

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertahanan nasional adalah salah satu pilar utama dalam menjaga pertahanan dan kedaulatan sebuah negara. Ancaman separatisme merupakan salah satu tantangan serius yang telah mengguncang banyak negara di seluruh dunia. Ancaman ini tidak hanya merusak pertahanan masyarakat, tetapi juga mempengaruhi stabilitas politik, sosial, dan ekonomi suatu negara. Ancaman separatism memiliki berbagai bentuk, mulai dari serangan bom, penyanderaan, hingga upaya untuk merusak infrastruktur kritis. Kelompok separatis memiliki kemampuan untuk beroperasi dalam skala kecil hingga skala besar, dan mereka sering menggunakan taktik dan strategi yang sulit diidentifikasi oleh pihak berwenang (Yuliyanto et al., 2021). Oleh karena itu, pertahanan nasional harus mampu mengidentifikasi, mencegah, dan menanggapi ancaman separatisme dengan cepat dan efektif. Salah satu tantangan utama dalam menghadapi ancaman separatisme adalah kemampuan untuk mengidentifikasi dan menggagalkan upaya separatis sebelum mereka dapat melancarkan serangan.

Ancaman separatisme tidak hanya mencakup pelaksanaan serangan fisik, tetapi juga mencakup strategi penyelundupan dan penyimpanan senjata yang digunakan oleh kelompok separatis (Tin et al., 2021). Salah satu taktik yang sering digunakan oleh separatis adalah menyembunyikan senjata dan bahan-bahan berbahaya di dalam tanah atau tempat-tempat tersembunyi lainnya. Teknik sembunyi ini sebenarnya bukan hal baru. Sejak zaman prasejarah gua digunakan sebagai tempat berlindung dan ruang penyimpanan. Manusia telah menyadari pentingnya memiliki tempat yang aman dan tersembunyi untuk menyimpan senjata, alat, dan perlengkapan penting (Agnolin, 2021)

Perilaku manusia akan rasa aman ini melatarbelakangi adanya teknik penyembunyian di bawah tanah. Salah satu contoh adalah bunker Jepang di Simpang Charitas, Palembang. Dilansir dari laman Radarmukomuko.com ditemukan bunker peninggalan Jepang di Simpang Caritas berbentuk persegi empat dan terdapat ruang bawah tanah diduga bunker ini digunakan sebagai tempat penyimpanan senjata beserta amunisi lainnya (Tim Redaksi RM, 2023). Perilaku penyembunyian ini sama dengan anggota KKB Papua yaitu Gigen Telenggeng.

Dilansir dari laman Tribun-Papua bahwa setidaknya terdapat 5 senjata api ditemukan di bawah tanah oleh pelaku KKB yaitu Gigen Telenggeng pada Jumat, tanggal 3 September 2021. Gigen Telenggeng diduga menjadi penyuplai senjata api dan amunisi untuk KKB di Jayapura, Papua (Tambunan, 2021). Taktik penyembunyian senjata di bawah tanah menjadi taktik yang cerdas karena tidak mudah mengidentifikasi keberadaannya tanpa adanya teknologi. Sehingga kehadiran teknologi dan metode analisis dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam mengidentifikasi objek-objek terkubur tersebut. Dalam upaya untuk mengidentifikasi senjata yang disembunyikan di bawah tanah, ada beberapa metode Geofisika yang dapat digunakan seperti metode anomali gravitasi, geomagnet, seismik, dan ground penetrating radar. Namun metode ground penetrating radar terbukti mampu mengidentifikasi objek terkubur di bawah tanah salah satu contohnya yaitu identifikasi ranjau darat (Marsh et al., 2019).

GPR merupakan suatu teknik dalam bidang geofisika yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi 10 MHz hingga 1 GHz sebagai sumbernya (Melor et al., 2021). Metode GPR ini mampu menembus bawah permukaan tanah dengan kedalaman relatif dangkal, namun memiliki kemampuan resolusi yang sangat tinggi. Semakin rendah frekuensi antena transmitter, semakin besar penetrasi yang dapat diperoleh dari gelombang radar, dan sebaliknya (Liu et al., 2021).

Pada prinsipnya, ketika gelombang radar dipancarkan oleh transmitter, gelombang ini akan memantul kembali dengan amplitudo yang berbeda-beda, menghasilkan gelombang refleksi. Amplitudo gelombang refleksi yang diterima oleh receiver bergantung pada sifat-sifat elektromagnetik dari lapisan bawah permukaan yang dilalui gelombang radar sehingga menghasilkan citra-citra tertentu sesuai karakteristik material. Perbedaan sifat listrik dari berbagai material menyebabkan terjadinya pantulan gelombang elektromagnetik yang berbeda-beda (Rougier et al., 2018). Sifat material atau objek ini adalah nilai konduktivitas, permitivitas relatif, dan permeabilitas magnetic (Su et al., 2020).

Namun detektor tidak selalu mampu menggambarkan semua bagian objek atau tepi dari objek serta karakteristik lain yang relevan seperti bentuk dan jenis dari objek. Oleh karenanya diperlukan modelling, seperti salah satunya forward modelling dengan finite difference. forward modelling GPR adalah teknik yang digunakan untuk membuat simulasi dan memproyeksikan respons sistem GPR terhadap struktur geologi serta objek yang terkubur. Metode ini melibatkan penggunaan model matematika dan algoritma untuk menghasilkan data GPR sintetis berdasarkan parameter dan karakteristik bawah permukaan yang sudah diketahui (Gang Long & Shen J., 2023). Dengan melakukan simulasi ini, para peneliti dapat memahami bagaimana sinyal GPR berinteraksi dengan berbagai jenis bahan dan struktur, serta bagaimana sinyal tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi dan menemukan objek yang terkubur, seperti batu besar, fondasi, dan pipa. Dalam penelitian ini, forward modelling akan diproses melalui model komputasi lapisan tanah dengan menggunakan metode finite difference, dimana parameter-parameter seperti permitivitas, permeabilitas, konduktivitas dan estimasi bentuk dan ukuran bahan akan diinput untuk menghasilkan data sintetis. Finite difference sendiri merupakan salah satu pendekatan numerik yang efektif untuk menyelesaikan persamaan diferensial parsial. Dalam konteks GPR,

persamaan diferensial digunakan untuk menjelaskan perambatan gelombang elektromagnetik di dalam tanah.

Finite difference menyederhanakan solusi persamaan diferensial menjadi bentuk matriks dan vektor yang dapat dihitung secara efisien menggunakan komputer. Sehingga hal ini memungkinkan kita untuk memahami bagaimana objek atau struktur geologi akan merespons sinyal yang dipancarkan. Data pemodelan sintesis ini kemudian akan dicocokkan dengan data lapangan untuk memperoleh pemahaman mendalam terkait objek terkubur. Untuk membuat suatu pemodelan, selain karakteristik senjata sebagai objek terkubur, perlu juga diketahui karakteristik struktur bawah permukaan tanah (medium) tempat objek tersebut disembunyikan. Oleh karena itu, kami melakukan identifikasi struktur geologi dengan metode Geofisika lain, yaitu anomali gravitasi.

Metode anomali gravitasi didasarkan pada pengukuran variasi medan anomali gravitasi di permukaan bumi (Mbelek, 2019). Variasi medan anomali gravitasi ini terjadi karena adanya perbedaan massa jenis (densitas) batuan yang terletak di bawah permukaan. Nilai densitas ini yang diperlukan untuk melihat jenis lapisan tanah (medium). Pengukuran data anomali gravitasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengukuran langsung di lapangan atau dengan memanfaatkan teknologi satelit, seperti Geodetic Satellite (GeoSat) dan European Remote Sensing-1 (ERS-1) Satellite (Oktavia et al., 2019) dan dapat diperoleh dari berbagai platform salah satunya GGMPlus dan Topex. Dengan memanfaatkan teknologi satelit dan pengolahan anomali gravitasi, kita dapat mengidentifikasi dengan lebih baik struktur geologi di bawah permukaan tanah (Burger et al., 2019), membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat tanpa adanya operator lapangan.

Penggunaan operator lapangan pada wilayah konflik memiliki risiko keselamatan tinggi. Selain itu, kemajuan alat Georadar yang saat ini sudah tersedia dalam bentuk portable, bukan tidak mungkin dapat diterapkan di berbagai alat militer, salah satunya seperti Unarmed Ground Vehicle . Di

beberapa penelitian, alat Georadar GPR telah diaplikasikan di berbagai alat tanpa awak seperti *Unarmed Aerial Vehicle* (UAV) (Wu et al., 2022) dan *Unarmed Ground Vehicle* (UGV) (Szynkarczyk et al., 2021). Penggunaan UGV dalam dalam akuisis dapat secara otomatis memindai dan menganalisis area tersebut tanpa melibatkan operator manusia di lapangan. Jika GPR diterapkan pada UGV untuk akuisisi, maka dibutuhkan juga kondisi topografi dataran Jayapura diteliti untuk mempermudah operasi UGV.

Studi Geografi wilayah Jayapura akan memanfaatkan citra Landsat 8. Penggunaan citra landsat 8 ini dipilih karena efektif untuk studi analisis topografi (Ying, Zhang, et al., 2021). Ini akan membantu dalam pemahaman tentang Geografi di wilayah tersebut, yang pada gilirannya akan mendukung efisiensi dan kesuksesan operasi UGV di sana. Gabungan antara penggunaan GPR dan data dari satelit memungkinkan analisis lebih mendalam tanpa melibatkan operator manusia secara langsung di lapangan. Hal ini memungkinkan mengurangi risiko pertahanan dan meningkatkan efisiensi dalam pengawasan wilayah konflik.

Wilayah konflik KKB Papua memang menjadi ancaman serius terhadap pertahanan nasional. Di lain hal taktik menyembunyikan senjata dan amunisi yang diperoleh telah mereka adaptasi. Sehingga memerlukan identifikasi objek bawah tanah untuk menemukan senjata-senjata lain yang dikubur di bawah tanah. Sehingga penelitian ini pun dilakukan dengan tujuan memahami jenis, bentuk, ukuran, dan lokasi objek yang tersembunyi di bawah permukaan dengan memanfaatkan forward modelling finite difference. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik struktur geologi di bawah permukaan dengan menggunakan metode anomali gravitasi guna mendukung forward modelling GPR. Selanjutnya, penelitian ini juga akan membahas kondisi Geografi di Sentani Barat, dengan tujuan untuk memfasilitasi operasi UGV secara topografi jika alat ini digunakan dalam akuisisi GPR di kemudian hari. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi yang signifikan dalam

pemahaman dan pemanfaatan informasi di bawah permukaan yang lebih baik, baik untuk kepentingan penelitian ilmiah maupun aplikasi praktis di berbagai sektor.

1.2 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masalah-masalah sebagai berikut:

- a. Ancaman separatisme berdampak pada stabilitas politik, sosial, dan ekonomi suatu negara, serta pertahanan nasional. Dimana terdapat taktik penyelundupan dan penyimpanan senjata di bawah tanah, yang seringkali sulit teridentifikasi oleh pihak berwenang.
- b. Kesulitan mengetahui jenis, bentuk, ukuran, dan lokasi objek yang tersembunyi di bawah tanah jika hanya memanfaatkan data akuisisi metode GPR
- c. Karakteristik struktur geologi diperlukan dalam simulasi forward modelling GPR, ditambah kondisi Geografi apabila GPR diterapkan pada UGV

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan dan fokus hanya pada beberapa hal berikut:

- a. Penelitian ini fokus pada penggunaan forward modelling – finite difference, anomali gravitasi dan analisis topografi
- b. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam aspek lain dari ancaman separatisme
- c. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam tentang persenjataan maupun UGV baik secara fisik hingga fungsi.

1.4 Rumusan Masalah

Dalam Penelitian ini, terdapat beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus utama, antara lain:

- a. Bagaimana memanfaatkan hasil forward modelling dalam bentuk citra radargram untuk memahami jenis, bentuk, ukuran, dan lokasi suatu objek yang tersembunyi di bawah tanah?
- b. Bagaimana menggunakan metode anomali gravitasi untuk mengidentifikasi karakteristik struktur geologi yang nantinya dimanfaatkan untuk forward modelling GPR?
- c. Bagaimana melalui analisis citra satelit, dapat mengidentifikasi kondisi Geografis dataran Jayapura apabila GPR diterapkan pada UGV?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dari rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk mencapai tiga tujuan utama, yaitu:

- a. Memahami bagaimana jenis, bentuk, ukuran, dan lokasi suatu objek dengan menggunakan hasil forward modelling dalam bentuk citra radargram
- b. Mengidentifikasi bagaimana karakteristik struktur geologi untuk objek di bawah permukaan dengan metode anomali gravitasi
- c. Mengidentifikasi bagaimana kondisi Geografi area studi untuk mempermudah operasi UGV, apabila GPR diterapkan pada UGV

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat umum yang dapat diambil dari penulisan ini terdiri dari manfaat teoritis dan manfaat praktis sebagai berikut:

1.6.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis berupa pemahaman yang lebih mendalam tentang ancaman separatisme, khususnya terkait dengan penyelundupan dan penyimpanan senjata di bawah tanah. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan menjadi kontribusi pada pengembangan metode analisis yang lebih canggih dalam

menidentifikasi senjata tersembunyi untuk meningkatkan pertahanan nasional untuk mengidentifikasi potensi ancaman lebih awal dan dengan akurasi yang lebih besar.

1.6.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengurangi peran langsung operator manusia di lapangan sehingga lebih efektif dalam menidentifikasi potensi ancaman separatisme, seperti penyelundupan senjata di daerah rawan konflik. Selain itu, diharapkan dapat memberikan gambaran jika dilakukan akuisisi lapangan metode GPR oleh UGV sehingga memudahkan aparat penegak hukum dan intelijen dalam menyelidiki kasus penyelundupan senjata dan mengungkap jaringan separatis.