkan foto geotagging. Foto geotagging ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi komponen bentik yang dominan menggunakan aplikasi CPCe. Selanjutnya foto foto ini kemudian diplot posisinya pada peta global menggunakan perangkat lunak GIS, memungkinkan analisis spasial dan pembuatan peta distribusi habitat bentik utamanya pada ekosistem terumbu karang.



Gambar 2. Ilustrasi Pengambilan Foto Geotagging dan Data Batimetri

Data pasang surut yang merupakan data sekunder, dikumpulkan dari BMKG Kota Makassar. Data pasang surut digunakan untuk melihat pasang tertinggi dan surut terendah pada saat pengambilan data lapangan dilakukan dan untuk koreksi data kedalaman hasil pengukuran *echosounder*.



epatan arus dilakukan secara insitu menggunakan layang-layang pengukuran dimulai dengan menghanyutkan layang-layang arus di enyalakan *stopwatch*. Arah arus ditentukan dengan menggunakan searah dengan tali layang-layang arus.. Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak 5 kemudian dicatat dan dimasukkan kedalam ung kecepatan arus (Tolok *et al.*, 2023):

$$V = \frac{S}{t}$$

Keterangan: V = kecepatan arus (m/s); S = jarak tempuh layang-layang arus (m); t = waktu tempuh layang-layang arus (s).

Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan *handrefractometer*. Sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan aquades. Air laut kemudian diteteskan pada prisma refraktometer digital, sedemikian sehingga dapat dibaca nilai salinitasnya pada skala yang tertera pada alat. Hasil pengukuran salinitas kemudian dicatat pada lembar data lapangan.

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan *thermometer* lapangan. *Thermometer* dicelupkan ke permukaan air laut, kemudian dibaca nilai skala suhu yang tertera pada alat tersebut. Selanjut data suhu dicatat pada lembar data lapangan.

Pengukuran kecerahan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pada setiap stasiun. Kecerahan diukur dengan menggunakan *secchi disk*. Mula-mula *secchi disk* diturunkan ke dalam kolom perairan, kemudian diamati secara visual dari atas perahu saat warna putih pada lempengannya tidak lagi terlihat. Jarak vertikal ini kemudian dicatat pada lembar data lapangan sebagai h1 dalam satuan meter (m). Berikutnya *secchi disk* diangkat secara perlahan hingga lempengannya kembali terlihat dan dicatat jarak vertikal sebagai h2. Nilai kecerahan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus (Jalil et al. dalam Bahar, 2015) berikut:

$$\%Kecerahan = \frac{\text{Panjang Tali Terukur (m)}}{\text{Nilai Kedalaman (m)}} \times 100\%$$

2.5 Pengolahan Data

Data *photon* satelit ICESat-2 diolah menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* agar dapat ditampilkan profil batimetri pada masing-masing jalur Track ID 1009 dan Track ID 1321. Jalur-jalur tersebut ditumpangstusun pada citra satelit multispektral (*Google Earth*) untuk mendapatkan gambaran distribusi titik *photon* di Pulau Kodingareng Lompo. Diketahui bahwa pulau ini memiliki bentangan terumbu karang dengan tipe *fringing reef* sehingga jalur satelit ICESat memotong pulau tersebut dari utara ke selatan. Dari keterangan data *photon* diketahui bahwa elevasi *photon* yang mewakili kedudukan laut rata-rata untuk Pulau Kodingareng Lompo berada pada elevasi elipsoid 53 meter. Mengikut penelitian yang dilakukan Selamat et. al. (2021) mengatakan bahwa, nilai elevasi ini dapat menjadi acuan untuk menghitung kedalaman perairan yang terdeteksi. Kedalaman *photon* yang berasal dari bawah permukaan air dapat diperoleh dari pengurangan nilai acuan ke nilai elevasi *photon* di titik-titik tertentu di bawah elevasi



am yang dapat dideteksi oleh altimetri LIDAR di Pulau Kodingareng
kedua jalur. Hasil hitungan ini kemudian ditampilkan dalam bentuk

yang berasal dari hasil pemeruman *echosounder* digunakan untuk
edalaman yang paralel dengan jalur satelit. Sebelumnya dilakukan
cer dengan menggunakan data kedudukan *transducer* terhadap

permukaan air. Adapun untuk memperoleh nilai kedalaman terkoreksi diperlukan juga nilai *Mean Sea Level* (MSL) dari data pasang surut:

$$MSL = \frac{\sum_{i=0}^{39} (T \times F)}{\sum_{i=0}^{39} F} \times 100\%$$

Keterangan: MSL = *Mean Sea Level*; T = Rata-rata bacaan rambu pasut; Faktor pengali.

Setelah itu mencari nilai kedalaman yang terkoreksi dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$d = D^u - T_{MAS} + MSL$$

Keterangan: d = kedalaman terkoreksi; kedalaman terukur; D^u = kedalaman terukur; T_{MAS} = tinggi muka air; MSL = *Mean Sea Level*.

Koreksi Draft Transducer:

$$D = d + K_{dt}$$

Keterangan: D = Draft Transducer; K_{dt} = Kedalaman Transducer di perairan

Foto geotagging yang telah diklasifikasikan jenis bentik dominannya kemudian dikelompokkan untuk melihat persentase tutupan bentik. Klasifikasi tipe bentik mencakup enam kategori yaitu karang keras (*hard coral*), makroalga, lamun, pasir, *rubble* dan air (substrat dasar tidak tampak dari hasil foto) (Habibi et. al., 2007). Proses ini bertujuan untuk memahami distribusi dan komposisi bentik di area penelitian, sehingga dapat memberikan informasi rinci mengenai kondisi bentik utamanya pada ekosistem terumbu karang.

Perbandingan data kondisi terumbu karang dilakukan berdasarkan analisis foto bawah air. Nilai persentase tutupan kategori untuk setiap foto dihitung dengan menggunakan rumus (Giyanto et al., 2010) sebagai berikut.

$$\% \text{ Tutupan Kategori} = \frac{\text{Jumlah Titik Kategori Tersebut}}{\text{Banyaknya Titik Acak}} \times 100\%$$

Klasifikasi dan perhitungan tutupan kategori bentik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CPCe. Penggunaan CPCe (*Coral Point Count with Excel extensions*) dalam analisis foto UPT (*Underwater Photo Transect*) merupakan metode yang efektif untuk menilai kondisi terumbu karang secara kuantitatif. CPCe memungkinkan peneliti atau praktisi untuk menganalisis foto bawah air dengan menandai titik-titik acak pada gambar dan mengidentifikasi jenis substrat atau organisme yang terdapat di setiap titik. Selanjutnya kondisi terumbu karang ditentukan dengan menggunakan kriteria baku kerusakan terumbu karang yang ditetapkan berdasarkan kondisi terumbu karang yang hidup (Kep.MENLH No. 4 Tahun 2001)



Tabel 4. Kategori kondisi terumbu karang

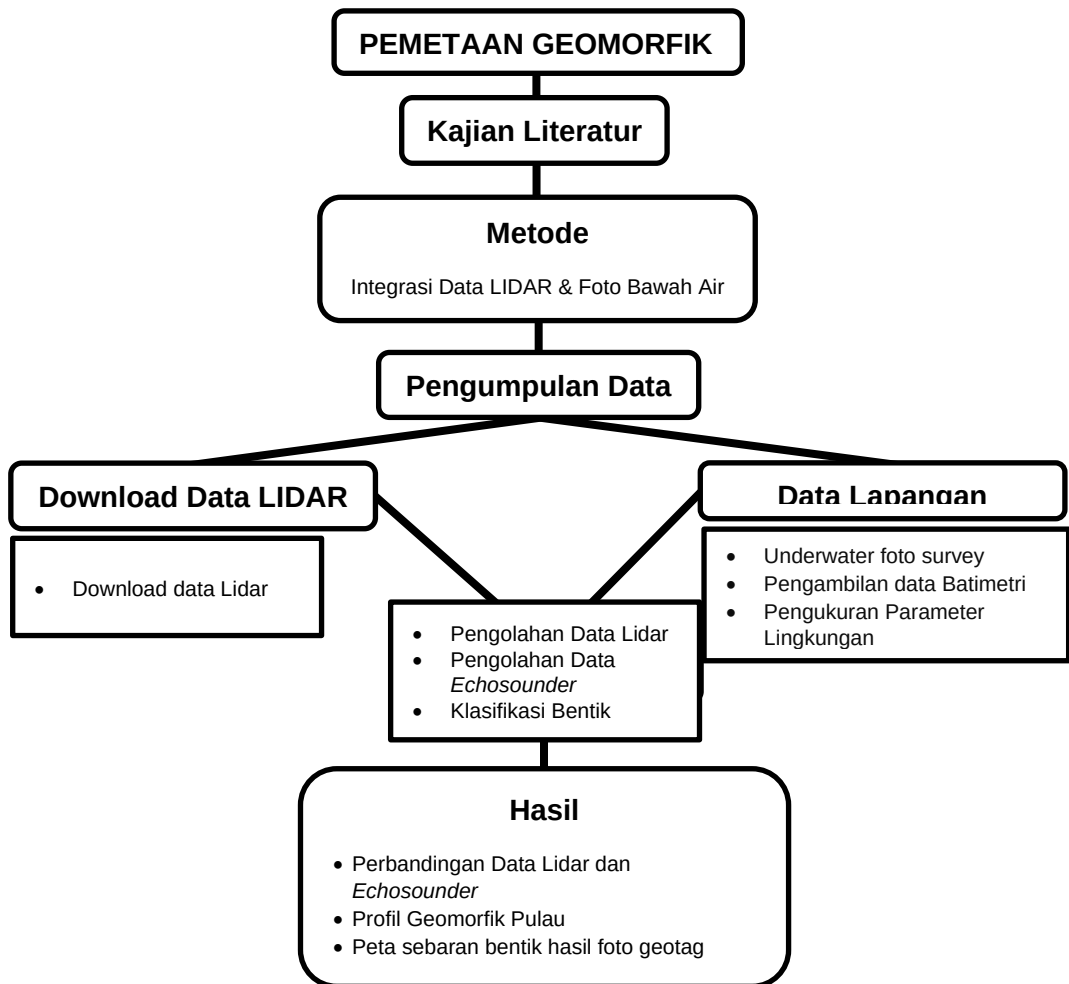
Kondisi Kategori Terumbu Karang	Persentase Tutupan (%)
Buruk	0 - 24,9
Sedang	25 - 49,9
Baik	50 - 74,9
Baik Sekali	75 - 100

Kecendrungan (*trend*) hubungan antara variabel bebas dan tidak bebas pada suatu diagram pencar, dapat diperjelas dengan menggambarkan garis regresi linear. Garis ini memiliki persamaan $Y=aX+b$, di mana a adalah koefisien kemiringan (*slope*) yang menunjukkan besarnya perubahan Y untuk setiap perubahan satu unit X , dan b adalah intercept yang menunjukkan nilai Y ketika $X = 0$. Selain itu, koefisien korelasi (r) dihitung untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara X dan Y . Nilai r berkisar antara -1 hingga 1, di mana nilai mendekati 1 atau -1 menunjukkan hubungan yang kuat, sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak ada. Untuk lebih memastikan signifikansi hubungan antara kedua variabel, kemudian dilakukan uji signifikansi menggunakan uji T berpasangan. Uji ini bertujuan untuk menentukan apakah perbedaan rata-rata antara dua set data yang berpasangan (dalam hal ini, data dari *photon* dan *echosounder*) signifikan secara statistik. Nilai *p-value* juga perlu dipastikan apakah *photon* dan *echosounder* memiliki perbedaan dalam signifikansinya, dengan standar signifikansi adalah 0.05.



2.6 Diagram Alir Penelitian

Gambaran sistematis proses pemetaan geomorfik yang mengintegrasikan data LIDAR (*Light Detection and Ranging*) dan foto bawah air disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

