

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan muka tanah atau *land subsidence* merupakan fenomena dimana terjadi deformasi pada permukaan tanah arah vertikal yang terjadi secara perlahan-lahan maupun tiba-tiba. Fenomena penurunan muka tanah secara tiba-tiba dapat dilihat secara langsung bentuk fisiknya seperti kedalaman dan besar lubang yang terbentuk akibat fenomena tersebut. Sedangkan, untuk penurunan muka tanah yang terjadi dengan cara perlahan dapat dilihat dari kejadian yang sudah berlangsung sejak lama dan dari pengamatan secara berkala. Dalam beberapa kasus, penurunan muka tanah umumnya terjadi dalam kisaran sentimeter pertahun (Wijonarko dkk., 2015).

Wilayah perkotaan seperti Jakarta umumnya merupakan wilayah padat penduduk, bahkan hampir setiap tahun mengalami peningkatan jumlah penduduk. Dengan meningkatnya jumlah penduduk maka meningkat pula pembangunan di wilayah tersebut baik pembangunan infrastruktur seperti gedung-gedung maupun pembangunan pemukiman penduduk sehingga massa beban bangunan di atas permukaan tanah akan mengalami peningkatan. Selain itu, pengambilan air tanah juga semakin meningkat untuk berbagai kebutuhan seperti kebutuhan rumah tangga dan kebutuhan industri perkotaan (Ramadhanis, 2017).

Dilansir dari *website* (Kompas.com, 2022), Jakarta telah mengalami penurunan yang cukup parah yang mana pada saat ini posisi wilayah tersebut sudah berada satu meter dibawah permukaan laut. Hal tersebut tentu memberikan dampak yang negatif pada wilayah Jakarta seperti banjir rob yang didukung oleh pemanasan global. Keadaan tersebut menyebabkan permukaan air laut masuk ke daratan sehingga terjadi genangan (banjir) (Chandra & Supriharjo, 2013). Selain itu, penurunan muka tanah dapat mengakibatkan kerusakan pada infrastruktur seperti gedung-gedung, perumahan penduduk, kerusakan jalan, dan lainnya. Kerusakan yang ditimbulkan oleh fenomena ini juga dapat mengakibatkan terganggunya

kestabilan ekonomi pada wilayah yang mengalaminya. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan penurunan muka tanah untuk mengetahui keadaan permukaan tanah sehingga dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan dari fenomena ini.

Untuk mengetahui besarnya penurunan muka tanah pada suatu wilayah tentunya dilakukan pengamatan. Ada berbagai metode yang digunakan untuk pemantauan penurunan muka tanah. Metode yang umumnya digunakan untuk mengamati penurunan muka tanah yaitu dengan menggunakan teknologi Radar dan survei GPS. Tabel 1.1 menunjukkan metode-metode yang digunakan untuk memantau penurunan muka tanah.

Tabel 1. 1 Metode-Metode Pemantauan Penurunan Muka Tanah

Metode	Kelebihan	Kelemahan
<i>Differential Interferometric SAR (DInSAR)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Non invansif • Jangkauan luas • Biaya rendah • Kontinuitas pemantauan 	<ul style="list-style-type: none"> • Dipengaruhi oleh vegetasi • Bergantung pada cuaca
<i>Global Navigation Sattelite System (GNSS)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Non invansif • Tidak bergantung pada cuaca. • Kontinuitas pemantauan 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan banyak titik pengamatan
<i>U manned Aerial Vehicle (UAV)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Non invasif 	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu yang sangat lama untuk mendapatkan akurasi yang tinggi. • Area timbunan terdeteksi sebagai kenaikan muka tanah
<i>Fiber Optic</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengukur penurunan dan tekanan air pori tanah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya tinggi. • Rentan mengalami kerusakan.

Pemantauan penurunan muka tanah dengan cara memanfaatkan radar yaitu seperti pemantauan penurunan muka tanah dengan *Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)*. Metode ini merupakan metode yang memanfaatkan perbedaan fase pada dua atau lebih citra SAR yang diakuisi pada waktu yang berbeda dan di wilayah yang sama. Beberapa citra radar yang kemudian digabungkan membentuk interferogram. Ketika suatu titik pengamatan mengalami

pergerakan maka terjadi perubahan jarak antara sensor dan titik pengamatan. Pergerakan tersebut menyebabkan terjadinya perbedaan fase sehingga perbedaan fase menunjukkan terjadinya pergerakan atau deformasi. Interferogram memiliki efek topografi dan atmosferik. Oleh karena itu, dilakukan pengurangan dengan cara *Differential Interferometric SAR* (DInSAR) sehingga diperoleh besar pergerakan tanah (Kurniawan & Anjasmara, 2016). Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu akurasi pengukuran akan menurun apabila wilayah pengukuran sering mengalami perubahan seperti wilayah dengan vegetasi yang rapat. (Jundi Fakhri Islam, L dkk., 2017)

Metode *Global Navigation Sattelite System* (GNSS) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk memantau penurunan muka tanah di suatu wilayah dengan membandingkan hasil pengamatan terkini dengan pengamatan sebelumnya yang pernah dilakukan. Metode ini memiliki kelebihan yaitu tidak bergantung pada cuaca dan waktu. Namun, metode tersebut membutuhkan banyak data agar hasil pengukuran lebih akurat serta membutuhkan waktu untuk melihat hasil penurunan muka tanah (Wirawan dkk., 2016). Dalam penelitian Prasetyo (2021) penurunan muka tanah juga dapat dipantau menggunakan teknologi UAV atau pesawat tanpa awak. Teknologi ini menggunakan sistem pengukuran dengan fotogrametri dengan mengambil gambar udara dari beberapa titik yang telah ditentukan. Gambar hasil foto udara diolah dengan mengubah perspektif proyeksi sentral menjadi proyeksi orthogonal atau disebut proses orthorektifikasi. Namun, untuk mendapatkan tingkat akurasi yang tinggi dibutuhkan waktu pemrosesan yang lama serta topografi wilayah pengamatan seperti penimbunan dan jembatan akan terdeteksi sebagai kenaikan muka tanah (Prasetyo dkk., 2021).

Seiring berjalannya waktu, teknologi untuk mengukur penurunan muka tanah terus dikembangkan oleh peneliti agar didapatkan hasil pengukuran penurunan muka tanah yang tepat. Metode pengukuran menggunakan sensor semakin berkembang. Salah satu metode yang ditemukan adalah mengukur penurunan muka tanah dengan menggunakan teknik *Distributed Fiber Optic Sensing* (DFOS). Teknik ini menggunakan sensor *fiber optic* yang disambungkan dengan beban sebesar 15 kg yang berguna untuk memasukkan sensor *fiber optic* kedalam lubang bor. Sensor *fiber optic* akan dipantau menggunakan teknik BOTDR (*Brillouin*

Optical Time Domain Reflectometry) untuk mendapatkan data deformasi yang diambil dari regangan disepanjang kabel *fiber optic*. Beberapa penelitian dengan menggunakan teknik ini masih mengalami kendala seperti sambungan mekanis yang buruk antara sensor *fiber optic* dan tanah terutama pada tanah lunak di kedalaman dangkal (Liu dkk., 2020).

Teknologi sensor ini terus menerus dikembangkan untuk memberikan kemudahan dalam berbagai kegiatan manusia. Sensor yang baik adalah sensor yang memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dan tidak mudah terpengaruh oleh faktor lain yang dapat menyebabkan pengukuran menjadi tidak akurat. Salah satu sensor yang memiliki peluang besar untuk dikembangkan adalah sensor magnetik seperti *Giant Magnetoresistance* (GMR) yang merupakan pengembangan dari sensor magnetik. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi akibat adanya pengaruh medan magnet luar. GMR memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan sensor magnetik lainnya, seperti memiliki tingkat sensitivitas yang baik, stabil pada suhu tinggi, ukuran yang kecil, harga yang terjangkau, serta memiliki sifat magnetik yang dapat diatur dalam jangkauan yang luas. Sensor GMR memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dikembangkan sebagai pendeteksi medan magnet. Ada berbagai pengaplikasian dari sensor GMR seperti dapat digunakan untuk mengukur medan magnet, mengukur arus, mengukur kecepatan putar, serta berpotensi besar untuk dijadikan sebagai biosensor (Djamal dkk., 2011).

Sensor GMR memiliki keluaran berupa tegangan serta memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi medan magnet bahkan medan magnet yang lemah. Namun, dalam pendeteksian medan magnet dapat terjadi gangguan seperti gangguan medan magnet bumi. Medan magnet bumi yang terdeteksi dipermukaan bumi umumnya berada pada orde yang sangat kecil yaitu 25 – 65 (μT). Nilai medan magnet bumi bervariasi tergantung pada lokasi geografis sehingga diperlukan analisis untuk tiap aplikasinya (GMR, 2012; Ivansyah dkk., 2017).

Sensor GMR dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi perubahan posisi (*displacement*) dengan menggunakan bantuan perubahan medan magnet dari sumber medan magnet. Ketika terjadi pergeseran antara sensor dan sumber medan magnet, maka terjadi perubahan nilai tegangan keluaran sehingga hal ini dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi perubahan posisi (Aminudin dkk., 2019). Jika

sensor GMR diletakkan semakin jauh dari sumber medan magnet maka tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor GMR juga akan semakin mengecil (Ramdhani dkk., 2017).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dibuat untuk mengetahui apakah perubahan posisi yang dideteksi oleh sensor GMR mampu mendukung sistem prototipe pengukuran penurunan muka tanah, sehingga sensor ini dapat digunakan untuk memantau penurunan muka tanah. Pada penelitian ini, jenis sensor GMR yang digunakan adalah sensor GMR yang diproduksi oleh NVE dengan tipe AB001-02 dan menggunakan sumber medan magnet neodmium. Dengan melihat hasil karakterisasi dari sensor GMR dalam mendeteksi perubahan posisi yang baik, maka sensor GMR dapat dijadikan sebagai sensor dalam prototipe sistem penurunan muka tanah.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil desain prototipe untuk mengukur penurunan muka tanah dengan sensor GMR?
2. Bagaimana pengaruh medan magnet bumi terhadap hasil pendeteksian sensor GMR pada sistem pengukur penurunan muka tanah?
3. Bagaimana sensitivitas sensor GMR terhadap perubahan posisi yang terjadi pada penurunan muka tanah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini dibuat dalam poin-poin sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat prototipe untuk mengukur penurunan muka tanah dengan sensor GMR.
2. Mengetahui pengaruh medan magnet bumi terhadap hasil pendeteksian sensor GMR pada sistem pengukur penurunan muka tanah.
3. Mendapatkan sensitivitas sensor GMR terhadap perubahan posisi saat terjadi penurunan muka tanah.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait karakteristik sensor GMR untuk mendeteksi perubahan posisi dan sebagai sensor untuk mengukur penurunan muka tanah dalam prototipe sistem pendeteksi penurunan muka tanah. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam penelitian selanjutnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab dan beberapa sub bab yang berguna sebagai pelengkap dari penjelasan. BAB I pada skripsi ini berisi pendahuluan mengenai latar belakang, rumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. BAB II pada skripsi ini berisi tinjauan pustaka yang menjelaskan mengenai kajian pustaka yaitu terkait fenomena penurunan muka tanah, sensor GMR, dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini. Pada BAB III skripsi ini menjelaskan mengenai metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi, desain penelitian, tahapan-tahapan penelitian, uji sensor, serta program yang digunakan.

Bagian BAB IV berisi mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan, uji respon sensor GMR terhadap perubahan posisi, dan hasil rancangan sistem prototipe pengukuran penurunan muka tanah. BAB V berisi penutup yang terdiri dari dua bagian yaitu kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.