

BAB II TEORI DASAR

2.1 Fenomena Periodik

2.1.1 Pasang Surut Bumi Padat (*Solid Earth Tide*)

Rotasi bumi mempengaruhi dinamika Bumi. Fenomena dinamis Bumi menyebabkan bentuk Bumi berubah sehingga posisi benda-benda di permukaan Bumi juga berubah. Perubahan ini disebut deformasi dan deformasi Bumi disebabkan oleh fluida di mantel Bumi [2]. Deformasi atau perpindahan yang disebabkan oleh pasang surut bumi padat yang bergantung pada garis lintang stasiun, frekuensi pasang surut dan waktu sidereal dapat mencapai sekitar 30 cm pada komponen ketinggian dan 5 cm pada bidang horizontal [8] [5].

Pasang surut bumi disebabkan oleh gaya gravitasi yang diberikan oleh bulan, matahari, dan benda-benda lain dalam tata surya. Ini akan menyebabkan deformasi berkala di Bumi dan menyebabkan perpindahan tempat secara vertikal dan horizontal, yang dapat diwakili oleh harmonik bola bertingkat dan keteraturan yang ditandai oleh love number dan shida number [4].

Pasang surut bumi adalah deformasi bentuk bumi dan fenomena periodik permukaan bumi karena gaya yang bekerja di bumi oleh benda langit. Deformasi pasang surut bumi adalah fenomena yang disebabkan oleh variasi gaya gravitasi bumi antara benda-benda langit. Setiap benda di permukaan bumi akan terpengaruh oleh fenomena ini. Jumlah deformasi tergantung pada posisi matahari dan bulan terhadap bumi dan karakteristik local [3].

Efek pasang surut bumi tergantung pada lintang stasiun, frekuensi pasang surut, dan waktu sideris. Perpindahan akibat pasang surut bumi dapat mencapai sekitar 30 cm pada komponen vertikal dan 5 cm pada komponen horizontal [8]. Bahkan dengan menggunakan pengamatan yang lama,

mengabaikan koreksi pasang surut akan mendapatkan posisi kesalahan hingga 12,5 cm pada komponen vertikal dan 5 cm pada komponen horizontal pada penentuan posisi titik [9]. Dari informasi ini, pasang surut bumi mempengaruhi perpindahan permukaan bumi secara signifikan.

2.1.2 *Ocean Tide Loading*

Pasang surut laut menyebabkan variasi temporal dari distribusi massa lautan dan beban terkait pada kerak bumi dan menghasilkan deformasi yang bervariasi dari waktu ke waktu di bumi [10]. Besarnya efek pembebanan pasang surut laut cukup kecil di daratan dan cukup tidak dimodelkan untuk lokasi pantai, biasanya dalam kisaran milimeter, tetapi bisa mencapai lebih dari 1 cm untuk situs tertentu [4].

2.1.3 *Pole Tide*

Pasang kutub dihasilkan oleh efek sentrifugal dari gerakan kutub [5]. Sejak pasang surut memiliki dampak hingga beberapa sentimeter tergantung pada posisi tiang, variasi stasiun yang disebabkan oleh pasang surut harus diperhitungkan [4].

2.1.4 *Atmospheric loading*

Pembebanan atmosfer disebabkan oleh variasi spasial dan temporal dari massa atmosfer. Ini secara fundamental mempengaruhi pasang surut laut dan bumi secara tidak langsung. Permukaan laut dipengaruhi oleh variasi tekanan atmosfer yang menyebabkan deformasi permukaan bumi. Perpindahan akibat pembebanan atmosfer dapat mencapai 20 mm pada komponen vertikal dan 3 mm pada komponen horizontal [4].

2.2 **Penentuan Posisi dengan GNSS**

Deformasi akibat efek geofisika, terutama pasang bumi padat adalah karena penanda referensi jaringan kontrol geodetik yang terletak di kerak bumi. Model yang menggambarkan perpindahan titik referensi karena berbagai efek disediakan [10].

Prosedur terbaru untuk mengukur pasang surut bumi adalah teknik geodesi satelit. Sejak potensial yang diinduksi mempengaruhi orbit satelit, pemodelan ini memberikan kendala pada k₂; hasil yang sangat terkenal oleh Ray et al. (2001) yang mampu untuk mengukur fase lag komponen bumi padat dari gelombang M₂ sebesar $0.204^\circ \pm 0.047^\circ$.

Global Navigation Satellite System (GNSS) merupakan sistem penentuan posisi berbasis antariksa yang terdiri dari satu atau lebih konstelasi satelit dan infrastruktur augmentasi yang diperlukan untuk mendukung tujuan kegiatan berupa posisi, navigasi dan waktu dan tersedia selama 24 jam dimanapun pengguna berada di seluruh permukaan bumi [11]

2.3 Metode *Precise Point Positioning* (PPP)

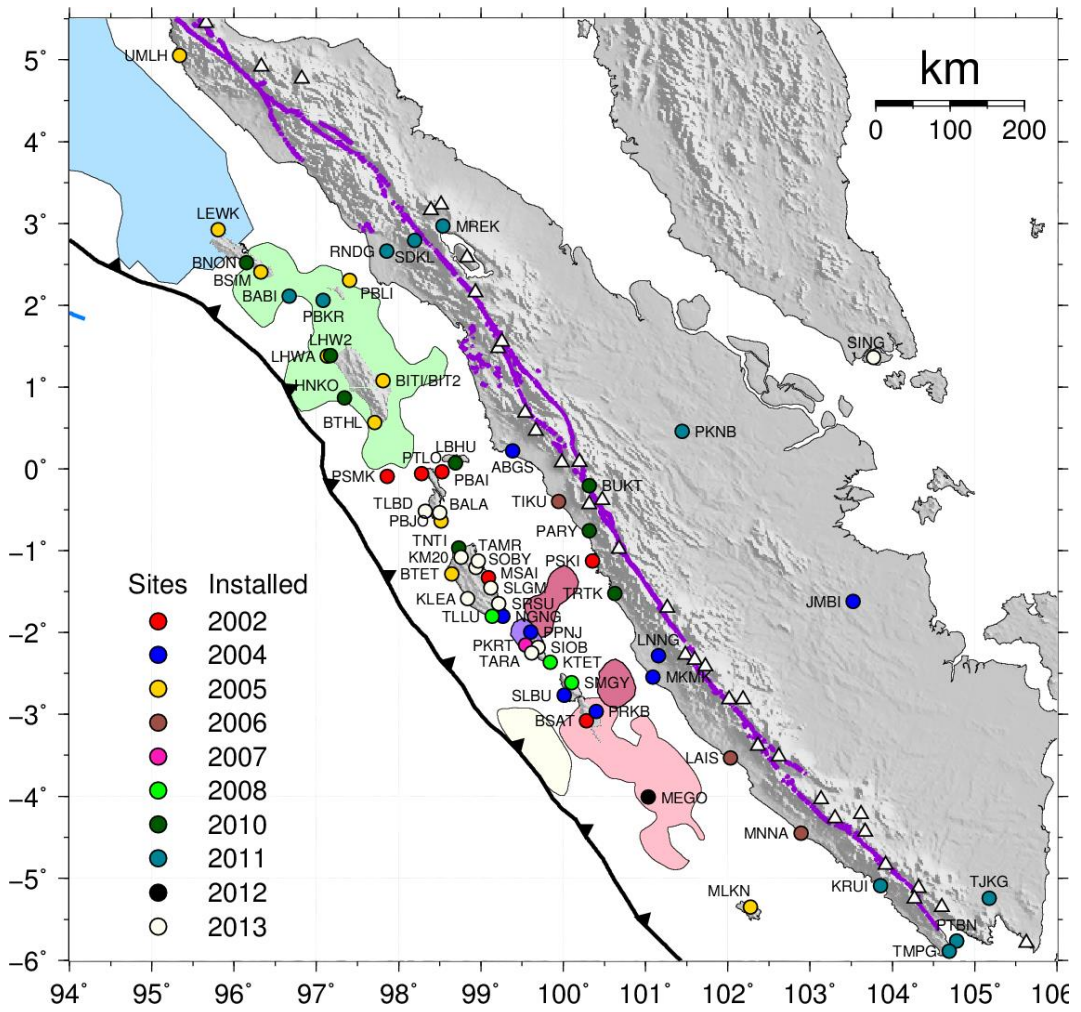
Precise Point Positioning (PPP) adalah metode penentuan posisi menggunakan fase *one-way* dan data *pseudo range* dengan kombinasi ionosfer bebas [12]. Metode ini menggunakan alat GNSS tipe geodetic dengan metode statik. KPPP (*Kinematic Precise Point Positioning*) tidak mencakup parameter kesalahan dan sistem jam satelit karena ephemeris teliti dan tingginya ketepatan jam satelit yang digunakan. Metode KPPP menggunakan tiga komponen yaitu posisi jam receiver, bias basah troposfer di zenith, dua parameter gradien troposfer dan nilai asli dari ambiguitas fase [13].

Penentuan posisi absolut menggunakan data fase harus ditambahkan koreksi seperti efek perilaku satelit, efek perpindahan lokasi dan pertimbangan komparabilitas. Efek perilaku satelit yaitu antenna satelit dan koreksi fase angin. Efek perpindahan lokasi mencakup pasang surut bumi, pasang surut laut, dan parameter rotasi bumi (ERP). Parameter rotasi bumi (ERP) terdiri dari presesi, nutasi, gerak kutub dan *length of day*.

2.4 Sumatera GPS Array (SuGAR)

Data GNSS kontinyu yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pasang surut bumi adalah data Stasiun Sumatera GPS Array (SuGAR). SuGAR mencakup wilayah sekitar 1.300 Km di sepanjang Pantai Barat Sumatera, Indonesia. Terdapat hampir 40 stasiun pemantauan pada Gambar 2.1 mengumpulkan secara berkala pembacaan GNSS kontinyu dengan akurasi tinggi, serta menyampaikannya kepada server pusat di Singapura untuk kegiatan post-processing [14].

Sumatran GPS Array (SuGAR) dibuat dan dioperasikan oleh anggota Earth Observatory of Singapore (EOS) dan Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia [15]. Data pengamatan GNSS ini memiliki interval waktu pengamatan 15 detik. Sejak tahun 2002, SuGAR secara berkelanjutan memonitor pergerakan tektonik di sepanjang pantai barat Sumatra dan Kepulauan Mentawai. Pengoperasian SuGAR dimulai dengan memasang enam stasiun cGPS (continued GPS) pada tahun 2002 dan terus dipelihara dan dikembangkan, baik dari segi jumlah, peralatan yang terus ditingkatkan mutunya dan juga sistem telemetri data jaringannya. Stasiun SuGAR setiap harinya merekam data GNSS secara kontinyu. Stasiun SuGAR dapat merekam data pengukuran 100 Kbytes sampai Mbytes per hari dengan sampling rate yang digunakan adalah 15 detik.



Gambar 2.1 Persebaran Titik Stasiun SuGAR [16]