

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era digital seperti saat ini, sistem komunikasi dan navigasi satelit menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari. Namun, teknologi ini sangat rentan terhadap gangguan dari aktivitas luar angkasa, khususnya badai geomagnetik (Khan, 2023). Salah satu peristiwa signifikan terjadi pada 11 Mei 2024, Ketika bumi mengalami badai geomagnetik ekstrem dengan intensitas mencapai -412 nT tergolong kategori G5. Dampaknya meliputi gangguan sinyal radio, ketidakakuratan GPS, munculnya aurora di lintang rendah serta gangguan pada satelit dan transportasi udara (E, Parker, & Linares, 2024). Meskipun dampaknya nyata dan luas, pemahaman tentang bagaimana badai geomagnetik mempengaruhi kondisi ionosfer, khususnya di wilayah ekuator seperti kota Pontianak, masih sangat terbatas. Inilah yang menjadi dasar pentingnya penelitian ini.

Badai geomagnetik terjadi akibat masuknya aliran plasma berenergi tinggi dari matahari ke magnetosfer bumi (NOAA, 2025). Proses ini umumnya dipicu oleh aktivitas seperti *coronal mass ejection* (CME) dan *flare sinar-X* serta diperkuat oleh parameter angin surya seperti komponen medan magnet antarplanet (BZ IMF), kecepatan plasma, densitas proton dan temperatur (Danilchuk & Dkk., 2025). Jika BZ IMF mengarah ke selatan, energi dari angin surya lebih mudah ditransfer ke magnetosfer, sehingga dapat memicu badai geomagnetik (NOAA, 2025). Untuk mengukur intensitasnya, digunakan *Disturbance Storm Time Index* (Indeks Dst) (Masruri & Nanda, 2018). Semakin negatif nilai Dst, semakin kuat badai geomagnetik yang terjadi.

Salah satu wilayah atmosfer yang paling terdampak oleh badai geomagnetik adalah ionosfer, yaitu lapisan yang mengandung ion dan elektron bebas pada ketinggian sekitar 60-1000 Km, dan berperan penting

dalam propagasi sinyal radio serta satelit (Olla & dkk., 2022). Ketika terjadi badai geomagnetik, distribusi elektron di ionosfer dapat berubah signifikan, menyebabkan gangguan sinyal, penurunan akurasi posisi, hingga hilangnya sinyal (Danilchuk & Dkk., 2025). Untuk memantaunya digunakan parameter *Vertical Total Electron Content* (VTEC), yaitu jumlah elektron dalam kolom vertikal per meter persegi (Rahadyan, 2018). Fluktuasi VTEC berdampak langsung pada akurasi sistem seperti GPS dan telekomunikasi.

Kota Pontianak, yang terletak tepat di garis khatulistiwa dan termasuk zona ekuator magnetik, menjadikannya sangat dipengaruhi oleh aktivitas matahari (Husin, 2013). Daerah ini juga mengalami *Equatorial Ionization Anomaly* (EIA) yang menyebabkan distribusi elektron di ionosfer tidak merata (Abbas & dkk., 2024). Kondisi ini membuat ionosfer di Pontianak lebih rentan mengalami fluktuasi VTEC saat terjadi badai geomagnetik.

Penelitian ini menjadi relevan karena badai geomagnetik ekstrem yang terjadi pada Mei 2024 berlangsung pada puncak siklus matahari ke-25, yang ditandai dengan meningkatnya jumlah sunspot, CME, dan *flare sinar-X* (NASA, 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antara indeks Dst dan VTEC di kota Pontianak selama Mei 2024 dan menganalisis pengaruh parameter-parameter angin surya serta aktivitas matahari terhadap nilai indeks Dst pada periode yang sama. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai keterkaitan antara gangguan geomagnetik dan respon ionosfer di wilayah ekuator, serta menjadi referensi dalam mitigasi gangguan teknologi berbasis satelit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana korelasi antara *Disturbance Storm Time Index* (Indeks Dst) dan *Vertical Total Electron Content* (VTEC) di kota Pontianak selama Mei 2024, bertepatan dengan puncak siklus matahari ke-25?
2. Bagaimana korelasi antara parameter-parameter angin surya (komponen BZ IMF, Densitas proton, kecepatan plasma, dan Temperatur proton) serta aktivitas matahari (*Coronal Mass Ejection* dan *Flare sinar-X*) terhadap Indeks Dst selama periode tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, maka tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menganalisis hasil korelasi antara *Disturbance Storm Time Index* (Indeks Dst) dan *Vertical Total Electron Content* (VTEC) di kota Pontianak selama Mei 2024, bertepatan dengan puncak siklus matahari ke-25.
2. Menganalisis hasil korelasi antara parameter-parameter angin surya (komponen BZ IMF, Densitas proton, kecepatan plasma, dan Temperatur proton) serta aktivitas matahari (*Coronal Mass Ejection* dan *Flare sinar-X*) terhadap Indeks Dst selama periode tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan dalam penelitian ini meliputi:

1. Periode pengamatan dibatasi pada bulan Mei 2024, sehingga hasil penelitian hanya merefleksikan kondisi ionosfer, badai geomagnetik, parameter angin surya, dan aktivitas matahari dalam rentang waktu tersebut.
2. Analisis difokuskan pada korelasi antara badai geomagnetik dan variabilitas ionosfer di kota Pontianak selama Mei 2024. Intensitas badai geomagnetik direpresentasikan oleh *Disturbance Storm time Index* (Indeks Dst), sedangkan kondisi ionosfer diukur menggunakan nilai *Vertical Total Electron Content* (VTEC) dari

data GNSS. Selain itu ditinjau juga parameter-parameter yang mempengaruhi terjadinya badai geomagnetik, seperti komponen BZ medan magnet antarplanet (IMF), kecepatan plasma, densitas proton, temperatur proton, serta kejadian *Coronal Mass Ejection* (CME) dan *flare sinar-X*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah wawasan dan pemahaman mengenai korelasi antara badai geomagnetik dan variabilitas ionosfer, khususnya di wilayah ekuator seperti kota Pontianak, serta keterkaitannya dengan parameter angin surya dan aktivitas matahari.
2. Memberikan informasi ilmiah yang dapat digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan ionosfer dan mitigasi risiko gangguan terhadap sistem komunikasi dan navigasi berbasis satelit selama terjadi badai geomagnetik.
3. Menjadi dasar pertimbangan dalam penyusunan strategi mitigasi dan pengambilan kebijakan untuk mengurangi dampak negatif badai geomagnetik di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab, yaitu:

- BAB I Pendahuluan: Menguraikan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.
- BAB II Tinjauan Pustaka: Berisi kajian teori yang mendukung penelitian ini, mencakup aktivitas matahari dan angin surya, badai geomagnetik, Indeks Dst, ionosfer, VTEC, siklus matahari, wilayah ekuator dan konsep korelasi.

- BAB III Metodologi Penelitian: menjelaskan alur penelitian, pengumpulan data, prosedur penelitian, serta area penelitian yang difokuskan di kota Pontianak.
- BAB IV Hasil dan Pembahasan: menyajikan hasil penelitian dan membahas analisis korelasi antara *Disturbance storm Time Index* (Indeks Dst) dan *Vertical Total Electron Content* (VTEC) di kota Pontianak selama Mei 2024, serta hasil korelasi antara parameter-parameter angin surya dan aktivitas matahari terhadap indeks Dst.
- BAB V Kesimpulan: menyimpulkan hasil analisis yang telah dilakukan dan memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.