

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengukuran kedalaman dasar laut di wilayah pesisir (coastal area) menjadi tantangan tersendiri dalam studi Oseanografi. Metode akuisisi data menggunakan batimetri tradisional dengan *singlebeam* atau *multibeam echosounder* memiliki berbagai keterbatasan. Meskipun sistem akustik tradisional memberikan resolusi yang lebih tinggi, proses akuisisi yang memakan waktu dapat menghambat pembentukan data komprehensif yang meliputi area besar dalam periode waktu singkat. Keterlambatan dalam akuisisi data ini tidak hanya membatasi pengukuran kedalaman dasar laut secara tepat waktu tetapi juga menghambat potensi pengambilan keputusan yang cepat dalam pembangunan dan perencanaan regional. Metode alternatif untuk mendapatkan kedalaman laut tidak hanya akan berkontribusi pada akuisisi data yang efisien tetapi juga mendukung praktik pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan di wilayah tersebut.

Perairan Belawan berada di dalam wilayah Kotamadya Medan yang terletak ± 27 km dari Pusat Kota, yang mana juga terletak di Muara Sungai Belawan. Terdapat pelabuhan Belawan yang merupakan Pelabuhan terbesar di Indonesia setelah Tanjung Priok dan Tanjung Perak. Hal ini menjadikan survei batimetri di Perairan Belawan sangat penting karena informasi batimetri dapat digunakan untuk dasar penelitian, seperti pada dinamika pantai, sebagai operasi kelautan seperti kabel komunikasi bawah laut, atau untuk menyediakan peta navigasi yang akurat untuk keselamatan pelayaran.

Kondisi Perairan Dangkal Belawan yang kaya akan sedimen menambah permasalahan dalam aspek ekologis dan lingkungan. Akumulasi sedimen di wilayah Perairan Dangkal Belawan menyebabkan perubahan habitat yang berdampak pada flora dan fauna laut, menghambat alur pelayaran kapal di area sekitar pelabuhan, serta berpengaruh terhadap infrastruktur pesisir. Selain itu, terdapat perubahan dinamika di dekat pantai yang disebabkan oleh faktor-faktor terkait perubahan iklim sehingga menyebabkan risiko abrasi pantai, perubahan kualitas air, dan kerentanan ekosistem pantai. Menyadari interaksi antara data batimetri, dinamika sedimen, dan faktor lingkungan menjadi sangat penting untuk

mengembangkan pemahaman menyeluruh tentang tantangan di Perairan Dangkal Belawan. Selain itu, dengan mempertimbangkan keterbatasan metode tradisional, teknologi penginderaan jauh muncul sebagai opsi yang layak untuk mendapatkan quick data di daerah yang mana pengukuran in-situ sulit dilakukan. Teknologi ini menawarkan keuntungan akuisisi data yang cepat untuk wilayah luas.

Estimasi kedalaman dasar laut perairan dangkal menggunakan teknologi penginderaan jauh sebelumnya telah dikaji dalam berbagai penelitian. Salah satunya adalah Santos (2022) yang menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) pada citra SAR untuk mendapatkan data batimetri perairan dangkal. Selain itu terdapat metode *Liqui-InSAR* yang menggunakan *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR). Metode ini telah dikaji oleh Julzarika (2021) dengan menggabungkan algoritma Bragg, Alpers dan Henning, Volterra, Bruschi dan Pererira. Perairan belawan yang memiliki gelombang laut yang tidak terlalu kuat dan kondisi arus laut tenang telah memenuhi kondisi untuk membangkitkan gelombang swell yang digunakan untuk mendapatkan data *Backscatter* dari citra satelit. Pada penelitian ini akan menggunakan kedua metode tersebut untuk mendapatkan kedalaman perairan laut dangkal Belawan.

Mengukur kedalaman Perairan Dangkal Belawan merupakan hal yang mendesak karena letaknya yang strategis sebagai salah satu pelabuhan utama di Indonesia. Selain itu, ekologi Perairan Belawan yang kaya akan sedimen menimbulkan ancaman terhadap kehidupan laut, navigasi kapal, dan struktur pesisir. Menyadari keterbatasan metode tradisional *echosounding*, teknologi penginderaan jauh akan digunakan. Meskipun memiliki akurasi yang lebih rendah, efisiensi dalam akuisisi data skala besar sangat penting untuk mengatasi tantangan lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan citra SAR dengan metode FFT dan *Liqui-InSAR* untuk menghasilkan model batimetri. Setelah model dibentuk, dilanjutkan dengan evaluasi model terhadap data in-situ untuk menentukan efektivitas dari kedua metode di Perairan Belawan. Hasil dari penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan serta menawarkan solusi terhadap tantangan lingkungan dan navigasi di wilayah tersebut.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana analisis hasil estimasi kedalaman dasar laut Perairan Belawan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dari citra *Synthetic Aperture Radar* Sentinel-1A?
2. Bagaimana analisis hasil estimasi kedalaman dasar laut Perairan Belawan menggunakan metode *Liqui-InSAR* dari citra *Synthetic Aperture Radar* Sentinel-1A?
3. Bagaimana analisis ketelitian hasil pemodelan kedalaman dasar laut Perairan Belawan di~~Band~~ingkan dengan kedalaman hasil survei batimetri Perairan Belawan?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui analisis hasil estimasi kedalaman dasar laut Perairan Belawan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dari citra *Synthetic Aperture Radar* Sentinel-1A.
2. Untuk mengetahui analisis hasil estimasi kedalaman dasar laut Perairan Belawan menggunakan metode *Liqui-InSAR* dari citra *Synthetic Aperture Radar* Sentinel-1A.
3. Untuk mengetahui analisis ketelitian hasil pemodelan kedalaman dasar laut Perairan Belawan di~~Band~~ingkan dengan kedalaman hasil survei batimetri Perairan Belawan.

Sedangkan manfaat penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Aspek Keilmuan
Penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap berbagai macam riset di bidang penginderaan jauh dan penerapannya dalam menyajikan informasi mengenai morfologi dasar laut.
2. Aspek Kerekayasaan
Penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan untuk mengestimasi morfologi dasar laut menggunakan teknik penginderaan jauh. Teknik tersebut diharapkan dapat menjadi pilihan yang low cost, hemat waktu, dan hemat biaya. Selain itu dapat digunakan sebagai bahan

pertimbangan dalam pembentukkan rencana pembangunan maupun pemanfaatan wilayah perairan.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Penetapan batas wilayah laut penelitian berdasarkan wilayah alur pelayaran Perairan Belawan yang ditetapkan dalam Permenhub Tahun 2012.
2. Data penelitian yang digunakan adalah citra satelit Sentinel-1A dengan mode akuisisi IW (*Interferometric Wide*) dan polarisasi VV dengan rentang akuisisi tahun 2020 – 2022 GMT+7. Level data yang digunakan adalah level 1.0 untuk citra *Single Look Complex* dan level 1.5 untuk citra *Ground Range Detected*.
3. Estimasi morfologi dasar laut perairan dangkal menggunakan data citra radar Sentinel-1A dengan membandingkan metode *Fast Fourier Transform* dan *Liqui-InSAR*.
4. Analisis ketelitian hasil pengolahan menggunakan data batimetri dari pengukuran *echosounding* berbasis kombinasi data *singlebeam* dan *multibeam*.

I.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

I.5.1 Wilayah Penelitian

Perairan Belawan berada di dalam wilayah Kotamadya Medan yang terletak ± 27 km dari Pusat Kota yang juga terletak di Muara Sungai Belawan. Pelabuhan Belawan merupakan Pelabuhan terbesar di Indonesia setelah Tanjung Priok dan Tanjung Perak. Area pelabuhan Belawan dimulai dari daerah Tanjung Betung Camar di Utara dan memanjang mengikuti garis pantai hingga muara sungai Belawan dan Sungai Deli. Pelabuhan Belawan terletak pada $98^{\circ} 42''$ BT dan $3^{\circ} 47''$ LU pada semenanjung yang dibatasi sungai Belawan dibagian Utara dan sungai Deli di Selatan (PELINDO, 2020).

I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian

1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang penelitian yang dilakukan diantaranya adalah perangkat keras (*hardware*) berupa laptop dan perangkat lunak (*software*). Perangkat yang dibutuhkan meliputi:

1. Laptop

Tipe Laptop : Lenovo IdeaPad Slim 3
Sistem Operasi : Windows 10 Home Single Language
Tipe Sistem : 64-bit Operating System
Tipe Processor : Intel Core i5-1135G7
Grafis : Intel IRIS Xe Graphics
Kapasitas RAM : RAM 8GB

2. SNAP Sentinel digunakan untuk pengolahan *pre-Processing* citra Sentinel-1A GRDH dan proses pembentukan interferogram citra Sentinel-1A SLC.
3. Anaconda dan Jupyter Notebook digunakan dalam proses pengolahan dan analisis citra Sentinel-1A dengan metode *Fast Fourier Transform*.
4. OriginPro digunakan untuk mengolah data arus laut permukaan dengan format NetCDF.
5. ArcGIS digunakan untuk proses identifikasi garis pantai (*shoreline*) dan pengolahan algoritma Liqui-InSAR.

2. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel I-1**.

Tabel I-1 Data Penelitian

No	Nama Data	Waktu Akuisisi	Keterangan
1	Data garis pantai Perairan Belawan	2022	Data garis pantai Perairan Belawan yang didapat melalui geoservices.big.go.id . Data garis pantai ini merupakan data pemutakhiran tahun 2022 berdasarkan data penetapan Garis Pantai 2021 yang telah dipetakan oleh Pusat PKLP. Skala peta adalah 1:50.000.

Tabel I-1 Data Penelitian (Lanjutan)

No	Nama Data	Waktu Akuisisi	Keterangan
2	Data batimetri Perairan Belawan	2021	Data batimetri diambil dari data Badan Informasi Geospasial. Merupakan data kedalaman laut yang diakuisisi menggunakan metode <i>echosounding</i> . Data diperoleh melalui https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas
3	Data Arus Laut Permukaan	2021	Data diperoleh melalui Global Ocean Physics Analysis and Forecast oleh Marine Data Copernicus (data.marine.copernicus.eu). Sistem analisis dan prakiraan laut global Operational Mercator pada 1/12 derajat menyediakan prakiraan laut global 3D selama 10 hari yang diperbarui setiap hari.
4	Citra Sentinel-1A	2020 - 2022	Data citra Sentinel-1A diunduh melalui website Copernicus Open Access Hub dengan mode akuisisi IW (<i>Interferometric Wide</i>) dan polarisasi VV. Resolusi spasial yang dimiliki adalah resolusi 10 meter. Level data yang digunakan adalah level 1.0 untuk citra <i>Single Look Complex</i> dan level 1.5 untuk citra <i>Ground Range Detected</i> .
5	DEMNAS Kota Medan	2018	Dibangun menggunakan beberapa data diantaranya data IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi resampling 5m dari resolusi asli 5-10 m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11.25 m), dengan menambahkan data <i>mass point</i> yang digunakan dalam pembuatan peta Rupabumi Indonesia (RBI). Resolusi spasial DEMNAS adalah 0.27-arcsecond, dengan menggunakan datum vertikal EGM2008. Data didapat melalui https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/demnas

I.6 Metodologi Penelitian

I.6.1 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian pada penelitian ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan diantaranya:

1. Tahapan Persiapan

Melakukan persiapan sebelum dimulainya penelitian. Persiapan tersebut terdiri atas persiapan alat, baik perangkat lunak maupun perangkat keras, dan persiapan data-data yang dibutuhkan.

2. Tahapan Pengolahan Data

Data-data yang telah dikumpulkan akan diolah pada tahap ini menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras yang telah ditetapkan. Pada tahap pengolahan akan digunakan metode tertentu untuk mencapai hasil yang dapat menjawab hipotesis penelitian.

3. Tahapan Hasil dan Analisis Data

Hasil dari pengolahan kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah hasil tersebut dapat mendukung atau menolak hipotesis penelitian.

4. Tahapan Validasi Data

Tahap validasi bertujuan untuk memastikan bahwa hasil pengolahan memiliki tingkat akurasi dan ketepatan yang masih memenuhi batas toleransi.

I.6.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar I-4**.

I.7 Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan laporan penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai struktur laporan agar lebih jelas dan terarah. Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Memaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan tugas akhir, dan kerangka berpikir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memaparkan referensi penelitian sebelumnya serta kajian pustaka yang membantu dan mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan metode secara rinci yang akan digunakan mulai dari persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, penyajian data sampai pembuatan laporan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

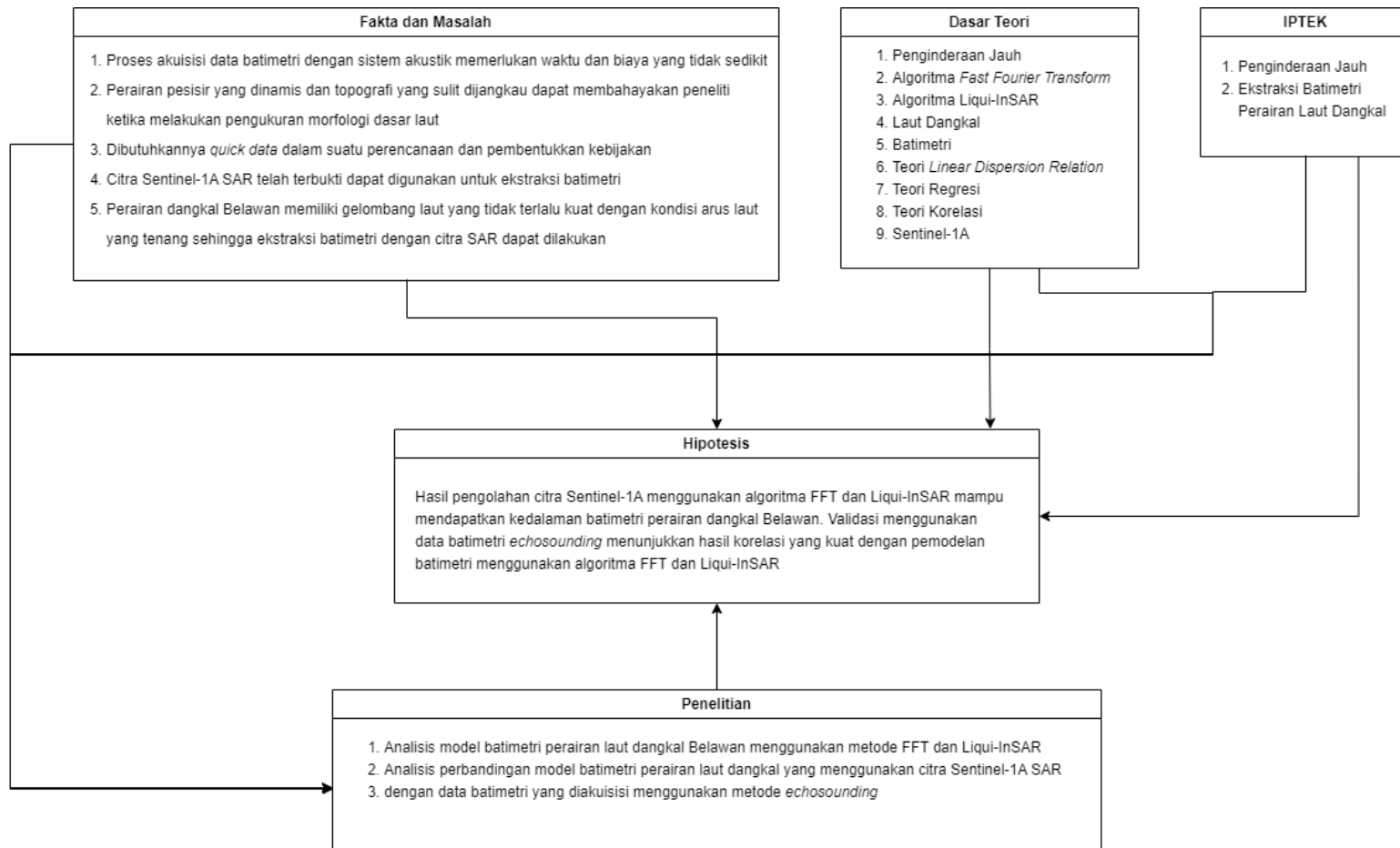
Membahas mengenai hasil dari penelitian dan menjelaskan analisis dari penelitian tersebut.

BAB V SIMPULAN SARAN

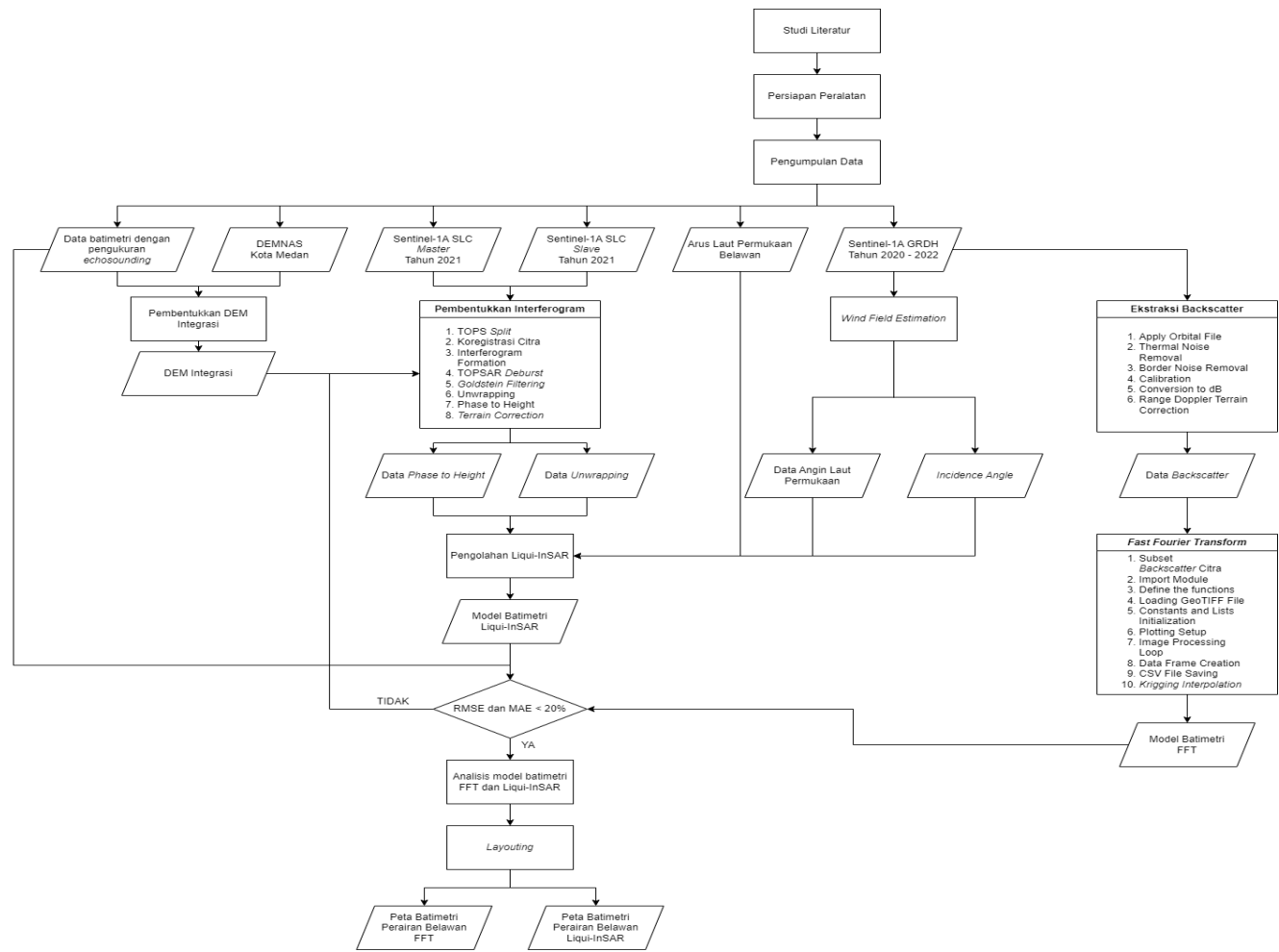
Berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat digunakan untuk peneliti selanjutnya agar lebih baik dalam melaksanakan penelitian.

I.8 Skema Kerangka Berpikir

Skema kerangka berpikir penelitian dapat dilihat pada **Gambar I-3**.



Gambar I-3 Skema Kerangka Berpikir



Gambar I-4 Metodologi Penelitian