

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jawa Tengah secara fisiografi terdiri atas tujuh zona yaitu zona Gunung Api Kuarter, zona pusat depresi Jawa, zona depresi tengah dan Randublatung, Antiklinorium Rembang – Madura, Antriklonorium Bogor – Serayu Utara – Kendeng, Pegunungan Selatan, dan Dataran Aluvial Pantai Utara Jawa (Van Bemmelen, 1970). Masing-masing zona memiliki karakter tersendiri akibat adanya aktivitas tektonik maupun vulkanik. Zona Dataran Aluvial Pantai Utara Jawa memiliki bentuk cukup unik, terlebih pada garis pantai yang melekuk jauh ke arah selatan mulai dari wilayah Cirebon hingga Semarang kemudian kembali berbelok ke utara di perbatasan Semarang – Demak. Salah satu hal yang menarik ada pada daerah batas lekukan bagian timur, sebelah selatan Gunung Muria diduga merupakan selat yang mengalami sedimentasi dari Sungai Serang dan Sungai Tuntang sehingga berubah menjadi daratan.

Sedimentasi menyatukan pulau kecil yang berisi Gunung Muria dengan Pulau Jawa. Kajian antropologi yang dilakukan De Graaf dan Pigeaud (1985) menyatakan bahwa Gunung Muria sebelum abad ke 17 terpisah dari Pulau Jawa. Penelitian tersebut didukung dengan sejarah kejayaan Kerajaan Demak yang terjadi karena pusat kerajaan sangat dekat dengan selat sebagai pelabuhan sehingga menguntungkan baik dari segi perdagangan maupun pertanian. Sejarah juga mengatakan bahwa runtuhnya Kerajaan Demak salah satunya diakibatkan oleh kehilangan jalur transportasi perdagangan dunia dikarenakan adanya sedimentasi yang menghilangkan Selat Muria (Rukayah et al., 2023; Husein et al., 2016). Selanjutnya, bukti-bukti adanya Selat Muria diantaranya ditemukan batuan yang kaya akan karbonat dan fosil moluska laut berumur 38710 – 3294 tahun (Aisyah et al., 2017) (Hartoko et al., 2014). Berdasarkan hasil peta geohidrologi, pengeboran, dan geolistrik ditemukan adanya sedimen pasir dan lempung pada kedalaman 4,5 – 10 m yang merupakan bekas dasar dari Sungai Tuntang. Dengan kedalaman tersebut maka, sungai dapat dilalui oleh kapal dagang (Punto et al., 2021).

Penelitian geofisika, khususnya metode gravitasi, telah dilakukan untuk mempelajari struktur bawah permukaan Semenanjung Muria. Penelitian oleh Anisa et al (2018) menggunakan data satelit dari BGI menunjukkan bahwa keberadaan Selat Muria berhubungan dengan adanya sedimentasi yang ditandai dengan persebaran batuan dengan densitas relatif rendah. Sedimentasi membentuk cekungan dengan densitas batuan 2 gram/cm³ hingga 2,35 gram/cm³. Kusuma (2011) melakukan penelitian di daerah Semenanjung Muria menggunakan data topex dengan analisis SVD dan *forward modelling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah Semenanjung Muria terdiri atas batuan lava basalt dengan densitas 2,4 gram/cm³, batuan tuff dengan densitas 2,43 gram/cm³, dan batu gamping pasir berlempung dengan densitas 2,5 gram/cm³. Indriana (2019) melakukan pemisahan anomali Bouguer dan didapatkan bahwa daerah sedimentasi terintegrasi dengan anomali residual yang rendah yang diindikasikan sebagai batuan dengan densitas rendah. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Balulu (2011) menggunakan data gravitasi yang diambil secara langsung. Hasilnya, kondisi geologis Semenanjung Muria dikontrol oleh aktivitas vulkanik dari Gunung Muria yang mengalami robahan.

Berdasarkan informasi dari penelitian yang telah dilakukan mengenai keberadaan Selat Muria sebelum Periode Kuartar, metode gravitasi baik pengukuran secara langsung maupun melalui satelit, mampu mengidentifikasi struktur bawah permukaan. Namun, penelitian sebelumnya belum mendapatkan gambaran yang komprehensif dikarenakan keterbatasan pengolahan dan analisis data yang dilakukan. Penelitian terdahulu masih menggunakan metode tunggal yang kerap mengalami bias dalam interpretasi. Selain itu, pengukuran gravitasi secara langsung memiliki keterbatasan dalam cakupan wilayah, efisiensi waktu, dan keamanan (Aminu et al., 2024). Pengukuran gravitasi satelit juga seringkali memiliki keterbatasan dalam hal sensitivitas dikarenakan nilai gravitasi yang didapatkan merupakan hasil perhitungan matematis terhadap model bumi yang sebenarnya (Arisbaya, 2019; Bramanto et al., 2021).

Penelitian ini akan menggunakan data gravitasi *airborne*, yaitu data gravitasi yang diambil melalui pesawat yang dilengkapi dengan gravimeter.

Penggunaan data gravitasi *airborne* di wilayah Semenanjung Muria belum pernah dilakukan sebelumnya. Data gravitasi *airborne* digunakan karena memungkinkan untuk daerah penelitian yang luas dan dapat mengakses ke area yang sulit dijangkau seperti hutan dan pegunungan (Akinlalu, 2021). Data gravitasi *airborne* juga efektif dari segi waktu karena dapat dilakukan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan data gravitasi darat (Syafnur, 2019). Data gravitasi *airborne* termasuk ke dalam data gravitasi terrestrial karena pengukuran dilakukan secara langsung dan menggambarkan keadaan sebenarnya. Beberapa manfaat dari gravitasi *airborne* adalah untuk membuat pemetaan geologi. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa gravitasi *airborne* dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan, kelurusan geologi, dan kedalaman basement, serta digunakan untuk delineasi sesar (Harcourt, 2020; Eke et al., 2022; Indriyani et al., 2023).

Data gravitasi *airborne* merupakan superposisi dari medan gravitasi dengan kedalaman yang berbeda-beda. Medan gravitasi pada kedalaman dangkal disebut anomali residual, sedangkan medan gravitasi pada kedalaman yang lebih dalam disebut anomali regional. Penelitian ini akan mengembangkan transformasi *wavelet* untuk memisahkan anomali regional dan residual. Transformasi *wavelet* merupakan *tools* analisis waktu dan frekuensi yang bekerja dengan cara mengubah sinyal ke dalam berbagai bentuk *wavelet* basis. Beberapa waktu terakhir, transformasi *wavelet* digunakan untuk analisis geofisika seperti menentukan kedalaman anomali gravitasi untuk menggambarkan struktur bijih dan proses mineralisasi, serta menentukan struktur kerak di zona patahan (Yang dan Li, 2023; Wang et al., 2022; Kalashnikov et al., 2024).

Selanjutnya, pemodelan bawah permukaan tanah akan dilakukan menggunakan pemrograman SimPEG (*Simulation and Parameter Estimation in Geophysics*) untuk mendapatkan distribusi densitas. Pemrograman SimPEG merupakan pemrograman berbasis Python yang membagi elemen-elemen bumi kedalam beberapa vokal agar model yang didapatkan lebih detail. SimPEG dipilih karena memiliki kelebihan diantaranya menerapkan *finite volume tools* yang memungkinkan data diolah melalui perbedaan dimensi dan diskrit (Doyoro et al.,

2022). Selain itu, SimPEG memiliki alur inversi yang detail sehingga model yang dihasilkan lebih baik. Pemodelan yang akan digunakan termasuk ke dalam *inverse modelling*. Penelitian sebelumnya menunjukkan SimPEG dapat melakukan pemodelan untuk survei gravitasi dan magnetik untuk menentukan struktur bawah permukaan (Camacho et al., 2024; Mrlina dan Beranek, 2024; Luthfian et al., 2023).

Penelitian ini juga menggunakan data magnetik EMAG2V-3 untuk memberikan gambaran struktur geologi yang lebih komprehensif. Ascanio and Alvarez (2024) mengungkapkan bahwa untuk memperoleh gambaran struktur litologi yang cukup akurat, penelitian dilakukan dengan menggabungkan antara data gravitasi dan magnetik. Integrasi dari kedua data ini dapat digunakan untuk menggambarkan geometri struktur bawah permukaan (Pham et al., 2023; Alrafaee et al., 2022; Frey et al., 2021). Metode ini dirasa relevan dengan kondisi geologi sekitar yang didominasi oleh batuan vulkanik dan sedimen (Amir et al., 2021). Selain itu, metode gravitasi dan magnetik juga dapat digunakan untuk survei skala lokal dan regional. Kedua data ini dipilih karena daerah penelitian yang luas sehingga metode pengambilan data di pesawat menjadi jauh lebih efektif (Mclean et al., 2024). Kedua data tersebut dipilih karena sensitif terhadap variasi lateral dari diskontinuitas lapisan sedimen (Osagie et al., 2021; Acosta et al., 2023; Saada et al., 2021).

Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi struktur litologi bawah permukaan daerah Semenanjung Muria menggunakan integrasi dari data gravitasi dan magnetik. Kombinasi kedua data ini akan memberikan perspektif yang lebih komprehensif dan akurat dibandingkan menggunakan metode tunggal. Data gravitasi akan memberikan informasi variasi densitas bawah permukaan. EMAG2-V3 akan memberikan informasi sifat kemagnetan batuan berdasarkan nilai suseptibilitas. Melalui integrasi kedua data ini tidak hanya meningkatkan resolusi dan ketelitian, akan tetapi menyediakan wawasan baru mengenai karakteristik geologi Selat Muria yang belum pernah diketahui melalui sifat variasi densitas dan suseptibilitas secara bersamaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengembangan transformasi *wavelet* untuk pemisahan anomali gravitasi *airborne*?
2. Bagaimana nilai anomali Bouguer dan anomali magnetik pada daerah Semenanjung Muria?
3. Bagaimana persebaran densitas dan suseptibilitas batuan bawah permukaan daerah Semenanjung Muria?
4. Bagaimana hubungan antara data gravitasi *airborne* dan EMAG2-V3 dalam menentukan struktur bawah permukaan Semenanjung Muria?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan dan mengimplementasikan program berbasis *wavelet* untuk memisahkan anomali regional dan residual data gravitasi di daerah Semenanjung Muria.
2. Menganalisis persebaran anomali Bouguer dan sifat kemagnetan di daerah Semenanjung Muria.
3. Memetakan distribusi densitas dan suseptibilitas bawah permukaan Semenanjung Muria menggunakan pemrograman SimPEG dan ZondGM3D.
4. Mengetahui keterkaitan antara data gravitasi *airborne* dan EMAG2-V3 dalam menentukan struktur bawah permukaan Semenanjung Muria.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak. Informasi berupa struktur bawah permukaan dari daerah Semenanjung Muria diharapkan dapat bermanfaat bagi pihak yang akan membangun infrastruktur di daerah tersebut. Langkah-langkah pengolahan data dan metode yang digunakan diharapkan dapat memberikan gambaran bagi akademisi dan peneliti untuk mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang geofisika.

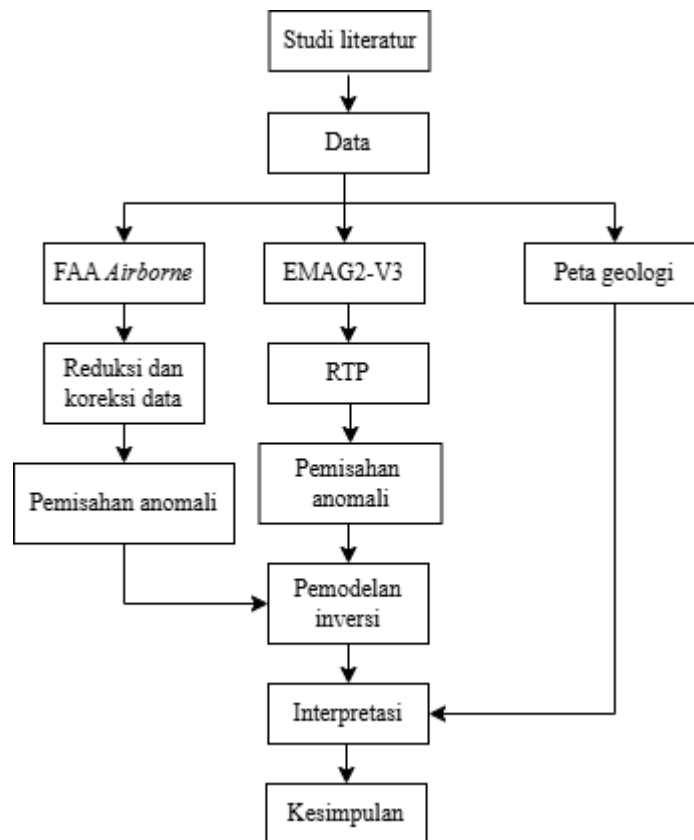
1.5 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian:

1. Daerah penelitian yaitu Semenanjung Muria dengan koordinat Zona 49S, 440000 mE – 530000 mE dan 9220000 mN – 9290000 mN ($110,466^{\circ}$ BT – $111,267^{\circ}$ BT dan $7,004^{\circ}$ LS – $6,381^{\circ}$ LS).
2. Data yang digunakan adalah gravitasi *airborne* dan data magnetik EMAG2-V3.
3. Hasil penelitian akan memuat informasi mengenai persebaran densitas dan suseptibilitas bawah permukaan, identifikasi litologi, sesar lokal, dan pemodelan Selat Muria Purba.

1.6 Kerangka Penelitian

Gambar 1.1 berikut merupakan diagram alur dari penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 1.1. Kerangka Penelitian